

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“INFLUENCIA DE SUMINISTRO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON  
TRES NIVELES DE UREA EN ALIMENTACIÓN DE CUYES  
(*Cavia porcellus* L.) EN INIA - PUNO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**MILTON HOMERO RAMOS COA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA**

**PROMOCIÓN: 2010 – II**

**PUNO - PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“INFLUENCIA DE SUMINISTRO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON TRES NIVELES DE UREA EN ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus* L.) EN INIA- PUNO”

TESIS

PRESENTADA POR:

MILTON HOMERO RAMOS COA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO  
CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 DE OCTUBRE DEL 2018



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

: .....  
Ing. M. Sc. Julio Macario CHOQUE LÁZARO

PRIMER MIEMBRO

: .....  
MVZ. M. Sc. Oscar David OROS BUTRÓN

SEGUNDO MIEMBRO

: .....  
Ing. M. Sc. Jesús SÁNCHEZ MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS

: .....  
Ing D. Sc. Javier MAMANI PAREDES

PUNO - PERÚ

2018

Área: Ciencias agrícolas  
Tema: Producción animal

## DEDICATORIA

A Dios, por iluminar y guiarme por el camino de la sabiduría y esperanza para forjarme en la tierra como ser humano a imagen y semejanza, por permitirme iniciar y culminar este proyecto de vida.

Con mucho cariño a mis padres Marcos Ramos Ramírez y Sarela Coa Justo, por darme la vida, por enseñarme el valor del amor, la disciplina, el trabajo, el estudio, luchar, persistir en mis objetivos y superarme perseverantemente.

Con mucho cariño y gratitud a mi esposa Yovana Mamani Quispe, por ser la persona que más ha tenido que sacrificar y mejor ha sabido entender la magnitud e implicaciones en esta difícil tarea. Su trabajo, apoyo, aliento y ánimo continuo han sido fundamentales para lograr el objetivo.

A mis queridos hijos: Rodrigo y Calef, mi eterna preocupación, inspiración y alegría; ellos fueron motor importante en los momentos difíciles y gratos, durante la realización del presente estudio.

A mi familia y a mis grandes amigos.

**Milton Homero****AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y su plana docente, por la oportunidad de mi formación profesional y obtención del título de Ingeniero Agrónomo con mención en Zootecnia.

Al Ing. D. Sc. Javier Mamani Paredes, por ser el pilar fundamental para encaminar esta investigación, guiándome con sus consejos y conocimientos. Por ser un amigo más que un docente, que supo ayudarme en cada momento con paciencia y sacrificio.

A los distinguidos miembros del Jurado: Ing. M. Sc. Julio Macario Choque Lázaro, MVZ. M. Sc. Óscar David Oros Butrón y al Ing. M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza, por acceder amablemente a formar parte del mismo, por sus revisiones, valiosas aportaciones y sugerencias, sus observaciones me dejaron mucho aprendizaje.

Al Ing. Noel Wong Títalo Sosa, por sus recomendaciones en toda la investigación, orientándome a ser mejores cada día.

Mi más sincero agradecimiento a toda mi familia, por el apoyo en toda mi etapa estudiantil y compartir con nosotros este anhelo.

A todas aquellas personas que, directa o indirectamente, han estado ligadas a esta tesis y estuvieron a mi lado durante todo este tiempo, en el que me han ofrecido su amistad sin pedir nada a cambio, su apoyo dio frutos.

**Milton Homero**

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1 Características del Cuy .....	16
2.2 Descripción zoológica .....	16
2.3 Líneas mejoradas del cuy.....	16
2.3.1 Línea Perú .....	16
2.3.2 Línea Inti.....	17
2.3.3 Línea Andina.....	17
2.4 Alimentación de cuyes.....	17
2.4.1 Digestión de alimentos.....	19
2.4.2 Necesidades nutritivas del cuy.....	20
2.5 Ganancia de peso vivo .....	21
2.6 Conversión alimenticia .....	23
2.7 Bloques nutricionales .....	24
2.7.1 Insumos para la elaboración de bloques nutricionales.....	26
2.7.2 Factores que afectan la calidad del bloque nutricional .....	29
2.8 Rendimiento de la canal del cuy .....	30
2.9 Características de la carne.....	31
2.9.1 Factores que afectan la calidad de la carne .....	31
2.9.2 Calidad de la carne.....	32
2.9.3 Proceso de carnización del músculo .....	35
2.9.4 Factores que influyen en la CRA de la carne.....	41
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
3.1 Localización del lugar de estudio .....	42
3.2 De los animales.....	42
3.2.1 Selección de cuyes .....	42
3.2.2 Distribución de la ración alimenticia .....	42
3.2.3 Suministro de raciones alimenticias a los cuyes .....	43
3.3 De la preparación de bloques nutricionales .....	43

3.3.1	Pesado y acondicionamiento.....	43
3.3.2	Insumos para la preparación de bloques nutricionales .....	43
3.3.3	Mezclado.....	43
3.3.4	Moldeo y prensado.....	44
3.3.5	Endurecimiento .....	44
3.4	Metodología de estudio .....	44
3.4.1	Control y ganancia de peso vivo.....	44
3.4.2	Rendimiento de la canal.....	45
3.4.3	Medidas morfométricas .....	45
3.4.4	Características físicas (pH inicial, pH final y acidez).....	45
3.4.5	Características sensoriales (color, olor, sabor y textura) .....	46
3.5	Variables de respuesta .....	47
3.6	Análisis estadístico .....	47
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
4.1	Ganancia de peso vivo .....	48
4.2	Rendimiento de la canal.....	52
4.3	Características morfométricas de la canal .....	54
4.3.1	Longitud de la canal (Lc).....	54
4.3.2	Profundidad interna de pecho (Pip) .....	56
4.3.3	Longitud de pierna (Lp) .....	57
4.3.4	Espesor máximo de pierna (Emp).....	58
4.3.5	Profundidad máxima de pierna (Prmp).....	60
4.3.6	Perímetro máximo de pierna (Pemp) .....	60
4.3.7	Índice de compacidad de la canal (ICC).....	61
4.3.8	Índice de compacidad de la pierna (ICP).....	64
4.4	Características físicas de la carne .....	66
4.4.1	El pH inicial y final.....	66
4.4.2	Acidez .....	68
4.5	Características sensoriales de la carne .....	70
4.5.1	Color .....	70
4.5.2	Olor .....	71
4.5.3	Sabor .....	72
4.5.4	Textura.....	74

<b>CONCLUSIONES</b> .....	77
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	78
<b>REFERENCIAS</b> .....	79
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de bloques nutricionales.....	44
<b>Figura 2.</b> Ganancia total de peso vivo de los cuyes durante la etapa experimental.....	49
<b>Figura 3.</b> Rendimiento de la canal de cuyes .....	53
<b>Figura 4.</b> Longitud de canal del cuy por raciones alimenticias .....	55
<b>Figura 5.</b> Profundidad interna de pecho del cuy por ración alimenticia .....	57
<b>Figura 6.</b> Longitud de pierna del cuy por ración alimenticia.....	58
<b>Figura 7.</b> Espesor máximo de la pierna del cuy.....	59
<b>Figura 8.</b> Profundidad máxima de la pierna del cuy .....	60
<b>Figura 9.</b> Perímetro máximo de la pierna del cuy.....	61
<b>Figura 10.</b> Índice de compacidad de la canal del cuy .....	63
<b>Figura 11.</b> Índice de compacidad de la pierna del cuy.....	65
<b>Figura 12.</b> Variación del pH inicial y pH final de la carne del cuy .....	67
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de ácido láctico de la carne del cuy .....	69
<b>Figura 14.</b> Calificación para color de la carne del cuy .....	70
<b>Figura 15.</b> Calificación para olor de la carne del cuy .....	72
<b>Figura 16.</b> Calificación para el sabor salado de la carne del cuy.....	73
<b>Figura 17.</b> Calificación para el sabor amargo de la carne del cuy .....	73
<b>Figura 18.</b> Textura dura de la carne del cuy .....	74
<b>Figura 19.</b> Textura resistente de la carne del cuy .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutritivos del cuy .....	20
<b>Tabla 2.</b> Peso inicial, final, ganancia de peso diario y total de cuyes por líneas .....	21
<b>Tabla 3.</b> Habilidad de consumo de diferentes especies.....	23
<b>Tabla 4.</b> Conversión alimenticia, consumo diario, semanal y total .....	23
<b>Tabla 5.</b> Consumo de alimento y conversión alimenticia por línea.....	24
<b>Tabla 6.</b> Fórmula para elaborar un bloque nutricional.....	25
<b>Tabla 7.</b> Distribución de la ración alimenticia .....	42
<b>Tabla 8.</b> Composición de alimentos para la preparación de bloques nutricionales .....	43
<b>Tabla 9.</b> Análisis de variancia de las raciones alimenticias en estudio.....	47
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para peso vivo inicial, final y ganancia diaria de cuyes .....	48
<b>Tabla 11.</b> Rendimiento de la canal (%) en cuyes por ración alimenticia.....	52
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey para rendimiento canal (%) de los cuyes por ración alimenticia.....	53
<b>Tabla 13.</b> Índice de compacidad de la canal del cuy (g/cm).....	62
<b>Tabla 14.</b> Índice de compacidad de la pierna del cuy por ración alimenticia.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Fuente de datos de pesos, medidas objetivas y análisis de pH de la carne del cuy .....	71
<b>Anexo 2.</b> Peso vivo inicial de cuyes (g) .....	72
<b>Anexo 3.</b> Análisis de varianza para los pesos vivos iniciales de cuyes .....	72
<b>Anexo 4.</b> Peso vivo final de cuyes (g) .....	72
<b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza para los pesos vivos finales de cuyes .....	73
<b>Anexo 6.</b> Prueba de significancia Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para pesos vivos finales de cuyes ...	73
<b>Anexo 7.</b> Rendimiento de la canal (%) del cuy .....	73
<b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza para rendimiento de la canal .....	73
<b>Anexo 9.</b> Prueba de significancia Tukey para rendimiento de canal.....	74
<b>Anexo 10.</b> Índice de compacidad de la canal del cuy (g/cm) .....	74
<b>Anexo 11.</b> ANVA índice de compacidad de la canal del cuy .....	74
<b>Anexo 12.</b> Prueba de significancia Tukey para rendimiento de canal del cuy .....	74
<b>Anexo 13.</b> Índice de compacidad de la pierna del cuy .....	75
<b>Anexo 14.</b> Análisis de varianza para el índice de compacidad de la pierna del cuy .....	75
<b>Anexo 15.</b> Prueba de significancia Tukey para ICP del cuy .....	75
<b>Anexo 16.</b> Análisis de varianza para Longitud de la canal (Lc).....	75
<b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza para profundidad interna de pecho (Pip) .....	76
<b>Anexo 18.</b> Análisis de varianza para longitud de Pierna (Lp).....	76
<b>Anexo 19.</b> Análisis de varianza para espesor máximo de pierna (Emp) .....	76
<b>Anexo 20.</b> Análisis de varianza para profundidad máxima de pierna (Prmp).....	76
<b>Anexo 21.</b> Análisis de varianza para perímetro máximo de pierna (Pemp).....	76
<b>Anexo 22.</b> Análisis de varianza para pH inicial de la carne de cuy.....	77
<b>Anexo 23.</b> Análisis de varianza para pH final de la carne de cuy .....	77
<b>Anexo 24.</b> Análisis de varianza para acidez de la carne de cuy .....	77
<b>Anexo 25.</b> Cartillas de evaluación de características sensoriales de la carne del cuy ....	77

**ÍNDICE DE FOTOS**

<b>Foto 1.</b> Crianza de cuyes de la línea Perú.....	80
<b>Foto 2.</b> Aturdimiento, degüello y pelado.....	80
<b>Foto 3.</b> Oreado de canales del cuy.....	81
<b>Foto 4.</b> Medidas objetivas de la canal .....	81

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el galpón de crianza de la Estación Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Puno, ubicado en el distrito de paucarcolla, provincia y región Puno, a 22 km de la ciudad de Puno, a una altitud promedio de 3,815 msnm, entre las coordenadas 15° 10' 45" de latitud Sur y 70° 04' 25" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, cuya temperatura media es de 7°C y una precipitación pluvial anual de 616 mm/año, donde se cuenta con granja de cuyes y que contiene en su interior pozas de concreto al ras del piso, de 1 x 1.5 metros y una altura de 0.45 m, con el objetivo de evaluar la influencia del suministro de bloques nutricionales con tres niveles de urea en la ganancia de peso vivo, rendimiento canal, morfometría, características físicas y sensoriales de la carne del cuy. Los animales fueron cuyes machos de la línea Perú, destetados con 200 gramos de peso vivo aproximadamente, distribuidos al azar en cuatro pozas de 10 animales cada uno. Las raciones alimenticias para el grupo testigo (R1), fueron a base de heno de avena más alfalfa, mientras que las raciones alimenticias de R2, R3 y R4 fueron elaboradas a base de heno de avena y bloques nutricionales con adición de 1, 3 y 5 % de urea, respectivamente. Los datos fueron analizados aplicando el Diseño Completamente al Azar, con cuatro raciones alimenticia y 10 repeticiones por ración alimenticia. Los resultados muestran que la mejor respuesta de peso vivo se logró suministrando a los cuyes con heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea (R2), en el que se obtuvo una ganancia de 7.13 g/día con un mejor rendimiento canal de 67.92 %, las que se tradujeron en buenas características morfométricas de longitud de canal (17.89 cm), índice de compacidad de la canal (30.36 g/cm) e índice de compacidad de la pierna (0.38 cm), por la mayor carnosidad o cantidad de carne en los músculos del cuerpo y calidad aparente (canales redondeadas y convexas); asimismo, en el análisis físico se determinó en promedio un pH de 6.33 para la canal caliente y 6.06 para la canal fría y un 0.021 % de acidez, donde las características sensoriales de la mayoría de las carnes de cuy fueron clasificadas como carnes de color bueno, olor ligero y moderado, de sabor salado y amargo que no se percibe, y textura ligeramente dura. Se concluye, que el suministro de bloques nutricionales con tres niveles de urea, influyó en la ganancia de peso vivo, rendimiento canal, morfometría, características físicas y sensoriales de la carne del cuy, con una mejor respuesta en la ración alimenticia elaborada a base de avena y bloque nutricional con 1 % de urea.

**Palabras clave:** Alimentación de cuy, bloques nutricionales, canal, urea, morfometría y rendimiento.

### ABSTRACT

The present study was conducted in the experiment station breeding shed Illpa of the Instituto Nacional of Innovación Agraria INIA - Puno, located in the District of paucarcolla, province and region Puno, to 22 km of the city of Puno, at an average altitude of 3,815 msnm, between the coordinates 15° 10' 45" South latitude and 70° 04' 25" length West of the Prime Meridian. of Greenwich, average temperature is of 7°C and containing inside pools concrete flush with the floor, of 1 x 1.5 meters and a height of 0.45 m, in order to the influence of the supply of nutritional blocks with three levels of urea in the live weight gain, channel, Morphometry, physical and sensory characteristics of the meat of the cuy. The animals were cuyes males of the Peru line, weaned with 200 grams weight live approximately, distributed randomly into four pools of 10 animals each. The food rations for the control group (R1), basis of oat Hay were more alfalfa, while the food rations of R2, R3 and R4 they were prepared based on hay; oats and nutritional blocks with addition of 1, 3 and 5 % of urea, respectively, The data were analyzed by applying the design completely random, with four food rations and 10 replications per food ration. The results show that the best response of live weight was achieved by supplying to the cuyes with hay oats and nutritional block with 1 % of urea (R2), in which was obtained a profit of 7.13 g/day with efficient channel of 67.92 %, that translated into good morphometric characteristics of channel length (17,89 cm), compactness of the channel index (30.36 g/cm) e index of compactness of the leg (0.38 cm), for the fleshy or amount of meat in the muscles of the body and apparent quality (rounded channels and convex); in the physical analysis was determined on pH of 6.33 for the hot and 6.06 for the cold channel and a 0.021 % of acidity, where the most meat sensory characteristics of cuy they were classified as meat of good color, light and moderate, smell of salty taste and bitter that it is not perceived, and texture slightly hard It is concluded, that the supply of nutritional blocks with three levies of urea. He influenced the live weight, channel performance gain, Morphometry, physical characteristics and sensory meat of the cuy, with a better response in the food ration made from oats and nutritional block with 1 % of urea.

**Keywords:** feeding of cuy, nutritional blocks, urea, Morphometry, channel and performance.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la población mundial afronta deficiencia alimenticia de origen animal, generando problemas de nutrición, en las clases sociales de menores recursos económicos. Dadas las necesidades de alimentación, surge la posibilidad de apostar por actividades agropecuarias productivas, que requieran bajos costos de producción para su ejecución y generen ingresos a las familias rurales de escasos recursos económicos, como la cría de cuyes a nivel familiar que da seguridad y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores como en el Altiplano puneño, donde los terrenos familiares están siendo cada vez más parcelados.

La crianza del cuy (*Cavia porcellus* L.), ocupa pequeñas áreas y por sus cualidades bioproductivas peculiares como su rusticidad, prolificidad y precocidad es considerado como un animal estratégico, para la producción de carne de excelente sabor y calidad, que se caracteriza por tener un alto nivel de proteínas (21.24 %), bajo nivel de grasa (3.57 %), y minerales (1.25 %), las que se transforman en un producto alimenticio de alto valor biológico y nutricional para el hombre y de gran popularidad, identificándose con la vida y costumbres de las sociedades campesinas de nuestro país (Guevara *et al.*, 2014).

Por otro lado, el cuy es una especie herbívora que posee un ciclo corto de reproducción, es de fácil adaptación a los diferentes ecosistemas y su alimentación es versátil, con buenos índices de conversión que permite lograr en el corto plazo grandes volúmenes de carne (Aliaga, 1979). Por tanto, al igual que las otras especies domésticas, necesita de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas, para satisfacer las necesidades nutricionales de mantenimiento, crecimiento, engorde y reproducción; sin embargo, a falta de adecuadas prácticas de alimentación, las dietas de crías destetadas son deficientes en vitamina C, minerales y de proteína cruda, especialmente en época seca, debido a la escasez de pasto verde, por lo que, se hace necesario su complementación.

Sobre el particular en la región de Puno, lamentablemente no hay muchas investigaciones en lo referente al área de nutrición y se tiene un conocimiento limitado en la alimentación de los cuyes con aporte parcial de nitrógeno en forma de urea; razón por la cual, se ha planteado realizar el presente estudio a fin de evaluar la influencia del suministro de bloques

nutricionales con tres niveles de urea en la ganancia de peso vivo, rendimiento y morfometría de la canal de cuyes, puesto que existe la necesidad de encontrar la manera y la forma más eficiente de producir cuyes, utilizando productos de la zona y más baratos, al alcance de los pequeños productores y de los medianos empresarios que están en el afán de llevar la carne de cuy a los mercados internacionales. En base a lo sostenido, en el presente estudio de investigación se plateó los objetivos siguientes:

1. Determinar la ganancia de peso vivo diario y total en la crianza de cuyes.
2. Determinar el rendimiento de la canal de cuyes.
3. Determinar las medidas morfométricas de la canal de cuyes.
4. Evaluar las características físicas de la carne del cuy.
5. Evaluar las características sensoriales de la carne de cuy.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Características del Cuy

El cuy es una especie originaria de la zona Andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia (Cáceres, 2008), su carne es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, se cría fundamentalmente con el objeto de aprovechar su carne (Chauca, 1997; Rico y Rivas, 2003).

### 2.2 Descripción zoológica

Revollo (2009), clasifica taxonómicamente al cuy de la siguiente manera.

Reino:	Animal
Sub-reino:	Metazoario
Super-rama:	Cordados
Rama:	Vertebrados
Sub-rama:	Tetrápodos
Clase:	Mamífero
Sub-clase:	Therios
Infra-clase:	Eutherios
Orden:	Rodentia
Suborden:	Simplicintadas
Familia:	<i>Cavidae</i>
Género:	<i>Cavia</i>
Especie:	<i>Cavia porcellus</i> Linnaeus

### 2.3 Líneas mejoradas del cuy

Chauca (1997), menciona que en el Perú los trabajos sobre el cuy se iniciaron en 1966, con la evaluación de germoplasma de diferentes ecotipos muestreados a nivel nacional. En 1970, en la Estación Experimental Agropecuaria La Molina del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial se inició un programa de selección con miras a mejorar el cuy criollo en todo el país. Los animales se seleccionaron: por su precocidad y prolificidad y se crearon las líneas mejoradas de Perú, Andina e Inti.

#### 2.3.1 Línea Perú

Esta línea fue seleccionada por su mayor peso a la edad de comercialización, se caracteriza por su precocidad, ya que se obtienen pesos de 800 g a los 2 meses de edad y tiene conversiones alimenticias de 3.8 al ser alimentada con concentrados y

alimentos balanceados, en buenas condiciones. Su prolificidad promedio es de 2.3 crías nacidas. El color de su pelaje es blanco con rojo siendo su pelo liso y pegado al cuerpo, sin remolinos (Chauca, 1997).

### **2.3.2 Línea Inti**

Esta línea fue seleccionada por su precocidad y corregida por su prolificidad, es de mayor adaptación a nivel de productores de cuyes; se trata de un animal de ojos negros, su pelo es de color bayo con blanco liso y pegado al cuerpo, pudiendo presentar remolino (Chauca, 1997).

### **2.3.3 Línea Andina**

Chauca (1997), menciona que esta línea fue seleccionada por el tamaño de la camada, independientemente del peso de la misma; se caracteriza por ser prolífica, pudiendo obtener además de 3.2 crías por parto y un mayor número de camada por unidad de tiempo, como consecuencia de su mayor presentación de celo postparto. El color de su capa es blanco, de pelo liso pegado al cuerpo y ojos negros.

## **2.4 Alimentación de cuyes**

Cáceres (2008), indica que el cuy consume en forraje verde 30 % de su peso vivo. Consume prácticamente cualquier tipo de forraje. La alfalfa es el mejor forraje que se puede proporcionar a los cuyes; sin embargo, al no disponer en algunas épocas y zonas del país se puede utilizar otros forrajes que se puede dar a los cuyes. El alimento se debe de suministrar dos veces al día de 30 – 40 % del consumo diario en la mañana y en la tarde el 60 – 70 % restante, si se efectúa dotación de concentrado debe hacerse en la mañana como primer alimento y luego el forraje (Revollo, 2009).

El heno de alfalfa ocupa un lugar prominente porque supera en rendimiento a otras plantas henificables, también por su gustocidad, en riqueza de proteína, elevado contenido de calcio y en vitaminas. La alfalfa constituye uno de los mejores pastos para los cerdos, los caballos, y las aves. Morrison (1980), señala que el heno de alfalfa tiene en proteína 14.8 % y son más digestibles, las hojas contienen dos veces más proteína que los tallos, de ahí que una pérdida importante de hojas no solo reduce el rendimiento de heno, sino que también aminora mucho su valor nutritivo.

Las leguminosas por su calidad nutritiva, rica en proteínas y elevado contenido de vitaminas y calcio (Trujillo, 1992), se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo, por lo que es conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras (Chauca, 1997).

Abarca (2004), sostiene que la alimentación es uno de los factores de la producción de mayor importancia en el proceso productivo, ya que representa más del 50 % de los costos totales de producción en la explotación pecuaria. Por esto, cualquier variación en los costos de alimentación repercute fuertemente en los costos totales, pudiendo significar el éxito o fracaso de la empresa.

Chauca (1997), indica que existe dos tipos de alimentación como son de crianza familiar y alimentación de crías industriales. En la alimentación de crianza familiar o de cocina, donde el número de animales no pasa de 50 o 100, por que la alimentación es bastante diversificada como desperdicios de cocina, diversos granos, pastos naturales y maleza; mientras que, la alimentación bajo el sistema de crianza industrial puede ser semi intensivo o intensivo. La regulación del consumo voluntario lo realiza el cuy en base al nivel energético de la ración. Una ración más concentrada nutricionalmente en carbohidratos, grasa y proteínas determinan un menor consumo.

La diferencia en consumos puede deberse a factores palatables; sin embargo, no existen pruebas que indiquen que la mayor o menor palatabilidad de una ración tenga efecto sobre el consumo de alimento a largo plazo. Los forrajes deben incluirse básicamente en toda dieta de cuyes, un animal en crecimiento debe consumir de 160 a 200 g al día. El forraje es la fuente fundamental de agua y vitamina C, que los cuyes utilizan para cubrir sus requerimientos nutritivos (McDonald *et al.*, 1999).

Un animal en crecimiento normalmente consume de 80 a 100 g de forraje a la cuarta semana de edad, llegando a consumir de 160 a 200 g de forraje/animal/día a partir de la octava semana de edad, siendo éstos aún mayores (200 a 250 g) cuando se trata de reproductores (Aliaga, 1979) y en la etapa de lactación se suministra 350 a 400 g por hembra y sus crías (Moreno, 1989).

### 2.4.1 Digestión de alimentos

Las sustancias indigeridas entran a la acción de jugos digestivos, atraviesan la válvula ileocecal para ingresar en el intestino grueso, sus glándulas segregan mucus y además absorben agua. La digesta no demora más de dos (2) horas en atravesar el estómago e intestino delgado; sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento y puede permanecer en él por 48 horas, que hacen un total de 50 horas de digestión desde el consumo de alimento hasta la excreción de residuos no digeridos. La absorción de ácidos grasos de cadenas cortas, se realiza en el ciego y en el intestino grueso. La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal lo que permite una mejor absorción de nutrientes (Revollo, 2009). La mayor absorción de los nutrientes ocurre en el intestino delgado. En el intestino grueso ocurre una absorción de agua y minerales. Además, en el intestino grueso hay una actividad microbiana que permite llevar a cabo la fermentación de la fibra, lo cual provee de energía al animal (Church y Pond, 2002).

La capacidad fermentativa en el ciego es 46 %, colon y recto 20 % del tracto digestivo. Los microorganismos existentes en el ciego permiten un buen aprovechamiento de la fibra. La producción de AGV, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B se realiza por microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno través de la cecotrófia (Revollo, 2009), mediante ella se ingiere el pellet fecal rico en nitrógeno (Rico y Rivas, 2003).

Chauca (1994), menciona que la fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo.

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática, y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana, su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones con niveles bajos o medios de proteína (Rico y Rivas, 2003).

### 2.4.2 Necesidades nutritivas del cuy

NRC (1995), reporta que los nutrientes requeridos por el cuy son: proteína, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas (Tabla 1). Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente.

**Tabla 1.** Requerimientos nutritivos del cuy

Nutrientes	Concentración en la dieta
Proteína cruda, %	18
Energía Digestible, kcal/kg.	3000
Fibra, %	10
Ácido graso insaturado, %	<1.0
Aminoácidos	
Arginina, %	1.2
Histidina, %	0.35
Isoleucina, %	0.6
Leucina, %	1.08
Lisina, %	0.84
Metionina, %	0.6
Fenilalanina, %	1.08
Treonina, %	0.6
Triptófano, %	0.18
Valina, %	0.84
Minerales	
Calcio, %	0.8 – 1.0
Fósforo, %	0.4 – 0.7
Magnesio, %	0.1 – 0.3
Potasio, %	0.5 – 1.4
Zinc, mg/kg	20
Manganeso, mg/kg	40
Cobre, mg/kg	6
Fierro, mg/kg	50
Yodo, mg/kg	1
Selenio, mg/kg	0.1
Cromo, mg/kg	0.6
Vitaminas	
Vitamina A, UI/kg	1000
Vitamina D, UI/kg	7
Vitamina E, UI/kg	50
Vitamina K, mg/kg	5
Vitamina C, mg/kg	200
Tiamina, mg/kg	2
Riboflavina, mg/kg	3
Niacina, mg/kg	10
Piridoxina, mg/kg	3
Ácido Pantoténico, mg/kg	20
Biotina, mg/kg	0.3
Ácido Fólico, mg/kg	4
Vitamina B12, mg/kg	10
Colina g/kg	1

**Fuente:** National Research Council, 1995.

## 2.5 Ganancia de peso vivo

Rico y Rivas (2003), mencionan que el ritmo de ganancia de peso vivo de los animales, está relacionado directamente con factores de selección genética, alimentación y manejo.

López (2012), al realizar el estudio del efecto de la alimentación suplementada con urea en la morfometría y calidad de carne en cuyes, sostiene que el peso vivo final promedio general fue de 833.6 g y según tratamiento el peso fue de 869.6 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 2.5 % de urea), 826 g (heno de avena y forraje verde hidropónico), 819.6 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 3 % de urea) y 819.2 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 2 % de urea).

Por otro lado, Chambilla (2002) al evaluar el “Tiempo óptimo de beneficio económico de cuyes”, reporta que, durante un periodo de 13 semanas, el peso vivo final promedio fue de 1,131.63 g con una ganancia diaria promedio de 8.42 g de peso vivo, donde la alimentación estuvo conformado a base de alfalfa, cebada y nabo silvestre.

Dulanto (1999), manifiesta que los resultados de los pesos iniciales y finales, así como de la ganancia de peso diaria, semanal y total, por tratamientos durante 13 semanas de evaluación, fue mejor en la línea Perú en comparación a otras líneas mejoradas, tal como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Peso inicial, final, ganancia de peso diario y total de cuyes por líneas

Parámetros	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia total (g)	Ganancia semanal (g)	Ganancia diaria (g)
Línea Perú	291.02	1150.9	859.88	78.17	11.17
Línea Inti	262.61	1010.42	747.81	67.98	9.71
Línea Andina	253.88	900.63	646.75	58.80	8.40

**Fuente:** Dulanto, 1999.

Chauca, (1997), menciona que, en cuyes mejorados con las condiciones buenas de manejo, alimentación y sanidad, se obtienen pesos de 0.750 a 0.850 kg entre 9 y 10 semanas de edad. A esta edad y peso son los más recomendables para su comercialización. Además, indica

que los cuyes mejorados a los 4 meses de edad, alcanzan a un peso de 1.2 a 1.5 kg, pudiendo superar este con un mayor grado de mejoramiento genético.

Moreno (1989), sostiene que obtuvo 8.19 g/día/cuy de ganancia de peso vivo, con alimentación de cebada germinada más alimento balanceado 1.50 g de forraje verde hidropónico, adicionado con 40 g de avena.

Monroy (1990), señala en un estudio realizado en cuyes (Puno), con alimentación de cebada en tres niveles de urea, donde el peso final que obtuvo fue de 830.9g (grano de cebada triturado más 8 % de urea), 747.7g (grano de cebada triturado más 4 % de urea), 693.3 % (grano de cebada triturado más 2 % de urea), 657.7g (solo grano de cebada triturado) y como promedio general fue de 732.4g; además el análisis estadístico fue significativo.

Cotacallapa (2000), indica que las ganancias de peso vivo reportados en diferentes estudios son muy variadas, y ello era de esperarse ya que los incrementos/día, están en función de la calidad del alimento, de los insumos que constituyen la ración, su calidad, textura, sabor, etc.; además, del factor genético de los animales. La bibliografía menciona un rango de 4 a 10 g diarios de incremento, siendo de 6 a 8.5 g, la mayor frecuencia de los resultados.

Gil (2004), afirma que la mejor respuesta al engorde tiene relación con la temperatura y humedad relativa siendo la ideal 19.4 °C en promedio y la humedad relativa promedio de 88.24 %; y la menor respuesta al engorde se obtienen a temperatura de 27.6 °C y humedad relativa de 81.1 % en promedio.

Revollo (2009), evaluaron cinco niveles de urea en el concentrado: 0 % como control (ración 1); 0.5 % (ración 2); 1 % (ración 3); 1.5 % (ración 4) y 2 % (ración 5), siendo la dieta básica Rye grass italiano suministrado ad libitum. Se distribuyeron al azar 80 cuyes destetados de 25 días de edad en promedio; los mejores incrementos de peso alcanzaron las raciones 4; 3; 2 comparadas con la ración 1 y 5.

Asimismo, indica que el mejor peso final e incremento diario por animal se logró con la ración 4 y el más bajo con la ración 5. El consumo de forraje verde fue estadísticamente similar para las raciones 4, 2 y 1 pero superiores a las raciones 5 y 3. Aparentemente, no se observaron efectos de intoxicación ni muertes por consumo urea. Se puede asegurar que es

favorable la sustitución parcial de la pasta de algodón por urea, siendo el nivel óptimo 1.5 % de urea y 4 % de pasta de algodón.

Zaldivar (1976), afirma que las temperaturas entre 15 y 18 °C son óptimas, permitiendo al animal consumir mayor cantidad de alimento y consecuentemente obtener mayores incrementos de pesos.

## 2.6 Conversión alimenticia

Cotacallapa (2000), menciona que este factor que mide la transformación de los alimentos en ganancia de peso vivo es sumamente importante en la explotación animal, puesto que la alimentación representa del 65 a 75 % de los gastos directos en la producción en cuyes.

Gil (2004), indica que la capacidad de conversión alimenticia del cuy es alta y en estudios realizados comparados con otros animales productores de carne resulta de la siguiente manera (Tabla 3).

**Tabla 3.** Habilidad de consumo de diferentes especies.

Especie	Peso vivo promedio (kg)	Consumo de forraje/día/ (kg)	% Forraje consumido/día/PV	Incremento PV/prom/día/g	% Incremento diario de peso
Cuy	0.80	0.25	31.25	0.007	0.88
Ovino	40.00	5.00	12.50	0.120	0.30
Vacuno	500.00	50.00	10.00	1.00	0.2

**Fuente:** Gil, 2004

Dulanto (1999), indica que las conversiones alimenticias durante las 13 semanas de evaluación experimental (Tabla 4); a la prueba de Duncan para promedios de tratamientos todos fueron homogéneos; entre sexos, hubo diferencias significativas siendo superiores los machos a las hembras; al realizar los efectos simples para cada tratamiento los machos de la línea Perú mostraron diferencias significativas.

**Tabla 4.** Conversión alimenticia, consumo diario, semanal y total

Consumo de materia seca	Línea Perú	Línea Inti	Línea Andina
Alimento balanceado (g)	2,867.91	2,281.67	2,002.35
Maíz chala (g)	1,112.09	1,112.09	1,112.09
Total (g)	3,980.00	3,393.76	3,114.40
Semanal (g)	361.82	308.52	283.13
Diario (g)	51.69	44.07	40.45
Conversión alimentaria	4.63	4.54	4.82

**Fuente:** Dulanto, 1999

Moreno (1989), reporta conversiones alimenticias entre 3.5 y 6.5 para el caso de materia seca total (concentrado más forraje). Además, menciona que la conversión alimenticia depende de algunos factores genéticos, habilidad del individuo, calidad del alimento, sanidad y manejo.

Trujillo (1992), al realizar un estudio comparativo de consumo de alimento básico (alfalfa) y conversión alimenticia entre cuyes de la línea nativa boliviana y línea peruana en la etapa de recría. El efecto de la línea fue altamente significativo sobre el carácter peso e incremento de peso desde el nacimiento hasta la saca. La línea peruana obtuvo un mejor incremento de peso y conversión alimenticia en comparación a la línea nativa boliviana (Tabla 5).

**Tabla 5.** Consumo de alimento y conversión alimenticia por línea.

Línea	Peso saca (g)	Consumo (g ms/día)	Conversión alimenticia
Línea nativa boliviana	708.5	44.4	<b>15.5</b>
Línea peruana mejorada	1162.3	60.4	<b>9.3</b>

**Fuente:** Trujillo, 1992

Monroy (1990), al alimentar a los cuyes con cebada y tres niveles de urea, donde el consumo en promedio fue de 44.15 g/día (grano de cebada triturado), 37.92 g/día (grano de cebada triturado más 4 % de urea), 42.03 g/día (grano de cebada triturado más 8 % de urea), 32.70 g/día (grano de cebada triturado más 12 % de urea), obtuvo una conversión alimenticia de 10.74 (grano de cebada triturado más 8 % de urea), 12.53 (grano de cebada triturado más 4 % de urea), 11.90 (grano de cebada triturado 12 % de urea), 19.14 (solo grano de cebada triturado) y como promedio general fue de 13.58.

## 2.7 Bloques nutricionales

Los bloques nutricionales, son alimentos compactados en forma de cubos y elaborados con ingredientes fibrosos, como los salvados y afrechos de trigo, cebada, maíz y quinua, con niveles altos de melaza que pueden llegar hasta el 40 %; también, se incluyen en su mezcla fuentes de proteína como la torta de soya, harinas de alfalfa, hoja de calabaza y harina de hojas de árboles forrajeros, fuentes de calcio, fósforo y pre mezclas vitamínicas y minerales. Para su compactación, se utiliza el cemento gris o la cal viva en niveles no mayores al 5 % de la mezcla (Caycedo, 2000)

Los suplementos concentrados, se formulan con materias primas fuentes de energía y fibra, como las mogollas de trigo y maíz, afrechos de cereales, trigo, cebada, maíz, arroz, quinua

y fuentes de proteína como las tortas de soya, algodón, ajonjolí, harinas de alfalfa, nacedero, morera, ramio, chachafruto, hoja de calabaza. Los minerales se suplen con harinas de hueso, fosfato dicálcico, fuentes de calcio y fósforo, los que se encuentran en harinas de cáscara de huevo, conchas de ostras (Saravia, 1994).

Además, el suplemento lleva una pre-mezcla de vitaminas, minerales (trazas) y sal común. Las experiencias obtenidas con este tipo de alimento muestran márgenes importantes de utilidad, con rendimientos productivos adecuados, cuando se suministra a cuyes en crecimiento, engorde y reproducción. Este suplemento puede reemplazar a concentrados y generalmente se ofrece a los cuyes con una dieta básica de pastos (Caycedo, 2000).

Los bloques nutricionales, constituyen hoy en día, una alternativa para el suministro estratégico de minerales, proteínas y energía para los animales. El bloque nutricional, es un material alimenticio, balanceado, en forma sólida que provee constante y lentamente al animal sustancias nutritivas (Tabla 6). La dureza, el factor más importante del bloque, depende de una buena compactación en cantidad y calidad de los insumos (Sansoucy, 1986).

La melaza como fuente energética de carbohidratos es muy soluble. Su sabor dulce la hace muy apetecible a los animales. La urea, junto con la melaza es recomendable como suministro de nitrógeno, para la formación de las proteínas y estimulante de la actividad microbiana para la digestión de los alimentos. Para evitar el riesgo de la intoxicación por parte del animal, por un alto consumo de urea se puede utilizar ésta como ingrediente de los bloques, combinándola con melaza, ingredientes fibrosos, harinas y minerales, principalmente para proporcionar amoníaco a los microorganismos ruminales y en forma continua, por estar dosificado su consumo (Caycedo, 2000).

**Tabla 6.** Fórmula para elaborar un bloque nutricional

Nutrientes utilizados	Valores (%)
Melaza	30-60
Urea	5-15
Minerales	5-10
Sal	0-5
Fibra energética predominante	15-30
Fibra proteica predominante	15-30
Elemento ligante (cemento, cal) o combinados (5 % cemento, 5 % cal)	10-15

**Fuente:** Sansoucy, 1986

La compactación, es la densificación de un material mediante cargas mecánicas. Encierra el concepto de reagrupación de partículas, obligándolas a ordenarse de tal modo, que un número dado de ellas ocupen un espacio mínimo dentro de las posibilidades físicas del proceso (Caycedo, 2000).

En cuanto a la elaboración de bloques, se han llevado a cabo muchos experimentos que involucran desde la calidad de los componentes hasta la naturaleza de los mismos, incluyendo la secuencia de mezclado, tratando siempre de utilizar procedimientos sencillos, de fácil realización en condiciones de campo (Sansoucy, 1986).

Saravia (1994), sostiene que las ventajas de una buena compactación son: Establecer un contacto más firme entre las partículas; tener mayor valor de soporte y hacer más estable para manipularlo, almacenarlo y transportarlo; minimizar la capacidad de absorber y retener agua, dando una menor posibilidad de ataque de microorganismos; dar longevidad al bloque y disminuir la variabilidad del consumo por el animal. La cal, se utiliza como endurecedor y puede ser sustituida por cemento.

## **2.7.1 Insumos para la elaboración de bloques nutricionales**

### **2.7.1.1 Urea**

Cañas (1998), manifiesta que la urea solo resulta beneficiosa cuando la dieta es deficitaria, hasta cierto nivel, en proteína verdadera. La cantidad de urea requerida para proveer amonio suplementario y alcanzar el nivel óptimo en el rumen depende de: a) la cantidad de amonio proveniente de otros compuestos nitrogenados de la dieta, b) de la urea reciclada y c) del nivel de energía, minerales y otros componentes de la dieta.

National Research Council (1995), reporta que la urea es un fertilizante agrícola, que provee precisamente el nitrógeno a las plantas carentes de él. Y contiene solo nitrógeno al 46 % de su fórmula (46-00-00 de NPK). En especies monogástricas, los únicos microorganismos que pueden convertir la urea en proteína se encuentran en la parte inferior del conducto intestinal en un sitio el que se supone que la absorción de aminoácidos péptidos y proteínas es bastante baja o no existe (Church y Pond, 2002).

Revollo (2009), afirma la urea en poca cantidad no es perjudicial para los no rumiantes como el cerdo; sin embargo, la verdad es que estos animales la utilizan con muy poca o nula eficiencia, por el hecho de carecer de rumen. La facilidad y la rapidez con que tiene esta reacción en el rumen, determina dos problemas más importantes debidos a la excesiva absorción de amoniaco en el rumen. Por esta causa, puede producirse una pérdida de nitrógeno, y existe el peligro de intoxicación por amoniaco. La intoxicación se caracteriza por contracciones, ataxia, sialorrea, tetania, timpanismo y transtornos de la respiración que puede ser superficial y rápida o lenta y profunda.

Según Church y Pond (2002), el suministro de urea en raciones para animales debe ser muy cuidadoso, sobre todo en su manejo, con especial cuidado para obtener una muy buena mezcla de los suplementos con la urea antes de su uso. Una mezcla inadecuada puede aumentar la incidencia de toxicidad por amonio. Debe usarse una frecuencia mayor de suministro de la ración para que el ambiente ruminal no se vea alterado. Para mejorar la palatabilidad inicial se puede complementar con sal común o con melaza.

Cañas (1998), menciona la cantidad de urea en que se suministra a través de la dieta no puede ser considerada como tóxico para el animal; sin embargo, el amoniaco producido por la hidrolisis proteica, es sumamente tóxico si es liberado en cantidad excesiva, es decir en cantidades que sobrepasen a la producción de ácidos orgánicos de la fermentación ruminal, con los que debería combinarse el amoniaco de la urea.

Revollo (2009) indica que, si el nivel de urea en la ración es elevado, su descomposición por las bacterias incluidas en la panza y consiguientemente la producción de amoniaco puede ser elevada, no dando tiempo a que el hígado transforme ese producto resultante en urea, pudiendo incluso originarse un proceso tóxico.

Calero del Mar (1978), señala que los cuyes son monogástricos por naturaleza, pero su comportamiento por la estructura del intestino grueso y del ciego puede

compararse con el cuarto estomago de los rumiantes, por esa característica anatómica. El intestino grueso y en especial el ciego, es completamente dilatado y los alimentos, la fracción de alimentos ricos en celulosa, sufren una fermentación y son desdobladas en elementos simples, que son aprovechados por el cuy entre 9 y 18 % de fibra. Asimismo, el cuy efectúa la cecotrofia con ellos realizando una pseudo rumiación.

En la relación melaza-urea, Cañas (1998), menciona que los microorganismos del rumen, toman el nitrógeno de la urea, el carbono, hidrogeno, oxígeno y energía necesaria para el proceso de la melaza, y forman proteína bacteriana, que al sobre producirse pasa a los intestinos, donde es absorbida como proteína verdadera o bacteriana. Por lo tanto, la urea acompañada de un alimento energético de fácil degradación, es potencialmente capaz de producir por un kilogramo de consumo 2.875 kg de proteína verdadera.

#### **2.7.1.2 Melaza**

Revollo (2009), se utiliza como fuente energética de carbohidratos muy solubles. Su sabor dulce la hace muy apetecible a los animales. La melaza o miel de caña, es un producto derivado de la caña de azúcar obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel, aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce ligeramente similar al del regaliz.

La melaza es la parte no cristizable del azúcar. En la composición de la melaza existe un amplio rango de variación, lo cual influye en los niveles a los cuales puede incorporarse en la dieta como una aproximación se señala los siguientes valores: materia seca 73 – 87 %, cenizas 7 – 17 %, azúcares reductores 16 – 34 %, sacarosa 31 – 45 % y azúcares totales 48 – 75 % (Swan y Karalazos, 1990).

#### **2.7.1.3 Afrecho de trigo**

Castro y Chirinos (1992), reportan que en la industria harinera para consumo humano se separa el endospermo del salvado y del germen. El subproducto del trigo (SPT) es aproximadamente el 18 % del grano y está constituido por las

cubiertas externas del grano del trigo y por partículas más pequeñas derivadas de las capas internas del grano, la cual recibe el nombre de afrecho o sub producto de trigo.

Con respecto al contenido de fósforo del afrecho de trigo, el mayor porcentaje de este mineral se encuentra ligado al ácido fítico, pero los rumiantes no tienen problema ya que la microflora bacteriana produce fitasas que hidrolizan este compuesto permitiendo la utilización no solamente del fósforo sino de otros micronutrientes, que también son ligados por el ácido fítico (Castro y Chirinos, 1992).

El contenido de proteína del SPT está entre 13 a 18 %, caracterizado por su deficiente aporte de lisina, metionina y otros aminoácidos esenciales. El afrecho y el afrechillo son un ingrediente de bajo precio que posibilitan su amplio uso en la alimentación de los cuyes, los mismos que, además de ser buenos portadores de proteína son ricos en fibra, necesaria para los herbívoros rumiantes y no rumiantes pudiendo, además servir de vehículos para la suplementación de otros micronutrientes como las vitaminas, minerales y aminoácidos, así como de otro tipo de aditivos no nutricionales (Abarca, 2004).

#### **2.7.1.4 Carbonato de calcio**

Es un compuesto químico, de fórmula  $\text{CaCO}_3$ . Se encuentra en la naturaleza principalmente en forma de calcita y aragonito. El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) se presenta en formas muy diversas: cáscara de huevo, conchas, perlas, corales, creta, piedra caliza, mármol, estalactitas, estalagmitas. Su composición química es:  $\text{CO}_2$  44 % y  $\text{CO}$  56 % (Castro y Chirinos, 1992).

#### **2.7.2 Factores que afectan la calidad del bloque nutricional**

Entre los factores que afectan la calidad del bloque son: la naturaleza de los componentes, el porcentaje de humedad en la preparación de la mezcla, la proporción de componentes y de aglomerantes, las características físicas de los componentes, el tipo de aglomerante usado, el mezclado y la compactación (Sansoucy, 1986), las que se describen a continuación:

### **2.7.2.1 Calidad de los componentes**

Con relación al valor nutritivo, se debe evitar la contaminación con ácaros, insectos, roedores, esporas y hongos, lo cual afecta su calidad y resistencia.

### **2.7.2.2 Porcentaje de humedad en la mezcla**

El contenido de material grueso en una mezcla es importante, ya que aumenta la densidad, disminuye la humedad requerida para la preparación de la mezcla y facilita la compactación. No es recomendable añadir más de 15 % de humedad al bloque, puesto que afecta su solidificación.

## **2.8 Rendimiento de la canal del cuy**

Abarca (2004), indica que se utiliza por sí sola o en combinación con otras medidas para estimar el rendimiento carnicero mediante una ecuación que se define como la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje.

Para condiciones de Costa, se han determinado que los cuyes machos obtienen la edad óptima de comercialización a los 9.78 semanas de edad, con un peso óptimo de 888 g y un consumo total de 2.964 kg de materia seca (Rico y Rivas, 2003).

Se recomienda que la comercialización del cuy deber realizarse generalmente por unidad animal; sin embargo, su comercialización tecnificada debe ser en base al precio por kilogramo de peso vivo (Abarca, 2004). Los cuyes con una alimentación suplementada alcanzan pesos superiores, en comparación con los alimentados solamente con forraje es así cuyes alimentados con concentrados obtienen canales con un mejor acabado y una mayor formación muscular; a la vez que se alcanza un mayor peso y rendimiento de las mismas.

Al respecto, Chauca (1997) evaluó el sistema de alimentación y los rendimientos de carcasa sacrificando 39 cuyes machos con tres meses de edad por tipo de alimentación. Los animales que recibieron una alimentación exclusivamente con forraje lograron rendimientos en carcasa de 56.57 %, los pesos a la edad de sacrificio fueron en promedio 624 g. Estos rendimientos mejoraron a 65.75 % en cuyes que recibieron una alimentación sobre la base de forraje más concentrado obteniendo pesos en edad de sacrificio de 856.44 g; en cambio los cuyes que fueron alimentados con ración balanceada mejoraron su rendimiento de

carcasa en 70.98 % con pesos a la edad de sacrificios de 851.73 g (Guevara, 2009; Offer y Cousins, 1992).

Abarca (2004), al realizar una investigación de la formación de razas con miras a la producción de carne en las líneas mejoradas de Perú y Andina, obtuvo un rendimiento promedio de 73 % de carcasa para la primera, y para la segunda obtuvo un rendimiento de 67 % de carcasa.

## **2.9 Características de la carne**

El músculo magro contiene 75 % de agua, los otros principales componentes incluyen proteínas (20 %), lípidos o grasa (5 %), carbohidratos (1 %), vitaminas y minerales de 1 % (Offer y Cousins, 1992). La calidad de la carne depende de propiedades organolépticas, como son el color, textura, sabor y jugosidad, cuyas características zootécnicas están relacionadas con raza, edad y sexo (Huff y Parrish, 1993), características anatómicas como son el tipo de músculo (Zamora, 1997), características de manejo y alimentación o características tecnológicas como es la estimulación eléctrica (Aalthus *et al.*, 1992).

Además, se desarrolla durante el proceso post mortem por una variedad de procesos bioquímicos. La calidad final de la carne es un resultante del curso de la temperatura y pH en el período post mortem (Yu y Lee, 1986; Maltin *et al.*, 2003; Huff-Lonergan y Lonergan, 2005). Importantes características de calidad son influenciadas por la temperatura y pH como son la terneza, capacidad de retención de agua y color (Bouton *et al.*, 1971; Honikel, 1998; Silva *et al.*, 1999).

### **2.9.1 Factores que afectan la calidad de la carne**

Según Revollo (2009), los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne y son responsables del 90 % de los problemas de calidad suelen dividirse en tres grandes grupos:

#### **2.9.1.1 Factores intrínsecos del animal**

Entre ellos se tiene a la raza, sexo (castrado, macho o hembra) y alimentación (sobre todo en animales monogástricos)

### **2.9.1.2 Condiciones pre mortem**

Entre ellos se tiene la velocidad de descenso del pH, velocidad de enfriamiento e higiene durante la manipulación.

### **2.9.1.3 Condiciones post mortem**

Entre ellos se tiene la velocidad del descenso del pH, velocidad del enfriamiento e higiene durante la manipulación (López de la Torre *et al*, 2001).

## **2.9.2 Calidad de la carne**

La calidad se expresa como las características inherentes al producto, ya sean intrínsecas o extrínsecas, y no dependen fundamentalmente de la apetencia o gusto de los consumidores. La calidad se puede medir de numerosas formas, pero generalmente se agrupa en indicadores según se refiera a calidad nutritiva, sensorial, higiénica-sanitaria o tecnológica.

### **2.9.2.1 Calidad nutritiva**

La calidad nutricional o nutritiva hace alusión a las características aptitud de los alimentos para satisfacer las necesidades del organismo en términos de energía y nutrientes. Esto es: composición química básica, perfil de ácidos grasos, cantidad y calidad de minerales y vitaminas. La calidad nutricional y sensorial de la carne está fuertemente influenciada por el ambiente en el método de producción primaria, alimentación y condiciones antes del sacrificio, por factores genéticos como el peso, la edad y por factores tecnológicos como el manejo pre sacrificio y condiciones de aturdimiento, tal como lo indican Miller (2000), Cavani y Petracci (2004), Ramírez *et al*. (2004).

### **2.9.2.2 Calidad sensorial**

Las características organolépticas son el conjunto de propiedades perceptibles por nuestros sentidos que demandan y cuantifican los consumidores directamente. Las características organolépticas más importantes en la carne son el color, la blandura o terneza, la jugosidad, el aroma y sabor, la textura y el aspecto (López de la Torre *et al*., 2001).

El color depende de la cantidad de pigmento mioglobina del músculo. Así, por ejemplo, el músculo semitendinoso es bicolor, otros son blancos y otros rojos. No sólo depende de su concentración, sino también del estado de óxido reducción y por último también está influido por la capacidad de retención de agua. Porque cuando tiene agua ligada absorbe más radiaciones y refleja pocas, dando una impresión de carnes mucho más oscuras, mientras que cuando el agua está libre se refleja mayor proporción de la radiación, dando apariencia mucho más clara (Lawrie, 1998).

Otro aspecto es el color de la grasa, que puede indicar la edad y el tipo de alimentación del animal. Generalmente la grasa de las vacas y animales viejos es mucho más oscura que la de los animales jóvenes que han sido engordados expresamente para carne. El aroma y sabor vienen determinados por una amplia gama de compuestos químicos presentes en concentraciones muy pequeñas, que no afectan al valor nutritivo, pero sí a la aceptabilidad (Sañudo, 1997).

### **2.9.2.3 Calidad higiénica**

Según Lawrie, (1998), una carne sana también ha de considerarse desde el punto de vista parasitológico, microbiológico y toxicológico. Los dos primeros han sido fuente de preocupación de veterinarios y bromatólogos en el pasado y en el aspecto toxicológico lo está siendo en el presente, como consecuencia de los aditivos añadidos y de los fármacos utilizados en los tratamientos de enfermedades. Este aspecto toxicológico, en este momento, es base de una profunda legislación en todos los países avanzados que tienen como objetivo la llamada “cuota residuo cero” de todos los productos.

Es un reto que condicionará la evolución del sector en el campo de los fármacos, estimulantes de crecimiento y mejoradores de las producciones. Se trata de un aspecto prioritario para asegurar el consumo. Sañudo (1997), indica que desde el punto vista microbiológico la carga microbiana inicial de la carne que se destina a consumo en fresco o a productos cárnicos elaborados depende

de una serie de factores, como son:

- El animal *per se* (especie, proporción de grasa, etc. La presencia de grasas y proteínas ejerce un efecto protector sobre los m.o.).
- El estado del animal (ayuno, reposo, etc.).
- Hábitat del animal (si el animal estaba estabulado habrá gran cantidad de bacterias entéricas).
- Las especias que se añadan.
- Las sales de curado.
- La adición de conservantes.
- El tipo de troceado (cuanto mayor sea la relación superficie por volumen, más se facilita el desarrollo de microorganismos).
- El escaldado (destruye la flora banal de la carne, resultando adecuado siempre y cuando no haya una contaminación posterior).

La carne, como tal, inicialmente es estéril (si el animal está sano). Los microorganismos están en ganglios linfáticos y en gran concentración en el intestino y sobre la piel (López de la Torre *et al.*, 2001).

#### **2.9.2.4 Calidad tecnológica**

La habilidad de la carne fresca de retener humedad podría decirse que es una de las características más importantes en la calidad de productos crudos. Esto ha sido estimado como 50 % o más de la carne de cerdo producida tiene inaceptables pérdidas por goteo y alta purga (Kauffman *et al.*, 1992; Stetzer y McKeith, 2003). La mayor parte del agua en el músculo es retenida dentro de la estructura del músculo y células musculares (Offer y Cousins, 1992).

Las características tecnológicas miden la capacidad de la carne para adaptarse a la serie de manipulaciones que tienen lugar durante los procesos de transformación y elaboración de productos de la misma. Tienen, por tanto, una gran importancia para el sector industrial. Entre estas características destacan la capacidad de retención de agua, pH, color, índice de yodo y punto de fusión de las grasas (López de la Torre *et al.*, 2001).

Los métodos de medida de la calidad tecnológica de la carne son: a) medida subjetiva: considerando el aspecto seco o húmedo de la carne, b) tiempo de imbibición: mide el tiempo que tarda un material hidrófilo de características determinadas en impregnarse totalmente en agua. Método útil a nivel de laboratorios y c) método de Graw-Hamm toma una cantidad de carne determinada y determina la cantidad de agua que suelta al aplicársele una fuerza determinada durante un tiempo determinado (Sañudo, 1997).

La capacidad de retención del agua (CRA) está muy estrechamente relacionada con el pH de la carne. Cada músculo tiene distinta CRA, por lo que no es una medida significativa, aunque si indicativa. El pH se mide empleando un potenciómetro con electrodo, *in situ*, usualmente en los músculos *semimembranosus* y *longissimus dorsi*. Al igual que la CRA, el pH depende de cada músculo (Offer y Cousins, 1992).

En el sector porcino, el índice de yodo y el punto de fusión de las grasas representan la segunda característica tecnológica más importante de la carne (después de la CRA) y reflejan la composición de los lípidos de la misma. Debe fijarse en 65 % el índice de yodo máximo, por encima del cual la grasa tiene poca consistencia y ofrece un aspecto mojado, apareciendo dificultades en la manipulación y sobre todo problemas de conservación de los productos obtenidos de la misma, todo ellos dependiente de la composición química de las grasas y de su grado de poliinsaturación (López de la Torre *et al.*, 2001).

### 2.9.3 Proceso de carnización del músculo

En un proceso de homeostasis del músculo, es decir, de mantener el equilibrio de la supervivencia de las células, cuando ocurre la sangría y ya no existe aporte de oxígeno al músculo, se desarrolla una serie de mecanismos bioquímicos para evitar la contracción muscular. Estos cambios bioquímicos, y posteriormente físicos, provocan lo que se denomina carnización, que es el paso del músculo a carne (Sañudo, 1997).

Lo que ocurre en el músculo es que para producir ATP y mantener la relajación, el glucógeno se degrada por medio de la ruta anaeróbica, que como producto final

produce ácido láctico. La acumulación de este compuesto a lo largo del tiempo provoca una acidificación del músculo (Offer y Cousins, 1992).

### 2.9.3.1 pH de la carne

La acidificación de los músculos post mortem es uno de los cambios fundamentales en su proceso de conversión a carne. Tal y como hemos visto, la variación en el grado y la extensión de su acidificación influyen en especial sobre el color de la carne y la capacidad de retención de agua. La medida del pH, por tanto, da una valiosa información sobre la calidad potencial de la carne (Warris, 2003).

El pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro (7-7.2) (Hamm, 1977). Después del sacrificio el pH desciende rápidamente en las primeras 6 horas, después algo más lentamente hasta alcanzar el pH final a las 24 horas post sacrificio en los grandes animales (Bate-Smith, 1948). Esto ocurre principalmente en grandes animales como vacuno, cerdo, caprinos y ovinos. Sin embargo, en las aves y otros animales menores, el pH final es alcanzado tras unas cuatro o seis horas. El color, la jugosidad, la textura e incluso el aroma están directa o indirectamente relacionados con el pH muscular obtenido tras la maduración de la canal (Sañudo, 1997).

Caídas del pH rápidas producen carnes con menos capacidad de retención de agua y más suaves; un pH inferior a 6 en los primeros 24 horas post mortem conduce a carnes pálidas y exudativas en cerdos y vacunos. Una alta tasa de disminución de pH y un pH final bajo resulta en la desnaturalización de la proteína en el músculo y la disminución de los parámetros de calidad (Hammelman *et al.*, 2003; Henckel *et al.*, 2000).

Numerosos experimentos han mostrado que el cambio y la extensión de la disminución del pH post mortem son de gran importancia en la calidad final de la carne. De acuerdo a Bendall (1973) y Warriss *et al.* (1989), las características de la disminución del pH están determinadas por condiciones fisiológicas de los músculos en el momento del aturdimiento y pueden ser relacionados con la producción de lactato (o ácido láctico), o ser más

específicos la capacidad del músculo para producir energía en forma de ATP.

La velocidad de descenso del pH determina la CRA y las demás características que dependen de ésta. El pH se suele medir a los 45 minutos (pH:45') y a las 24 horas (pH:24 h) post sacrificio.

### 2.9.3.2 Factores que afectan al pH en la carne

- a. **Tipo de Músculo.** Se relaciona con la frecuencia en que los músculos son utilizados. A menor actividad, caídas más rápidas del pH.
- b. **Sexo.** La influencia del sexo sobre el pH es casi nula, aunque en general los machos tienen pH más alto que las hembras (Forcada, 1985; Sañudo y Sierra, 1993). Por otro lado, Dransfield *et al.* (1990) no encontraron diferencias significativas entre machos, machos castrados y hembras de esta especie.
- c. **Edad.** Sañudo y Sierra, (1993) y Jaime (1988) han encontrado pH superiores en animales jóvenes en las diferentes especies. Se puede decir que la velocidad de caída de pH aumenta con la edad existiendo una cierta tendencia a tener pH más bajos a mayores edades (Sañudo y Sierra, 1993 y López, 1988).

### 2.9.3.3 Métodos de medida del pH en la carne

- a. **Muestra homogenizada y su medición.** Las determinaciones electrométricas mejor que los métodos colorímetros o por indicadores. Los valores de pH medidos a partir de extractos de carne son más altos que valores medidos directamente con el tejido muscular (Sañudo, 1997).
- b. **Muestra directa usando un electrodo.** Sañudo y Sierra (1993), indican que se valora dependiendo de la especie, en determinados momentos: al sacrificio, 45 minutos, 24 horas, 7 días, mediante pHmetro portátil, preferentemente sobre el músculo *longissimus*

*dorsi*, aunque también se utilizan otros músculos (el *semitendinosus* y el *triceps brachii* en ovinos).

En la elección de un músculo hay que tener en cuenta:

- Identificación y aislamiento fáciles
- Estructura interna ideal, sin fascias, vasos ni tendones y con las fibras musculares en una sola dirección.
- Volumen suficiente para realizar todos los ensayos.
- Localización en un trozo que sea representativo de la composición tisular de la canal.
- Características cualitativas representativas de la calidad de la canal

#### **2.9.3.4 Establecimiento y resolución del rigor mortis**

Durante la conversión de músculo en carne la clave bioquímica del proceso está dirigida al logro del rigor mortis (Honikel, 2004). Un proceso bioquímico clave es la hidrólisis del ATP en las células musculares, lo cual es necesario para mantener sarcómeros relajados y sin contracciones. Con el progreso del glicólisis *post mortem*, los niveles de glucógeno caen (Sañudo, 1997).

Cada fibra muscular entra en rigor mortis muy rápidamente una vez que al ATP se ha agotado, pero la variación entre las fibras individuales conduce a un desarrollo más gradual de la rigidez en el músculo entero, cuando progresivamente más y más fibras van siendo extensibles (Warris, 2003).

El tiempo de comienzo del rigor estará obviamente ligado a los factores que afectan tanto el nivel de glucógeno y de creatín fosfato en el momento de la muerte como a la velocidad del metabolismo muscular *post mortem*. El rigor ocurre de una manera más rápida en animales que han desarrollado ejercicio en el momento de la muerte. Es interesante subrayar que el comienzo del rigor está determinado solamente por la disponibilidad de ATP, no por el valor de pH del músculo (Sañudo, 1997).

El rigor tarda distintos tiempos en instaurarse en las distintas especies, variando desde aproximadamente 4 horas en el pollo a más de 24 horas en músculos de vacuno que hayan sido previamente separados de la canal (Etherington *et al.*, 1987).

Después de un período de tiempo más o menos variable hay una progresiva resolución del rigor cuando los músculos se ablandan (Warris, 2003). Esto se debe principalmente a la degradación enzimática de las miofibrillas del músculo, más no por la separación de la unión entre la actina y la miosina, también llamada actomiosina.

Las interacciones entre el pH y la temperatura durante el inicio del rigor mortis influye en la terneza de la carne, la capacidad de retención de agua y el color a través de estos efectos, en la proteólisis, desnaturalización de la proteína y la contracción miofibrilar (Bendall y Swatland, 1988; Bertram *et al.*, 2004; Offer, 1991; Rosenvold y Andersen, 2003; van Laack *et al.*, 2001; Warner *et al.*, 1997). Para que el músculo se convierta en carne ocurren muchos cambios (Huff Lonergan *et al.*, 2010), incluyendo:

- i. Un agotamiento gradual de la energía disponible
- ii. Un cambio de metabolismo de aerobio a anaerobio, favoreciendo la producción de ácido láctico, resultando en la caída del pH del tejido, desde cerca de la neutralidad a 5.4 – 5.8.
- iii. Un aumento de la fuerza iónica, en parte por la falta de ATP dependiente del calcio, sodio y potasio para funcionar.
- iv. Una creciente incapacidad de la célula para mantener condiciones reductoras.

### **2.9.3.5 Capacidad de retención de agua (CRA)**

Una definición de CRA es la capacidad de la carne para mantener su propia o el agua añadida durante la aplicación de una fuerza (Hamm, 1977). La CRA es un parámetro tecnológico importante por su contribución a la calidad de la carne y la de sus productos derivados (Wierbicki *et al.* 1957; Wierbicki y Deatherage, 1958).

La distribución y movilidad del agua en el músculo y la carne tiene una profunda influencia en la calidad esencial de la carne y sus atributos como jugosidad, ternura, firmeza y apariencia (Trout, 1988). La mayor parte de los músculos post rigor contienen sobre un 70 % agua, dependiendo primeramente del contenido lipídico y de la madurez fisiológica del músculo (Kauffman *et al.*, 1986).

El agua es el componente más importante, natural como añadido de casi todos los alimentos. La ciencia de la carne siempre ha sido el más interesado en las aplicaciones prácticas y efectos macroscópicos de factores internos y externos en la relación de capacidad de retención de agua (Trout, 1988).

El sistema de la proteína miofibrilar se ha desarrollado para realizar movimientos repetitivos muy rápidos y altamente específicos. El agua en la fibra del músculo es un lubricante, también es un medio de transporte de metabolitos en la fibra (Lampinen y Noponen, 2005).

Hamm (1977), indica que el agua del músculo se encuentra en proporción de un 70 % en las proteínas miofibrilares, 20 % en las sarcoplasmáticas y 10 % en el tejido conectivo. El término CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto propia como añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración (tratamiento térmico, extrusión, etc.).

Según López de la Torre *et al.* (2001), en la década de los 70, se lanzó una teoría (la más aceptada) que supone que el agua está unida al músculo de tres formas diferentes:

1. **Agua de constitución:** 5 % del total. Forma parte de la misma carne y no hay forma de extraerla.
2. **Agua de interfase:** está unida a la interfase proteína-agua. Esta agua de interfase se subdivide en agua vecinal, más cercana a la proteína, formando dos, tres o cuatro capas y agua multicapa, que está más alejada de proteínas.
3. **Agua normal:** que se subdivide en dos modalidades: agua ocluida, que está retenida en el músculo envuelta en las proteínas gel, y agua libre que es la que se libera cuando se somete a tratamiento térmico externo.

## 2.9.4 Factores que influyen en la CRA de la carne

Según López de la Torre *et al.* (2001), la CRA depende de dos factores fundamentales: el tamaño de la zona H, que es el espacio libre de la carne donde se retiene el agua, y la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces dipolo–dipolo con las moléculas de agua. Existen diversos condicionantes que influyen en estos factores, que se describen a continuación:

### 2.9.4.1 pH

A pH 5, punto isoeléctrico de la mayoría de las proteínas cárnicas, no existen en ellas cargas eléctricas netas y no hay por tanto atracción por las moléculas de agua (polares), ni repulsión entre las moléculas de proteína entre sí. A medida que aumentamos el pH, por un lado, aumentamos la carga y la atracción dipolo–dipolo y, por otro lado, hay repulsión entre las moléculas de proteínas cargadas de igual signo, aumentando el tamaño de la zona H. Igualmente se comporta al disminuir de pH. Luego la mínima CRA coincide con el pH 5, aumentando a medida que se aleja del mismo.

### 2.9.4.2 Cambios post mortem

Después del sacrificio, la CRA es muy grande, debido a que el pH es aproximadamente de 7 y a que no se ha formado el complejo de actomiosina. A medida que nos acercamos al rigor mortis, el glucógeno se transforma en ácido láctico (por glicolisis anaerobia), que baja el pH acercándose al punto isoeléctrico de las proteínas, lo que implica que la CRA sea mínima. Al cesar el aporte de ATP se forma el complejo de actomiosina, disminuyendo el espacio libre. Con el tiempo hay una degradación de proteínas miofibrilares que elevan el pH.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del lugar de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en la Estación Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Puno, ubicado en el distrito de Paucarcolla, provincia y región Puno, a 22 km de la ciudad de Puno, a una altitud promedio de 3,815 msnm, entre las coordenadas 15° 10' 45" de latitud Sur y 70° 04' 25" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, cuya temperatura media es de 7°C (fluctúa entre – 6.2 a 13.8 °C) y una precipitación pluvial anual de 616 mm/año, donde se cuenta la granja de cuyes y que contiene en su interior pozas de concreto al ras del piso, de 1 x 1.5 metros y una altura de 0.45 m.

#### 3.2 De los animales

##### 3.2.1 Selección de cuyes

Los animales fueron cuyes machos de la línea Perú, aretados después de 5 días de nacidos y codificados por número de parto y fecha de nacimiento del animal; asimismo, se gravó el número de poza después de diez días del nacimiento, los mismos que fueron destetados a los 21 días con 200 gramos de peso vivo aproximadamente. Del gran grupo de animales destetados, se escogieron al azar 40 cuyes de recría, los cuales fueron criados en cuatro pozas de 10 animales cada uno (ración alimenticia), que estuvieron provistas de comederos y bebederos para su alimentación.

##### 3.2.2 Distribución de la ración alimenticia

Las raciones alimenticias (Tabla 7), fueron distribuidos de acuerdo a la ración compuesta, siendo para el grupo testigo la alimentación que consistió en heno de avena más alfalfa (HA0), las demás raciones alimenticias fueron a base de heno de avena y bloques nutricionales que estuvieron compuestos por diferentes insumos, incluyendo los niveles de urea (HBN1, HBN3 y HBN5).

**Tabla 7. Distribución de la ración alimenticia**

Ración	Composición	N° cuyes	Claves
R1	Heno de avena + alfalfa (Testigo)	10	HA0
R2	Heno de avena + bloque nutricional + 1 % urea	10	HBN1
R3	Heno de avena + bloque nutricional + 3 % urea	10	HBN3
R4	Heno de avena + bloque nutricional + 5 % urea	10	HBN5

### 3.2.3 Suministro de raciones alimenticias a los cuyes

Los cuyes fueron alimentados con heno de avena *ad libitum*, complementado con bloques nutricionales, con diferentes niveles de urea. Las tres raciones, fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, para el respectivo análisis bromatológico, mediante el método determinado por la Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1994).

## 3.3 De la preparación de bloques nutricionales

### 3.3.1 Pesado y acondicionamiento

Se realizó el pesado y acondicionamiento de los diferentes insumos sólidos, con el fin de calcular las proporciones

### 3.3.2 Insumos para la preparación de bloques nutricionales

Para la preparación de los bloques (Tabla 8) se utilizaron insumos disponibles en la zona, para lo cual se utilizó la fórmula propuesta por lo Caycedo (2000).

**Tabla 8.** Composición de alimentos para la preparación de bloques nutricionales

Materia prima	Cantidad, kg			
	R1	R2	R3	R4
Heno de avena	50			
Alfalfa	50			
Maíz molido		12.00	12.00	12.00
Harina de hueso		1.40	1.40	1.40
Afrechillo de trigo		20.00	20.00	20.00
Melaza		38.30	38.30	38.30
Urea		1.00	3.00	5.00
Torta de soya		21.00	19.00	17.00
Cemento		5.00	5.00	5.00
Carbonato de calcio		0.40	0.40	0.40
Pre mezcla de vitaminas y minerales		0.40	0.40	0.40
Sal mineral		0.50	0.50	0.50
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
Proteína cruda, %	15.70	15.70	15.70	15.70
Energía Digestible, Kcal/kg	2895	2895	2896	2897

**Fuente:** Elaborado en base a los estudios de Caycedo, 2000

### 3.3.3 Mezclado

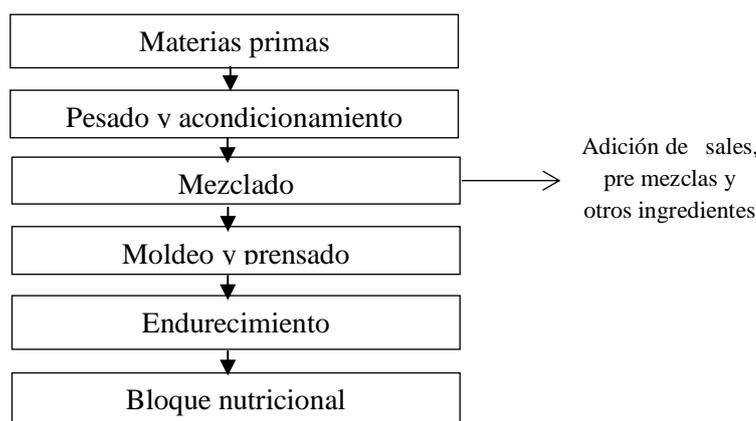
Los insumos secos una vez pesados fueron mezclados y removidos para buscar la homogeneidad; por otro lado, la urea se diluyó en agua, y posteriormente fue mezclado

con la melaza, finalmente a esta última mezcla se le incorporó los insumos sólidos, con el fin de obtener una sola mezcla homogénea.

### 3.3.4 Moldeo y prensado

La mezcla se puso en baldes de 4 litros, que posteriormente fueron llevados a la prensadora para que se compacten.

### 3.3.5 Endurecimiento



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración de bloques nutricionales

La mezcla ya prensada, se dejó orear por tres días en los moldes; tiempo en el cual, el bloque endurece y madura. Después de este tiempo, los moldes fueron sacados y almacenados en condiciones adecuadas (baja humedad), para el progresivo suministro a los animales, cuyo diagrama de flujo se muestra en la Figura 1.

## 3.4 Metodología de estudio

### 3.4.1 Control y ganancia de peso vivo

Cada uno de los cuyes fueron pesados semanalmente, este dato se dividió entre siete para la obtención del peso vivo diario, la evaluación de peso vivo se realizó por las mañanas (9:00 am), para poder obtener el incremento de peso diario, se utilizó la siguiente formula:

$$GPV = \text{Peso Final (PF)} - \text{Peso Inicial (PI)}$$

$$GPV = \frac{PF - PI}{N^{\circ} \text{ deDias}}$$

Donde: GPV : Ganancia de peso vivo  
PI : Peso vivo inicial  
PF : Peso vivo final

### 3.4.2 Rendimiento de la canal

Para el cálculo de rendimiento de canal los animales vivos fueron pesados (antes del beneficio); asimismo, se pesaron las canales después del beneficio ya oreadas, a partir de estos datos se calculó el rendimiento de canal, expresado en porcentaje utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Rdto (\%)} = \frac{\text{Peso de canal frío (PCF)}}{\text{Peso vivo al sacrificio (PVS)}} \times 100$$

### 3.4.3 Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas se realizaron utilizando un bastón zoométrico o de Aparicio y una cinta de costurera, las cuales fueron realizadas a las 24 h postmortem. Estas medidas, registradas en centímetros, consistieron en determinar la longitud de la canal (Lc), profundidad interna de pecho (Pip), longitud de pierna (Lp), espesor máximo de pierna (Emp), profundidad máxima de pierna (Prmp), perímetro máximo de pierna (Pemp), índice de compacidad de la canal (ICC) y índice de compacidad de la pierna (ICP).

### 3.4.4 Características físicas (pH inicial, pH final y acidez)

Después del sacrificio se practicó la medida del pH en el músculo *Longissimus dorsi*, porción lumbar. Para la determinación del pH inicial se tomaron muestras de la canal de cuy, inmediatamente después del beneficio, mientras que la determinación del pH final se realizó después del oreo de 24 horas post mortem, en cada animal.

La lectura del pH se realizó con un potenciómetro digital portátil, marca Hanna, modelo Checher 3, dotado de un electrodo de inserción modelo Fc 200 B, con resolución de 0.01 unidades de pH. El procedimiento fue el siguiente:

- a. Se pesó 10 g de muestra.
- b. Se añadió 100 ml de agua destilada y se molió en la licuadora por un minuto.
- c. Se estandarizó el PH en el potenciómetro con *buffer* de fosfatos con pH = 6.0.

- d. Se filtró la mezcla de carne en manta de cielo para eliminar tejido conectivo.
- e. Después de leer el pH de la carne, se enjuagó el electrodo con agua destilada.

El grado de acidez que pueden presentar las carnes frescas y en buen estado, es una expresión de las transformaciones pos-mortem que tienen lugar en las mismas. Cuando el animal es sacrificado, tienen lugar una serie de transformaciones sobre el glucógeno muscular de reserva, que conlleva la acumulación de ácido láctico, siendo éste, si no el único, el máximo responsable de tal acidificación; por lo que, en cualquier caso, la acidez de la carne y sus productos es expresada en ácido láctico.

El método se basa en la reacción de neutralización de los ácidos débiles presentes en la muestra con una base fuerte. El punto final de la valoración se detecta por el cambio de color en el indicador utilizado, el cual debe ser sensible en un intervalo de pH en el que está comprendido el pH final de neutralización. La determinación de acidez o ácido láctico se realizó, mediante el siguiente procedimiento:

- a. Se pesó 10 g de carne o producto cárnico y se colocó en un vaso de licuadora.
- b. Se molió junto con 200 ml de agua destilada.
- c. Se filtró la muestra en manta de cielo para eliminar el tejido conectivo.
- d. Se colocó el filtrado en un matraz de 250 ml y se aforó con agua destilada.
- e. Se tomó 25 ml de esta solución y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 150 ml, luego se añadió 75 ml de agua destilada.
- f. Se tituló con NaOH 0.01 N, usando fenoltaleína como indicador. Esta determinación se hizo por triplicado.
- g. Se preparó un blanco usando 100 ml de agua destilada, luego se informó como porcentaje de ácido láctico.

$$\% \text{ Ácido Láctico} = \frac{V(\text{NaOH}) \times N(\text{NaOH}) \times \text{Meg}(\text{ac. láctico}) \times f \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Donde: f = factor de dilución

#### 3.4.5 Características sensoriales (color, olor, sabor y textura)

Para evaluar sensorialmente la carne cruda de cuyes utilizadas, se aplicó la técnica descriptiva considerando las características organolépticas, color, olor, sabor y aspecto

o textura, como las más importantes, teniendo en cuenta la naturaleza del mencionado ingrediente y del proceso tecnológico por seguir, de acuerdo con los requeridos por NTE INEN 783:85 (2012). Las pruebas se realizaron en una sala de catación con las condiciones referidas por la NC ISO: 1035 (2015) y con la participación de 5 catadores adiestrados en este tipo de producto.

### 3.5 Variables de respuesta

- Ganancia de peso vivo (g/día)
- Rendimiento canal (%)
- Morfometría de la canal de cuy
- Características físicas de la carne del cuy (pH inicial, pH final y acidez)
- Características sensoriales de la carne de cuy (color, olor, sabor y textura).

### 3.6 Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizaron medidas de tendencia central (promedio) y medidas de dispersión (coeficiente de variabilidad y desviación estándar), donde los datos fueron analizados aplicando el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro raciones alimenticias y 10 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observación en la j-ésima unidad experimental, sujeto al i-ésimo ración.

$\mu$  = Es el efecto del i-ésimo ración alimenticia.

$\tau_i$  = Es el efecto de la media general o constante común.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto verdadero de la j-ésima unidad experimental (replica), sujeta al i-ésimo ración alimenticia (error experimental)

El esquema de análisis de variancia de las raciones alimenticias en estudio, se muestran en la Tabla 9, cuyo grado de libertad del error es 36, considerado como buena.

**Tabla 9.** Análisis de variancia de las raciones alimenticias en estudio

F. de V.	Grados de Libertad
Raciones alimenticias (R)	$R - 1 = 4 - 1 = 3$
Error	$R ( r - 1 ) = ( 4 ) ( 10 - 1 ) = 36$
<b>Total</b>	<b><math>R r - 1 = ( 4 ) ( 10 ) - 1 = 39</math></b>

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 Ganancia de peso vivo

En la Tabla 10, se muestran los pesos promedios iniciales de los cuyes alimentados con diferentes raciones alimenticias en estudio que al inicio del experimento fueron de R1 (Heno de avena + alfalfa;  $263.2 \pm 19.83$  g), R2 (Heno de avena + bloque nutricional + 1 % urea;  $261 \pm 44.19$  g), R3 (Heno de avena + bloque nutricional + 3 % urea;  $264.2 \pm 18.82$  g) y R4 (Heno de avena + bloque nutricional + 5 % urea;  $262.8 \pm 24.35$  g), los mismos que no mostraron diferencia estadística significativa entre ellos, la cual indica que las unidades experimentales fueron homogéneas, con un coeficiente de variabilidad de 10.9 %, donde se muestra que los pesos promedios finales fueron de  $710 \pm 80.22$ ,  $973.6 \pm 172.75$ ,  $912.2 \pm 61.40$  y  $729.2 \pm 128.23$  g para R1, R2, R3 y R4 respectivamente, con diferencia estadística entre ellas.

Durante el periodo de estudio, la ganancia total de peso vivo obtenido, fueron de R1 (heno de avena y alfalfa; 446.8 g), R2 (heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea; 712.6 g), R3 (heno de avena y bloque nutricional con 3 % de urea; 648 g) y R4 (heno de avena y bloque nutricional con 5 % de urea; 466.4 g); estos resultados, al realizar el análisis de varianza arrojan una diferencia altamente significativa entre las raciones alimenticias, lo que significa que la alimentación de cuyes a base de avena y bloques nutricionales con diferentes niveles de urea, influyó en la ganancia de peso vivo, con un coeficiente de variabilidad de 14.3 %.

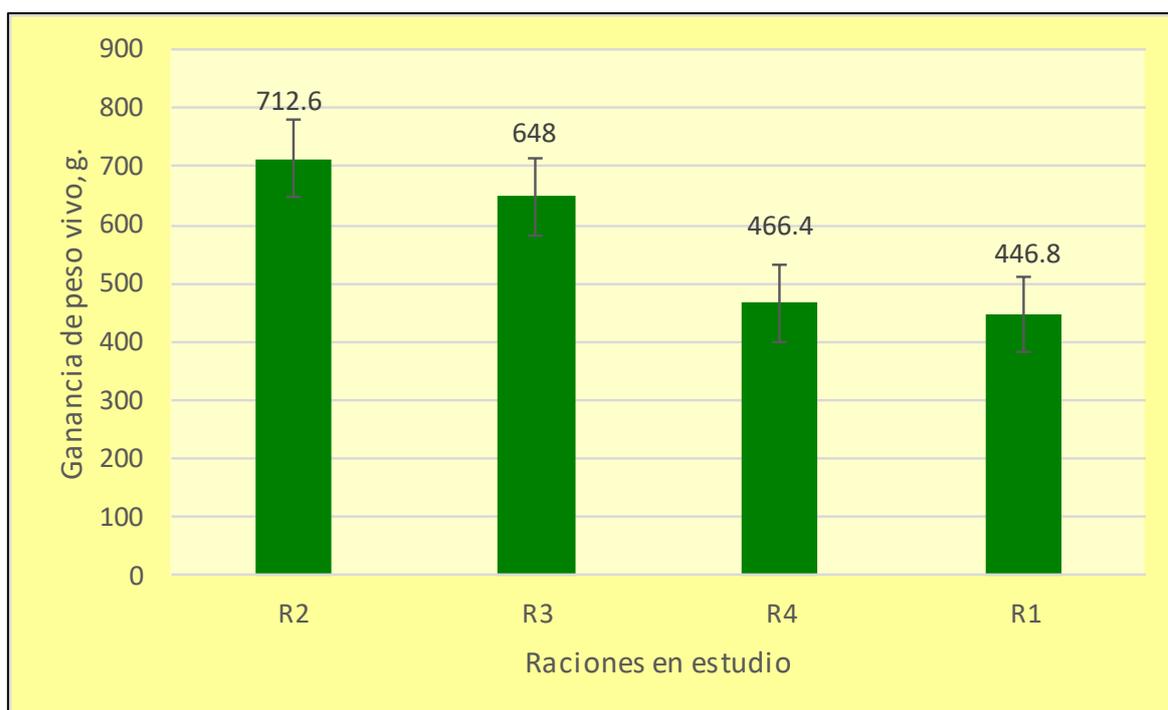
**Tabla 10.** Prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para peso vivo inicial, final y ganancia diaria de cuyes

Parámetros	Raciones alimenticias			
	R1	R2	R3	R4
Número de animales	10	10	10	10
Peso vivo inicial (g)	263.20 <sup>a</sup>	261.00 <sup>a</sup>	264.20 <sup>a</sup>	262.80 <sup>a</sup>
Peso vivo final (g)	710.00 <sup>c</sup>	973.60 <sup>a</sup>	912.20 <sup>a</sup>	729.20 <sup>bc</sup>
Ganancia total de peso vivo (g)	446.80 <sup>c</sup>	712.60 <sup>a</sup>	648.00 <sup>a</sup>	466.40 <sup>bc</sup>
Periodo de engorde (días)	100	100	100	100
Ganancia diaria de peso vivo (g/día)	4.47 <sup>c</sup>	7.13 <sup>a</sup>	6.48 <sup>a</sup>	4.66 <sup>bc</sup>
Ganancia efectiva respecto a R1 (g/día)	0	2.66	2.01	0.20

Según la prueba de significancia de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), la mejor ganancia de peso vivo se logró en la ración alimenticia R2, es decir los cuyes alimentados con heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea en la ración es el que mejor respuesta tuvo en la ganancia de peso vivo de los cuyes de recría, en el que se obtuvieron una ganancia de 7.13 g/día

(superior en 2.66 g/día, respecto al R1), seguido de la ración alimenticia R3 donde se obtuvo una ganancia de 6.48 g/día (superior en 2.01 g/día, respecto al R1), siendo las raciones alimenticias R4 y R1, en los que se obtuvo una menor ganancia de peso vivo con 4.66 y 4.47 g/día respectivamente.

Asimismo, los resultados obtenidos (Figura 2), permiten suponer que la calidad de alimento con el cual se han formulado las raciones, influyen en el crecimiento y ganancia de peso vivo de los cuyes; ya que, los cuyes alimentados con heno de avena y alfalfa (ración alimenticia testigo), pese a tener un peso inicial ligeramente superior, no tuvo una ganancia de peso vivo similar a las raciones alimenticias suministrados con bloque nutricionales y con diferentes niveles de urea, afirmación que es corroborado por Sañudo (1997), quien sostiene que una sola clase de alimento dieta no puede completar los requerimientos nutricionales mínimos, al igual que las raciones balanceadas, debido a que estas últimas en forma combinada son mejor asimilados por el animal, especialmente si dentro de la dieta se encuentra forrajes verdes.



**Figura 2.** Ganancia total de peso vivo de los cuyes durante la etapa experimental

El peso vivo promedio final obtenido en el presente estudio (831.25 g), es similar al reporte de López (2012), quien al realizar el estudio del efecto de la alimentación suplementada con

urea en la morfometría y calidad de carne en cuyes, sostiene que el peso vivo final promedio general fue de 833.6 g y según tratamiento el peso fue de 869.6 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 2.5 % de urea), 826 g (heno de avena y forraje verde hidropónico), 819.6 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 3 % de urea) y 819.2 g (heno de avena y forraje verde hidropónico con 2 % de urea), en el que se aprecia que la mejor respuesta se obtuvo alimentando a los cuyes con heno de avena y forraje verde hidropónico con 2.5 % de urea en la ración.

Al respecto, Monroy (1990) al evaluar la ganancia de peso vivo de cuyes con alimentación de cebada triturada y tres niveles de urea, obtuvo pesos finales de 830.9g (grano de cebada triturada más 8 % de urea), 747.7g (grano de cebada triturada más 4 % de urea), 693.3 % (grano de cebada triturada más 2 % de urea), 657.7g (solo grano de cebada triturada), con un promedio general de 732.4g, cuyo resultado es inferior a lo obtenido en el presente estudio.

Por otro lado, Revollo (2009), al evaluar cinco niveles de urea en el concentrado en pa crianza de cuyes: 0 % como control (ración 1); 0.5 % (ración 2), 1 % (ración 3), 1.5 % (ración 4) y 2 % (ración 5), siendo la dieta básica Rye grass italiano suministrado ad libitum, señala que los mejores incrementos de peso alcanzaron las raciones 4, 3 y 2 comparadas con la ración 1 y 5; el mejor peso final e incremento diario por animal se logró en la ración 4 y el más bajo en la ración 5. Indica que, no se observaron efectos de intoxicación ni muertes por consumo urea.

Estos resultados, permiten atribuir que la incorporación de 1 a 4 % de urea en la ración de los cuyes de recría tienen efecto significativo en la ganancia diaria y total de peso vivo, mas no así, cuando no se incorpora urea o se incorpora en concentraciones mayores al 4 %, ya que una concentración de 5 % de urea en la ración sólo permitió superar una ganancia de 0.2 g/día respecto a la ración alimenticia testigo (R1).

Además, es necesario evidenciar que un solo alimento no puede cubrir los requerimientos nutricionales mínimos de los animales, pero si las raciones balanceadas pueden completar debido a que estas raciones en forma combinada son mejor asimiladas por el animal, tal

como lo sostiene Sañudo (1997), ya que los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (Chauca 1997).

En el presente estudio no hubo intoxicaciones ni muertes por consumo de urea, debido a que la urea, es excelente como suministro de nitrógeno, para la formación de las proteínas y estimulante de la actividad microbiana para la digestión de los alimentos; por lo que, para evitar el riesgo de la intoxicación por parte del animal, por un alto consumo de urea se puede utilizar la urea como ingrediente de los bloques, combinándola con melaza, ingredientes fibrosos, harinas y minerales, para proporcionar amoniaco a microorganismos ruminales y en forma continua, por estar dosificado su consumo (Caycedo, 2000).

En la relación melaza-urea, Cañas (1998), menciona que los microorganismos del rumen, toman el nitrógeno de la urea, el carbono, hidrogeno, oxígeno y energía necesaria para el proceso de la melaza, y forman proteína bacteriana, que al sobre producirse pasa a los intestinos (principalmente intestino delgado), donde es absorbida como proteína verdadera o bacteriana. Por tanto, la urea acompañada de un alimento energético de fácil degradación, es capaz de producir por un kilogramo de consumo 2.875 kg de proteína verdadera.

Sobre el particular, (Sañudo, 1997) manifiesta que la urea solo resulta beneficiosa cuando la dieta es deficitaria, hasta cierto nivel, en proteína verdadera. La cantidad de urea requerida para proveer amonio suplementario y alcanzar el nivel óptimo en el rumen depende de: a) la cantidad de amonio proveniente de otros compuestos nitrogenados de la dieta, b) de la urea reciclada y c) del nivel de energía, minerales y otros componentes de la dieta. La intoxicación se caracteriza por contracciones, ataxia, sialorrea, tetania, timpanismo y trastornos de la respiración que puede ser superficial y rápida o lenta y profunda.

Del mismo modo Cañas (1998), menciona la cantidad de urea en que se suministra a través de la dieta no puede ser considerada como tóxico para el animal; sin embargo, el amoniaco producido por la hidrolisis proteica, es tóxico si es liberado en cantidad excesiva, es decir en cantidades que sobrepasen a la producción de ácidos orgánicos de la fermentación ruminal, con los que debería combinarse el amoniaco de la urea. Si el nivel de urea en la ración es elevado, su descomposición por las bacterias incluidas en el estómago y por consiguiente la

producción de amoniaco puede ser elevada, no dando tiempo a que el hígado transforme ese producto resultante en urea, pudiendo incluso originarse un proceso tóxico (Revollo, 2009).

#### 4.2 Rendimiento de la canal

Para determinar el rendimiento de la canal, los cuyes fueron pesados previamente y beneficiados (Tabla 11). Los resultados obtenidos, al someter al análisis de varianza se encontró diferencia estadística significativa entre los promedios de las raciones alimenticias, con un coeficiente de variabilidad de 4.43 %. Al realizar la prueba múltiple de significancia de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), se determinó que la ración alimenticia R2 (heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea) obtuvo un mejor rendimiento canal de  $67.92 \pm 2.29$  %, seguido de R3 en el que los cuyes fueron alimentados con heno de avena y bloque nutricional con 3 % de urea, lográndose un rendimiento canal de  $66.14 \pm 2.69$  % y finalmente el R4 y R1 con  $62.2 \pm 3.12$  y  $61.67 \pm 3.22$  % respectivamente.

**Tabla 11.** Rendimiento de la canal (%) en cuyes por ración alimenticia

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	56.51	65.71	66.99	57.19
2	60.98	66.74	66.16	65.46
3	60.39	70.73	59.13	62.35
4	68.18	68.65	68.63	65.76
5	65.33	68.88	67.45	60.53
6	61.46	72.20	67.98	66.13
7	60.26	67.69	66.11	64.52
8	62.08	67.54	67.57	60.08
9	59.15	64.41	64.84	59.19
10	62.34	66.97	66.59	60.77
<b>Promedio <math>\pm</math> D.S. (%)</b>	<b>61.67 <math>\pm</math> 3.22</b>	<b>67.92 <math>\pm</math> 2.29</b>	<b>66.14 <math>\pm</math> 2.69</b>	<b>62.20 <math>\pm</math> 3.12</b>

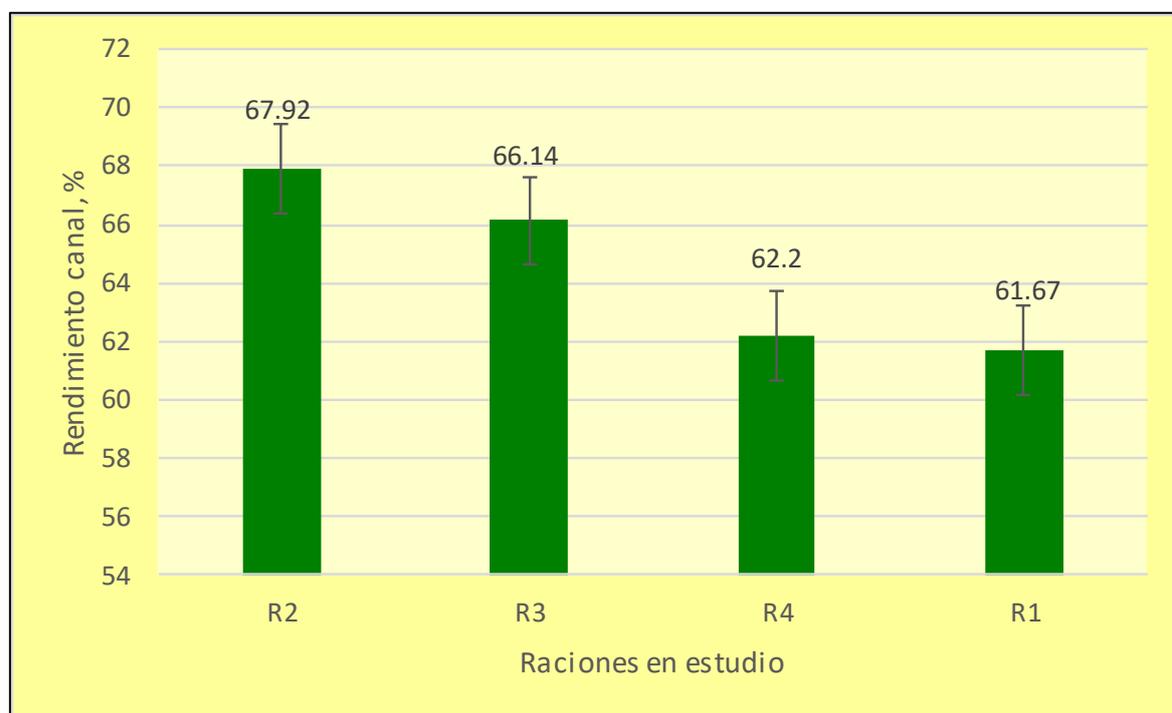
Los diferentes resultados encontrados en este estudio (Figura 3), se deben probablemente al tipo y combinación de insumos en la ración alimenticia, que tuvieron respuestas muy distintas y variables, con un promedio global de 64.49 %, el mismo que coincide con lo dicho por Guzmán (1968) quien reporta en cuyes un rendimiento de la canal de 65 %, aumentando este a 67 % en animales castrados o implementados con dietil-esteril-bestrol, pero inferiores a Chauca (1997), quienes reportan en la línea Perú un rendimiento canal de 73 %, para la línea Andina un 70.3 %, y por debajo del presente estudio en la línea Inti con

59.75 %. Los resultados del rendimiento canal de los cuyes encontrados en el estudio, están relacionados al peso vivo final o de sacrificio y peso de canal al frío (Tabla 12).

**Tabla 12.** Prueba de Tukey para rendimiento canal (%) de los cuyes por ración alimenticia

Parámetros	Raciones alimenticias			
	R1	R2	R3	R4
Número de animales	10	10	10	10
Peso vivo al sacrificio (g)	710.00 <sup>c</sup>	973.60 <sup>a</sup>	912.20 <sup>a</sup>	729.20 <sup>bc</sup>
Peso de canal frío (g)	437.86 <sup>c</sup>	661.56 <sup>a</sup>	603.33 <sup>a</sup>	453.56 <sup>bc</sup>
Rendimiento canal (%)	61.67 <sup>c</sup>	67.92 <sup>a</sup>	66.14 <sup>a</sup>	62.20 <sup>bc</sup>

También coinciden a los reportes de Títalo (2010) quien, al realizar estudios de canales en los cuyes, encontró un rendimiento canal promedio de 65.16 %, hallando y diferenciando entre líneas y sexo, donde obtuvo 67.06, 65.12 y 63.31 % para las líneas mejoradas de Perú, Inti y Andina respectivamente, asimismo obtuvo 66.52 % de rendimiento canal para machos y 63.81 % para hembras, los cuales recibieron una alimentación a base de forraje de alfalfa y heno de avena.



**Figura 3.** Rendimiento de la canal de cuyes

De la misma forma, los datos encontrados en el presente trabajo son similares a los encontrados por Chauca (1997) quién en tres ensayos experimentó que el tipo de alimento

tiene influencia directa sobre el rendimiento canal de cuyes criados en las mismas condiciones ambientales; es así que, los cuyes alimentados exclusivamente con forraje verde, tuvieron un rendimiento de 56.57 % (624 g de peso vivo), los mismos que fueron superados por cuyes alimentados con forraje más concentrado en los que se obtuvo un rendimiento canal de 65.75 % (852 g de peso vivo), siendo mejor los cuyes alimentados solo con raciones balanceadas con 70.98 % de rendimiento canal (851 g de peso vivo).

Estudios recientes (Machaca, 2017), demuestran que los cuyes alimentados a base de ración elaborado por henos de alfalfa, harina de soya, harina de pescado, heno de avena y más grano molido más la suplementación de vitamina C en proporciones de 00, 20, 40 y 60 mg/cuy en Las raciones alimenticias R1, R2, R3 y R4, en los que se obtuvo rendimientos canales de 60.13, 70.01, 58.28 y 60.20 % respectivamente, con un promedio general de 62.13 %. Este resultado, es inferior a lo obtenido en este estudio (64.49 %).

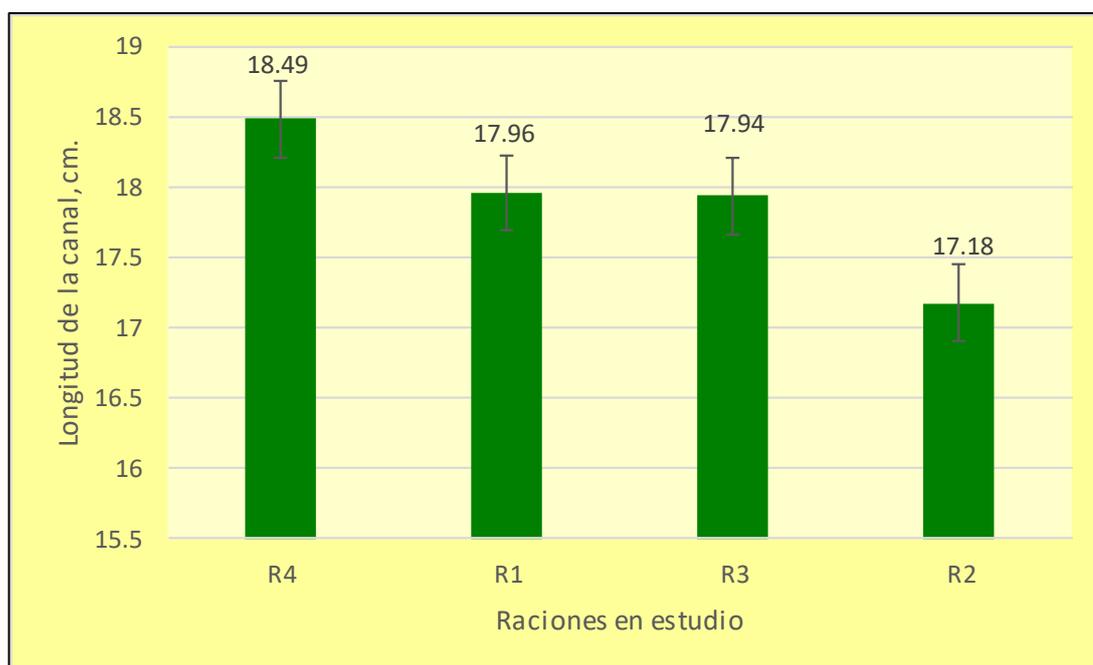
Las variaciones encontradas entre los diferentes resultados se deben además del tipo de alimento, a otros factores que influyen en el peso y rendimiento de la canal del cuy en mayor o menor medida, en los que figuran factores intrínsecos, como la raza, individuo, sexo y edad, factores productivos como la alimentación, tipo de ración, aditivos y finalizadores, así como los factores pre y post sacrificio como el ayuno, transporte y temperatura, tal como lo indica Sañudo (1997).

### **4.3 Características morfométricas de la canal**

#### **4.3.1 Longitud de la canal (Lc)**

El análisis de varianza de la longitud de canal, demuestra que existe una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) entre las raciones alimenticias estudiadas, donde se encontró un coeficiente de variabilidad del 2.86 %, que indica alta uniformidad de datos en la distribución. La Figura 4 muestra, que la longitud de la canal fue de 17.96, 17.18, 17.94 y 18.49 cm, para R1, R2, R3 y R4, respectivamente; los canales de mayor longitud, precisan que la canal posee perfil ligeramente recto y cuadradas, sin redondez o compacidad en el dorso, probablemente por el tipo de raciones a las que han sido sometidos.

Es menester precisar que en la ración alimenticia R2, pese a que la longitud de la canal es menor; sin embargo, tuvo mejores resultados en cuanto a ganancia de peso vivo y rendimiento canal, lo que demuestra que presentan mayor redondez o compacidad en el dorso de la canal y precisan que tiene un perfil convexo y contienen mayor grado de carnosidad o cantidad de carne en los músculos del cuerpo, ya que muestra longitud corta, por lo que tiene mayor peso y rendimiento canal. Sobre el particular Colomer - Rocher (1988), dicen que este tipo de canales son mejores para la comercialización ya que muestran musculatura gruesa y compacta.



**Figura 4.** Longitud de canal del cuy por raciones alimenticias

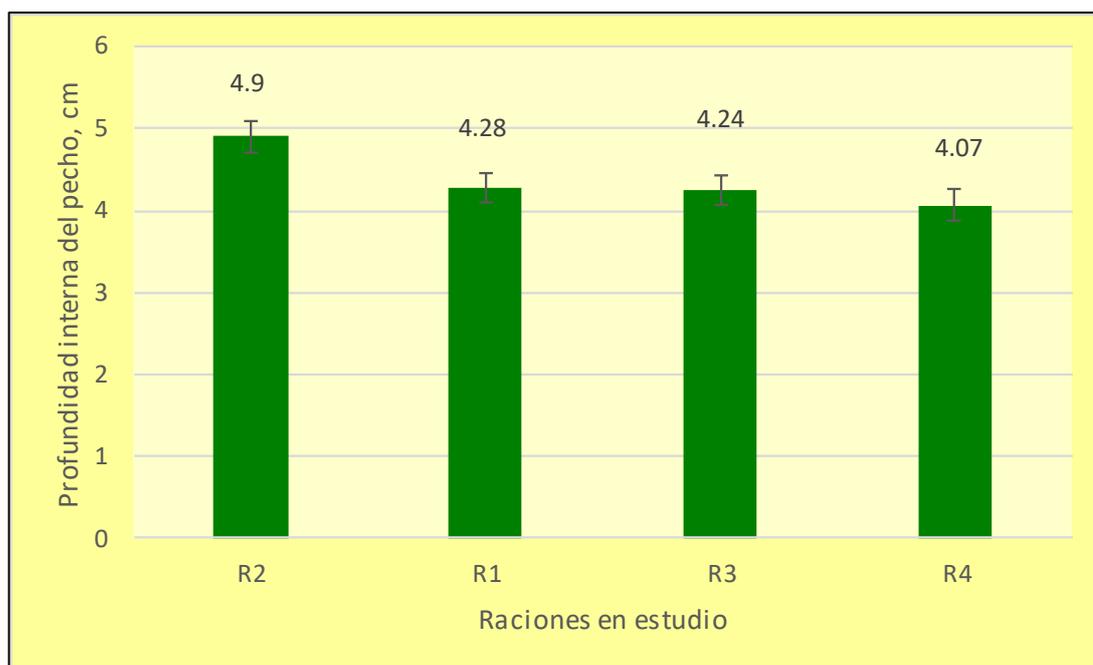
Resultados similares fueron reportados por Títalo (2010) quien, al determinar la longitud de la canal en cuyes de diferentes líneas y sexo, encontró longitudes menores en la línea Perú (17.14 cm), soslayando como mejor productor de carne, corroborado por Chaucha (1997), quien menciona que los cuyes de la línea Perú, alimentados en buenas condiciones con concentrados, obtienen conversiones alimenticias de 3.8, el cual influye en la conformación y rendimiento de las canales. Del mismo modo, reporta que los valores reportados para longitud de la canal en hembras fueron mayores (17.83 cm) que en machos (15.63 cm). Para líneas el promedio de longitudes fue mayor en la línea Inti ( $17.16 \pm 0.89$  cm), seguido de la Andina ( $17.09 \pm 1.82$  cm) y por debajo la línea Perú ( $15.93 \pm 1.38$  cm).

#### 4.3.2 Profundidad interna de pecho (Pip)

El análisis de varianza para la profundidad interna de pecho, demostró una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las raciones alimenticias estudiadas, donde se encontró un coeficiente de variabilidad del 7.82 %, siendo los valores para R1, R2, R3 y R4: 4.28, 4.90, 4.24 y 4.07 cm, respectivamente, lo que indica que los cuyes presentan canales de mayor profundidad de pecho, y probablemente más amplias y carnosas (Figura 5).

Sin embargo, ración alimenticia R4 constituido por cuyes alimentados con heno de avena y bloque nutricional con 5 % de urea, tuvo menores medidas de longitud interna de pecho, lo que significa que son canales menos desarrolladas, probablemente al tipo de alimentación recibida durante la crianza, a comparación de las tres primeras raciones alimenticias los cuales probablemente tengan mejor desarrollo costillar, el cual está relacionado con los rendimientos por cortes (Brazuelo y costilla), así como en la ganancia de peso vivo y rendimiento canal.

Este resultado, se debe probablemente a que a mayor cantidad de urea en la ración no resulta ser beneficiosa ya sea para la ganancia de peso vivo ni para la influenciar las medidas de la profundidad del pecho, ya que la urea solo resulta beneficiosa cuando la dieta es deficitaria, hasta cierto nivel, en proteína verdadera; además, la cantidad de urea requerida para proveer amonio suplementario y alcanzar el nivel óptimo en el rumen depende de: a) la cantidad de amonio proveniente de otros compuestos nitrogenados de la dieta, b) de la urea reciclada y c) del nivel de energía, minerales y otros componentes de la dieta, tal como lo indica Sañudo (1997).

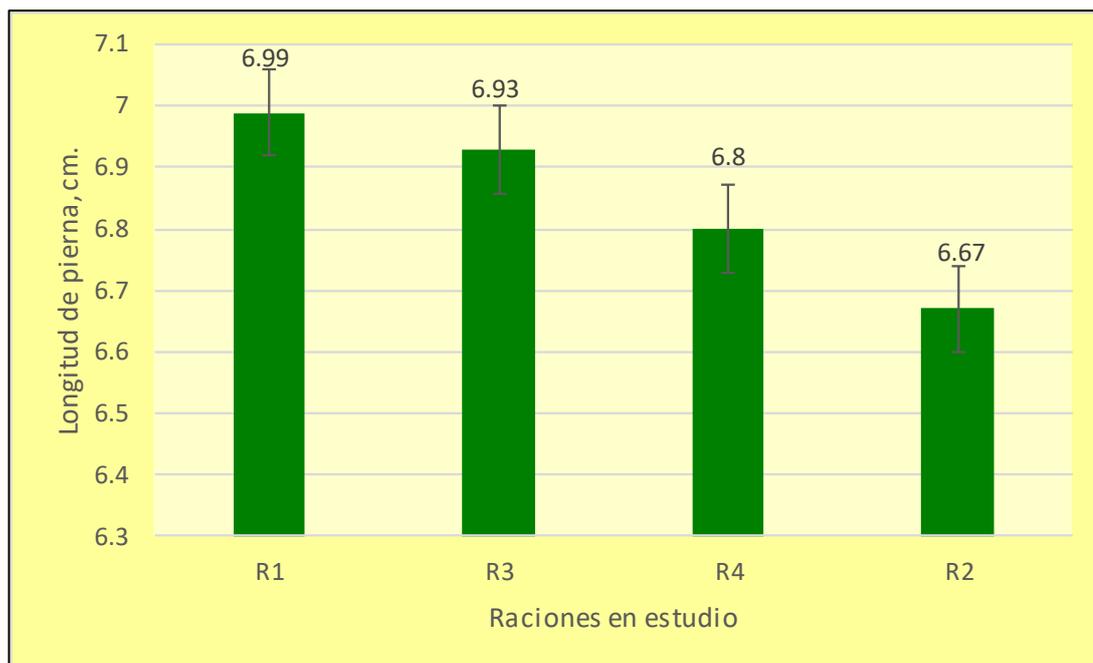


**Figura 5.** Profundidad interna de pecho del cuy por ración alimenticia

Resultados similares fueron reportados por Títalo (2010) quien, al determinar las medidas morfométricas de la canal en tres líneas de cuyes y dos sexos, halló valores de profundidad del pecho de 3.76 cm en hembras, los cuales son menores que en machos (4.43 cm). Para líneas, el promedio de longitudes internas de pecho fue mayor en la línea Perú (4.42 cm), seguido de la línea Andina (3.96 cm) y por último la línea Inti (3.91 cm).

#### 4.3.3 Longitud de pierna (Lp)

El análisis de varianza para la longitud de pierna, demostró una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las raciones alimenticias en estudio, donde el coeficiente de variabilidad fue de 3.36 %, muy aceptable, por la uniformidad de datos en la distribución. En el Figura 6, se muestra mayores valores para R1, R2, R3 y R4 de 6.99, 6.67, 6.93 y 6.80 cm, respectivamente. Los valores mayores, indican que los cuyes tienen mayor longitud de pierna, con menos inserción de carne y mala conformación.



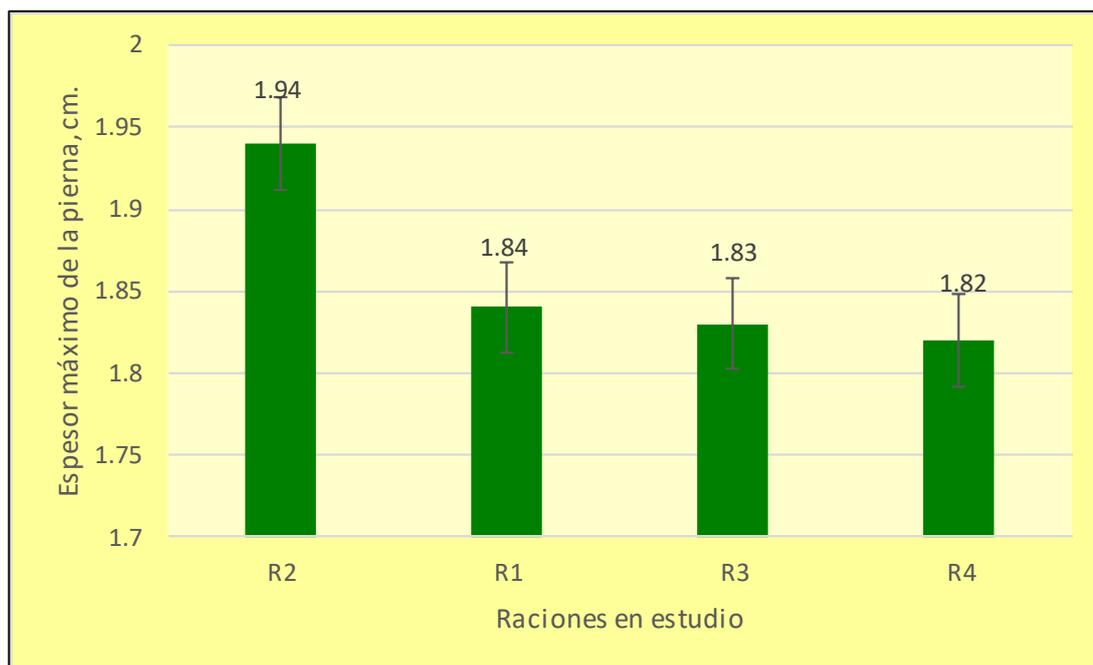
**Figura 6.** Longitud de pierna del cuy por ración alimenticia

Sin embargo, el menor valor (6.67 cm) encontrado en la ración alimenticia R2, muestra que los canales son cortos y de conformación posterior compactas, ya que según Butterfield (1988), el mercado requiere de canales con piernas cortas y anchas, el cual indica mejor compactación, carnosidad o cantidad de carne en los músculos del cuerpo y calidad aparente (canales redondeadas y convexas). Este resultado tiene relación directa con la longitud de la canal.

Resultado similar fue reportado por Títalo (2010) quien al evaluar las medidas morfométricas en cuyes alimentados solo con alfalfa y heno de avena, encontró valores que asemejan (6.65 cm) a los resultados del presente estudio, así como al resultado de otros autores, lo que hace indicar que los datos se encuentran dentro de los parámetros reportados en cuanto a la longitud de pierna en cuyes.

#### 4.3.4 Espesor máximo de pierna (Emp)

El análisis de varianza para el espesor máximo de pierna, demostró una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las raciones alimenticias en estudio, con un coeficiente de variabilidad del 3.13 %, altamente aceptable, por la uniformidad de datos en la distribución. Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran valores de 1.84, 1.94, 1.83 y 1.82 cm, para R1, R2, R3 y R4, respectivamente, tal como se aprecia en la Figura 7.



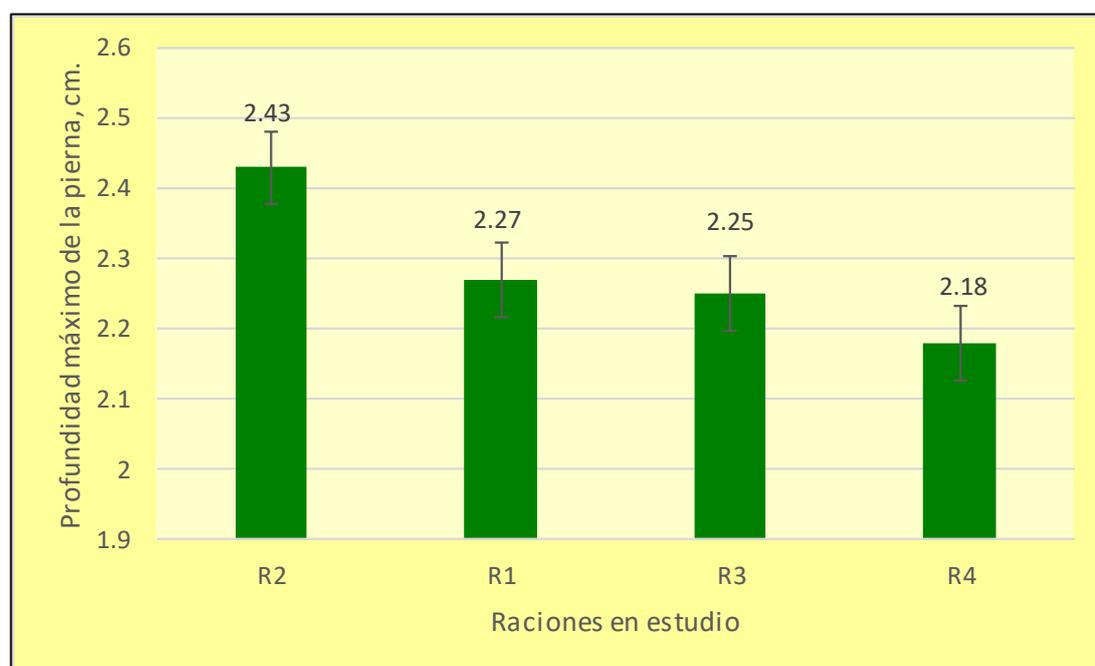
**Figura 7.** Espesor máximo de la pierna del cuy

Estos resultados, indican que los cuyes presentan canales de menor grosor en la pierna y se debe probablemente al tipo de raciones a las que han sido sometidos los animales, los cuales no pudieron favorecer en el mejor acabado o cantidad de carne en la pierna del cuy; al parecer, hacen entrever que esta medida morfométrica, tiene relación con la ganancia de peso vivo y el rendimiento canal de los cuyes, en el que sobresale la ración alimenticia R2 de los cuyes que han sido suministrados con alimentación a base de heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea en la ración alimenticia.

Es decir, la ración alimenticia R2, es el que tuvo mejores resultados respecto a las demás raciones alimenticias, presentando así un mayor espesor de pierna, lo que indica que presentan mayor grado de carnosidad o cantidad de carne en los músculos de la pierna del cuy, a diferencia de las raciones alimenticias R1, R3 y R4. Estos resultados encontrados son ligeramente superiores a los resultados obtenidos por Títalo (2010), quien en estudios realizados en el INIA Illpa Puno, determinó medidas morfométricas de la canal en tres líneas de cuyes de los dos sexos, donde halló valores en hembras de 1.45 cm y en machos de 1.82 cm. Para líneas, el espesor fue mayor en la línea Perú (1.82 cm), seguido de la Inti (1.67 cm) y por último la línea Andina (1.42 cm).

#### 4.3.5 Profundidad máxima de pierna (Prmp)

Los resultados de profundidad máxima de la pierna obtenidos, al ser sometidos al análisis de varianza, demostró una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las raciones alimenticias en estudio, donde se encontró un coeficiente de variabilidad del 4.41 %, que indica una uniformidad de datos en la distribución.



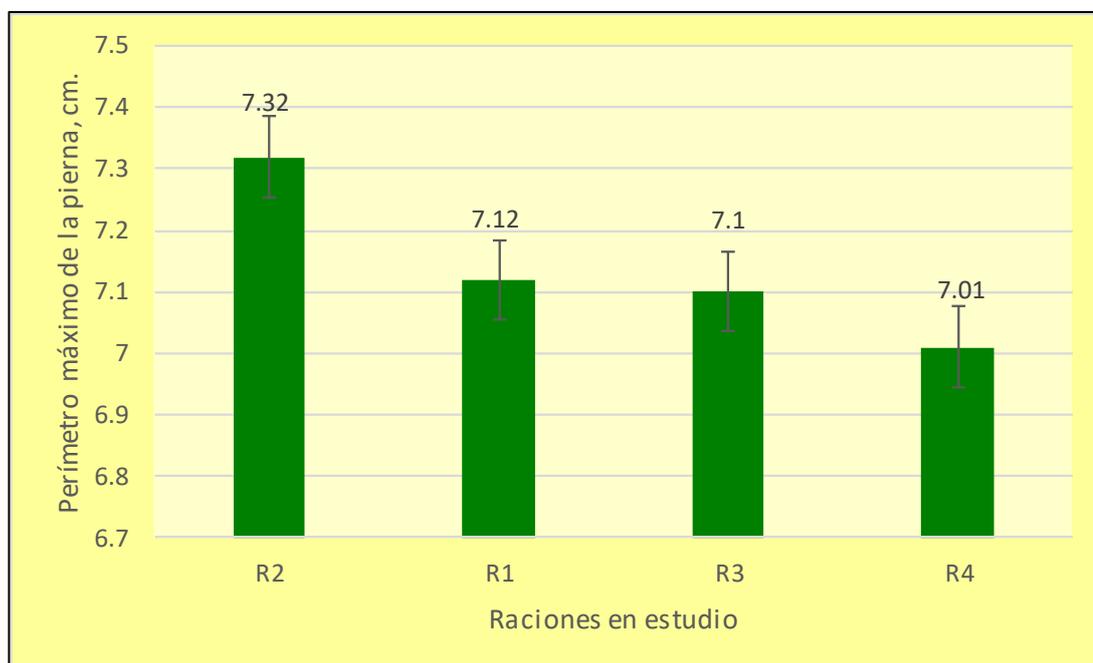
**Figura 8.** Profundidad máxima de la pierna del cuy

La Figura 8 muestra las diferencias que existe entre las raciones alimenticias siendo mejor la profundidad máxima de pierna para R2 (2.43 cm) relacionado con la ganancia de peso vivo y rendimiento cana, seguido de las raciones alimenticias R1 (2.27 cm), R3 (2.25 cm) y R4 (2.18 cm), lo que implica que estas últimas, son canales de menor cantidad de carne en la pierna, probablemente por el tipo de raciones a las que han sido sometidos los cuyes, los cuales no influyeron en el acabado ni en la cantidad de carne que se encuentra en la pierna del cuy.

#### 4.3.6 Perímetro máximo de pierna (Pemp)

El análisis de varianza para el perímetro máximo de pierna, demostró una diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) para las raciones alimenticias estudiadas, donde se encontró un coeficiente de variabilidad del 1.74 %, el mismo que indica muy poca

variabilidad de resultados, respecto al promedio. Esta variable, tiene relación directa con la ganancia de peso vivo y rendimiento canal de los cuyes.



**Figura 9.** Perímetro máximo de la pierna del cuy

Al respecto la Figura 9 muestra diferencia entre las raciones alimenticias siendo mejor el perímetro máximo de pierna para R2 (7.32 cm), por muy debajo seguido de las raciones alimenticias R1 (7.12 cm), R3 (7.10 cm) y R4 (7.01 cm), lo que indica que estas últimas son canales de menor espesor de carne en la pierna, probablemente por el tipo de raciones a las que han sido sometidos los cuyes; es decir, los animales alimentados con heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea es la ración alimenticia que mejor respuesta ha logrado e influye en el acabado y en la cantidad de carne que se encuentra en la pierna del cuy.

#### 4.3.7 Índice de compacidad de la canal (ICC)

Los resultados del índice de compacidad de la canal se muestran en la Tabla 13, en el que se observa que la ración alimenticia R1 tiene un índice de compacidad de 24.42 g/cm, el R2 con 38.76 g/cm, R3 con 33.62 g/cm y R4 con 24.66 g/cm. Estos resultados al ser sometidos al análisis de variancia, muestran una diferencia estadística altamente significativo, con un coeficiente de variabilidad de 17.34 %, cuyo valor es aceptable, por cuanto aun muestra la uniformidad de los datos respecto al promedio.

El promedio general del índice de compacidad de la canal obtenido en este estudio es de 30.36 g/cm, este resultado es un indicador que muestra la forma general de la canal (Colomer – Rocher, 1988); es decir, es el resumen de las medidas objetivas de la canal, el cual muestra el grado de carnosidad, redondez y conformación de la canal, tal como lo sostienen Sañudo y Sierra (1993). Este, indicador tiene relación directa con la ganancia de peso vivo y el rendimiento canal de los cuyes, al ser alimentados con diferentes tipos de alimentos y con incorporación de diferentes niveles de urea.

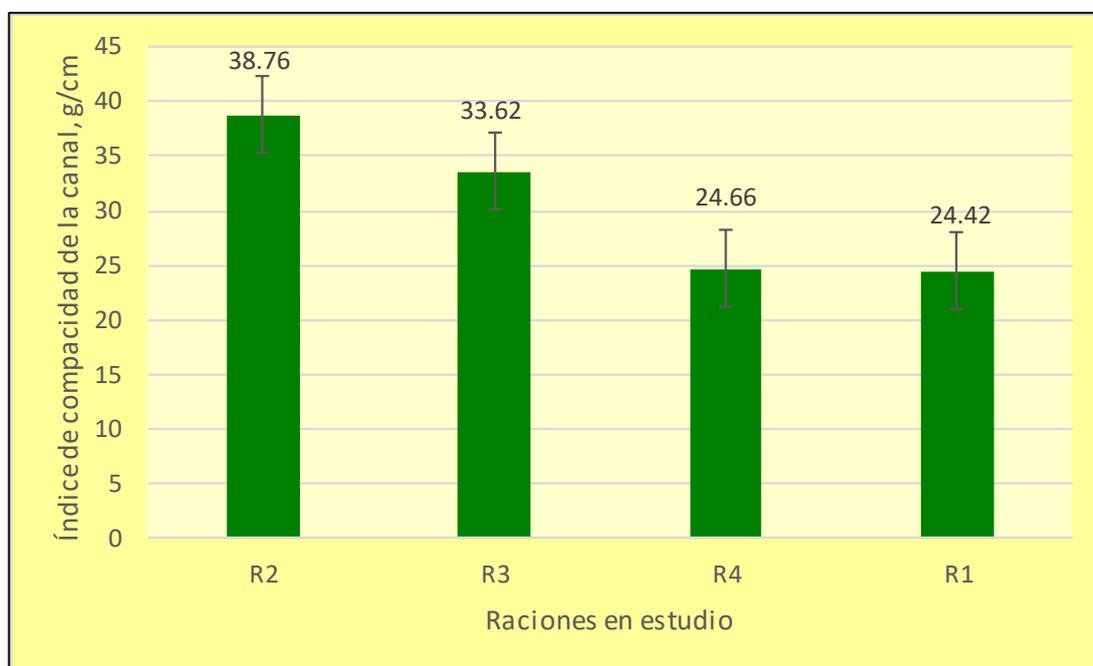
**Tabla 13.** Índice de compacidad de la canal del cuy (g/cm)

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	25.70	37.10	38.57	18.52
2	25.00	35.69	34.08	25.00
3	25.00	41.14	31.40	28.25
4	28.49	38.31	35.67	33.33
5	29.55	53.13	34.81	24.47
6	19.37	46.38	34.16	31.67
7	20.56	42.49	31.14	23.53
8	21.51	35.43	30.39	17.17
9	23.86	21.73	32.98	21.11
10	25.13	36.25	32.96	23.53
<b>Promedio</b>	24.42	38.76	33.62	24.66

Al realizar la prueba de significancia de Duncan ( $p \leq 0.05$ ) para esta variable, se determinó que la ración alimenticia R2 es el que obtuvo un mejor índice de compacidad (38.76 g/cm), seguido de R3 (33.62 g/cm) y finalmente de R4 y R1 (24.66 y 24.42 g/cm), cuyos resultados están directamente relacionados a la combinación y al tipo de alimento consumido, siendo el promedio global de 30.37 g/cm de ICC (Figura 10).

Es decir, la ración alimenticia R2 obtuvo mejores resultados, como consecuencia de un alto peso vivo, alto rendimiento canal y una menor longitud de canal, por lo que se puede deducir que el R2 y R3, recibieron mejor alimentación, al estar combinados con 1 y 3 % de urea en la ración. Los índices de compacidad encontrados muestran el grado de redondez y conformación de la canal (Sañudo y Sierra, 1993), en este caso se atribuye con menor grado de carnosidad a las raciones alimenticia R4 y R1, debido a la alimentación. Al respecto, Carballo *et al.* (2001) menciona que existe diferencia significativa en la conformación por el factor sexo y alimentación, esta última va

conexa íntimamente con el rendimiento y peso de la canal, la cual también tiene influencia en el ICC.



**Figura 10.** Índice de compacidad de la canal del cuy

Resultado del índice de compacidad de la canal (ICC) del cuy fue hallado por Titalo (2010) quien, encontró en promedio 33.59 g/cm para la línea Perú, en la línea Inti de 31.07 g/cm y en la línea Andina de 30.67 g/cm, los cuales son ligeramente superiores a los resultados del presente estudio (30.37 g/cm), diferencia que se debe muy, probablemente al tipo de alimentación que se utilizó para este estudio.

Sobre el particular Sañudo (1997), propone una serie de factores que influyen en el peso y rendimiento de la canal en mayor o menor medida, en los que figuran factores intrínsecos (raza, individuo, sexo y edad), factores productivos (alimentación, tipo de ración, aditivos y finalizadores) y factores pre y post sacrificio (ayuno, transporte y temperatura), los que pueden influir también en el índice de compacidad de la canal, ya que tiene relación directa en cuanto a la ganancia de peso vivo y rendimiento canal de los animales.

Del mismo modo, Títalo (2010) al observar que a medida que aumentaba el peso de la canal, sostiene que lo hacían diversas medidas de anchura y longitud, e índices de

compacidad de manera que la variación de la mayoría de estas medidas puede explicarse por la variación en el peso de la canal y esta a su vez por el rendimiento de la canal. El crecimiento, en periodos cortos, se va a manifestar más por el aumento de su grosor (aumento de músculo y grasa), que, por el alargamiento del soporte óseo, por lo que el peso estaría más relacionado con la anchura que con la longitud de canal, tal como lo sostiene Sañudo (1997).

#### 4.3.8 Índice de compacidad de la pierna (ICP)

El índice de compacidad de la pierna es un indicador que muestra en forma general la conformación de la canal en su parte posterior, el cual está determinada por la longitud y espesor de pierna; por consiguiente, este índice muestra la cantidad de carne o compactación que tiene la pierna. En la Tabla 14, se aprecia la distribución de los resultados, donde se observa que el índice de compacidad de la pierna en el R1 es de 0.37, en el R2 es de 0.42, en el R3 es de 0.37 y en el R4 es de 0.30, con un promedio global de 0.38 cm.

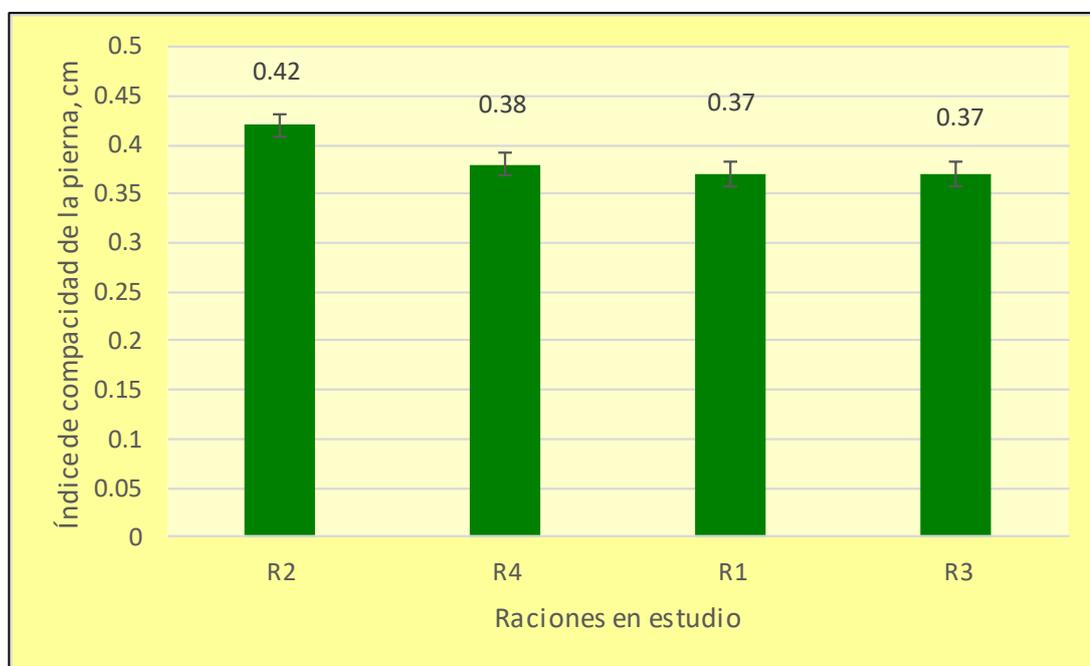
Estos resultados al ser sometidos al análisis de varianza muestran diferencia estadística altamente significativa entre los promedios de las raciones alimenticias y como consecuencia del análisis se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 4.60 %, el cual indica una uniformidad en los datos analizados.

**Tabla 14.** Índice de compacidad de la pierna del cuy por ración alimenticia

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	0.40	0.41	0.36	0.36
2	0.39	0.41	0.34	0.39
3	0.38	0.44	0.40	0.39
4	0.40	0.41	0.39	0.36
5	0.35	0.41	0.37	0.39
6	0.34	0.41	0.40	0.38
7	0.39	0.41	0.39	0.38
8	0.38	0.44	0.37	0.39
9	0.35	0.41	0.36	0.38
10	0.34	0.41	0.34	0.38
<b>Promedio</b>	0.37	0.42	0.37	0.38

Al realizar la prueba múltiple de significancia de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), se indica que la ración alimenticia R2 es el obtuvo un mejor índice de compacidad de la pierna (0.42

cm), seguido de R3 (0.38 cm) y finalmente de R4 y R1 (0.37 cm). Las diferencias encontradas entre las raciones alimenticias se deben probablemente al tipo y combinación de insumos en la ración, lo que se refleja en mejores índices en la ración alimenticia R2 en comparación a R1, R3 y R4, tal como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.** Índice de compacidad de la pierna del cuy

La ración alimenticia R2 obtuvo mejores resultados, por un mayor grosor y una menor longitud de pierna, que como consecuencia trae una mayor conformación y grosor en la pierna. Al respecto, Sañudo y Sierra (1993) mencionan que el mercado desea piernas cortas y por lo tanto anchas con mayor grado de carnosidad, debido a la alimentación. Asimismo, Carballo *et al.* (2001) indica que existe diferencia significativa en la conformación por el factor sexo y alimentación.

Resultados similares fueron encontrados por Títalo (2010) quien, reporta en estudios realizados en el INIA Puno, valores 0.24 cm para la línea Perú, 0.22 cm para la línea Inti y 0.17 cm para la línea Andina. Estos valores, son bajos en comparación a los resultados del presente estudio, probablemente porque en su investigación la alimentación fue la tradicional, es decir a base de heno de avena y alfalfa, en comparación a la alimentación de este estudio que fue a base de heno de avena, bloque nutricional y con diferentes niveles de urea en la ración.

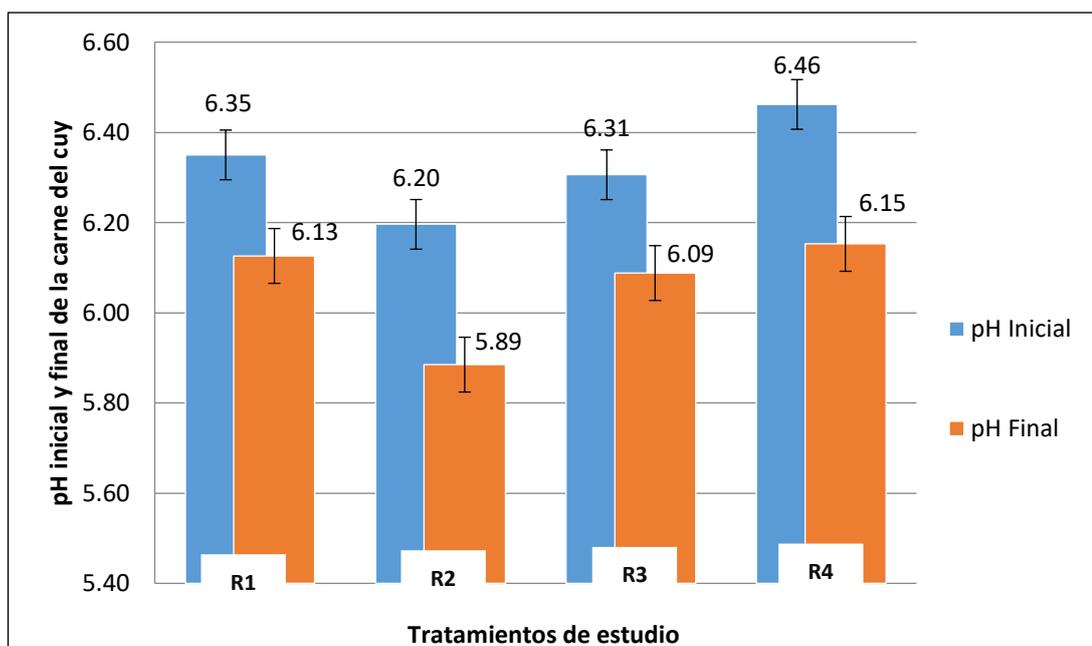
Sobre el particular, Sañudo (1997) afirma que los índices clásicos de compacidad de la canal y de la pierna, son los que definen finalmente la conformación de las canales y sus dimensiones; ya que la mayor porción de carne se encuentra en la porción posterior, el cual está relacionado con el peso vivo de los animales, rendimiento canal y a su vez con el criterio de calidad cárnica (Colomer-Rocher, 1988). En este caso la ración alimenticia R2 en conjunto mostró mejores resultados y aptitudes cárnicas que las demás raciones alimenticias en estudio.

#### **4.4 Características físicas de la carne**

##### **4.4.1 El pH inicial y final**

El pH inicial promedio fue de 6.33, el cual bajo después del oreo a 6.06 (pH final). Los valores promedio de pH inicial fueron para el R1, R2, R3 y R4 de 6.35, 6.2, 6.31 y R4 de 6.46, mientras que para el pH final fueron de 6.13, 5.89, 6.09 y 6.15 para R1, R2, R3 y R4, respectivamente (Figura 12).

En el análisis de variancia (ANVA) para el pH inicial de la carne de cuy demostró que existe diferencia altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), siendo el coeficiente de variabilidad 1.23 %. Por otro lado, el ANVA para el pH final de la carne de cuy, también mostró diferencia estadística altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), siendo el coeficiente de variabilidad 2.69 %.



**Figura 12.** Variación del pH inicial y pH final de la carne del cuy

Al respecto, Carballo *et al.* (2001) afirma que el pH es una medida de la concentración de protones o iones hidrógeno; es decir, de la acidez del medio (carne). En numerosos alimentos, el pH constituye un factor importante para su estabilidad ya que determina el crecimiento de grupos de microorganismos específicos, el mismo autor afirma que en el caso de la carne, el pH del músculo vivo está próximo a la neutralidad; cuando se produce la muerte del animal, el aporte de oxígeno a los tejidos cesa, y predominan los procesos anaeróbicos (glucólisis anaeróbico) que generan la formación de ácido láctico a partir de glucógeno muscular. La formación de ácido láctico, provoca el descenso del pH en el músculo de modo que dicho valor es índice del desarrollo de las modificaciones bioquímicas post-mortem.

El descenso del pH para cada ración alimenticia, siendo el más alto la ración alimenticia R4 con 6.46 - 6.15, seguido de R1 con 6.35 - 6.13, por último tenemos a R3 con 6.3 - 6.09 y R2 con 6.20 - 6.13, estos últimos probablemente de mejores índices, que indican buenas características físicas, ya que cuando se ha completado el proceso de maduración de la carne la misma debe tener un pH comprendido entre 5.4 y 5.6 como pH idóneo de la carne (Carballo *et al.*, 2001), que permite una buena vida comercial, al inhibir el crecimiento de microorganismos, y le proporciona las características físico-química adecuadas (Sañudo, 1997).

Sobre el particular, Carballo *et al.* (2001) confirman que un pH final elevado da lugar a carnes oscuras, con mayor capacidad de retención de agua, de consistencia firme, aspecto seco en su superficie y peor conservación (DFD: Oscuro, firme y seco), sobre todo en vacunos y porcinos. Un pH final bajo dará lugar a carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua (PSE: pálida, suave y exudativa).

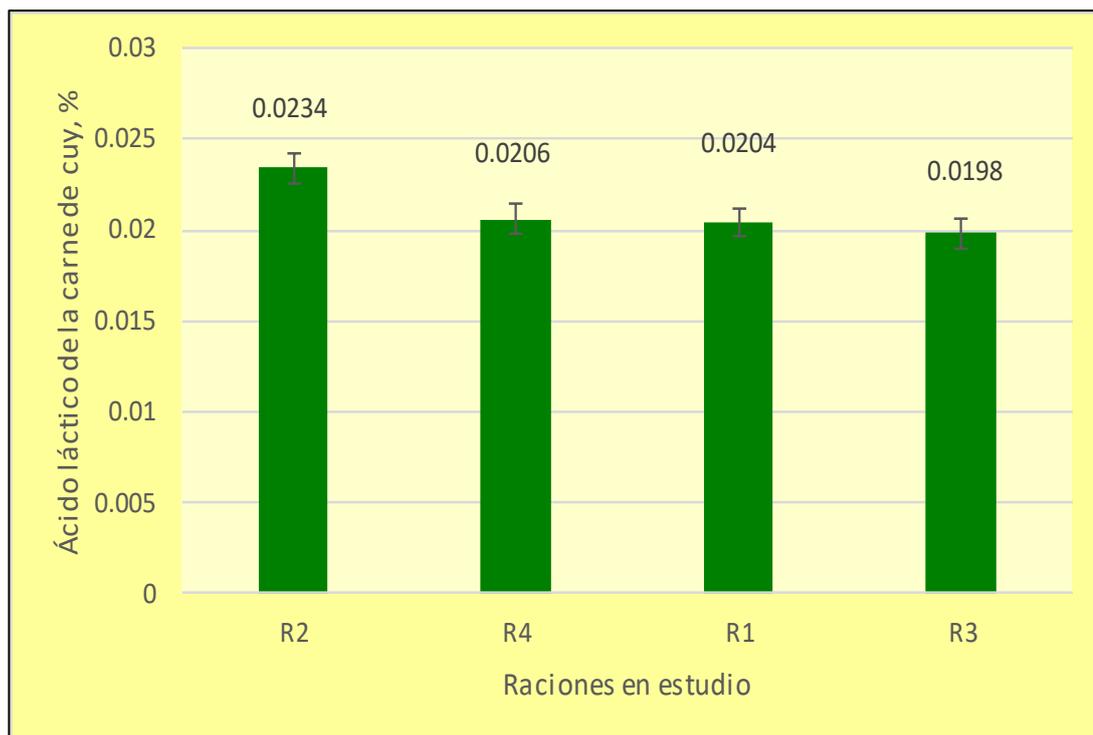
Al respecto, Lawrie (1998) señala que a medida que se hace mayor la velocidad de caída del pH y disminuye el pH final de la carne, aumenta su dureza y la cantidad de jugo expelido. Asimismo, Sañudo (1997) afirma que el valor final del pH como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan a las características organolépticas como: (color, jugosidad, sabor, etc.) y características tecnológicas de la misma (CRA y capacidad de conservación).

El elevado pH proviene de la utilización de las reservas de glucógeno muscular antes del sacrificio lo que da lugar a una escasa formación de ácido láctico post-mortem, además menciona el efecto más obvio de un pH bajo es la detención del crecimiento de microorganismos de la putrefacción y de los patógenos que proceden de la piel, los intestinos, entre otros (Coulter, 1998).

#### 4.4.2 Acidez

La acidez de la carne o contenido de ácido láctico de la carne de cuy para las raciones alimenticias en estudio fueron de 0.0204, 0.0234, 0.0198 y 0.0206 % para R1, R2, R3 y R4, respectivamente, con un promedio general de 0.021 %. Estos resultados al ser sometidos al análisis de varianza muestran una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), con un coeficiente de variabilidad de 5.75 % (Figura 13). Al respecto, Títalo (2010) logra 0.038 % de ácido láctico, el cual es superior al presente estudio, con mejores cualidades en la línea Perú (0.0410 %), en cotejo de la Inti (0.0370 %) y Andina (0.0350 %).

Sobre el particular, se señala que tras el sacrificio del animal cesa la circulación sanguínea, lo que conlleva una serie de cambios, tales como: cesa el aporte de oxígeno, cesa la regulación hormonal (disminuye la temperatura de la canal), cesa la regulación del sistema retículo endotelial, con lo que cesa la capacidad de respuesta del organismo frente a una infección (Carballo *et al.*, 2001).



**Figura 13.** Porcentaje de ácido láctico de la carne del cuy

En este sentido, Quiñónez (1999) hace mención que en ausencia de oxígeno no existen las condiciones de potencial de oxidación reducción, que deben darse para que se lleven a cabo los procesos metabólicos típicos como los aerobios. Ante este déficit de oxígeno, comienza el glucolisis anaerobio, disminuyendo la formación de ATP (estado de rigor mortis) y produciendo ácido láctico.

Del mismo modo, Sañudo (1997) indica que el ácido láctico produce una disminución del pH, esta disminución produce la desnaturalización proteica, facilitando la degradación de las proteínas fundamentalmente por proteasas: ácidas (catepsina B y D) y neutras (factor activado por el calcio - CAF). La desnaturalización proteica favorece la exudación, es decir la liberación de agua.

La diferencia de ácido láctico que existe en la carne del cuy, proveniente de diferentes raciones alimenticias muestran diferencias entre ellos, tal es así que la ración alimenticia R2 (0.0234) es la que mayor porcentaje de ácido láctico tuvo, seguido de R4 (0.0206) y R1 (0.0204), finalmente R3 (0.0198), lo que indica que dicha ración alimenticia tiene mayores reservas en glucógeno que las demás raciones alimenticias, probablemente debido a factores como alimentación y manejo.

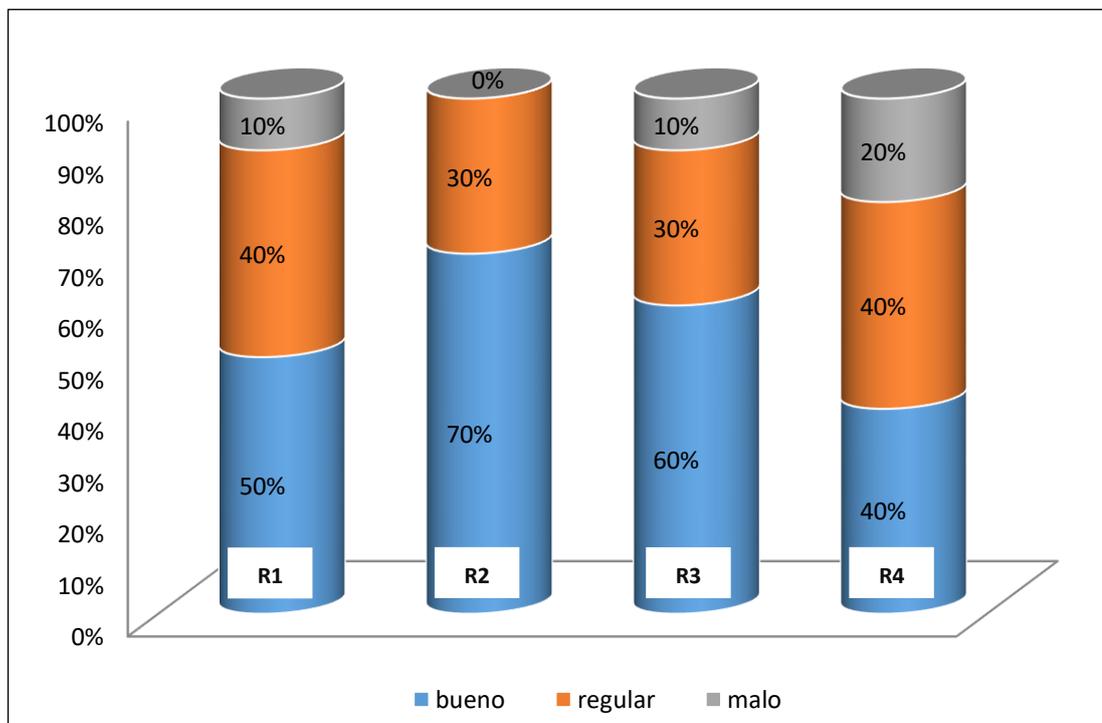
De acuerdo a Sañudo (1997) la producción de ácido láctico está íntimamente ligada al estrés, el mismo autor menciona que existen dos tipos diferentes de stress: uno es al que puede existir en la granja, el segundo probablemente el más importante es las condiciones pre sacrificio (manejo, transporte, alimentación, etc.). Tellez (1992), menciona que, a mayor cantidad de ácido láctico, tendremos carnes con pH bajo, lo que indica buenas características organolépticas, debido a las reservas de glucógeno que tuvo el animal durante la crianza.

#### 4.5 Características sensoriales de la carne

Para estos análisis se realizaron encuestas donde los datos fueron procesados y detallados por preferencia de los jueces de acuerdo a las preguntas de las cartillas de calificación.

##### 4.5.1 Color

La Figura 14, muestra los calificativos que dieron los jurados a la carne de cuy según preferencias, siendo de mejores características de color R2, ya que el 70 % de los jueces calificaron como bueno y 30 % como regular. En comparación al R4 que solo tuvo 40 % de preferencia como bueno y como regular otro 40 % y de mala calidad o color un 20 %.



**Figura 14.** Calificación para color de la carne del cuy

En general los jueces calificaron en su mayoría a las raciones alimenticias como carne de color bueno (rojo, pálido y brillante), así mismo un sector de jueces calificaron a la carne de un color regular (rojo purpura y sin brillo), teniendo el R2 solo estas dos características. Sin embargo, algunas raciones alimenticias, mostraron otras características de color, la cual fue calificada de color malo (Rojo - plumizo), el cual es característico de las raciones alimenticias R1, R3 y R4, este último con un mayor grado (20 %). Estos resultados, muestran un color de características no tan buenas, según el panel de jueces.

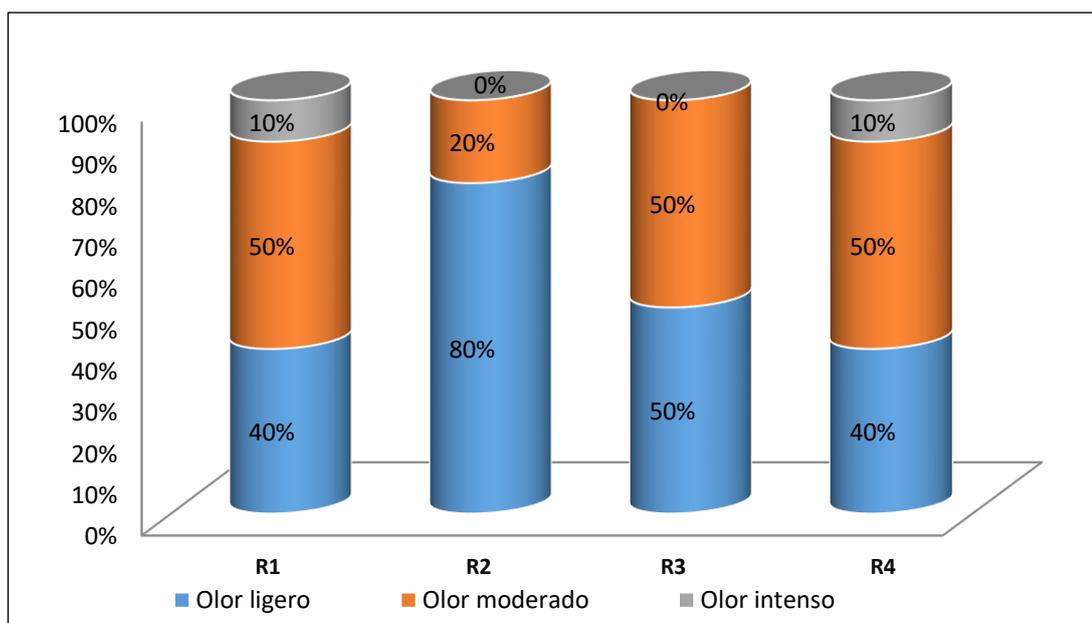
El color de la carne es uno de los criterios más importantes en los que repara el consumidor en el momento de la compra. Este va a depender de diversos factores como la concentración de pigmentos hemínicos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de la mioglobina en superficie, de la estructura y estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración (Warris *et al.*, 1990).

El consumidor en general prefiere una carne de color rojo brillante mientras que rechaza la de color apagado o pardo (Beriain y Lizaso, 1997). Estos resultados, señalan una mejor calidad para el R2 y R3; como ya se presagiaba anteriormente por los resultados obtenidos de los análisis físicos (pH y porcentaje de acidez).

El color de la carne es influenciado por la edad del animal, las especies, el sexo, la dieta y aún el tipo de ejercicio que realiza el animal. La carne de un animal más viejo será más oscura en color, porque el nivel de mioglobina aumenta con la edad. Los músculos ejercitados serán siempre más oscuros, esto significa que, dentro del mismo animal, puede haber variaciones en el color de sus músculos, tal como lo sostienen Carballo *et al.* (2001).

#### **4.5.2 Olor**

En la Figura 15, se muestra las preferencias por parte de los jueces con respecto al olor de la carne, siendo más preferidas las muestras de carne de la ración alimenticia R2, ya que tiene el 80 % de aceptación el cual es calificado como bueno y olor moderado, a comparación de las raciones alimenticias R1 y R4, donde mostraron un 10 % como olor intenso, lo cual no es bien recibido por consumidores



**Figura 15.** Calificación para olor de la carne del cuy

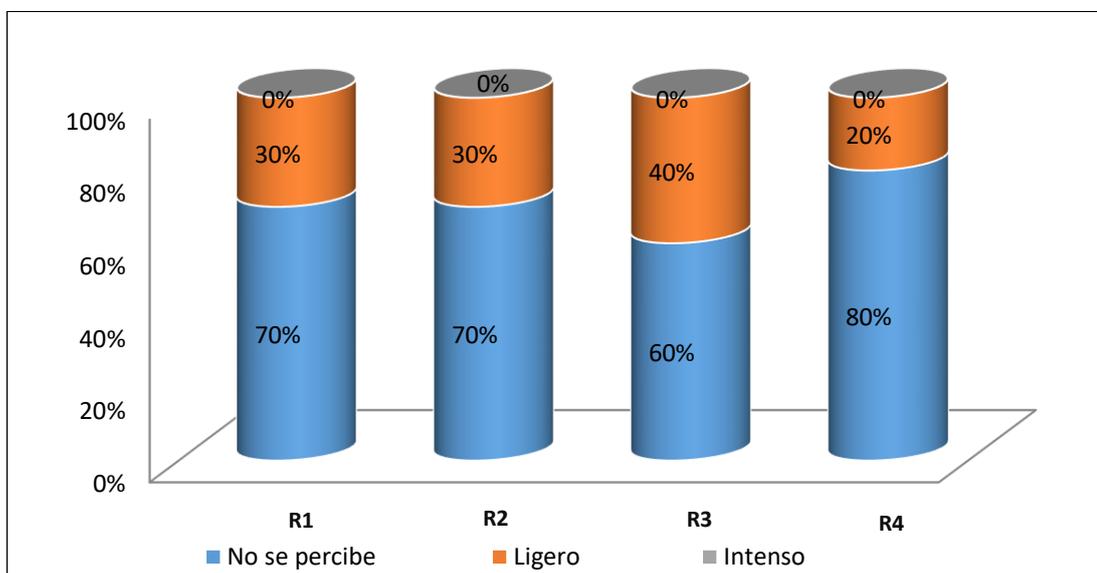
En general se tuvo mayor incidencia por un olor ligero, especialmente para R2, mientras que las raciones alimenticias R1 y R4 mostraron un 10 % de olor intenso, lo que daría cualidades a estas raciones alimenticias. Por otro lado, el R3 mostró una calificación del 50 % de olor ligero y 50 % de olor moderado, el cual lo califica como una carne de moderadamente aceptable por los jueces. El olor de la carne fresca cruda, varía según la especie, la edad y manejo del animal, siendo más acentuado en los adultos y en los machos más que en las hembras, sobre todo si son enteros (Tellez, 1992).

Según Carballo *et al.* (2001) el olor de la carne varía por varios factores, por ejemplo: el tipo de alimentación que haya recibido el animal, porque si se consume una porción de carne de un animal que haya sido criado en un sistema intensivo enteramente con alimento balanceado notará un sabor muy diferente al de uno criado a pasto o forraje, ya que el primero tendrá características diferentes de acuerdo a los insumos utilizados en la crianza.

#### 4.5.3 Sabor

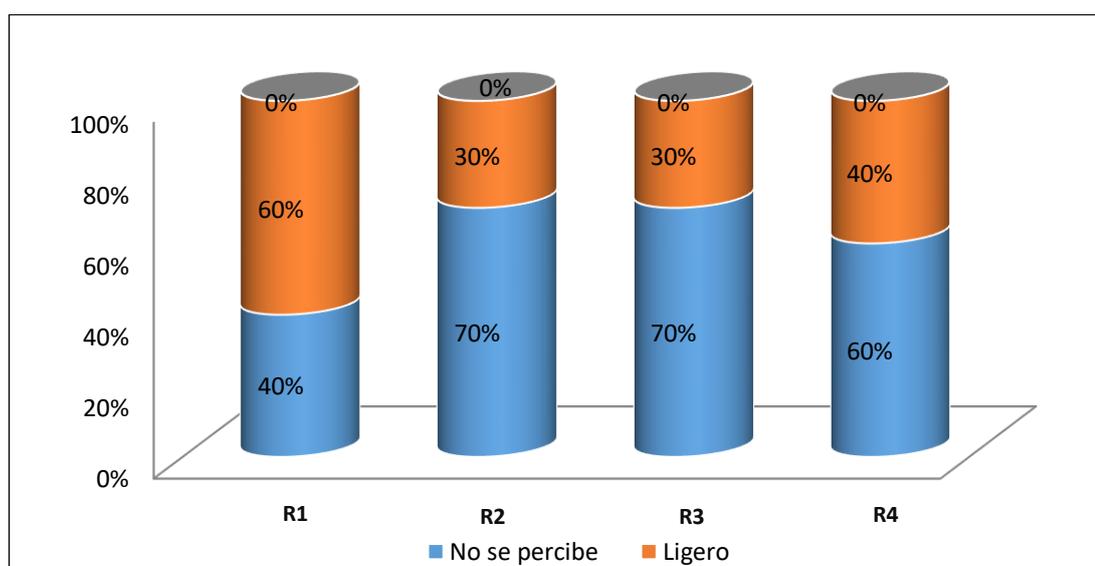
El sabor y el aroma, se conjugan para producir la sensación que el consumidor experimenta al comer. Esta sensación proviene del olor que penetra a través de la nariz y del gusto salado, dulce, agrio y amargo que se percibe en la boca.

Para el sabor *salado*, la calificación se muestra en la Figura 16 siendo esta apreciada en general por los jueces, donde se obtuvieron calificaciones, siendo para R1 y R2 con 70 %, R3 con 60 % y finalmente R4 con 80 % de sabor salado que no se percibe.



**Figura 16.** Calificación para el sabor salado de la carne del cuy

Así mismo las diferentes raciones alimenticias fueron calificadas con sabor salado ligero, siendo de mayores valores el R3, el cual obtuvo un 40 % de calificación, 20 % para R4 y 30 % para R1 y R2. Para el sabor *amargo*, la calificación es como se muestra en la Figura 17, donde se aprecia valores altos en las tres raciones alimenticias para el sabor amargo que no se percibe, ya que el R2 y R3 mostraron valores iguales al 70 %, por debajo R1 con 40 % y entre los antes mencionados R4 con 60 %.

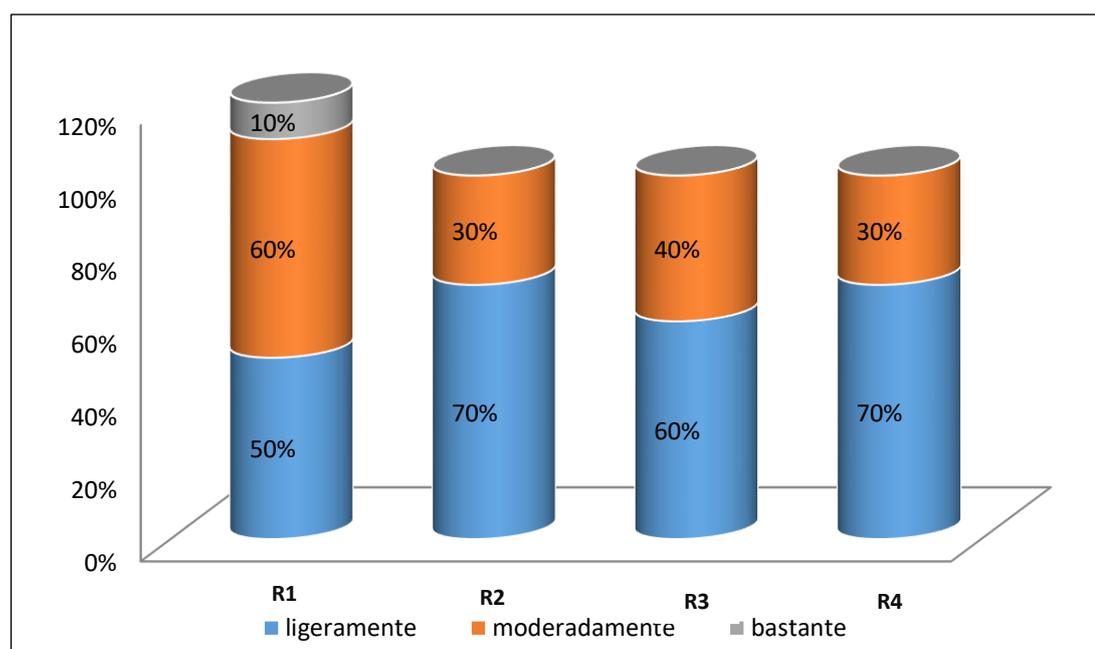


**Figura 17.** Calificación para el sabor amargo de la carne del cuy

#### 4.5.4 Textura

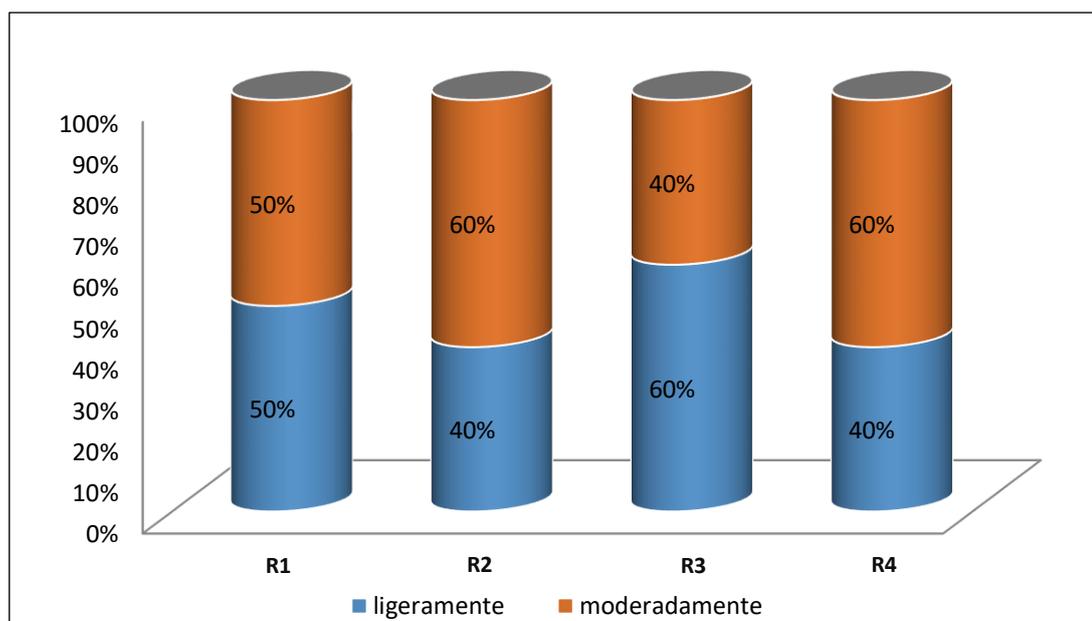
La textura, aparece como una percepción psico-química compleja y multidimensional. Se puede definir como la unión de las propiedades de las estructuras de la carne percibidas por el tacto y eventualmente visuales y auditivas, condicionando la apetencia de la carne (Carballo *et al.*, 2001).

Para la **textura dura**, se nota diferentes valores determinados por los jueces, donde el R1 tuvo la mayor incidencia, ya que fue calificada como moderadamente duro (60 %), ligeramente dura (50 %) y bastante dura (10 %). Igual calificativo tuvieron para la carne de cuy alimentados con raciones alimenticias R2 y R4, siendo calificados con 70 % por ser ligeramente duro y 30 % por ser moderadamente duro, por último, tenemos al R3 con calificativo de ligeramente duro con 60 % y moderadamente duro con el 40 %, tal como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18.** Textura dura de la carne del cuy

Para la **textura resistente**, las raciones alimenticias variaron estando en un promedio del 50 % para textura ligeramente y moderadamente resistente, por otro lado, R2 y R4 muestra una distribución de 60 % para textura ligeramente duro y moderadamente duro, por último, R3 mostró un mayor puntaje en la calificación de moderadamente duro con 60 % y ligeramente duro con 40 % (Figura 19).



**Figura 19.** Textura resistente de la carne del cuy

La terneza-dureza se puede definir como la facilidad o dificultad con que la carne de cuy se puede cortar, triturar y masticar. A ella contribuyen las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, la naturaleza y contenido en colágeno y la riqueza en grasa infiltrada. Este parámetro depende de la dureza miofibrilar. Una mayor cantidad de colágeno implica mayor dureza. La textura de la carne depende del colágeno que contenga y en particular de su rigidez mecánica. Cuanto más grande sea, mayor número de enlaces, mayor resistencia al corte y, por tanto, mayor será la dureza de la carne (Lawrie, 1998).

La textura es una de las características de calidad más importantes de los alimentos ya que tiene gran impacto en cuanto a la aceptación por parte del consumidor. Al respecto, Sánchez y Palacios (2017), al analizar el efecto de la edad y sexo en la caracterización de la textura instrumental de la carne de cuy, señala que los valores obtenidos del texturómetro tienen concordancia con las variables de dureza y fuerza de trabajo total que presentaron las fibras de tejido conectivo al momento de su fractura, esto quiere decir que la dureza en la textura de la carne de cuy se ven afectados por el sexo y edad, las diferencias entre edades son notablemente apreciadas ya que a mayor edad menor terneza; sin embargo, se recalca que la terneza en carne de cuy se mantiene entre los 3 y 4 meses según el sexo, como es en el caso de los machos su terneza disminuye cuando entran en madurez sexual, en el caso de las hembras se mantiene la dureza hasta llegar a los 4 y 6 meses de edad.

Sobre el particular Guevara *et al.* (2014), sostiene que en lo referente a color, olor, sabor y jugosidad de la carne de cuyes de las diferentes raciones alimenticias, al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre raciones alimenticias, existiendo mayor preferencia por los cuyes suplementados con 2 % de harina de pajuro y menor preferencia por los cuyes del tratamiento sin harina de pajuro, lo que indica que la harina de pajuro y el porcentaje empleado en la ración no altera las características organolépticas de la carne de cuy.

Resultados similares fueron reportados por Guevara (2009), quién publicó que no existe diferencia estadística en el consumo de carne de cuyes alimentados con aceite de sachá inchi, lo que indica que usando una dieta balanceada con el porcentaje adecuado de sus insumos no causan variación en las características organolépticas de la carne.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las mejores respuestas de ganancia de peso vivo se lograron suministrando a los cuyes heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea y con la ración alimenticia a base de heno de avena y bloque nutricional con 3 % de urea.
2. Las raciones alimenticias elaboradas a base de heno de avena y bloque nutricional con 1 % de urea y heno de avena y bloque nutricional con 3 % de urea fueron las mejores raciones con el mayor rendimientos canal de cuy.
3. Los cuyes alimentados con avena y bloque nutricional con 1 % de urea en la ración, influyeron significativamente sobre las características morfométricas de longitud de canal, índice de compacidad de la canal e índice de compacidad de la pierna, cuyos resultados precisan mejor compactación, carnosidad o cantidad de carne en los músculos del cuerpo y calidad aparente (canales redondeadas y convexas).
4. La determinación de las características físicas demuestra que el pH inicial (canal caliente) bajó en 0.27 unidades, después del oreo (canal fría) y las carnes frescas presentan 0.021 % de acidez o ácido láctico.
5. Las características sensoriales de la mayoría de las carnes de cuy, fueron clasificadas como carnes de color bueno, olor ligero y moderado, de sabor salado y amargo que no se percibe, y textura ligeramente dura.

## RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones arribadas, se recomienda lo siguiente:

1. En la etapa de recría alimentar a los cuyes con heno de avena y bloques nutricionales con la adición de 1 % de urea en la ración, para una mejor ganancia de peso vivo, buen rendimiento canal, buenas características morfométricas, pH y acidez adecuada y excelentes cualidades sensoriales.
2. Determinar la correlación que existe entre las características morfométricas, pH, ácido láctico y características sensoriales en crianza de cuyes.
3. Evaluar vida en anaquel de la carne de cuy, a partir de análisis de peróxidos u otros, con diferentes tipos de alimentación.
4. Evaluar el rendimiento canal y las cualidades sensoriales de carne con diferentes tipos de alimentación y animales procedentes del mercado local.
5. Realizar estudios bromatológicos de la carne de cuy con diferentes tipos de alimentación y ver el efecto de la ración en el contenido de proteína, grasa, fibra cruda y materia seca.
6. Se recomienda utilizar alimentación variada para el mejor aprovechamiento de proteína y fibra, como la ración mezclada con forraje verde hidropónico, remolacha forrajera y concentrado comercial.

## REFERENCIAS

- Aalthus, J. L.; Jones, S. D. M.; Tong, A. K. W.; Jeremiah, L. E.; Robertson, W. M. y Gibson, L. 1992. The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. *Canadian Journal Animal Science*, 72, 525-535.
- Abarca, B. L. 2004. *Producción y Manejo de Cuyes*. Instituto de Investigación Agraria Estación Experimental, ILLPA-Puno, Perú.
- Aliaga, R.L. 1979. *Producción de Cuyes*. Boletín del Ministerio de Agricultura. Lima - Perú.
- AOAC. 1994. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. Washington, D.C.
- Bate-Smith, E. C. 1948. *The physiology and chemistry of rigor mortis, with special reference to the aging of beef*. *Advances in Food Research* 1, 1-38.
- Bendall, J. R. & Swatland, H. J. 1988. *A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality*. *Meat Science*, 24, 85-126.
- Bendall, J. R. 1973. *Post mortem changes in muscles*. In: Bourne, G.H. (ed) *The Structure and Function of Muscle*, 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press, New York, Volume II. pp. 243-309.
- Beriain, M. J. y Lizaso, G. 1997. *Calidad de la carne de vacuno*. Editorial Buxadé. Madrid, España.
- Bertram, H. C., Schafer, A., Rosenvold, K., & Andersen, H. J. (2004). *Physical changes of significance of early post mortem water distribution in porcine M. longissimus*. *Meat Science*, 66, 915-924.
- Bibilitana. *Tesis Doctoral.*, Facultad de Veterinaria. Zaragoza, Zaragoza.
- Bouton, P.E., Harris, P.V. & Shorthose, W. R. 1971. *Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton*. *Journal of Food Science* 36, 435-439.
- Cáceres, J. 2008. *Crianza del cuy*. Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional De La Amazonia Peruana.
- Calero Del Mar, E. 1978. *El cuy. Introducción a la caviicultura*. Ediciones Agronómicas. Editorial Garcilazo S.A. Cuzco – Perú.
- Cañas, C. 1998. *Alimentación y Nutrición Animal*. Pontificia Universidad católica de Chile. 2da Edición. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontifica Universidad Católica de Chile.
- Carballo, B. G., López, G.T. y Madrid, A. 2001. *Tecnología de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Editorial Acribia. Madrid, España.
- Castro, J. y Chirinos, D. 1992. *Consumo voluntario de forrajes, concentrados y residuos agroindustriales y domésticos en cuyes*. En: XVI Reunión APPA. Piura: Asociación Peruana de Producción Animal.

- Cavani, C. & Petracci, M. 2004. *Rabbit meat processing and traceability, in Proceedings of 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*. September 7-10. Puebla, Mexico, pp 1318-1336.
- Caycedo A. 2000. *Experiencias investigativas en la producción de cuyes: Obras de investigación de Caycedo*. Universidad de Nariño. Colombia. Serie de informes técnicos. 100-104 p.
- Chambilla, F. 2002. *Tiempo óptimo de beneficio económico de cuyes (Cavia porcellus L.)*. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú
- Chauca, F. L. 1994. *Investigaciones En Cuyes*. Instituto Nacional De Investigación Agraria, Dirección General De Investigación Agraria. Lima Perú.
- Chauca, F. L. 1997. *Producción De Cuyes (Cavia porcellus)* Instituto Nacional de Investigación Agraria. FAO. Roma, Italia.
- Church, D.C. y Pond, W.G. 2002. *Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos*. 1.ed. Zaragoza, España: Centro Editorial Acribia. 462p.
- Colomer – Rocher. F, 1988. *Standard Methods and Procedures for Goat Carcass Evaluation, Jointing and Tissue Separation*. Livestock Production Science. 17:149-159.
- Cotacallapa, F. H. 2000. *Gestión empresarial básica con aplicación en Microempresa*.
- Coultate, T. P. 1998. *Manual de Química y Bioquímica*. Editorial Acribia, Madrid – España.
- Dransfield, E., Nute, G.R., Hogg, B.W., & Walters, B.R. 1990. *Carcass and eating*.
- Dulanto, M. 1999. *Parámetros reproductivos y productivos de tres líneas puras y dos grados de cruzamiento entre líneas de cuyes*. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 69 p.
- Etherington, D.J. Taylor, M.A.J. & Dransfield, E. 1987. *Conditioning of meat from different species*. Relationship between tenderizing and the levels of cathepsin B, Cathepsin L, Calpain I, Calpain II and  $\beta$ -glucuronidase. Meat Science 20, 1-18.
- Forcada, F. 1985. *Estudio etnológico y productivo de la agrupación ovina Roya*
- Gil, V. 2004. *Producción Comercial de Cuyes*. Editorial Latina-Cusco Perú
- Guevara, J. 2009. *Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3, mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi*. Tesis UNALM. Lima, Perú.
- Guevara, J.; Suca, C.; Suca, F. y Barbachán, H. 2014. *Análisis sensorial de carne de cuyes alimentados con dietas suplementadas con harina de pajuro (Erythrina edulis)*. UNMSM, Lima.
- Guzmán, I. 1968. *Período de engorde de cuyes y el estudio tecnológico de sus carnes*.
- Hamm, R. 1977. *Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review*. Meat Science, 1(1), 15-39.

- Hammelman, J. E., Bowker, B. C., Grant, A. L., Forrest, J. C., Schinkel, A. P., & Gerrard, D. E. 2003. *Early postmortem electrical stimulation simulates PSE pork development*. Meat Science, 63, 69-77.
- Henckel, P., Karlsson, A., Oksbjerg, N., & Petersen, J. S. 2000. *Control of post mortem pH decrease in pig muscles: experimental design and testing of animal models*. Meat Science, 55, 131-138.
- Honikel, K. O. 1998. *Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat*. Meat Science, 49 (4), 447-457.
- Honikel, K. O. 2004. *Conversion of muscle to meat*. In W. K. Jensen, C. E. Devine, & M. Dikeman (Eds.), Encyclopedia of meat sciences: Elsevier Academic Press.
- Huff Lonergan Elisabeth, Zhang Wangang, Lonergan Steven M. 2010. *Meat Science*. Volume 86, Emisión 1, Páginas 1-250
- Huff-Lonergan, E. & Lonergan, S. M. 2005. *Mechanisms of water holding capacity of meat*. The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science, 71(1), 194-204
- Huff, E. J. & Parrish, F. C. Jr. 1993. *Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex*. Journal of Food Science, 58 (4), 713-716.
- Immonen, K., & Poulanne, E. 2000. *Variation of residual glycogen glucose concentration at ultimate pH values below 5.75*. Meat Science, 55, 279-283.
- Jaime, J. 1988. *Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del rigor mortis, la maduración y la calidad de la carne de cordero*. Tesis doctoral., Fac. Veterinaria. Univ. Zaragoza.
- Kauffman, R. G., Cassens, R. G., Scherer, A., & Meeker, D. L. 1992. *Variations in pork quality*. Des Moines (IA): National Pork Producers`Council.
- Kauffman, R.G. Eikelenboom, G. van del Wal, P.G., Merkus, G.S.M. and Zaar, M. 1986. *The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature*. Meat Science 18, 191-200.
- Lampinen, M. J., & Nojonen T. 2005. *Electric dipole theory and thermodynamics actomyosin molecular motor in muscle contraction*. Journal of Theoretical Biology, 226, 397-491.
- Lawrie, R. 1998. *Ciencia de la carne*. Editorial Pergamon, London.
- López, M. 2012. *Efecto de la alimentación suplementada con urea en la morfometría y calidad de carne en cuyes*. Tesis Ingeniero Agrónomo. FCA – UNA – Puno.
- López de la Torre G., Carballo García B. M., Madrid Vicente A. 2001. *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Primera Edición. Ediciones Mundi-Prensa.
- López-Bote, C. and Warris, P.D. 1988. *A note on the relationships between measures of water holding capacity in the m. longissimus dorsi and total drip loss from butchered pig carcasses during storage*. Meat Science 23, 227-234.
- McDonald, P.; Edward, R. A.; Greenhalgh, J. F. 1999. *Nutrición animal*. 5.ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 576p.

- Machaca, I. Y. 2017. *Influencia de la vitamina C sobre los parámetros productivos en cuyes en Ichu Puno*. Tesis Ingeniero Agrónomo. FCA – UNA – Puno.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M. 2003. *Determinants of meat quality. Tenderness*. Proceedings of the Nutrition Society, 62 (2) 337-348.
- Miller, R. K. 2000. *Factors affecting the quality of raw meat*. In Kerry J., Ledward D. (ed). Meat processing-improving quality. Woodhead publishing Limited, Cambridge, pp 27-63.
- Monroy, Q. 1990. *Engorde de cuyes (Cavia porcellus L.) en tres niveles de urea*. Tesis FCA. UNA-Puno.
- Moreno, R. A. 1989. *El Cuy*. 2a ed. Lima, UNA La Molina. 128 págs.
- Morrison F. 1980. *Fundamentos de la nutrición animal*. En: Morrison F, eds. Alimentos y alimentación del ganado. México: Unión Tipográfica Hispano Americana. 722 p.
- National Research Council (NRC). 1995. *Nutrient Requirements of the Guinea Pig*. En: *Nutrient requirements of laboratory animals*. 4th ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. p 2-27.
- NTE INEN 783:85. 2012. *Carne y productos cárnicos, determinación del pH*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NC ISO: 1035. 2015. *Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional*. Oficina Nacional de Normalización de Cuba.
- Offer, G. & Cousins, T. 1992. *The mechanism of drip production formation of 2 compartments of extracellular – space in muscle postmortem*. Journal of the Science of Food and Agriculture 58, 107-116.
- Offer, G. 1991. *Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis*. Meat Science 30, 155-184.
- Quiñónez, R. 1999. *Manual de Procesamiento de Carnes*. Escuela Nacional Agraria. Chile.
- Ramírez J. A., Oliver M. A., Pla M., guerrero L. B., Ariño B., Blasco A., Pascual M., Gil M. 2004. *Effect of selection for growth rate of biochemical, quality and texture characteristics on meat from rabbits*. Meat Science 67:617-624.
- Rosenvold, K. & Andersen, H. J. 2003. *Factors of significance for pork quality –a review*. Meat Science, 69, 219-237.
- Revollo, K. 2009. *Proyecto de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy (MEJOCUY)*. Bolivia.pdf. Pág. 24, 30.
- Rico, E. y Rivas, C. 2003. *Manual sobre el manejo de cuyes*. USA. Benson Agriculture and Food Institute. 52 p.
- Sansoucy, R. 1986. *Fabricación de bloques de melaza y urea*. Revista Mundial de Zootecnia 57:40-48.

- Sañudo, C. 1997. *Tecnología y Calidad en los Productos Cárnicos*. Editorial Acribia, Zaragoza - España.
- Sañudo, C. y Sierra, I. 1993. *Calidad de la canal y carne en la especie ovina*. Editorial Acribia, Zaragoza – España.
- Saravia, J. 1994. *Avances de investigación en la alimentación de cuyes*. Lima: INIA/ CIID. Serie Guía Didáctica. p 17-26.
- Silva, J. A., Patarata, L., & Martins, C. 1999. *Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing*. Meat Science, 52 (4), 453-459.
- Stetzer, A. J. & McKeith, F. K. 2003. *Benchmarking value in the pork supply chain: Quantitative strategies and opportunities to improve quality Phase I*. Savoy (IL): American Meat Science Association.
- Swan, H. y Karalazos, A. 1990. *Las melazas y sus derivados*. Rev. Tecn. Geplacea.19:78- 82.
- Tellez, V. J. 1992. *Tecnología e Industrias Cárnicas*. Artes Gráficas Espino, Lima - Perú.
- Títalo, N. 2010. *Biometría, morfometría y calidad de carne en tres líneas de cuyes (Cavia porcellus L.)*. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú
- Trout, G. R. 1988. *Techniques for measuring water binding capacity in muscle foods*. A review of methodology. Meat Science, 23 (4) 235-252.
- Trujillo, J. 1992. *Comparación De Consumo De Alimento Y Conversión Alimenticia Entre Cuyes bolivianos y peruanos*. Tesis de Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Van Laack, R. L. J. M., Stevens, S. G., & Stalder, K. J. 2001. *The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization*. Journal of Animal Science, 79, 392-397.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. & Greaser, M. L. 1997. *Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits*. Meat Science, 45, 339-352.
- Warris, P. D., Bevis, E. A. & Ekins, P. J. 1989. *The relationship between glycogen stores and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs*. British Veterinary Journal, 145, 378-383.
- Warris, P. D., Brown, S. N., y Adams, S. M. 1990. *Variation in heam pigment concentration and color in meat from British pigs*.
- Warris, P.D. 2003. *Ciencia de la Carne*. Traducción de Dr. Jorge Ruiz Carrascal y Dr. Ramón Cava López. Edición. Editorial ACRIBIA S.A. Royo,23-50006 Zaragoza-España. Quality of ram, castrated ram and ewe lambs. Anim. Prod., 50, 291-299.
- Watts, M. 1992. *Métodos sensoriales para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá.
- Yu, L. P. & Lee, Y. B. 1986. *Effects of postmortem pH and temperature muscle structure and meat tenderness*. Journal of Food Science, 51 (3), 774-780.

- Zaldivar, A.M. 1976. *Crianza de cuyes y generalidades*. I Curso nacional de cuyes, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú.
- Zamora, F. 1997. *Variabilite biologique de l'attendrissage de la viande bovine- Prédiction en fonction du facteur animal et du facteur type de muscle*. Doctoral Thesis (ThésedocteurUniversité: Spécialité Sciences des Aliments (Biochimie). Université d'Auvergne.

ANEXOS

Anexo 1. Fuente de datos de pesos, medidas objetivas y análisis de pH de la carne del cuy

Raciones	Ración 1										Ración 2										Ración 3										Ración 4																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Repecciones	2780	2890	2990	2160	2480	2880	2880	2880	2880	2880	5035	5550	770	2580	55069	302460	20650	37300	20650	180	6250	4800	2880	8800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Area (Codigo)	84	738	712	748	796	602	614	596	710	770	944	1008	1008	976	1294	1008	908	908	590	866	1030	922	994	918	934	912	882	84	910	866	862	708	808	858	700	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862	862
Peso vivo (g)	480	450	430	510	520	370	370	370	420	480	640	630	720	670	800	750	620	380	580	866	880	610	610	630	630	620	550	580	580	580	580	470	500	600	600	480	570	440	300	380	440	350	470	500	600	480	570	440	300	380
Peso canal (g)	565	6139	6039	6618	6532	6146	6026	6208	5915	6234	6571	6674	7073	6865	8888	7220	6769	6754	644	6697	6699	6616	5918	6863	6745	6786	6611	6737	6484	6659	6719	6546	6235	6676	6053	6613	6432	6008	5919	6077	6077	5719	6546	6235	6676	6053	6613	6432	6008	5919
Long canal (cm)	17.9	18	17.2	17.9	17.6	19.1	17.2	17.6	19.1	17.2	17.65	17.5	17.49	16	17.25	17.65	17.5	17.49	16	17.89	17.9	18.15	17.66	18.1	18.15	17.66	18.1	17.89	17.9	18.9	18.8	18.8	18.05	18.9	18.8	18	18.7	18.05	18	18.7	18.9	18.9	18.8	18.9	18.8	18	18.7	18.05	18	18.7
Profundime de pecho (cm)	4.65	3.06	4.04	4.65	4.32	4.34	3.86	4.04	4.22	4.34	4.57	5.25	4.98	4.90	4.80	4.57	4.38	4.30	4.80	4.00	3.80	4.07	4.56	4.45	4.50	4.56	4.45	4.50	3.60	4.07	4.24	4.46	3.40	4.24	4.46	4.0	4.46	4.0	4.15	3.40	4.46	4.46	3.40	4.24	4.46	4.0	4.46	4.0	4.15	3.40
Long pierna (cm)	6.80	6.75	6.90	6.80	7.23	7.28	6.75	6.90	7.23	7.28	6.64	6.54	6.75	6.76	6.65	6.64	6.54	6.75	6.65	6.65	7.30	6.78	6.83	6.8	6.78	6.83	6.8	6.83	6.83	7.30	6.84	6.85	6.75	6.84	6.85	6.74	6.85	6.74	6.8	6.75	6.84	6.85	6.75	6.84	6.85	6.74	6.85	6.74	6.8	6.75
Espesor max pierna (cm)	1.90	1.84	1.84	1.90	1.82	1.81	1.84	1.84	1.82	1.81	1.90	1.86	2.0	1.95	1.89	1.90	1.86	2.0	1.89	1.80	1.80	1.79	1.88	1.86	1.80	1.89	1.86	1.80	1.80	1.79	1.75	1.90	1.84	1.75	1.90	1.80	1.82	1.84	1.80	1.82	1.75	1.90	1.84	1.75	1.90	1.80	1.82	1.84	1.80	1.82
Prof max pierna	2.0	2.34	2.27	2.0	2.15	2.48	2.34	2.27	2.15	2.48	2.32	2.30	2.64	2.42	2.45	2.32	2.30	2.64	2.42	2.45	2.25	2.33	2.18	2.22	2.25	2.18	2.22	2.25	2.25	2.33	2.13	2.18	2.19	2.13	2.18	2.22	2.18	2.19	2.22	2.18	2.13	2.18	2.19	2.13	2.18	2.22	2.18	2.19	2.22	2.18
Perimetro max pierna (cm)	7.25	7.12	7.15	7.25	6.90	7.20	7.12	7.15	6.90	7.20	7.40	7.30	7.29	7.33	7.28	7.40	7.30	7.29	7.33	7.28	7.23	7.10	7.05	7.13	7.00	7.05	7.13	7.00	7.23	7.10	7.08	7.26	6.99	7.08	7.26	6.70	7.00	6.99	6.70	7.00	7.08	7.26	6.99	7.08	7.26	6.70	7.00	6.99	6.70	7.00
Indice de compacidad de la canal	25.70	25.00	25.00	28.49	29.55	19.37	20.56	21.51	23.86	25.18	37.00	35.69	41.4	38.31	53.13	46.38	42.49	35.43	21.73	36.25	33.57	34.09	31.40	35.67	34.8	34.16	31.4	30.69	32.98	32.96	18.52	25.00	28.25	33.33	24.47	31.67	23.53	17.17	21.11	23.53	18.52	25.00	28.25	33.33	24.47	31.67	23.53	17.17	21.11	23.53
Indice de compacidad de la pierna	0.28	0.27	0.27	0.28	0.25	0.27	0.27	0.25	0.27	0.25	0.29	0.28	0.3	0.29	0.28	0.29	0.28	0.3	0.29	0.28	0.26	0.25	0.28	0.27	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.26	0.28	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27	0.27
pH inicial (%)	6.42	6.4	6.14	6.43	6.35	6.14	6.42	6.4	6.43	6.35	6.15	6.22	6.1	6.26	6.26	6.15	6.22	6.25	6.1	6.26	6.31	6.29	6.26	6.29	6.29	6.31	6.26	6.29	6.28	6.28	6.51	6.45	6.37	6.56	6.42	6.51	6.45	6.37	6.56	6.42	6.51	6.45	6.37	6.56	6.42	6.51	6.45	6.37	6.56	6.42
pH final (%)	6.14	6.13	5.94	6.26	6.16	5.92	6.14	6.13	6.26	6.16	5.92	5.97	5.1	6.03	5.93	5.97	5.92	5.93	6.03	6.03	6.11	6	6.03	6	6	6.11	6.03	6	6.3	6.3	6.14	6.16	6.11	6.13	6.13	6.14	6.16	6.11	6.13	6.13	6.14	6.16	6.11	6.13	6.13	6.14	6.16	6.11	6.13	6.13
Acidez (%)	0.022	0.02	0.022	0.019	0.019	0.019	0.022	0.02	0.022	0.019	0.023	0.023	0.024	0.022	0.023	0.023	0.023	0.024	0.022	0.023	0.02	0.02	0.019	0.018	0.021	0.019	0.018	0.021	0.02	0.021	0.019	0.02	0.02	0.02	0.02	0.019	0.02	0.02	0.02	0.02	0.019	0.02	0.02	0.02	0.02	0.019	0.02	0.02	0.02	0.02

**Anexo 2.** Peso vivo inicial de cuyes (g)

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	250	250	260	268
2	258	300	270	250
3	250	310	270	254
4	250	236	290	310
5	260	350	250	300
6	254	260	252	260
7	280	224	260	256
8	240	222	300	230
9	290	234	250	250
10	300	224	240	250
<b>Promedio</b>	263.20	261.00	264.20	262.80

**Anexo 3.** Análisis de varianza para los pesos vivos iniciales de cuyes

F de V	gl	SC	CM	Fc	Sig.
Ración alimenticia	3	53.600	17.867	0.022	NS
Error Exp	36	29640.800	823.356		
<b>Total</b>	39	29694.400			

C.V.= 10.9 %.

**Anexo 4.** Peso vivo final de cuyes (g)

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	814	974	1030	612
2	738	944	922	718
3	712	1018	964	818
4	748	976	918	958
5	796	1234	934	760
6	602	1108	912	862
7	614	1108	832	682
8	596	918	814	516
9	710	590	910	642
10	770	866	886	724
<b>Promedio</b>	710.00	973.60	912.20	729.20

**Anexo 5.** Análisis de varianza para los pesos vivos finales de cuyes

F de V	gl	SC	CM	Fc	Sig.
<b>Ración alimenticia</b>	3	519321.90	173107.30	12.26	**
<b>Error Exp</b>	36	508451.60	14123.66		
<b>Total</b>	39	1027773.50			

C. V. = 14.30

**Anexo 6.** Prueba de significancia Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para pesos vivos finales de cuyes

N°	Ración alimenticia	Promedio	Sig.
1	R2	973.60	.a
2	R3	912.20	.a
3	R4	729.20	b c
4	R1	710.00	.c

**Anexo 7.** Rendimiento de la canal (%) del cuy

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	56.51	65.71	66.99	57.19
2	60.98	66.74	66.16	65.46
3	60.39	70.73	59.13	62.35
4	68.18	68.65	68.63	65.76
5	65.33	68.88	67.45	60.53
6	61.46	72.20	67.98	66.13
7	60.26	67.69	66.11	64.52
8	62.08	67.54	67.57	60.08
9	59.15	64.41	64.84	59.19
10	62.34	66.97	66.59	60.77
<b>Promedio</b>	61.67	67.95	66.14	62.20

**Anexo 8.** Análisis de varianza para rendimiento de la canal

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Sig.
<b>Ración alimenticia</b>	3	279.37	93.12	11.42	*
<b>Error experimental</b>	36	293.60	8.16		
<b>Total</b>	39	572.97			

C. V. = 4.43 %

**Anexo 9.** Prueba de significancia Tukey para rendimiento de canal

N°	Ración alimenticia	Promedio	Sig.
1	R2	67.95	A
2	R3	66.14	A
3	R4	62.20	b c
4	R1	61.67	C

**Anexo 10.** Índice de compacidad de la canal del cuy (g/cm)

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	25.70	37.10	38.57	18.52
2	25.00	35.69	34.08	25.00
3	25.00	41.14	31.40	28.25
4	28.49	38.31	35.67	33.33
5	29.55	53.13	34.81	24.47
6	19.37	46.38	34.16	31.67
7	20.56	42.49	31.14	23.53
8	21.51	35.43	30.39	17.17
9	23.86	21.73	32.98	21.11
10	25.13	36.25	32.96	23.53
<b>Promedio</b>	24.42	38.76	33.62	24.66

**Anexo 11.** ANVA índice de compacidad de la canal del cuy

F de V	gl	SC	CM	Fc	Sig.
<b>Ración alimenticia</b>	3	1490.68	496.89	17.92	**
<b>Error Exp</b>	36	997.97	27.72		
<b>Total</b>	39	2488.65			

C. V. = 17.34 %

**Anexo 12.** Prueba de significancia Tukey para rendimiento de canal del cuy

N°	Ración alimenticia	Promedio	Sig.
1	R2	38.76	.a
2	R3	33.62	.a
3	R4	24.66	. b c
4	R1	24.42	.c

**Anexo 13.** Índice de compacidad de la pierna del cuy

Repeticiones	R1	R2	R3	R4
1	0.40	0.41	0.36	0.36
2	0.39	0.41	0.34	0.39
3	0.38	0.44	0.40	0.39
4	0.40	0.41	0.39	0.36
5	0.35	0.41	0.37	0.39
6	0.34	0.41	0.40	0.38
7	0.39	0.41	0.39	0.38
8	0.38	0.44	0.37	0.39
9	0.35	0.41	0.36	0.38
10	0.34	0.41	0.34	0.38
<b>Promedio</b>	0.37	0.42	0.37	0.38

**Anexo 14.** Análisis de varianza para el índice de compacidad de la pierna del cuy

F de V	gl	SC	CM	FC	Sig.
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.0137	0.0046	14.6470	**
<b>Error Exp</b>	36	0.0112	0.0003		
<b>Total</b>	39	0.0249			

C. V. = 4.60 %

**Anexo 15.** Prueba de significancia Tukey para ICP del cuy

N°	Ración alimenticia	Promedio	Sig.
1	R2	0.42	.a
2	R3	0.37	.a
3	R4	0.38	.b c
4	R1	0.37	.c

**Anexo 16.** Análisis de varianza para Longitud de la canal (Lc)

F de V	gl	SC	CM	Fc	Sig.
<b>Ración alimenticia</b>	3	8.74	2.91	11.11	**
<b>Error Exp</b>	36	9.45	0.26		
<b>Total</b>	39	18.19			

CV = 2.86 %

**Anexo 17.** Análisis de varianza para profundidad interna de pecho (Pip)

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	3.966	1.322	11.322	**
<b>Error Exp</b>	36	4.203	0.117		
<b>Total</b>	39	8.169			

CV = 7.82 %

**Anexo 18.** Análisis de varianza para longitud de Pierna (Lp)

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.63	0.21	8.04	**
<b>Error Exp</b>	36	0.94	0.03		
<b>Total</b>	39	1.57			

CV = 3.36 %

**Anexo 19.** Análisis de varianza para espesor máximo de pierna (Emp)

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.092	0.031	9.020	**
<b>Error Exp</b>	36	0.122	0.003		
<b>Total</b>	39	0.214			

CV = 3.13 %

**Anexo 20.** Análisis de varianza para profundidad máxima de pierna (Prmp)

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.326	0.109	10.745	**
<b>Error Exp</b>	36	0.364	0.010		
<b>Total</b>	39	0.690			

CV = 4.41 %

**Anexo 21.** Análisis de varianza para perímetro máximo de pierna (Pemp)

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.520	0.173	11.308	**
<b>Error Exp</b>	36	0.552	0.015		
<b>Total</b>	39	1.073			

CV = 1.74 %

**Anexo 22.** Análisis de varianza para pH inicial de la carne de cuy

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.363	0.121	20.133	**
<b>Error Exp</b>	36	0.217	0.006		
<b>Total</b>	39	0.580			

CV = 1.23 %

**Anexo 23.** Análisis de varianza para pH final de la carne de cuy

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	0.443	0.148	5.556	**
<b>Error Exp</b>	36	0.957	0.027		
<b>Total</b>	39	1.400			

CV = 2.69 %

**Anexo 24.** Análisis de varianza para acidez de la carne de cuy

<b>F de V</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
<b>Ración alimenticia</b>	3	7.710	2.570	1.752	*
<b>Error Exp</b>	36	5.280	1.467		
<b>Total</b>	39	1.299			

CV = 5.57 %

**Anexo 25.** Cartillas de evaluación de características sensoriales de la carne del cuy

<b>Cartilla 1: CUESTIONARIO PARA LA EVALUACION DE COLOR</b>		
NOMBRE: _____		FECHA: _____
Observe las muestras mercadas con claves en los mismos, usando la escala mostrada indique como le ha parecido el color de cada muestra.		
<b>VALORACION</b>	<b>COLOR</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
- MUY BUENO	(Rosado muy brillante)	(1)
- BUENO	(Rojo pálido brillante)	(2)
- REGULAR	(Rojo-púrpura sin brillo)	(3)
- MALO	(Rojo-plomizo)	(4)
- RECHAZADO	(Oscuro, azulado, verdoso)	(5)

**Cartilla 3: CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE SABOR**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Pruebe las muestras marcadas con claves y evalúe el sabor en los mismos, usando la escala mostrada.

**No trague las muestras**

Indique la intensidad de sabor en cada muestra usando la escala que se presenta:

**SALADO**

- NO SE PERCIBE (1)
- LIGERO (2)
- INTENSO (3)
- SUMAMENTE (4)

**AMARGO**

- NO SE PERCIBE (1)
- LIGERO (2)
- INTENSO (3)
- SUMAMENTE (4)

Muestra	Calificación		
	salado	agrio	amargo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Muestra	Calificación		
	salado	agrio	amargo
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

**Cartilla 4: CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE TEXTURA**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Tome cada una de las muestras marcadas y apriételo entre los dedos pulgares e indique y evalúe las características señaladas e indique la intensidad usando la escala que se presenta para cada muestra.

- |                 |               |                   |               |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------|
| <b>DURO</b>     | <b>CALIF.</b> | <b>RESISTENTE</b> | <b>CALIF.</b> |
| - LIGERAMENTE   | (1)           | - LIGERAMENTE     | (1)           |
| - MODERADAMENTE | (2)           | - MODERADAMENTE   | (2)           |
| - BASTANTE      | (3)           | - BASTANTE        | (3)           |
| - MUY           | (4)           | - MUY             | (4)           |
| - SUMAMENTE     | (5)           | - SUMAMENTE       | (5)           |

Muestra	Calificación	
	Duro	Resistente
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Muestra	Calificación	
	Duro	Resistente
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

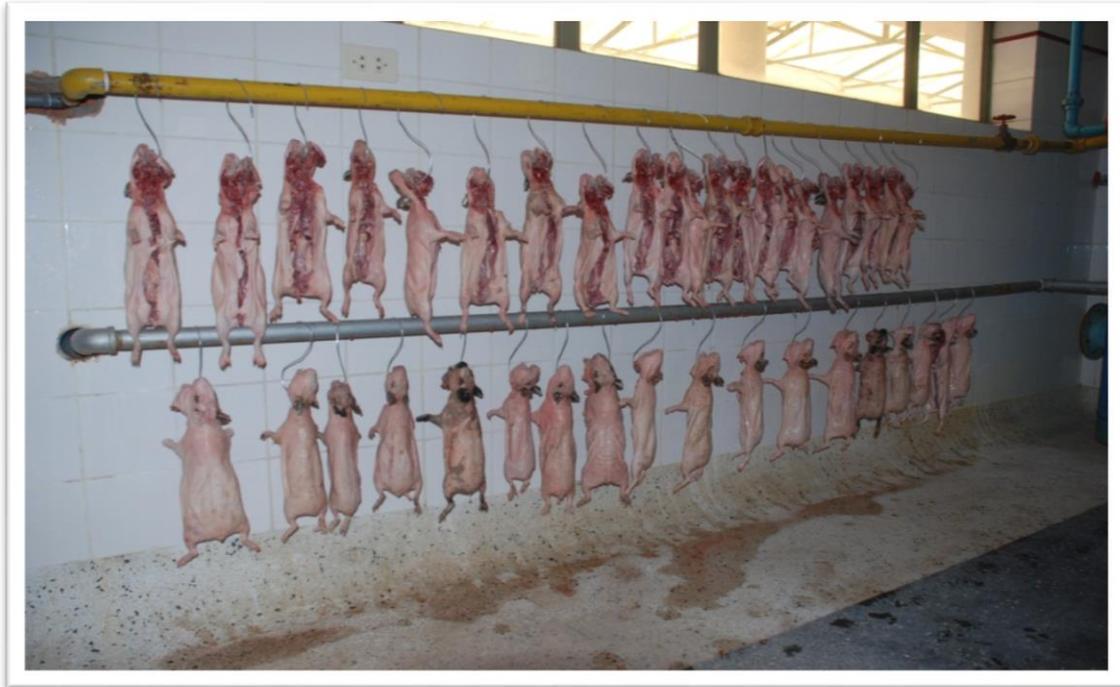
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1.** Crianza de cuyes de la línea Perú



**Foto 2.** Aturdimiento, degüello y pelado



**Foto 3.** Oreado de canales del cuy



**Foto 4.** Medidas objetivas de la canal