

"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA**

(Creada por Ley Nº 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**  
**TESIS**

**"EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
**NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**PRESENTADO POR:**  
ALARCÓN MORA, Erick Eduardo  
GALVÁN CANALES, Leonel Salvador

**HUANCAVELICA, PERÚ**  
**2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 22 días del mes de enero del año 2015, a horas 3:00 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dra. María Del Carmen DURAN MAYTA (PRESIDENTA)**, Ing. Yola Victoria **RAMOS ESPINOZA (SECRETARIA)**, **Mg. Melanio JURADO ESCOBAR (VOCAL)**, designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 156-2012-FCI-COG-UNH, de fecha 04 de abril del 2012, y ratificados con Resolución de Decano N° 005-2015-FCI-UNH de fecha 14 de enero del 2015, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)", presentado por los Bachilleres **Erick Eduardo Alarcón Mora** y **Leonel Salvador Galván Canales**, para optar el **Título Profesional de Zootecnia**; en presencia del Ing. **Paul Herber MAYHUA MENDOZA**, Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 16:50 p.m.; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

**Erick Eduardo ALARCÓN MORA**

APROBADO  POR..... MAYORIA .....

DESAPROBADO

**Leonel Salvador GALVÁN CANALES**

APROBADO  POR..... MAYORIA .....

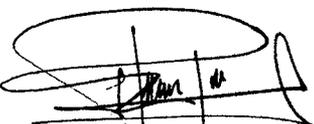
DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano (e)

A mi madre, que con sus cuidados y atenciones me ha apoyado en todas las ocasiones; a mi padre que aunque ya no esté entre nosotros sigue vivo en mi pensamiento, su estímulo fue mi impulso para llegar al final; como olvidar a mis hermanos, mis mejores aliados y a mi amor e hijo que han sido mi impulso, apoyo y sostén.

*Erick Eduardo.*

A la memoria de mi padre Gregorio, que regresó al cielo antes de lo esperado y quien cerró sus ojos antes de ver su sueño realizado; a él dedico la presente tesis por su apoyo, ayuda y sacrificio.

*Leonel Salvador.*

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradecer a Dios por su presencia en nuestras vidas, por darnos la fuerza suficiente para enfrentarnos a los retos que se nos presenta, una de ellas nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor Ing. Paul Herber MAYHUA MENDOZA, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica.

Al Ing. José Luis, CONTRERAS PACO y Mvz. Nicasio, VALENCIA MAMANI, por su orientación, dedicación y contribución desinteresada en el desarrollo de nuestras diversas actividades para el proceso del trabajo.

Al Ing. Miguel Ángel QUISPE SOLANO, por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. María del Carmen DURAN MAYTA, Ing. Yola Victoria RAMOS ESPINOZA e Ing. Melanio JURADO ESCOBAR, miembros guías en el desarrollo del presente.

## INDICE GENERAL

	Pág
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice general	
Índice de tablas	
Índice de gráficos	
Resumen	
Abstract	
Introducción	
<b>CAPÍTULO I</b>	
Problema	
1.1. Planteamiento del problema	01
1.2. Formulación del problema	02
1.3. Objetivo	02
1.3.1. General:	02
1.3.2. Específicos:	02
1.4. Justificación	03
<b>CAPÍTULO II</b>	
Marco teórico	
2.1. Antecedentes	04
2.1.1. Color	04
2.1.2. pH	05
2.1.3. Capacidad de retención de agua	05
2.1.4. Pérdida de cocción y pérdida al descongelado	06
2.2. Bases teóricas	06
2.2.1. Generalidades	06
2.2.2. Sistemas de alimentación en cuyes	07

2.2.3.	Concepto de calidad	09
2.2.4.	Características tecnológicas de la carne	11
2.2.5.	Calidad de la canal	12
2.2.6.	Parámetros que definen la calidad de la canal	12
2.2.7.	Transformación del músculo en carne	15
2.2.8.	Parámetros que definen la calidad de la carne y factores que influyen	17
2.3.	Hipótesis	36
2.3.1.	Hipótesis general	36
2.3.2.	Hipótesis específicos	36
2.4.	Variables de estudio	37
2.4.1.	Variable dependiente	37
2.4.2.	Variables independientes	37
2.4.3.	Definición operativa de variables	37

**CAPÍTULO III**

**Metodología de la investigación**

3.1.	Ámbito de estudio	40
3.2.	Tipo de investigación	40
3.3.	Nivel de investigación	40
3.4.	Método de investigación	40
3.5.	Diseño de investigación	41
3.6.	Población, muestra, muestreo	41
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.7.1.	Técnicas	42
3.7.2.	Instrumentos	43
3.8.	Procedimiento de recolección de datos	44
3.8.1.	Para obtención de pérdida al descongelado.	46
3.8.2.	Para obtención del color.	46
3.8.3.	Para obtención del pH.	47
3.8.4.	Para obtención de la capacidad de retención de agua.	47
3.8.5.	Para la obtención de pérdida por cocción.	47
3.9.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48

## **CAPÍTULO IV**

### **Resultados**

4.1. Presentación de resultados	49
4.1.1. Pérdida al descongelado.	50
4.1.2. Color.	50
4.1.3. pH.	52
4.1.4. Capacidad de retención de agua.	53
4.1.5. Pérdida por cocción.	54
4.2. Discusión	54
4.2.1. Pérdida al descongelado.	54
4.2.2. Color.	55
4.2.3. pH.	55
4.2.4. Capacidad de retención de agua.	56
4.2.5. Pérdida por cocción.	56
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Referencias bibliográficas	59
Anexos	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 01. Clasificación de algunos factores de calidad de la carne según Hofmann (1987).	10
Cuadro 02. Operacionalización de variables.	37
Cuadro 03. Distribución de los animales de acuerdo a los tratamientos.	45
Cuadro 04. Resumen de medias (desviación estándar) de todas las variables estudiadas.	49
Cuadro 05. Medias (desviación estándar) de pérdida al descongelado de carne de cuy por tratamiento.	50
Cuadro 06. Valores "chroma" (desviación estándar) para el color de la carne de cuy por tratamiento.	51
Cuadro 07. Valores del pH (desviación estándar) de la carne de cuy por tratamiento.	52
Cuadro 08. Capacidad de retención de agua (desviación estándar) de la carne de cuyes por tratamiento.	53
Cuadro 09. Pérdida por cocción (desviación estándar) de la carne de cuy por tratamiento.	54
Cuadro 10. Base de datos de la tesis.	74
Cuadro 11. Análisis de varianza de la PDES de la carne de cuy.	74
Cuadro 12. Análisis de varianza del color (valores "chroma") de la carne de cuy.	75
Cuadro 13. Análisis de varianza del pH de la carne de cuy.	75
Cuadro 14. Comparación de medias (Tukey) del pH de la carne de cuy.	75
Cuadro 15. Análisis de varianza de la CRA de la carne de cuy.	76
Cuadro 16. Comparación de medias (Tukey) para la CRA de la carne de cuy.	76
Cuadro 17. Análisis de varianza de la PCOC de la carne de cuy.	77
Cuadro 18. Ficha de apuntes en la que se anotaron los datos obtenidos.	79

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Obtención del tamaño de muestra con el software G*Power.	42
Gráfico 02. Escala de colores y valores "chroma" para la carne de cuyes por tratamiento.	52
Gráfico 03. Gráfico de los resultados de Tukey para el pH de carne de cuy.	76
Gráfico 04. Gráfico de los resultados de Tukey para la CRA de carne de cuy.	77
Gráfico 05. Escala de valores "chroma" de la carne de cuy.	78

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la granja "Hatun Cuy" de la provincia de Huancavelica a 3680 msnm., con el objetivo de determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*), estas características fueron la pérdida al descongelado (PDES), color, pH, capacidad de retención de agua (CRA) y la pérdida por cocción (PCOC). Para ello se seleccionaron 18 animales machos destetados (10-15 días de edad) de raza Perú para ser distribuidos aleatoriamente en tres grupos (T1: alimentación con 100% de alfalfa; T2: alimentación con 50% de alfalfa y 50% de afrecho de cebada; T3: alimentación con 100% de afrecho de cebada); la alimentación tuvo un periodo de 3 meses y posteriormente los animales fueron sacrificados para obtener muestras del músculo *Longissimus lumborum*, esto se desarrolló en el Laboratorio de Salud Animal de la Universidad Nacional de Huancavelica. La PDES y PCOC se obtuvo realizando controles adecuados de peso de las muestras, la determinación del color fue con ayuda del colorímetro reflectante adaptado al software "Lovibond RT color" que nos dio valores "chroma", el pH se obtuvo con un pH-metro electrónico, la CRA se obtuvo según la técnica de Grau y Hamm (1953). Los datos fueron procesados por medio de un diseño completamente aleatorizado, esto con ayuda del software estadístico R (V. 2.15.2). Los resultados de PDES, color, pH, CRA y PCOC fueron 7.49%, 5.90 "chroma", 6.14, 57.13% y 76.22% respectivamente. El sistema de alimentación no tuvo efecto significativo sobre la PDES, color y PCOC ( $p > 0.05$ ); en cambio lograron tener efecto significativo sobre el pH y la CRA ( $p < 0.05$ ). Mostrándose mejores características tecnológicas en carne de animales alimentados con afrecho de cebada (100%) y la combinación de alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%).

**Palabras clave:** Cuy, sistemas de alimentación, características tecnológicas de carne.

## ABSTRACT

This research was developed on the farm "Hatun Cuy" in the province of Huancavelica at 3680 m., In order to determine the effect of three feeding systems on the technological characteristics of the meat of guinea pigs (*Cavia porcellus*) these features were loss to thaw (PDES), color, pH, water holding capacity (WHC) and cook loss (PCOC). T2, feeding 100% alfalfa: power with 50% alfalfa and 50% bran for this 18 male weanlings (10-15 days old) race Peru to be randomized into three groups (T1 were selected barley; T3: diet with 100% barley bran); Food had a period of three months and then the animals were sacrificed to obtain samples of Longissimus lumborum, this developed in the Laboratory of Animal Health, National University of Huancavelica. The PDES and PCOC is obtained by carrying out appropriate checks on sample weight, color determination was using the reflective colorimeter adapted to software "RT Lovibond color" that gave values "chroma", the pH was obtained with a pH meter mail, the CRA was obtained by the technique of Grau and Hamm (1953). The data were processed using a completely randomized design, this using the R statistical software (V. 2.15.2). The results of PDES, color, pH, CRA and PCOC were 7.49%, 5.90 "chroma", 6.14, 57.13% and 76.22% respectively. The power system had no significant effect on the PDES, color and PCOC ( $p > 0.05$ ); however they managed to have a significant effect on pH and the CRA ( $p < 0.05$ ). Appearing best technological characteristics fed beef barley bran (100%) and the combination of alfalfa (50%) and barley bran (50%) animals.

Keywords: Cuy, power systems, technological characteristics of meat.

## INTRODUCCIÓN

La carne de cuy está considerada como un producto de gran calidad, por ser natural, estar libre de sustancias perjudiciales para la salud humana, y por su particular aroma y facilidad para la preparación culinaria. Además debido a que se trata de un producto tradicional y de gran arraigo entre los consumidores, mantiene una demanda elevada. Cada país e incluso cada región presentan unas preferencias sobre un determinado tipo de canal, con un rango muy definido de peso que a su vez está ligado a características tecnológicas.

Las características tecnológicas de la carne dependen de factores de carácter zootécnico como la raza del animal, del tipo de alimentación, del tratamiento sufrido antes y durante la faena (estrés). Estos factores influyen en fenómenos bioquímicos que se producen después de la muerte, particularmente la glicólisis, con consecuencias importantes en la calidad de la materia prima, en particular sobre el contenido de agua y capacidad de retención hídrica, el pH final, la dureza, el color y la capacidad de absorción de sal (Sierra Exportadora, 2013). No existe un factor único al que se le pueda atribuir exclusividad en la calidad de la carne; ya que la combinación de todos estos factores es lo que, en definitiva, determina la calidad de la carne (Cannon *et al.*, 1995).

La mayoría de los estudios que tratan aspectos de calidad de la carne han sido realizados sobre el músculo Longísimo lumbar (*Longissimus dorsi*) que es un músculo blanco con alta capacidad glicolítica. (Cannon *et al.*, 1995).

De entre los factores ajenos al faenado y la conservación que tienen efecto en la calidad de la canal y en las cualidades organolépticas de la carne, la alimentación ocupa un lugar relevante (Sañudo y Campo, 1998). El tipo y cantidad de los alimentos suministrados, el aporte de nutrientes y sus interrelaciones, los aditivos incluidos en la ración tienen efecto sobre los aspectos como el rendimiento de la canal, el estado de engrasamiento, el olor, pH, ternura de la carne, la consistencia y el color de la grasa (Cañeque *et al.*, 1989; Beriain, 1998; Owens y Gardner, 1999). Además, la carne de los cuyes es una fuente importante de nutrientes para el ser humano y tiene un elevado valor sensorial, aunque la

importancia y naturaleza de estas características dependen de la nutrición que reciben los animales (Geay *et al.*, 2001).

Los primeros aspectos que el consumidor considera a la hora de comprar carne son el color y el contenido de grasa de cobertura e infiltrada (Risvik, 1994). El color está relacionado con el grado de oxidación de la mioglobina, que a su vez depende del grado de protección de la misma frente a los pro oxidantes (Monahan *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 1995; McDowell *et al.*, 1996). El tenor graso está relacionado fundamentalmente con el nivel de alimentación durante el período previo al sacrificio (INRA, 1988).

Las propiedades tecnológicas de la carne permiten evaluar su aptitud y comportamiento en las etapas de conservación, comercialización, industrialización y preparación para el consumo; dentro de ellas, el pH, la capacidad de retención de agua, la textura, el color y su estabilidad.

El pH es un parámetro importante relacionado con la susceptibilidad de la carne a su deterioro y se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne (Wirth, 1987). La capacidad de retención de agua determina la pérdida de peso, principalmente por liberación de jugos, que se producen en toda la cadena de distribución y transformación de la carne, pudiendo también afectar la calidad de la carne, especialmente en términos de jugosidad y palatabilidad (Zea *et al.*, 1985). El color está relacionado con la concentración de mioglobina y pigmentos proteicos presentes en el músculo, pudiendo ser afectado por las enzimas, la dieta, la edad del animal, e incluso la actividad realizada por el animal (Muchenje *et al.*, 2009).

Existe poca información acerca de los sistemas de alimentación de cuyes y su efecto sobre las características tecnológicas de su carne. Por ello se realizó el presente trabajo con la finalidad de determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*).

**Los autores.**

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La crianza de cuyes en el Perú es una actividad complementaria a la agrícola, manejada en forma tradicional en sistemas familiares que contribuyen a la seguridad alimentaria de los pobladores rurales pobres y de extrema pobreza. Por su bajo costo de producción, elevado precio de venta y demanda en el mercado, contribuye a la generación de microempresas familiares (Castellón, 2009).

Existe en las ciudades de la costa y principalmente en Lima, un mercado emergente para la carne de cuy; por ello se han formado granjas de tecnología media que ofertan el producto a una serie de restaurantes especializados. La carne se consume en ocasiones especiales y ya preparada, no entrando aún a la distribución masiva (Castellón, 2009). Aún las tecnologías de alimentación no están bien desarrolladas ni estudiadas; por lo que aún hay deficiencias en la alimentación de los animales

La nutrición animal es lo que hace la diferencia en la producción y es por ello que se debe saber racionar los alimentos para mejorar las características tecnológicas de la carne. Dentro de éstos últimos los aspectos nutricionales constituyen las causas más importantes que determinan la calidad de carne (Castro, 2002), pero aún hay mínimos estudios sobre los efectos de los alimentos sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes.

La problemática de la crianza de cuyes en Huancavelica está dada por su alimentación ya que las condiciones climáticas adversas como sequías, inundaciones, heladas, nevadas, etc., interfieren en la producción adecuada. La escasez permanente de pastos de alto contenido proteico, interfiere de manera negativa en la producción de cuyes ya que se ve afectada su alimentación. Sin

embargo mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza para aprovechar su carne. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo.

Frente a estas circunstancias de la baja producción por motivos de alimentación, surge la necesidad de evaluar los efectos de los sistemas de alimentación sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*), para así llegar a tener una buena calidad de carne y aprovechar las oportunidades de los mercados crecientes a nivel nacional y de exportación; consecuentemente mejorar los ingresos económicos de las familias que se dedican a su crianza.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de los tres sistemas de alimentación en las características tecnológicas de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*)?

## 1.3. OBJETIVO

### 1.3.1. GENERAL:

Evaluar el efecto de los tres sistemas de alimentación en las características tecnológicas de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*).

### 1.3.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la pérdida al descongelado de la carne de cuy.
- Determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el color de la carne de cuy.
- Determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el pH de la carne de cuy.
- Determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la capacidad de retención de agua de la carne de cuy.
- Determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la pérdida por cocción de la carne de cuy.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

El sector agropecuario peruano es y continuará siendo uno de los principales motores de la economía. Además, de ser un gran generador de divisas para el país, producto de las exportaciones que realiza, el sector agropecuario es también de vital importancia en lo social ya que permite la generación de fuentes de empleo.

El desarrollo pecuario a nivel nacional y local está estrechamente ligado al desarrollo social y cultural de los pueblos, por lo que los diversos sistemas de alimentación deben estar en permanente cambio para mejorar economía y contribuir a un buen manejo de los recursos.

La crianza de cuyes es una actividad que paulatinamente ha ocupado un espacio dentro de la actividad pecuaria, ya que su consumo se ha incrementado en la población urbana lo que ha conllevado a que muchas personas se dediquen a la crianza como una actividad económicamente alternativa. Ello impulsa a realizar investigaciones que estén encaminadas a mejorar su producción, una de estas por medio de la alimentación y así poder aumentar los ingresos económicos de los productores.

El estudio de los tres sistemas de alimentación en la crianza de cuyes permite determinar el efecto de éstos sobre las características tecnológicas de la carne; que nos permiten tomar decisiones para mejorar la producción y la rentabilidad económica, justificando la inversión de los productores y logrando el desarrollo de la producción de carne de cuyes. Además los resultados de este trabajo servirán como base sólida para futuras investigaciones en este campo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Color

Varios autores han encontrado que la carne de terneros alimentados con pasto, presenta una coloración más oscura (Hedrick *et al.*, 1983; Crouse *et al.*, 1984; Bidner *et al.*, 1986). También Espejo *et al.*, (1998), en un estudio realizado con tres tipos genéticos de terneros, encuentran valores de L\* superiores en los animales alimentados con concentrado que en los que recibieron una alimentación a base de pasto.

No obstante, algunos autores no han encontrado diferencias en el color de la carne de terneros cebados con pienso compuesto y diferentes proporciones de alfalfa deshidratada (Alberti *et al.*, 1992), ni en el color de la carne de vacas Frisonas alimentadas con pienso y diferentes tiempos de acabado (Alberti y Sañudo, 1987). Es por esto, por lo que el efecto de la naturaleza de la alimentación en rumiantes no tiene capital importancia sobre las características cromáticas de la carne (Hedrick *et al.*, 1983; Alberti *et al.*, 1992), posiblemente como consecuencia de los procesos transformativos que tienen lugar en el rumen.

En esta línea, Mamaqui (1996), tampoco encuentra diferencias significativas en los valores L\*, a\*, b\* de terneros cebados con un pienso testigo y con pienso de mandioca y gluten feed.

En cuanto al nivel de alimentación, se ha visto que un plano de alimentación energética elevado, disminuye la concentración de pigmentos hemínicos (Lawrie, 1977).

**2.1.2. pH**

Alberti *et al.* (1988), en vacunos, observa que los distintos regimenes alimenticios con alfalfa deshidratada no afectan al valor de pH final de la carne.

Por otro lado Sañudo (1992), en un estudio en ovinos, muestra que el valor final del pH (aproximadamente a las 24 h. después del sacrificio) como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan a las características organolépticas (color, jugosidad, flavor, etc.) y tecnológicas de la misma (capacidad de retención de agua, capacidad de conservación).

**2.1.3. Capacidad de retención de agua**

Se han encontrado correlaciones entre la CRA y otros parámetros productivos y de calidad de la carne. Así, Alberti *et al.*, (1995) en un trabajo realizado sobre terneros de seis razas españolas, observan que las razas que tuvieron mayor ganancia diaria de peso tendieron a presentar menor CRA del músculo y mayor dureza, además sus canales fueron las más magras, ya que presentaron el menor estado de engrasamiento.

Alberti *et al.*, (1995) no encuentran diferencias significativas en la CRA, ni por el efecto raza, ni por el efecto tipo de alimentación, en la carne procedente de terneros de las razas Parda Alpina y Pirenaica, alimentados con un pienso testigo y con un pienso de mandioca y gluten feed. Contrariamente, Espejo *et al.*, (1998) en un trabajo realizado con terneros de raza Retinta y cruces de ésta con Limusín y Charolés, alimentados con pasto y con concentrado, encuentran diferencias significativas en los valores de la CRA debidas al efecto raza, pero no al tipo de alimentación.

En un trabajo realizado por Alberti y Sañudo (1987) con terneros frisonos, observaron que el acabado prolongado a pienso incrementó la CRA,

mientras que la naturaleza del pasto empleado no influyó sobre ésta. En la jugosidad, como característica afectada por el nivel de engrasamiento, se ha comprobado que influye el nivel de energía, resultando más jugosa la carne de animales alimentados con dietas ricas en energía (Hedrick *et al.*, 1983; Aalhus *et al.*, 1992). En el mismo sentido, García Torres *et al.*, 1998, observan en terneros de raza Retinta, una mayor CRA en aquellos que fueron alimentados a base de concentrado.

**2.1.4. Pérdida de cocción y Perdida de descongelado**

Estas variables de estudio se ha tenido limitaciones debido que no hay investigaciones similares.

**2.2. BASES TEÓRICAS**

**2.2.1. Generalidades**

El cuy o cobayo es un mamífero roedor originario de la zona andina como animal productor de carne. Se le conoce como cuy en Perú y Ecuador, curi en Colombia, conejo en Bolivia, acure o acurito en Venezuela y cuyo en México. En otros continentes se les ha dado otros usos, cuando es utilizado como animal de compañía se los denomina guinea pig y cobayo como animal experimental (INIA, 2011).

La crianza de cuyes es una actividad que paulatinamente ha ocupado un espacio dentro de la actividad pecuaria, partiendo de la premisa que es una especie que tiene origen andino y cuyo consumo se ha incrementando en la población urbana lo que ha conllevado a que muchas personas e instituciones se dediquen a la crianza de cuyes como una actividad económica alternativa (INIA, 2011).

En el Perú la crianza de cuyes ha evolucionado favorablemente gracias a la contribución de la Investigación realizada en el país. La crianza de cuyes siempre tuvo importancia por el rol que tenía dentro de las familias rurales, antes de la década de los 70 se manejaban pequeños núcleos que eran criados para el autoconsumo, no había una comercialización del

producto en los mercados, la productividad era muy baja por lo que se la consideraba como una actividad domestica ligada al manejo de la mujer rural e hijos menores (Chauca, 1997).

En la década de los 90 la crianza de cuyes mejora su productividad y es insertada como un subsistema en las fincas, se manejaba como una actividad complementaria pero se establecen como sistema familiar-comercial. Se incrementa la población de cuyes, esto como consecuencia de una mayor apertura del mercado. En esa década se fortalece la investigación con la finalidad de resolver las limitantes encontradas en el campo (Chauca, 1997).

A partir del año 2000, después de un largo proceso de selección se consolidan las razas, marcando un hito en la crianza de cuyes. Se analiza la contribución de las disciplinas y el efecto que produce en la crianza tecnificada de cuyes. Con todo ello se logra producir carne de cuy que es ofertada y aceptada en los mercados de las ciudades. Se intensifica la crianza comercial y logra resultados espectaculares en la costa del Perú. El clima más benigno, la existencia de sub productos agrícolas e industriales permite fortalecer la crianza con raciones con alta densidad nutricional (Chauca, 1997).

### **2.2.2. Sistemas de alimentación en cuyes**

Chauca (1997), menciona que los sistemas de alimentación son de tres tipos: con forraje, con forraje más balanceados, y con balanceados más agua y vitamina C. Estos sistemas pueden aplicarse en forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo a lo largo del año.

Hidalgo (1994), señala que la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de

los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción.

Rico y Rivas (2003), indican que la alimentación consiste, en hacer una selección y combinación adecuada de los diferentes nutrientes que tienen los alimentos, con el fin de obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional. Para lograr que los cuyes tengan buena producción y crezcan rápidamente, se les debe suministrar un alimento adecuado de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Los nutrientes son sustancias que se encuentran en los alimentos y que el animal utiliza para mantenerse, crecer y reproducirse. Los animales necesitan diferentes proporciones de nutrientes.

Rico y Rivas (2003), indican que existen algunos sistemas de alimentación en cuyes las cuales se adecuan de acuerdo a la disponibilidad de alimento y los costos que estos tengan a través del año. De acuerdo al tipo de crianza (familiar, familiar-comercial y comercial) y a la disponibilidad de alimento, se pueden emplear tres sistemas de alimentación: la alimentación con forraje, la alimentación mixta y la alimentación en base a balanceados.

Aliaga (2005), señala que uno de los principales factores a tener en cuenta en la crianza de cuyes es su alimentación oportuna y adecuada. Por eso, es mejor tener pastizal propio. La disponibilidad de forraje permitirá medir hasta cuántos animales podemos criar. La extensión que se requiere para mantener a 300 reproductoras con los respectivos gazapos, juveniles y adultos, que hacen una población aproximada de 1000 animales en total, es de 1 hectárea. Como principal alimento se recomienda alfalfa solo o la asociación de *rye grass* + trébol.

Chauca (1997), menciona que mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar para aprovechar su precocidad, prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne

precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo. Solamente con una leguminosa como la alfalfa proporcionada en cantidades *ad libitum* podría conseguirse buenos crecimientos así como resultados óptimos en hembras en producción.

Huamán (2007), señala tres tipos de sistemas de alimentación: Forraje como único alimento, solo nos satisface los requerimientos de los cuyes en producción. Alimentación mixta que se basa en la alimentación con forraje más alimento balanceado y concentrado más agua más vitamina C, cuando se le da solo alimentos secos el cuy requiere de fuentes como el agua y vitamina C.

### **2.2.3. Concepto de calidad**

Son muchas y variadas las definiciones que a lo largo de los últimos años se han dado acerca de la calidad. La calidad de un producto en sentido genérico, se puede definir como el conjunto de características que le confieren una mayor aceptación y un mayor precio en el mercado.

Sanchez *et al.* (1998), comparten la vieja definición de calidad como "Poder de atracción sobre el comprador y capacidad para satisfacer a este cuando se le convierte en consumidor". Son varias las definiciones de calidad que se recogen dentro de la misma "la capacidad para responder a las necesidades de la demanda", lo que conlleva capacidad para ofrecer una calidad constante (productos uniformes) y asegurar esa calidad al consumidor (controles de calidad).

El término de calidad es complejo de definir cuándo se aplica a un alimento, debido a la diversidad de factores que están implicados en su manejo, pero en cualquier caso, se puede aceptar que la calidad es la adecuación del producto al uso que se le vaya a dar (Touraille, 1991).

Además el concepto de calidad es dinámico, en el sentido que varía con el tiempo y con el espacio, como son de índole geográfico, cultural, religioso, psicológico, etc.

La investigación sobre calidad de la canal y de la carne es una disciplina práctica, enfocada fundamentalmente a la mejora de la capacidad del sector cárnico para satisfacer las demandas de los consumidores en carnes y productos cárnicos de calidad a un precio aceptable (Kempster, 1989).

Al hablar de la calidad de la carne, hemos de considerar las cualidades que constituyen el valor sensorial (calidad organoléptica) y nutritivo (calidad nutritiva) de la misma, junto con una serie de propiedades funcionales necesarias en el procesado y la fabricación de los productos cárnicos (aptitud tecnológica); según algunos autores se debe incluir también la calidad higiénico - sanitaria (Touraille, 1991) como garantía de no producir un riesgo para la salud del consumidor, aspecto éste que entendemos debe considerarse prioritariamente.

Hofmann (1987), agrupa las características o factores de calidad de la carne en cuatro grandes grupos (Cuadro 01).

Cuadro 01. Clasificación de algunos factores de calidad de la carne según Hofmann (1987).

Sensoriales	Nutricionales	Higiénicos	Tecnológicos
Color	Proteínas	Bacterias	Estructura
Exudación	Aminoácidos	Esporas	Textura
Grasa infiltrada	Ácidos grasos	Hongos	Consistencia
Olor	Vitaminas	pH	Viscosidad
Gusto	Minerales	Actividad de agua	Color
Aroma	Digestibilidad	Potencial redox	CRA
Contenido graso	Valor Biológico	Aditivos	Estado de
Composición		Contenido graso	proteínas
grasa		Toxinas	Estado de grasa

Temeza		Residuos	Tejido conjuntivo
Textura		Composición	pH
Jugosidad		grasa	Humedad
pH		Colesterol	

No existe una clara conexión o interrelación entre la calidad de la canal y la calidad de la carne. El actual sistema de valoración visual de las canales es insuficiente y no permite emitir juicios precisos sobre índices de calidad de carne como la palatabilidad (Kirton, 1989).

Cada día existe un mayor interés por parte de todos los sectores implicados en la producción y comercialización de la carne en esforzarse por satisfacer esa calidad que el consumidor tanto demanda, ya que en definitiva es éste el que tiene la última palabra. Esto se ha traducido en el desarrollo de diversas iniciativas y actuaciones con el fin de promocionar la carne de calidad, en las que se encuentran implicados tanto la administración, como asociaciones de criadores y consumidores.

#### **2.2.4. Características tecnológicas de la carne**

Las características tecnológicas de la carne son aquellas que tienen ciertas características técnicas dentro de unos rangos óptimos, favoreciendo su mejor procesado. Como caracteres más importantes podemos resaltar: color, pH, conductividad, capacidad de retención de agua y grasa intramuscular indica Touraille (1991).

Sanchez *et al.* (1998). Define a las características tecnológicas de la carne como un conjunto de características o atributos de la carne, demandadas por el consumidor, de interés para los sectores productivos y de comercialización, y entendidas en un marco conjunto regulado por el Estado.

### **2.2.5. Calidad de la canal**

Las características de la canal tienen una gran importancia desde el punto de vista económico, ya que como indicó Colomer - Rocher (1976), las transacciones comerciales en el mercado de la carne tienden a realizarse cada vez más sobre la canal y menos sobre los animales en pie. Esta afirmación sigue siendo totalmente válida en la actualidad.

Para Soltner (1971), la calidad de la canal es el grado de adaptación a la carnicería, es decir, la aptitud de una canal para dar al productor el máximo de músculos, y el mínimo de huesos, desechos de grasa, etc.

La calidad de una canal en cualquier mercado depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo, grasa y desechos, ya que esto es lo que se va a consumir (Ruiz de Huidobro *et al.*, 1996). Estas proporciones varían de unas canales a otras, por lo que se puede decir que el valor de una canal depende principalmente del crecimiento diferencial y del desarrollo que ha tenido lugar desde el momento de la concepción hasta el sacrificio.

Las características de calidad de las canales se establecen a partir del peso de la canal en caliente, la conformación y el grado de engrasamiento. Proporcionan estos parámetros, junto con las categorías y basándose en interrelaciones calculadas, información sobre el músculo, la grasa y el hueso de la canal, sobre la cantidad y composición de las piezas, la cantidad de tendones y la constitución de la musculatura y el tejido graso (Schön, 1973).

### **2.2.6. Parámetros que definen la calidad de la canal**

#### **Conformación**

La conformación es equivalente a la morfología o forma de una canal, y a través de su evaluación, se pretende medir la cantidad de carne vendible o consumible, especialmente de sus partes más selectas (Sañudo *et al.*, 1998). La conformación se ha definido como el espesor de la carne y de la

grasa subcutánea con relación a las dimensiones del esqueleto. Es la forma general de la canal, su grado de redondez y de compacidad.

La conformación de la canal, como medida de la composición y calidad, ha sido durante un tiempo bastante discutida, presentándose incluso planteamientos antagónicos (Boccard y Dumont, 1960; Colomer - Rocher *et al.*, 1982). Sin embargo la decisión última se posiciona en el sentido de incluirla en el sistema de clasificación de canales, por ser las mejor conformadas las que proporcionan una mayor proporción de los cortes de más valor comercial.

### **Estado de engrasamiento**

El estado de engrasamiento se define como la proporción de grasa que presentan las canales respecto a su peso. Es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de una canal (Briskey y Bray, 1964) y por lo tanto, es el criterio de calidad más importante en la clasificación comercial de las canales, ya que el nivel de grasa influye en la ternura de la carne (las canales más grasas se enfrían más lentamente, por lo que se hacen más tiernas).

El estado de engrasamiento, ejerce una notable influencia en la cantidad de carne vendible, entre canales de peso semejante (Ramsey *et al.*, 1963; Cuthbertson, 1979), y por este motivo debe de ser considerado por el productor para tratar de adaptar su producción a los gustos del mercado (Cabreró, 1991).

### **Peso y rendimiento de la canal**

Comercialmente, el peso es el que determina el valor de una canal, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilo (Harris, 1982) y también es empleado como factor de clase por algunos sistemas de clasificación (Flamant y Boccard, 1966).

El peso constituye un indicador de la cantidad de músculo de la canal (Barton y Kirton, 1958; Tulloh, 1963 Berg y Butterfield, 1966; Russel y

Barton, 1967; Robelin *et al.*, 1974) al estar ambos íntimamente relacionados, como también lo es de otros criterios de calidad: conformación, composición regional, cantidad de grasa, hueso y composición química de la carne. El aumento del peso de la canal se refleja en un incremento de los espesores musculares y acúmulos adiposos, y por lo tanto de las dimensiones de la canal, así como de todos los componentes que la forman (Sañudo *et al.*, 1998).

### **Composición de la canal**

Desde el punto de vista anatómico, de la composición regional de la canal resultan una serie de piezas comerciales que se clasifican en distintas categorías, en función de su terneza potencial.

Desde el punto de vista histológico, la canal está formada por numerosos tejidos (muscular, óseo, adiposo, conjuntivo, epitelial; nervioso, sangre y linfa), pero desde el punto de vista productivo, interesan los tres primeros. En una canal existe una gran variedad de componentes tisulares distintos que de forma práctica se resume en tres: grasa, músculo y hueso. Esta composición tripartida depende del crecimiento alométrico de los tres componentes citados que son 0.85, 1.0 y 1.5 (Tulloh, 1963) para el hueso, músculo y grasa respectivamente. En consecuencia, cuando el animal va teniendo más edad (madurando) y aumentando en peso absoluto, la proporción de grasa en la canal aumenta proporcionadamente, el porcentaje de hueso disminuye y el de músculo se mantiene constante (Sañudo *et al.*, 1998).

La valoración cuantitativa de una canal comprende la evaluación de los principales tejidos que la componen (óseo, muscular y adiposo), determinando la cantidad y la proporción en la que se encuentran. Desde el punto de vista económico, la relación entre estos parámetros constituye el determinante casi exclusivo del valor económico del animal (Sañudo *et al.*, 1998).

Según Robelín, (1986), la canal ideal es aquella que tiene un alto porcentaje de tejido muscular, una cantidad suficiente de grasa infiltrada y una proporción de grasa de cobertura limitada, que reduzca las pérdidas durante el faenado de la canal y de la carne y por lo tanto, disminuya los costos de producción.

Wolf y Smith (1983) proponen que exista una proporción máxima de músculo, una proporción mínima de hueso y unos niveles óptimos de grasa. Este último carácter es importante, ya que las canales requieren un mínimo de grasa subcutánea, necesaria para minimizar las pérdidas de humedad de la canal tras el sacrificio y protegerla de la desecación y de las contaminaciones bacterianas en la cámara frigorífica (Cuthbertson y Kempster, 1979).

#### **2.2.7. Transformación del músculo en carne**

La carne es el resultado de una serie de transformaciones y de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el músculo tras la muerte del animal.

Cuando el animal muere, el músculo se ve privado de riego sanguíneo, y por tanto de oxígeno; esto hace que se bloquee la síntesis de ATP, que es la fuente ordinaria de obtención de energía muscular, con lo cual el músculo se ve obligado a adquirir esa energía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva, dando lugar a la producción de ácido láctico (Monin, 1998). A esto hay que añadir la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico al espacio miofibrilar. Todo ello conduce a un descenso del pH muscular, a la unión irreversible de las proteínas musculares (actina y miosina) y en consecuencia a un acortamiento muscular. De esta forma se instaura el *Rigor mortis*, etapa en la que empeoran las características sensoriales de la carne (Berlain y Lizaso, 1997): aumenta la dureza, disminuye la capacidad de retención de agua y aumenta la cantidad de jugo expelido.

La duración de esta etapa es de 24 horas postsacrificio, momento a partir del cual se estabiliza el pH y comienza la etapa de Maduración, en la que mejoran las características de la carne, produciéndose un ablandamiento de ésta, un ligero incremento de la capacidad de retención de agua, así como el desarrollo de aromas característicos.

En las características organolépticas y tecnológicas de la carne, tiene tanta importancia el valor del pH final (a las 24 horas postsacrificio), que en cuyes se considera adecuado entre 5,5 y 5,6 (SEPAR, 2009), como la velocidad de descenso del pH, siendo responsable de ésta, las reservas de glucógeno del animal en el momento del sacrificio. En animales que llegan al sacrificio muy fatigados, el pH desciende escasamente y muy despacio, ya que el glucógeno se ha consumido antes del sacrificio, y como consecuencia el pH final es elevado (Sañudo, 1992), dando lugar a las carnes DFD (dark, firm, fry) (Lawrie, 1966), que es una carne oscura, de textura basta y con elevada capacidad de retención de agua.

Si por el contrario, el animal sufre estrés en el momento previo al sacrificio, la temperatura corporal aumenta, de forma que las reservas de glucógeno se consumen rápidamente y la caída del pH es acelerada y mucho mayor, dando lugar a las carnes PSE, que son carnes claras, exudativas y con una escasa capacidad de retención de agua.

De lo anterior se deduce la gran importancia que tiene el estrés y el manejo previo al sacrificio del animal tanto el pH final como en la velocidad de descenso de éste. Fischer (1988), confirma la importancia emocional del estrés presacrificio, incidiendo especialmente, en el consumo de glucógeno que tiene lugar en el músculo, que es el resultado de la secreción de adrenalina. Este hecho tiene una gran trascendencia, ya que el pH final va a determinar todas las características organolépticas de la carne: color, textura, jugosidad, flavor, etc. Guignot *et al.* (1994), afirman que tanto la jugosidad como el flavor, están altamente correlacionados con el pH final de la carne. Santolaria, (1993) encuentra

una relación muy significativa entre el pH y la terneza. Lawrie (1966) afirma que la jugosidad es mínima cuando el pH se aproxima a 6, sin embargo Preston y Willis (1974) opinan que la jugosidad no está asociada con el pH exclusivamente. Según Bouton *et al.* (1972), existe una estrecha relación entre el pH último y la terneza y capacidad de retención de agua del músculo, manifestándose los efectos de la raza y de la dieta como secundarios.

Según la bibliografía, la relación pH-CRA es manifiesta, aumentando la CRA cuanto mayor es el pH (Hamm, 1960; Renerre, 1986; Purchas, 1990) y éste es el caso de las carnes DFD, si bien Hamm, 1960, indicó que ese efecto se presentaba cuando el pH ya era muy elevado ( $\geq 6,5$ ). No obstante hay muchas excepciones a esta regla y la relación parece un poco ambigua (Ranken, 1976), siendo importante no sólo el pH final sino también su ritmo de descenso y algún otro factor aún no determinado que parece tener una influencia decisiva en esta relación; Shackelford *et al.* (1992) indican que las variaciones en el pH han de ser suficientemente grandes, aunque no apuntan el valor, para que se vea afectada la CRA y esto es lo que observó también Purchas (1990), quién afirma que en el rango de pH 5,4-5,8, valor de una carne calificada como normal, no hay una relación clara del pH con la CRA.

#### **2.2.8. Parámetros que definen la calidad de la carne y factores que influyen**

##### **a) Pérdida al descongelado**

La pérdida por descongelado es la proporción, en peso, que pierde la carne al pasar por el proceso de descongelado; esto se expresa en porcentajes. Este es una característica de gran importancia para el intermediario o vendedor que compra el producto para almacenarlo y realizar la venta posterior. Productos que tengan mayor pérdida al descongelado generarán pérdidas económicas en los intermediarios; por ello la importancia de realizar mediciones de esta variable.

La técnica para determinar la pérdida al descongelado es registrar los pesos de las canales congeladas y descongeladas; luego por medio de una operación matemática se obtiene la proporción, en peso que ha perdido el producto, después de ser descongelada.

**b) Color.**

Desde un punto de vista físico, el color de la carne es el resultado de la distribución espectral de la luz que la ilumina, y de la intensidad de la luz reflejada por su superficie. Como percepción visual, está determinada por tres componentes: la luz, la carne y el observador, lo que introduce aspectos subjetivos y psicológicos. Se considera como una característica tridimensional de los objetos, determinada por un atributo de claridad y dos atributos cromáticos, el tono y la saturación.

El color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor en el momento de la compra, hasta el punto de ser considerado como uno de los criterios preferenciales para el consumidor (Riley *et al.*, 1980; Mac Dougall, 1982; Frapple, 1984; Judge *et al.*, 1989; Allen, 1989; Clydesdale, 1991; Shackelford *et al.*, 1992; Krammer, 1994).

El consumidor "en general" prefiere carne de color rojo brillante, mientras que rechaza la de color apagado o pardo (Beriaín y Lizaso, 1997). No obstante, en la aceptación del color influyen factores geográficos, sociales, culturales, por lo que la generalización en este parámetro es compleja.

El color de la carne depende de la concentración de mioglobina y del estado químico en que se encuentre, así como de la estructura de la superficie y de la proporción de grasa intramuscular (Renner, 1981; Judge *et al.*, 1989).

La mioglobina es el más importante de los pigmentos de la carne. Ejerce funciones de almacenamiento y transporte de oxígeno necesario para el músculo, por lo que su concentración aumenta a medida que crece la demanda de oxígeno; por ello es superior en los músculos más activos, en los animales de mayor edad, y muy diferentes entre las distintas especies domésticas. La hemoglobina (especialmente en los animales mal sangrados), los citocromos y los flavonoides pueden influir también en el color de la carne, así como, indirectamente, su contenido en humedad y grasa intramuscular (Cepero y Sañudo, 1996).

Pero no solamente es importante el contenido en mioglobina, sino que también el estado químico en que ésta se encuentre. En la carne fresca, la mioglobina se puede presentar en tres formas básicas: Mioglobina reducida, de color rojo púrpura, que es la que se encuentra en el interior de la carne y se puede apreciar en carne recién cortada; Oximioglobina, de color rojo cereza, que se forma cuando la mioglobina entra en contacto con el oxígeno del aire, y Metamioglobina, de color parduzco, formada tras la oxidación prolongada de las anteriores. Además de estas tres formas básicas, la mioglobina puede adoptar otras formas por combinación con distintos grupos químicos: Sulfomioglobina (por acción bacteriana); Carboximioglobina (en productos ahumados); Nitrosomioglobina (en curados), etc.

Según Mac Dougall (1982), todos aquellos factores como el pH, la capacidad de retención de agua, el veteado, el tejido conectivo, el tamaño de las fibras musculares y la desnaturalización de las proteínas, que afectan a las propiedades ópticas de la carne, pueden tener una influencia significativa en el color.

La estructura de la carne está estrechamente relacionada con el pH (Renerre, 1988). Así, al descender el pH a valores próximos al

punto isoelectrico de las proteínas, disminuyen los grupos iónicos libres para ligar el agua (pierde capacidad de retención de agua), por lo que las cadenas de proteína se unen dando lugar a una estructura cerrada, que impide que la luz penetre fácilmente y es reflejada, dando lugar a un color más claro. Si por el contrario, el pH es elevado, aumenta la capacidad de retención de agua, las fibras musculares se hinchan y la estructura miofibrilar es más abierta, debido a la retención de agua entre las cadenas proteicas. De esta forma, la superficie de la carne refleja una menor cantidad de luz, y su color aparece más oscuro.

Según Honikel (1998), existen tres fuentes en la variación del color de la carne: La primera, de tipo intrínseco, es el contenido en pigmentos del músculo, el cual depende de factores de producción tales como la especie, edad y régimen nutricional; la segunda fuente se refiere a las condiciones de manejo en los períodos presacrificio, sacrificio y postsacrificio, por la influencia en el pH y en la temperatura; la tercera, está relacionada con el tiempo de almacenamiento y con los procesos de oxigenación y oxidación.

Junto a estas fuentes de variación del color de la carne, otro de los factores que influye, es el instrumento de medida y las condiciones en que ésta se realiza. Esto tiene gran importancia a la hora de comparar resultados (Casens *et al.*, 1995; Honikel, 1998).

### **Medición del color.**

Existen distintas técnicas para evaluar el color de la carne:

**Métodos químicos:** Se basan en la medida del contenido en mioglobina de la carne, previa extracción química, y posteriormente se determina su concentración a través del poder

de absorbancia de la luz en un espectrofotómetro. Son métodos complicados y costosos en el tiempo, y además son destructivos, lo cual no permite realizar otro tipo de medidas sobre la misma muestra. Además, estos métodos no distinguen ni cuantifican los tres estados químicos en los que se puede encontrar la mioglobina.

Una de las técnicas más utilizadas es la determinación del hierro hemínico, descrita por Hornsey (1956), que permite estimar el contenido en mioglobina, ya que ésta contiene más del 95 por ciento del hierro de la carne.

**Métodos físicos:** Se basan en la medición directa del color de la carne mediante instrumentos físicos como reflectómetros, colorímetros y espectrofotómetros. Son métodos que representan mejor la percepción visual del color que los métodos químicos, no son destructivos, lo cual permite evaluar los cambios de color a lo largo del tiempo sobre una misma superficie (Hunt *et al.*, 1991) y permiten cuantificar el porcentaje relativo de mioglobina reducida, oximioglobina y metamioglobina en la superficie de la carne. Las medidas instrumentales tienen la ventaja de no estropear la superficie sobre la que se mide, presentar una correlación más elevada que la cuantificación de pigmentos con otros parámetros como el pH o los metabolitos glucolíticos del músculo (Mohan Raj *et al.*, 1992) y medir el color de igual manera que lo ve el consumidor.

Los reflectómetros miden la luz reflejada por la carne a distintas longitudes de onda (por lo tanto no miden propiamente el color), tras la exposición a un iluminante dado. Algunos equipos miden en superficie, y las sondas de fibra óptica, miden en el interior del músculo. Se obtienen así, coeficientes de reflectancia (R) y de absorción de la luz (K). Este último es máximo para la mioglobina

(incluyendo sus derivados) a 525 nm de longitud de onda. También se han desarrollado múltiples relaciones entre los índices R y K obtenidos a distintas longitudes de onda para calcular el porcentaje de los distintos estados químicos del pigmento.

Los colorímetros de tipo "*tristímulus*" son los más empleados actualmente. Estos aparatos constan básicamente de una fuente de luz estandarizada (el iluminante C) y un observador, que mide la cantidad de luz reflejada a través de tres filtros (rojo, verde y azul), que corresponden a la sensibilidad del ojo humano. El color se describe con arreglo a tres coordenadas tridimensionales; la primera indica el brillo o luminosidad, y las otras dos coordenadas de cromaticidad, sitúan la medida obtenida en relación a los colores básicos (rojo, verde y azul).

Los espectrofotómetros son equipos más sofisticados y precisos. La sistemática de la medición y la descripción del color es similar, excepto que miden la reflexión de la luz a numerosas longitudes de onda del espectro visible (380-770 nm), y a partir de ahí calculan todas las coordenadas del color. También se utilizan espectrofotómetros provistos de fibra óptica para medir el color de la masa interna de la carne, a través del coeficiente de dispersión de la luz S.

La estructura física del objeto, tanto como la naturaleza química de sus componentes afectan a la reflectancia (Swatland, 1994 y 1995; Van Laack & Solomon, 1995). La luz reflejada que proviene del objeto es un estímulo visual y es la que se emplea para efectuar la medición objetiva del color (Jacobson, 1972).

En la medición hay que tomar varias precauciones (Froning, 1991): la superficie de la carne debe ser lisa y de espesor

uniforme, las medidas deben realizarse sobre el mismo músculo, en fresco, las muestras han de protegerse de la luz y del aire hasta su medición, y los patrones de referencia deben ser próximos al color de la carne. Los disparos de luz deben realizarse directamente sobre la superficie a medir (sin espacio intermedio), la cual ha de ser representativa del color general, evitando áreas decoloradas (vetas de grasa) o con manchas (petequias). En esta línea, también proponen una serie de recomendaciones (Hunt *et al.*, 1991).

La Comisión Internacional de la Iluminación (Commission International del Eclairage CIE), ha definido una serie de iluminantes y observadores estándar recomendados para el estudio del color (Giese, 1995). Entre ellos se encuentran los iluminantes C y D65 que corresponden a la luz diurna y los observadores estándar 2° y 10°, cuya visión del color es representativa del promedio de la población humana para dos campos de visión. El sistema obtiene los valores triestímulo CIE en base al espectro visible, definiendo tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). A partir de ellos se calculan matemáticamente las coordenadas tricromáticas de color  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (rojo-verde),  $b^*$  (amarillo-azul) y las magnitudes psicofísicas  $H^*$  (tono) y  $C^*$  (croma) para el espacio de color CIE<sub>LAB</sub> (Giese, 1995). Este método presenta gran similitud con la uniformidad visual humana, donde las distancias equitativas en el sistema representan aproximadamente las distancias equitativas visuales (Warriss, 1995).

Los dos sistemas de coordenadas más importantes son el Yxy y el Lab, definidos por la CIE en 1931 y 1976 respectivamente. Este último es el más utilizado actualmente y se describe a continuación.

Coordenada L\* : Varios autores mencionan que la luminosidad de la carne depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos (Palombo & Wijngaards, 1990; Sayas, 1997).

El valor de L\* es el índice más claramente relacionado con las valoraciones visuales del consumidor (Murray, 1989).

Coordenada a\*: la coordenada rojo-verde, está relacionada con el contenido de mioglobina (Johansson *et al.*, 1998). En esta afirmación coinciden Pérez-Alvárez *et al.* (1998), quienes encuentran un mayor valor de a\* en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina.

Coordenada b\*: el valor de la coordenada amarillo-azul ha sido relacionado con los distintos estados de la mioglobina (Pérez-Alvárez, 1996). En el trabajo desarrollado por el equipo de este mismo autor en 1998, llegan a la conclusión de que la concentración de mioglobina no es un factor determinante sobre esta coordenada, ya que si esta hemoproteína fuese la determinante, cabría esperar un comportamiento similar al obtenido para la coordenada a\*. Sin embargo, observan que las "carnes grasas" presentan valores de b\* similares a los obtenidos para las "carnes magras". Este comportamiento podría deberse a una mayor contribución en "componentes amarillos" por parte de la grasa.

#### **Factores que influyen en el color.**

En el color de la carne influyen factores *antemortem*, como la raza, el sexo, el tipo de músculo, el sistema de explotación, el tipo de dieta, etc. También influyen factores tecnológicos como la duración del período de enfriamiento, la temperatura de

almacenamiento y la iluminación en el punto de venta. Este último aspecto es muy importante ya que puede hacer variar la percepción del color por parte del consumidor (Berain y Lizaso, 1997).

El color de la carne puede variar con la raza y con la aptitud productiva del animal (Boccard y Bordes, 1986).

El efecto del sexo en el color de la carne, según algunos autores, depende del músculo que se considere, habiendo encontrado Shackelford *et al.*, 1992 diferencias importantes en el músculo *Longissimus dorsi*, en tanto que Mohan Raj *et al.*, 1992, trabajando con el mismo músculo, no encontraron diferencias significativas, pero sí observaron que la carne de los machos castrados era ligeramente más clara que la de los enteros.

Las hembras presentan mayor concentración de mioglobina que los machos a la misma edad, al ser más precoces que éstos (Renner, 1986). Otros autores, por el contrario, asocian el color más oscuro de la carne de los machos con la mayor excitabilidad de éstos en el momento del sacrificio y por tanto con valores de pH más elevados. Según un estudio realizado por Guignot *et al.*, 1994, cuando el pH final es alto, se reduce la luminosidad y el índice de rojo en el músculo *Longissimus*. Wulf *et al.* (1997), encuentran valores superiores de coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  en la carne de machos que de hembras, no existiendo diferencias en la coordenada  $L^*$ .

El sexo también influye en el índice de rojo y de amarillo, encontrándose los valores más favorables en las hembras (Sánchez *et al.*, 1997).

Con la edad del animal aumenta la cantidad de pigmentos, incrementándose la intensidad del color (Contreras, 1971; Jacobs

*et al.*, 1972; Lawrie, 1977; Renerre y Valin, 1979; Cross *et al.*, 1986; Bruwer *et al.*, 1987; Morbidini *et al.*, 1994) y disminuye la estabilidad del color.

Por otro lado, con la edad, aumenta el estado de engrasamiento y disminuye la permeabilidad capilar, lo cual dificulta la transferencia de oxígeno hasta la fibra muscular y por ello es necesaria mayor cantidad de mioglobina muscular para garantizar el aporte de oxígeno adecuado (Renerre y Valin, 1979). Estos resultados coinciden con los observados por Boccard (1986), según el cual cuanto más pesada es la canal, la carne presenta un color más rojo.

Dentro de un mismo animal, existe gran variabilidad en el contenido en pigmentos entre los distintos músculos, en función de la composición de fibras rojas, ricas en mioglobina, o fibras blancas, pobres en mioglobina (Cassens, 1977; Renerre, 1981). A esto hay que añadir la distinta estabilidad del color en los diferentes músculos, siendo menor en los músculos rojos y oxidativos ((Renerre *et al.*, 1996). Así el *Longissimus dorsi* (lomo) es uno de los más estables, mientras que el *Psoas major* (solomillo) es uno de los que menos vida útil presenta (Berriain y Lizaso, 1997).

También influye en este aspecto, la distinta actividad que realizan los distintos músculos, de forma que los que realizan más ejercicio, se oxigenan más y por ello presentan coloración más oscura, que aquellos que se ven sometidos a una menor actividad.

El sistema de alimentación tiene gran importancia en el color de la carne, otros autores (López *et al.*, 1981; Benito *et al.*, 1979; Consigli, 1994).

En animales jóvenes la concentración de hierro de la dieta influye sobre el color de la carne, intensificándolo (Lapierre *et al.*, 1990). Las dietas ricas en forrajes aportan coloraciones más oscuras a la carne (Yeates *et al.*, 1975).

La temperatura afecta al grado de oxidación de la mioglobina, acelerando las reacciones de óxido-reducción (Sañudo, 1992; Neagueruela *et al.*, 1992). Según Lawrie (1966) a temperaturas bajas, la formación de metamioglobina es más lenta debido tanto a la acción directa de la temperatura como a la acción indirecta al reducir la actividad de los enzimas que intervienen en la utilización del oxígeno.

Según Chasco *et al.*, (1995) la maduración origina un aumento en los parámetros  $a^*$  y  $C^*$  que determina la aparición de un color más rojo ( $>a^*$ ) y más intenso ( $>C^*$ ) en la carne.

Otros factores que pueden influir en la estabilidad del color de la carne son la contaminación microbiana y/o la oxidación de lípidos. Por este motivo, se están desarrollando nuevas tecnologías de envasado, a vacío o en atmósferas modificadas, que frenen los procesos de degradación de la carne de consumo en fresco con el fin de aumentar su vida útil. En condiciones de vacío, la carne muestra un color rojo púrpura; posteriormente, una vez en contacto con el oxígeno del aire, adquiere el color rojo brillante característico (Ordoñez, 1992).

#### c) pH de la carne.

El pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro. Cuando el animal muere, el músculo se ve privado de riego sanguíneo y por lo tanto de oxígeno. Esto hace que se bloquee la síntesis de ATP, que es la fuente ordinaria de obtención de energía muscular, con lo cual el músculo se ve obligado a adquirir

esa energía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva, dando lugar a la producción de ácido láctico (Monin, 1988). Mientras exista glucógeno se produce ácido láctico, descendiendo el pH hasta que se interrumpen los fenómenos glucolíticos o bien hasta que se inactivan las enzimas que rigen el metabolismo muscular (Lawrie, 1998).

Tanto el valor final del pH (aproximadamente a las 24 h. después del sacrificio) como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan a las características organolépticas (color, jugosidad, flavor, etc.) y tecnológicas de la misma (capacidad de retención de agua, capacidad de conservación) (Sañudo y Sierra, 1991).

La caída del pH dependerá a su vez del tipo de fibras predominantes y de la actividad muscular antes del sacrificio. Los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5.5 mientras que si existe una mayor cantidad de fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3. Así mismo, los músculos del animal que más trabajo desarrollan en el período previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado post-mortem.

Otro factor a tener en cuenta es la temperatura del músculo ya que también modula la velocidad de la glucólisis post-mortem, de modo que temperaturas elevadas (alrededor de 40° C.) aceleran el descenso del pH, alcanzándose el pH final en menos tiempo (Pearson y Young, 1989).

Dada la relación que existe entre el descenso del pH y la transformación del músculo en carne, la determinación de este parámetro constituye una buena medida para conocer el proceso de maduración y valorar la calidad de la carne como

producto final del mismo (Purchas, 1990). En este sentido Jeremiah *et al.* (1991) propusieron identificar canales consideradas como duras mediante el valor final del pH, llegando a la conclusión de que valores comprendidos ente 5.8 y 6.2 tomados en el músculo *Longissimus dorsi* en ganado bovino de varias razas daban lugar a canales que el consumidor apreciaba como duras. Igualmente Beriain y Lizaso (1997), señalan 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.

La depleción de glucógeno muscular dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés a los animales, entre los que cabe citar el ruido, los movimientos bruscos, los olores nuevos, la privación de agua y alimento, las temperaturas extremas, las instalaciones inadecuadas, los tiempos prolongados de espera, la ruptura de grupos sociales establecidos y la agrupación de animales de distinta procedencia.

A diferencia del ganado porcino y vacuno, el ovino resulta ser poco susceptible a los efectos del estrés (Charpentier y Goutefongea, 1966), por lo que no presenta los problemas característicos del mismo, como serían los derivados de valores del pH anormales. Así 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: Dark, firm, dry), sobre todo en vacuno y porcino (Fischer y Hamm, 1980). La luz es absorbida por la estructura ordenada y traslúcida de las fibras musculares, la reflexión es baja y las superficies aparecen por ello oscuras. 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.

Un pH último bajo dará lugar a carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua (PSE: pale, soft exudative). Se debe a la aparición de un metabolismo glicolítico muy rápido que determina una velocidad de descenso del pH y una progresiva desaparición de ATP muy rápida. En este caso las fibras musculares separadas dan lugar a una estructura desordenada con un gran espacio extracelular y la luz se refleja en mayor proporción desde la superficie (Mac Dougall, 1970).

Las experiencias realizadas por Brazal y Bocard (1977) en corderos no mostraron diferencias significativas a las 7 horas postsacrificio entre los valores de pH medidos sobre el músculo *Longissimus dorsi* en animales estresados, tranquilizados y testigos (5.57, 5.60 y 5.56, respectivamente), aunque la caída del pH fue de mayor intensidad en los corderos estresados que en los del lote testigo.

**d) Capacidad de retención de agua.**

Hamm (1960), define la capacidad de retención de agua (CRA) como la capacidad que tiene la carne para retener su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas extrañas o de tratamiento. Sañudo (1992) la define como un parámetro fisico-químico y como la capacidad de la carne para retener el agua que ella misma contiene durante la aplicación de fuerzas extrañas tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado, lo cual tiene gran interés durante su conservación, fileteado, cocinado y transformación.

En la jugosidad de la carne, influyen el contenido en grasa y el contenido en humedad. También cuanto más tierna es la carne,

más rápidamente se liberan los jugos durante la masticación, y mayor es la sensación de jugosidad que se produce.

El contenido en agua y su distribución tiene gran influencia en las propiedades de la carne, especialmente en la dureza, jugosidad, color y apariencia (Hamm, 1960; Davey y Gilbert, 1974; Offer *et al.*, 1989). La jugosidad juega un papel muy importante en los procesos de transformación de la materia prima en distintos productos cárnicos.

El agua, se encuentra en el músculo en tres fracciones: una pequeña cantidad se encuentra como "agua ligada", y está fuertemente unida a las cargas eléctricas de los aminoácidos de las proteínas musculares; la mayor cantidad, se encuentra como "agua inmovilizada" y está débilmente unida a los enlaces peptídicos. Por último, la tercera fracción es el "agua libre", que se encuentra entre las fibras musculares y el tejido conjuntivo, está unida solamente por fuerzas de tensión superficial y se elimina durante el procesamiento y cocción de la carne. Esta fracción es fácilmente expulsada del músculo al aplicar una fuerza extraña (Forrest *et al.*, 1979).

Cuando desciende el pH, disminuye la capacidad de retención de agua, ya que al unirse las proteínas musculares actina y miosina, la estructura miofibrilar se va cerrando, dejando menos espacio disponible para el agua. A este fenómeno se añade, que cuando el pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas, éstas poseen menos cargas eléctricas, y la capacidad de retención de agua se hace mínima. Según algunos autores (Bouton, 1972; Honikel *et al.*, 1981; Gault, 1985; Honikel, 1991), la capacidad de retención de agua de la carne depende en más de un 80 por ciento del valor final y de la caída del pH del músculo.

La capacidad de retención de agua tiene gran importancia en los procesos tecnológicos a que se ve sometida la carne, y también puede ser indicativo de manipulaciones fraudulentas como ocurre en el caso de la carne con escasa capacidad de retención de agua, lo cual lleva consigo, mayores pérdidas por oreo de la canal, mayores pérdidas al despiezar y filetear, etc. (Sañudo, 1992).

Al hablar de la jugosidad de la carne se pueden distinguir dos estadios. En primer lugar aparece una jugosidad inicial, que produce una sensación de humedad al inicio de la masticación, debido a una rápida liberación de jugo, y esta jugosidad depende básicamente de la capacidad de retención de agua de la carne. Posteriormente, aparece una jugosidad continuada, mantenida o sostenida, la cual está determinada por la cantidad de grasa que esa carne posea. Además la grasa, estimula la secreción de la saliva y según algunos autores (Jennings *et al.*, 1978; Honikel, 1987; Sañudo, 1992), la carne de los animales con mayor estado de engrasamiento es más jugosa. Esto podría explicarse por el efecto que la grasa intramuscular ejerce sobre la microestructura, permitiendo la retención de una mayor cantidad de agua (Hamm, 1960).

#### **Medición de la capacidad de retención de agua.**

Existe un amplio abanico de técnicas para determinar la capacidad de retención de agua; sin embargo los resultados que se obtienen con los distintos métodos, no son comparables (Lizaso *et al.*, 1997), y dado que la CRA cambia con el tiempo transcurrido desde el sacrificio y con la temperatura, no es posible interpretar adecuadamente ningún resultado si no se conocen dichas circunstancias.

Todas las técnicas de evaluación de la CRA se basan en la determinación de la fuerza con que el agua está ligada a las proteínas musculares, ó, de la cantidad de agua fuertemente unida, pero de modo indirecto, ya que cuantifica realmente el agua libre (jugo expelido). Entre los métodos más comúnmente utilizados, figuran:

Determinación del porcentaje de jugo liberado por compresión (Grau y Hamm, 1953): se basa en comprimir bajo un peso determinado, una muestra de carne desmenuzada de peso conocido, colocada entre dos papeles de filtro, y a su vez entre dos placas de vidrio durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se vuelve a pesar y se determina la pérdida de jugo por diferencia. El resultado se expresa como porcentaje de jugo liberado.

Método de centrifugación: consiste en analizar el contenido en agua de la carne tras la centrifugación. Son más complicados de realizar, y pueden afectarse por diversas variables instrumentales (peso de la muestra, tiempo, temperatura y velocidad de centrifugación); mermas de peso (por evaporación, goteo, o descongelación).

De todos ellos, Barton Gade *et al.*, (1994), y Honikel, (1998), recomiendan el método de pérdidas por goteo y el métodos de pérdidas por cocción. Los principios en los que se basan estos dos métodos se detallan a continuación.

**Pérdidas por goteo:** Las pérdidas de agua se originan por los cambios de volumen de las miofibrillas causados por el rigor y/o la contracción, cuando las miofibrillas se encogen por el descenso del pH o por la contracción subsiguiente a la unión de las cabezas de la miosina a los filamentos de la actina. El fluido que se expele

se acumula entre los haces de fibras. Cuando se corta un músculo, este fluido acuoso drena por la superficie a favor de la gravedad, si su viscosidad es bastante baja y las fuerzas de capilaridad no lo retienen (Offer y Knight, 1988).

#### **Factores que influyen en la capacidad de retención de agua**

Según Lawrie (1988), la capacidad de resistencia al estrés varía de unas especies a otras, así como el metabolismo muscular, lo que implica diferencias en los ritmos de descenso del pH y en la CRA. La capacidad de retención de agua, como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, disminuye con el desarrollo muscular, Monin (1991).

La carne procedente de los distintos músculos, presenta grandes diferencias en la capacidad de retención de agua. Según algunos autores, esto puede deberse a las diferencias de pH (Bouton *et al.*, 1971) y también a las diferencias de las fracciones miofibrilar y conjuntiva (Monin, 1991).

Las diferencias entre músculos en la CRA de la carne cruda son grandes y esto se explica en parte, pero no exclusivamente, por la relación agua/proteína, por la velocidad de descenso del pH y por el pH último. En la carne cocinada esa CRA está afectada también por las alteraciones que el calor provoca en la fracción proteica, lo que puede estar relacionado con el tipo de fibra.

Dentro de un mismo músculo las variaciones en la CRA debidas a la distribución de los distintos tipos de fibras, son mínimas (Henrickson y Mjoset, 1964; Garipey *et al.*, 1990).

#### **e) Pérdida por cocción.**

Durante el calentamiento de la carne hasta una temperatura en torno a los 75° C., sus proteínas se desnaturalizan, esto produce cambios estructurales como la destrucción de membranas

celulares, encogimiento longitudinal y transversal de las fibras, agregación de proteínas sarcoplásmicas y encogimiento del tejido conjuntivo. Todos estos fenómenos, y especialmente el último, originan pérdidas por cocción en la carne cuando se la somete a calor. Los efectos del calor sobre las proteínas musculares y su estructura han sido muy bien descritas por Hamm (1977) y Offer (1984). Este método presenta una buena relación con la jugosidad. La muestra que se pesa antes y después del tratamiento térmico, se somete a un baño maría a una temperatura y durante un tiempo previamente determinado.

La mayoría de los autores consultados señalan pérdidas superiores en la carne sometida a un cocinado lento (Abougroun *et al.*, 1985; Pospiech y Honikel, 1991), mientras otros tienen una opinión opuesta (Appel y Löfqvist, 1978; Choun *et al.*, 1986), hay una tercera postura que señala que el grado de cocinado no afecta la CRA del tejido muscular (Tyszkiewicz y Tyszkiewicz, 1966). Sin embargo, como indica Sierra, (1977) hay que tener en cuenta, no solo el tiempo de cocción sino también el tipo de cocinado, en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza.

Según Offer *et al.*, (1984) las pérdidas de agua durante el cocinado pueden ser de hasta un 40 por ciento dependiendo del proceso de cocinado, tiempo de cocinado (Lawrie, 1966), la dimensión del trozo y las propiedades físicas de la carne (Bouton *et al.*, 1976). La temperatura final de cocinado es el factor principal que influye en la cantidad de las pérdidas (Renk *et al.*, 1985). A esto hay que añadir que parte del jugo que pierde la carne durante la cocción no es de naturaleza acuosa, ya que las temperaturas elevadas funden la grasa y destruyen las estructuras que la retienen (Lawrie, 1966).

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis General**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tiene efecto significativo sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre las características tecnológicas de la carne de cuyes.

### **2.3.2. Hipótesis específicos**

#### **Pérdida al descongelado**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre la pérdida al descongelado de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre la pérdida al descongelado de la carne de cuyes.

#### **Color**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre el color de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre el color de la carne de cuyes.

#### **pH**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre el pH de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre el pH de la carne de cuyes.

#### **Capacidad de retención de agua**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre la capacidad de retención de agua de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre la capacidad de retención de agua de la carne de cuyes.

**Pérdida por cocción**

**Ho:** Los tres sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre la pérdida por cocción de la carne de cuyes.

**Ha:** Los tres sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre la pérdida por cocción de la carne de cuyes.

**2.4. VARIABLES DE ESTUDIO**

**2.4.1. Variable dependiente**

- Pérdida al descongelado.
- Color.
- pH.
- Capacidad de retención de agua.
- Pérdida por cocción.

**2.4.2. Variables independientes**

- Sistema de alimentación de los cuyes.

**2.4.3. Definición operativa de variables**

Las variables se definen con un enfoque hacia la presente investigación; la pérdida al descongelado, color, pH, capacidad de retención de agua, pérdida por cocción y sistemas de alimentación están definidas de manera resumida en el siguiente cuadro.

Cuadro 02. Operacionalización de variables.

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Dependientes</b>		
Pérdida al descongelado	Es la pérdida de peso que se produce después del descongelado.	Porcentaje (%)

Color	Es el resultado de la distribución espectral de la luz que la ilumina y la intensidad de luz reflejada por la superficie de la carne.	Valores "chroma"
pH	Es el potencial de hidrógeno que mide el grado de acidez o alcalinidad de un producto.	Valores de pH.
Capacidad de retención de agua	Es la capacidad de la carne de retener sus propios líquidos al ser sometidos a presión.	Porcentaje (%)
Pérdida por cocción	Es la pérdida de componentes de la carne al ser sometidas a cocción.	Porcentaje (%)
<b>Independientes</b>		
Sistema de alimentación de los cuyes	Es la forma de alimentación de los cuyes, referidos básicamente al racionamiento de forraje verde, concentrado o la mezcla de ambos.	T1: Alimentación con alfalfa (100%). T2: Alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%). T3: Alimentación con afrecho de cebada

		(100%).
--	--	---------

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO**

El presente trabajo se ejecutó en dos etapas: de alimentación y laboratorio. La primera se realizó en la Granja "Hatun Cuy", ubicado en el distrito, provincia, departamento y región de Huancavelica; que se encuentra a una distancia de 2 km. de la ciudad de Huancavelica, al lado de la carretera troncal Huancavelica - Pisco, a una altura de 3692 m.s.n.m.

La segunda etapa se desarrolló en los laboratorios de nutrición y salud animal, situados en el laboratorio central de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado en el distrito, provincia, departamento y región de Huancavelica; que se encuentra a una distancia de 1.5 km. de la ciudad de Huancavelica, a una altura de 3698 msnm, de igual manera en el laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú, con sede en Tarma, situado en el sector de Pomachaca, distrito y provincia de Tarma, departamento de Junín, a aproximadamente 3.050 msnm.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según la finalidad, es una investigación aplicada porque busca aplicar los resultados de esta investigación con fines prácticos inmediatos, según Carrasco (2005).

#### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de nivel experimental porque se manipula el nivel de la variable independiente, según Carrasco (2005).

#### **3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Se usó el método inductivo - deductivo. Porque nuestros resultados se generalizaron a la población de estudio por medio de la inducción, a partir de una

muestra particular; y por medio de la deducción obtuvimos una muestra representativa de la población general.

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo tiene un diseño experimental; porque se manipuló el nivel de la variable independiente, Según Carrasco (2005). La variable independiente, cuyo nivel fue manipulado es la alimentación en tres niveles:

Tratamiento 1 (T1): Alimentación con alfalfa al 100%.

Tratamiento 2 (T2): Alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%).

Tratamiento 3 (T3): Alimentación con afrecho de cebada al 100%.

### **3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO**

Para realizar el trabajo de investigación se utilizó 18 cuyes machos de la raza Perú y de 10 - 15 días de edad (destetados), procedentes de la granja "Hatun Cuy". El tamaño de la muestra se calculó con la opción de "ANOVA para una variable independiente" del software G\*power (V. 3.1.9.2); con un poder de 0.25, nivel de significancia (alpha) 0.05 y un efecto de tamaño de 0.4; esto está detallado en el siguiente gráfico.

Gráfico 01. Obtención del tamaño de muestra con el software G\*Power.

The screenshot shows the G\*Power software interface. The main window displays the following information:

**File Edit View Tests Calculator Help**

Central and noncentral distributions Protocol of power analyses

[11] -- Wednesday, July 30, 2014 -- 20:31:59

**F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way**

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

**Input:**

- Effect size  $f$  = 0.4
- $\alpha$  err prob = 0.05
- Power ( $1-\beta$  err prob) = 0.25
- Number of groups = 3

**Output:**

- Noncentrality parameter  $\lambda$  = 2.8800000
- Critical F = 3.6823203
- Numerator df = 2
- Denominator df = 15
- Total sample size = 18
- Actual power = 0.2602071

Buttons: Clear, Save, Print

---

**Input Parameters**

Determine =>

Effect size $f$	0.4
$\alpha$ err prob	0.05
Power ( $1-\beta$ err prob)	0.25
Number of groups	3

**Output Parameters**

Noncentrality parameter $\lambda$	2.8800000
Critical F	3.6823203
Numerator df	2
Denominator df	15
Total sample size	18
Actual power	0.2602071

Buttons: X-Y plot for a range of values, Calculate

Se hizo un muestreo aleatorio simple para elegir a los animales que participaron en la investigación y la distribución de grupos también se hizo de manera aleatoria.

### 3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.7.1. Técnicas

**Para obtención de pérdida al descongelado.**

Con ayuda de una congeladora, las muestras se congelaron a  $-20^{\circ}$  C por 72 horas, posteriormente las muestras fueron descongeladas, tomando

finalmente los pesos respectivos. Se utilizó la técnica de la observación experimental.

**Para obtención del color.**

La coloración se determinó con un colorímetro reflectante Tintometer, adaptado al software Lovibond RT color (V. 3.0), donde los resultados se expresaron en valores "chroma". Se utilizó la técnica de la observación experimental.

**Para obtención del pH.**

Se usó la técnica de punción de muestras con el electrodo de un ph-metro electrónico.

**Para obtención de la capacidad de retención de agua.**

Para esto se usó la técnica de Grau y Hamm (1953).

**Para la obtención de pérdida por cocción.**

La pérdida por cocción se determinó pesando las muestras antes y después de cocidas en un horno eléctrico. Se utilizó la técnica de la observación experimental.

**3.7.2. Instrumentos**

**Para obtención de pérdida al descongelado.**

- Fichas de apuntes.
- Balanza analítica.
- Placas Petri.
- Congeladora.

**Para obtención del color.**

- Fichas de apuntes.
- Placas Petri.
- Tintometer, adaptado al software Lovibond RT color (V. 3.0).
- Refrigerador portátil (coolers).

**Para obtención del pH.**

- Fichas de apuntes.
- ph-metro electrónico con electrodo de punción.
- Refrigerador portátil (coolers).

**Para obtención de la capacidad de retención de agua.**

- Fichas de apuntes.
- Placas Petri.
- Papel de filtro.
- Placas de presión de madera.
- Balanza analítica.
- Compresor (tronillo de presión).

**Para la obtención de pérdida por cocción.**

- Fichas de apuntes.
- Estufa eléctrica
- Mortero y pilón.
- Balanza analítica.
- Cápsulas de porcelana.

**3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizaron 18 cuyes destetados (10-15 días de edad) para ser alimentados en tres grupos diferentes con alfalfa y afrecho de cebada, distribuidos de manera aleatoria. El primer grupo (T1) fue alimentado solamente con alfalfa (100%), el segundo grupo (T2) con alfalfa (50%) más afrecho de cebada (50%) y el tercer grupo fue alimentado solamente con afrecho de cebada (100%). Los animales antes de iniciar el periodo de alimentación fueron desparasitados (pulgas y piojos) con productos a base de fipronil asociado a la diacinona; también se trataron con ivermectina contra parásitos internos.

Cuadro 03. Distribución de los animales de acuerdo a los tratamientos.

Tratamiento	N° de animales	Alimentación (%)	
		Alfalfa	Afrecho de cebada
T1	6	100.00	0.00
T2	6	50.00	50.00
T3	6	0.00	100.00

Fuente: elaboración propia.

Estos animales se trasladaron a pozas adecuadas con cama de "ichu" previamente desinfectadas; la alimentación inició con un periodo de acostumbramiento de 7 días, en la que los animales recibían alimento de su respectivo tratamiento a voluntad. Se pesó a los animales antes de iniciar el periodo experimental; el periodo de experimentación fue desde el 15 de febrero al 15 de mayo del año 2012, donde la alimentación fue a voluntad. Es importante mencionar que la dieta de todos los animales fueron complementados con un suplemento vitamínico mineral (Ca, P, vitamina A, vitamina D, vitamina E), de nombre comercial "SUPLAMIN DIFOS".

El sacrificio de los animales se realizó en el laboratorio de salud animal de la Universidad Nacional de Huancavelica para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Se pesaron a los animales y se registraron en las fichas de apuntes.
- Se prepararon adecuadamente todos los materiales a usarse y se hizo la limpieza respectiva.
- Se realizó el aturdimiento del animal por medio de un golpe con la mano en la parte de la nuca del animal.
- Se hizo el degüello para que el animal desangre y muera por anemia.
- Se escaldó el animal en agua caliente (85-90°C), con ayuda de cuchillos.
- Posteriormente los cuyes fueron eviscerados encima de una mesa adecuada, para lo cual se hizo un corte en el abdomen (5 cm) y se eliminaron los intestinos, estómago, sistema reproductor, recto, etc.
- Finalmente las canales fueron lavadas adecuadamente, identificados por tratamiento y fueron refrigerados a una temperatura de 4 ° C.

Transcurrido el tiempo de almacenamiento, se extrajo el músculo *Longissimus lumborum*, que fueron cortados en forma de bifés; se obtuvieron 2 muestras por cada animal. Estas muestras fueron empacadas al vacío sobre bandejas de icoport con ayuda de una empacadora-selladora; estos fueron identificados adecuadamente y se dejó madurar durante 72 horas a una temperatura de 4° C. posteriormente se procedió a obtener las características de interés de esta investigación, de acuerdo al siguiente detalle.

### 3.8.1. Para obtención de pérdida al descongelado.

- Las muestras se congelaron a -20° C por 72 horas.
- Se pesaron las muestras congeladas (PMCON)
- Se descongelaron las muestras.
- Se pesaron las muestras descongeladas (PMDES).
- Se obtuvo la pérdida al descongelado (PDES, %) de la siguiente manera:

$$PDES = \frac{PMCON - PMDES}{PMCON} \times 100$$

- Los datos fueron apuntados en las fichas de apuntes.

### 3.8.2. Para obtención del color.

- Esta variable fue determinada en el Laboratorio Central de la Universidad Nacional del Centro del Perú, en la sede de Tarma.
- Se usaron las muestras que fueron descongeladas.
- Para el análisis de coloración, se usó el equipo llamado Colorímetro Reflectante Tintometer (marca LOVIBOND RT100); midiendo el grado de luminosidad.
- las muestras colocadas sobre sus respectivas bandejas, fueron analizadas por un sensor (haciendo presión sobre la muestra).
- Para cada lectura se realizó la respectiva calibración del equipo.
- Los datos se observan en el monitor de la computadora, gracias a la ayuda del software Lovibond RT color V. 3.0.
- Los datos fueron guardados para su respectivo análisis.

- Los resultados fueron anotados en las fichas de apuntes.

### 3.8.3. Para obtención del pH.

- Para esto utilizamos un pH-metro electrónico (marca SCHOTT).
- Se pincharon las muestras con el electrodo.
- Se obtuvieron lecturas en la pantalla del ph-metro.
- Los datos fueron anotados en las fichas de apuntes.

### 3.8.4. Para obtención de la capacidad de retención de agua.

- Esto se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- Se descongelaron las muestras durante 24 horas a 4° C.
- Se tomaron 10 gr de muestras, para realizar los siguientes procesos.
- Cada muestra fue machacada en un mortero durante 30 seg., hasta que pueda disgregarse ( $5 \pm 0.05$  gr.).
- Se colocaron 5 gr. (PAM) de muestra machacado entre dos papeles filtro y se sometieron a compresión (con tornillo de presión) entre dos placas de madera durante 5 minutos.
- La presión sometida fue 22.5 kg., aproximadamente.
- Se procedió a retirar las placas de madera y los papeles filtro.
- Se procedió a pesar la muestra que quedó (PDM).
- La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó mediante la siguiente formula:

$$CRA = \frac{PAM - PDM}{PAM} \times 100$$

- Los resultados fueron anotados en las fichas de apuntes.

### 3.8.5. Para la obtención de pérdida por cocción.

- Se pesaron 5 gr. de cada muestra (PAC), con ayuda de una balanza analítica.
- Las muestras se colocaron en una cápsula de porcelana.

- Las muestras se llevaron al horno electrónico a una temperatura de 170° C.
- Se tomó la temperatura del centro de la muestra con un electrodo.
- La muestra fue retirada del horno cuando la temperatura del centro de la muestra alcanzó los 70° C.
- Se realizó el pesado de la muestra final (PDC).
- La pérdida por cocción (PCOC) se determinó con la siguiente fórmula:

$$PCOC = \frac{PAC - PDC}{PAC} \times 100$$

- Los datos fueron anotados en las fichas de apuntes.

### 3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar el efecto de la alimentación sobre las variables de estudio, se usó un diseño completamente aleatorizado, expresado en el siguiente modelo lineal:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$ : Observaciones de PDES (pérdida al descongelado), color, pH, CRA (capacidad de retención de agua y PCOC (pérdida por cocción).

$\mu$ : Media general.

$t_i$ : Es el efecto del tratamiento  $i$ .

$e_{ij}$ : Error asociado a cada observación.

Se verificaron el cumplimiento de los supuestos de normalidad (test de Shapiro Wilk) y homocedasticidad (test de Levene); de ser necesario se evaluó la influencia de datos atípicos (que fueron eliminados) para lograr el cumplimiento de los supuestos. Posteriormente, cuando se encontró influencia del factor de estudio se procedió a realizar la comparación de medias por el método de Tukey.

El análisis de los datos se realizó con ayuda del software estadístico R (versión 2.15.2).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Cuadro 04. Resumen de Medias (desviación estándar) de todas las variables estudiadas.

VARIABLE	Global		P Valor
	Promedio	DS	
<b>PÉRDIDA POR DESCONGELADO</b>	7.493	±2.098	0.139
<b>COLOR</b>	5.897	±2.878	0.234
<b>pH</b>	6.138	±0.070	0.0000*
<b>CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA</b>	57.126	±2.843	0.0153*
<b>PÉRDIDA POR COCCIÓN</b>	76.220	±1.116	0.084

Fuente: elaboración propia.

El cuadro muestra la significancia (P valor), de los sistemas de alimentación sobre las variables de estudio así podemos decir que los sistemas de alimentación evaluados tienen efecto sobre los valores de pH y capacidad de retención de agua de la carne de cuyes, de igual manera se muestra que los sistemas de alimentación no tienen efecto sobre la pérdida al descongelado, color (valores "chroma") de sus canales y sobre la pérdida por cocción de la carne de estos animales.

#### 4.1.1. Pérdida al descongelado.

Se encontró un promedio global de pérdida al descongelado de 7.493 %, indicándonos que este proceso, de todos modos genera una pérdida del producto.

Cuadro 05. Medias (desviación estándar) de pérdida al descongelado de carne de cuy por tratamiento.

FACTOR	PDES (%)	P – VALOR	n
Tratamiento		0.139	
T1	8.529 (1.381)		6
T2	7.774 (1.965)		6
T3	6.178 (2.394)		6
Global	7.493 (2.098)		18

PDES, Pérdida al descongelado; T1, Alimentación con alfalfa (100%); T2, alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%); T3, alimentación con afrecho de cebada (100%); n, número de animales.

Hubo una pérdida al descongelado del 8.529 %, 7.774 % y 6.178 % de producto en los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Se observa que los sistemas de alimentación (tratamiento) no tienen efecto significativo sobre la pérdida al descongelado de carne de cuy ( $p > 0.05$ ); entonces podemos afirmar que se pierde igual cantidad de producto (carne de cuy) en los 3 tratamientos.

#### 4.1.2. Color.

El color de la carne de cuy se obtuvo en valores "chroma", con un promedio de 5.897, que corresponde a un color rosa pálido.

Cuadro 06. Valores "chroma" (desviación estándar) para el color de la carne de cuy por tratamiento.

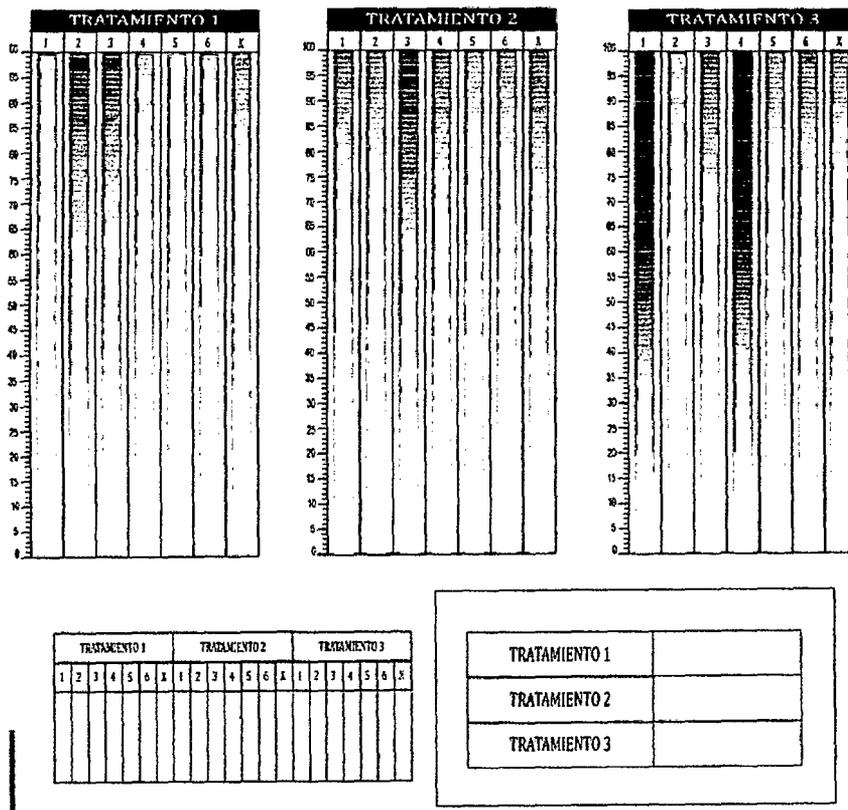
FACTOR	CHROMA	P – VALOR	n
Tratamiento		0.234	
T1	7.585 (2.718)		6
T2	5.195 (2.474)		6
T3	4.910 (3.169)		5
Global	5.897 (2.878)		17

T1, Alimentación con alfalfa (100%); T2, alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%); T3, alimentación con afrecho de cebada (100%); n, número de animales.

Los valores "chroma" encontrados fueron 7.585, 5.195 y 4.910 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Los sistemas de alimentación (tratamiento) no tiene efecto significativo sobre los valores "chroma" (color) de la carne de cuy ( $p > 0.05$ ); por lo que se puede decir que se obtienen colores uniformes en cuyes con diferentes sistemas de alimentación.

También obtuvimos la escala de colores de la carne de cuyes para cada tratamiento; donde se muestra que en realidad los colores y tonalidades de los tres tratamientos son muy parecidos, esto concuerda con el análisis estadístico.

Gráfico 02. Escala de colores y valores "chroma" para la carne de cuyes por tratamiento.



**4.1.3. pH**

Se obtuvo un pH promedio de 6.138, que nos indica que se obtuvo una carne ligeramente ácido.

Cuadro 07. Valores del pH (desviación estándar) de la carne de cuy por tratamiento.

FACTOR	pH	P - VALOR	n
Tratamiento		3.68E-08*	
T1	6.222 <sup>a</sup> (0.023)		6
T2	6.063 <sup>b</sup> (0.030)		6
T3	6.130 <sup>c</sup> (0.017)		6
Global	6.138 (0.070)		18

T1, Alimentación con alfalfa (100%); T2, alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%); T3, alimentación con afrecho de cebada (100%); \*, indica que existe efecto significativo del tratamiento ( $p < 0.05$ ); n, número de animales. Letras diferentes muestran diferencias significativas a la prueba de Tukey.

El pH obtenido fue 6.222, 6.063 y 6.130 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. El pH fue afectado significativamente ( $p < 0.05$ ) por los sistemas de alimentación (tratamiento) de los cuyes; el mayor valor de pH se obtiene con el T1, seguido por el T3 y finalmente el T2.

#### 4.1.4. Capacidad de retención de agua.

La capacidad de retención de agua en la carne de cuyes en este estudio fue 57.126 % en promedio, esto quiere decir que retiene más de la mitad de agua, respecto a su peso inicial.

Cuadro 08. Capacidad de retención de agua (desviación estándar) de la carne de cuyes por tratamiento.

FACTOR	CRA (%)	P - VALOR	n
Tratamiento		0.0153*	
T1	54.659 <sup>a</sup> (0.770)		6
T2	57.791 <sup>ab</sup> (2.792)		6
T3	58.929 <sup>b</sup> (2.712)		6
Global	57.126 (2.843)		18

CRA, Capacidad de retención de agua; T1, Alimentación con alfalfa (100%); T2, alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%); T3, alimentación con afrecho de cebada (100%); \*, indica que existe efecto significativo del tratamiento ( $p < 0.05$ ); n, número de animales. Letras diferentes muestran diferencias significativas a la prueba de Tukey.

La capacidad de retención de agua fueron 54.659 %, 57.791% y 58.929 % para cuyes alimentados con el T1, T2 y T3 respectivamente. Los sistemas de alimentación tienen efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la capacidad de retención de agua de la carne de cuyes; la mayor capacidad de retención de agua la tuvieron las carnes de cuy con T3 a diferencia del

T1; en cambio el T2 tuvo igual capacidad de retención de agua que el T1 y el T3.

#### 4.1.5. Pérdida por cocción.

La pérdida por cocción de la carne de cuy en promedio resultó 76.220 %; esto es bastante alto, debido posiblemente al método de cocción.

Cuadro 09. Pérdida por cocción (desviación estándar) de la carne de cuy por tratamiento.

FACTOR	PCOC (%)	P - VALOR	n
Tratamiento		0.084	
T1	77.653 (1.215)		6
T2	75.558 (1.016)		6
T3	75.449 (2.633)		6
Global	76.220 (1.166)		18

PCOC, Pérdida por cocción; T1, Alimentación con alfalfa (100%); T2, alimentación con alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%); T3, alimentación con afrecho de cebada (100%); n, número de animales.

Se perdieron por cocción el 77.653 %, 75.558 % y 75.449 % de la carne de cuyes alimentados con los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Los sistemas de alimentación no tienen efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre la pérdida por cocción de las carnes; es decir que en todos los tratamiento se perdieron los mismos porcentajes de producto.

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Pérdida al descongelado.

Los sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre la pérdida al descongelado de la carne de cuy según nuestros resultados, perdiéndose en promedio un 7.49 % de producto por el hecho de descongelar la carne. A este nivel no existe ningún problema en alimentar a los cuyes con cualquier sistema, ya que al parecer los sistemas de alimentación resultan ser una variable de mínima importancia para la

pérdida al descongelado, esto es diferente al estudio de Morón y Zamorano (2004) quienes detectaron diferencias significativa en cuanto a la pérdida por goteo en la carne cruda de diferentes tipos de animales evaluados. La carne de res (2,699%) presentó el mayor porcentaje ( $P < 0,05$ ) de pérdida de agua por goteo seguida del pollo, cerdo, y avestruz (2,128; 1,711 y 1,302%), respectivamente.

#### 4.2.2. Color.

Los sistemas de alimentación no tienen efecto significativo sobre la coloración de la carne de cuyes, expresados en valores "chroma", encontrándose un valor "chroma" promedio de 5.90 que corresponde a un color rosa pálido. Esto es diferente a los trabajos de Hedrick *et al.* (1983), Crouse *et al.* (1984), Bidner *et al.* (1986) y Espejo *et al.* (1998) quienes mencionan que la alimentación de terneros con pasto produce carnes más oscuras al sacrificio de los animales; estas diferencias podrían deberse a las diferentes especies estudiadas y al ambiente diferente de cada estudio. Sin embargo nuestros resultados son similares a los de Alberti *et al.* (1992) en terneros, Alberti y Sañudo (1987) en vacas frisona y a los de Mamaqui (1996) quien no encuentra diferencias en los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en carne de terneros alimentados con diferentes sistemas; las similitudes encontradas podrían deberse a los diferentes sistemas de alimentación en el ganado vacuno (diferentes insumos). Pero de manera general, al parecer, el sistema de alimentación en cuyes y en ganado vacuno no tiene efecto en la coloración de la carne de los animales.

#### 4.2.3. pH.

El pH de la carne de cuyes en promedio fue 6.14 (ligera y ácida) lo que quiere decir que los sistemas de alimentación tienen efecto significativo; esto se muestra diferente a los resultados de Alberti (1988), quien no encuentra diferencias en vacunos con diferentes regímenes alimenticios con alfalfa. Esto podría deberse a la especie y los lugares diferentes de estudio; sin embargo como menciona Sañudo (1991) el

valor del pH de la carnes y su caída post mortem son de gran importancia, puesto que afectaría a las características organolépticas (color, jugosidad, flavor) y tecnológicas de la carne (capacidad de retención de agua y capacidad de conservación). En el caso de cuyes el pH que nos permita una mayor jugosidad, terneza y capacidad de retención de agua; sería con cuyes que son alimentados con Alfalfa (50%) y afrecho de cebada (50%).

**4.2.4. Capacidad de retención de agua.**

La capacidad de retención de agua de la carne de cuyes fue en promedio de un 57.13%, lo que significa que los sistemas de alimentación tienen efecto significativo sobre esta variable, por lo que cuyes alimentados solamente con afrecho de cebada tuvieron una mayor capacidad de retención de agua; esto es similar a lo reportado por Alberti y Sañudo (1987) en terneros frisona. Sin embargo se muestra diferente a los resultados de Alberti *et al.* (1995) en terneros Parda Alpina y Pirenaica, también se muestra diferente a los reportes de Espejo *et al.* (1998) en vacas retinta y sus cruces con Limusín y Charolés; esta diferencias se deberían a las diferentes especies y ambientes de estudio, además de los diferentes sistemas de alimentación usados en cada estudio.

**4.2.5. Pérdida por cocción.**

La perdida por cocción de la carne de cuyes fue el 76.22% en promedio; que además significa que los sistemas de alimentación no tuvieron efecto significativo sobre esta variable. Este resultado es contradictorio a lo mencionado por Offer *et al.* (1984), quien afirma que la pérdida por cocción puede llegar hasta el 40%, dependiendo del proceso de cocinado; esto podría deberse al proceso que se realizó en este trabajo, pues las muestras fueron llevadas a un horno electrónico hasta que alcancen 70° C.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de alimentación utilizado en los cuyes no influye sobre la pérdida al descongelado de sus canales.
2. El sistema de alimentación utilizado en los cuyes no influye sobre el color (valores "chroma") de sus canales.
3. El sistema de alimentación utilizado en los cuyes influye sobre los valores de pH de la carne de cuyes. Así la carne de cuyes alimentados solamente con alfalfa tienen mayores pH (cerca de la neutralidad), en seguida están los alimentados con afrecho y los menores valores de pH se obtiene en carnes de cuyes alimentados con la mezcla de alfalfa y afrecho de cebada.
4. El sistema de alimentación utilizado en los cuyes influye sobre la capacidad de retención de agua de la carne de cuyes. Así la carne de cuyes alimentados solamente con alfalfa tienen menor capacidad de retención de agua que la carne de cuyes alimentados solamente con afrecho; en cambio la capacidad de retención de agua de la carne de cuyes alimentados con la mezcla de alfalfa y afrecho de cebada se muestran iguales a los tratamientos antes mencionados.
5. El sistema de alimentación utilizado en los cuyes no influye sobre la pérdida por cocción de la carne de estos animales.

## RECOMENDACIONES

1. A los encargados de la granja "Hatun Cuy", se recomienda usar los sistemas de alimentación del T2 (50% de alfalfa y 50% de afrecho de cebada) y T3 (100% afrecho de cebada) principalmente para obtener mejores características tecnológicas (pH y capacidad de retención de agua) en la producción de carne de cuy.
2. Realizar investigaciones similares, pero con mayor cantidad de animales incluyendo ambos sexos; así corroborar los resultados de esta investigación.
3. Se recomienda continuar con este tipo de investigación evaluando los efectos que puedan tener la raza y la edad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALHUS, J.L.; HONES, S.D.M.; TONG, A.K.W.; JEREMIAH, L.E.; ROBERTSON, W.M.; GIBSON, L.L. (1992). The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 72: 3, 525-535.
- ABOUGROUN, H., FORREST, J.C., ABERLE, E.D., y JUDGE, M.D. (1985) Shortening and tenderness of prerigor heated beef. I. Effect of heating rate on muscles of youthful and mature carcasses. *Meat Sci.*, 14, 1.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C. (1987). Efecto del pastoreo y del acabado a pienso en la producción de terneros frisonos nacidos en otoño. Evaluación de las canales y de la cantidad de carne. *ITEA*, 72: 57-64.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; LAHOZ, F.; JAIME, J.; TENA, R. (1988). Características de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas forrajeras y suplementadas con distinta cantidad de pienso. *ITEA* 76, 3-14.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P., NEGUERUELA, Y.; OLLETA, J.L. MAMAQUI, E.; CAMPO, M.M.; ALVAREZ, F. (1995). Calidad de la carne de terneros de raza Parda Alpina y Pirenaica cebados con pienso rico en gluten feed y mandioca. VI Jornadas sobre Producción Animal. *ITEA*. 630-632.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; LAHOZ, F.; JAIME, J.; TENA, R. (1992). Efecto del empleo de alfalfa deshidratada en dietas de cebo de terneros sobre la calidad de la canal y de la carne. *ITEA* 88 A: 2, 158-168.
- ALBERTÍ, P.; ALENDA, R.; CABRERO, M. (1988). Datos no publicados recogidos en Zea y Díaz 1990.
- ALIAGA L. (2005). Boletín Informativo de Crianza de Cuyes. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Perú - Lima. 32 Pág.
- ALLEN, J.W. (1989). *Nat. Provision*, 201 (6), 8.
- APPEL, D. y LÖFQVIST, B. (1978) Meat cooking techniques. I.A. preliminary study of the effect of the rate of heating in water. *Meat Sci.*, 2, 251.
- BARTON, R.A.; KIRTON, A.H. (1958). Carcass weight as an index of carcass components with particular reference to fat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 50: 331-334.

- BARTON-GADE, P.A.; DEMEYER, D.; HONIKEL, K.O.; JOSEPH, R.L.; PUOLANNE, E.; SEVERINI, M. SMULDERS, F.J.M.; TORNBERT, E. (1994). Final Version of Reference Methods for water Holding Capacity in Meat and Meat Products; Procedures Recommended by an OECD Working Group and Presented at the 39th ICOMST in 1993. Proc. 40th ICOMST. The Hague, The Netherlands, File S-V. 05.
- BENITO, J.; LOPES DE TORRE, G.; MARTIN, M.; VASCO, P.; FERREFA, J.L. (1979). Comparación entre el cebo de terneros en establo y el cebo en praderas con suplementación a base de sorgo expandido. An. del INIA, Prod. Anim. nº 10: 157-167.
- BERG , R.T.; BUTTERFIELD, R.M. (1966). Bone ratio on fat percentage as measures of beef carcass composition. Anim Prod., 8, 1-11.
- BERIAIN, M.J. (1998). Calidad de la carne ovina. En C. Buxadé (coordinador), Ovino de carne: aspectos claves. Madrid (España): Editorial Mundi-Prensa, p. 401-418. ISBN 84-7114-774-2.
- BERIAIN, M.J.; LIZASO, G. (1997). Calidad de la carne de vacuno. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 493-510.
- BIDNER, T.D.; SCHUPP, A.R.; MOHAMAD, A.B.; RUMORE, N.C.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P.; MxMILLIN, K.W. (1986). Acceptability of beef from Angus-Hereford- Braham steers finished on all-forage or high-energy diet. J. Anim. Sci., 62: 381-387.
- BOCCARD, R. Y BORDES, P. (1986). Caracteristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de production. In: Production de viande bovine. D. Micol (Ed). INRA, Paris. 61-84.
- BOCCARD. R.; DUMONT, B.L. (1960). Étude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des diferentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. Annales de Zootechnie, 9: 355-363.
- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. (1972). The effect of ultimate pH on ovine muscle: Water holding capacity. J. Food Sci., 36: 435-439.
- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. (1976). Factors influencing cooking losses from meat. J. Food Sci., 41, 1092-1095.

- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTOSE, W.R. (1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.*, 36: 435-439.
- BRAZAL, T. y BOCCARD, R. (1977) Efectos de dos tratamientos antemortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 8, 97-125.
- BRISKEY, E.J.; BRAY, R.W. (1964). A special study of the beef grade standarts for American National Cattlemen's association. A.N.C.A.
- BRUWER, G.G.; NAUDE, R.T.; DU TOIT, M.M.; CLOETE, A.; VOSLOO, W.A. (1987). An evaluation of the lamb and mutton carcass grading system in the Republic of Sout Africa. The use fat measurements as predictors of carcass composition. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 17(2): 85-89.
- CABRERO POVEDA. (1991). Factores que definen las características cualitativas de la carne. *Bovis.*, 38, 39-70.
- CABRERO POVEDA. (1991). La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. *Bovis.*, 38, 9-37.
- CAÑEQUE, V., RUIZ DE HUIDOBRO, F., DOLZ, J.F., HERNÁNDEZ, J.A. (1989). Producción de carne de cordero. Madrid (España): Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 520 p. ISBN 84-747-9782- 9.
- CANNON, J. E., J. HEAVNER, J. B. MORGAN, F. K. MCKEITH, G. C. SMITH Y D.L. MEEKER. (1995). Pork Chain Quality Audit: A review of the factors influencing pork quality (Auditoria de la calidad en la cadena porcina: Revisión de los factores que influyen en la calidad de la carne de cerdo). *J. Muscle Foods.* 6:369-402.
- CARRASCO S. (2005). Metodología de la Investigación; Lima: San Marcos.
- CASSENS, R.G. (1977). Muscle biochemistry: the importance of myofiber type. *Food Technol.* 31, 76.
- CASSENS, R.G.; DEMEYER, D.; EIKELENBOOM, G.; HONIKEL, K.O.; HOHANSSON,G.; NIELSEN, T.; RENERRE, M.; RICHARDSON, Y.; SAKATA, R. (1995). Recommendation of Reference Methods for Assessment of Meat Color. *Proc. 41th ICOMST San Antonio, USA Vol II, C86, 410-411.*

- CASTELLÓN, T. D. (2009). Soberanía Alimentaria: La Libertad de Elegir para asegurar Nuestra Alimentación. Soluciones Prácticas - ITDG. Perú - Lima 38 p.
- CASTRO, B. R. A. (2002). Avances en nutrición y alimentación de Cuyes. Crianza de Cuyes, Guía Didáctica. Universidad Nacional del Centro. Perú - Huancayo 136 -146 p.
- CEPERO, R.; SAÑUDO, C. (1996). Definición y medición de las características de la calidad sensorial de la carne de ave. Jornadas Técnicas de Avicultura. Arenys de Mar, 10,13 Junio 1996.
- CHARPENTIER, J. y GOUTEFONGEA, R. (1966) Influence de l'excitation ante-mortem chez le porc sur quelques caractéristiques physico-chimiques du muscle. Ann. Zootech, 15, 353-359.
- CHASCO, J., M.J. BERIAIN, A. PURROY, A. HORCADA, A. HIDALGO, G. LIZASO, J.A. MENDIZABAI, F.J.MENDIZABAL, and B. SORET. (1995). Efecto del sexo sobre la composición de los ácidos grasos de los diferentes depósitos lipídicos de corderos de las razas, Latxa y raza Aragonesa. ITEA Vol. extra N° 16 Tomo II. p. 645-647.
- CHAUCA L. (1997). Producción de Cuyes. FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia - Roma. 87 pág.
- CHOUN, H.S., KINSMAN, D.M., HALL, K.N., y HOAGLAND, T.A. (1986) Comparison of palability characteristics of rib eye steaks by grades, cooks by conventional oven broiling and microwave cookery. In 32th EUR. MEET. Meat Res. Workers, Vol. 7, pp. 12.
- CLYDESDALE, F.M. (1991). J. Food Quality, 14. 61.
- COLOMER - ROCHER, F. (1976). Métodos operacionales para la descripción de los caracteres de la canal. Información Técnico-Económica.
- COLOMER - ROCHER, F.; BASS, J.J.; JOHNSON, D.L. (1982). Beef carcass conformation and some biological implications. Current topics in Veterinary Medicine and Animal Science. Vol. 16: 137-146.
- CONSIGLI, R. (1994). Influencia de la mandioca y otros subproductos agroindustriales en el cebo de terneros: parámetros productivos y calidad de canal

- y de carne. Master of Science. C.I.H.E.A.M. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. 255 p. y anexos.
- CONTRERAS, J. (1971). Resultados de unas experiencias sobre calidad de la carne ovina. III Jornadas de estudio sobre la producción de ovino de carne. Aula Dei. Zaragoza.
  - CROSS, H.R.; DURLAND, P.D.; SEIDEMAN, S.C. (1986). Sensory qualities of meat. En: Muscle as food. Ed: p. Bechtel. Academic Press, Orlando, Florida. p. 286.
  - CROUSE, J.D.; CROSS, H.R.; SEIDEMAN, S.C. (1984). Effects of a grass or grain diet on the quality of three beef muscles. J. Anim. Sci., 58: 3, 619-625.
  - CUTHBERTSON, A. (1979). Clasificación de canales de ovino y bovino en Reino Unido. En: La clasificación de canales ovinal y bovinas. Prod. Animal, 5, 99-124.
  - CUTHBERTSON, A.; KEMPSTER, A.J. (1979). Sheep carcass and eating quality. British Council Special Course. 5-17 de marzo de 1978. En: The British Council (ed). The Management and Diseases of Sheep. The Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough (Reino Unido). pp. 377-399.
  - DAVEY, C.L.; GILBERT, K.V. (1974). Temperature-dependent cooking toughness in beef. J. Sci. Food. Agric., 25: 931-938.
  - ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.M.; IZQUIERDO, M.; COSTELA, A. (1998). The influence of genotype and feeding system in meat quality parameters of pure Tetinto, Charolais x Retinto and Limusin x Retinto male calves. Proc. 44th ICOMST. 302-303.
  - FISCHER, K. (1988). Fleischwirtschaft 68, 850.
  - FISCHER, C. y HAMM, R. (1980) Biochemical studies on fast glycolysing bovine muscle. Meat Sci., 4, 41.
  - FLAMANT, J.C.; BOCCARD, R. (1966). Estimation de la qualité de la carcasse des agneaux de boucherie. Annales de Zootechnie, 15(1): 89-113.
  - FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. (1979). Fundamentos de ciencia de la carne. Acribia. Zaragoza, pp. 364.
  - FRAPPLE, P.G.(1984). Commercial use of classification information. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. (15). Animal Production in Austria. Vol. 15: 45-47.

- FRONING, G.W. (1991). Methods for measuring functional properties of poultry meat. Proc. X Eur. Sump. on the Quality of Poultry Meat, Dorwerth, The Netherlands, pp. 191-200.
- GARCÍA TORRES, SL; IZQUIERDO CEBRIÁN, M.; ESPEJO DÍAZ, M. LÓPEZ PARRA, M.M.; VASCO PÉREZ, P. (1998). The influence of the feeding system and the calving period on the quality of the retinto cattle meat. En Proc. Basis of the quality of typical Mediterranean animal products. Badajoz, 29 September-2 October. 456-458.
- GARIEPY, C.; JONES, S.D.M.; ROBERTSON, W.M. (1990). Variation in meat quality at three sites along the length of the beef Longissimus muscle. Can. J. Anim. Sci. Vol. 70(2): 707-710.
- GAULT, N.F.S. (1985). The relationship between water holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. Meat Sxi., 15: 15-30.
- GEAY, Y., BAUCHART, D., HOCQUETTE, J.F., CULIOLI, J. (2001). Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. Reprod. Nutr. Dev., vol. 41, p. 1-26.
- GIESE, J. (1995). Measuring physical properties of foods. Food Technol., 49(2), p. 54-63.
- GRAU, R; HAMM, R. (1953). En: Muscle as Food. Bechtel P.J. (Ed). Food Science and Technology. A Series of Monograph, 1985. Academic Press. New York.
- GUIGNOT, F.; TOURAILLE, C.; OUALI, A.; RENERRE, M. (1994). Relationship between postmortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. Meat Sci., 37: 315-325.
- HAMM, R. (1960). Biochemistry of meat hydration. Adv. Food Res. Vol. 10: 355.
- HAMM, R. (1977). In Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing, eds. T. Hoyem & O. Kvale. Appl. Sci. Publ., p. 101.
- HARRIS, D.C. (1982). Measurement and description of lamb carcasses. En el Simposio: Producing lamb carcasses to meet particular market requirements. Proc. of the Australian Society of Animal Producton, 14: 50-52.

- HEDRICK, H.B.; PATERSON, S.A.; MATCHES, A.G.; THOMAS, J.D.; MARROW, R.E.; STRINGER, W.C.; LIPSEY, R.J. (1983). Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn gain. *J. Anim. Sci.*, 57: 4-10.
- HENRICKSON, R.L.; MJOSET, J. H. (1964). Tenderness variation in two bovine muscles. *J. Anim. Sci. Vol. 23*: 325-328.
- HIDALGO V. (1994). Crianza de Cuyes. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú - Lima. 34 Pág.
- HOFMANN, K. (1987). Definition and measurement of meat quality. *Fleischwirtsch.* 67: 977.
- HONIKEL, K.O. (1987). How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. En: Evaluation and control of meat quality in pigs. Tarrant, p.V.; Eikelenboom, G.; Monin, G. (eds.). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 129-142.
- HONIKEL, K.O. (1991). Assessment of meat quality. En: Animal biotechnology and the quality of meat production. Ed. L.O. Fiems, Cottyn B.G. Elsevier, Amsterdam. pp: 107-125.
- HONIKEL, K.O. (1998). Recommendation of an Initial Group of Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. Proc. 44th ICOMTS. 608-609.
- HONIKEL, K.O.; FISHER, C.; HAMID, A.; HAMM, R. (1981). Influence of postmortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at various temperatures between 0°C and 30°C. *J. Food. Sci.*, 46, 23.
- HORNSEY, H. C. (1956). The color of cooked pork. 1. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Arg.* 7; 534 - 540.
- HUAMÁN, F. M. (2007). "Manual Técnico para la Crianza de Cuyes en el Valle del Mantaro", Institución Editora Coordinadora Rural Región Centro Grupo SEPAR, Perú - Huancayo. 58 Pág.
- HUNT, M.C.; ACTON, J.C.; BENEDICTM, R.C.; CALKINS, C.R.; CORNFORTH, D.P.; JEREMIAH, L.E.; OLSON, D.P.; SALM, C.P. & SAVELL, J.W. (1991).

Guidelines for Meat Color Evaluation. American Meat Science Association. Chicago. National Live Stock and Meat Board.

- INRA (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE). (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins. París (Francia): Editorial INRA, 471 p. ISBN 2-73-800-021-5.
- INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA. (2011). Curso a Distancia de Producción de Cuyes. Huancavelica - Perú 338 Pág.
- JACOBS, J.A.; FIELD, R.A.; BOTKIN, M.P.; RILEY, M.L.; ROEHRKASSE, G.P. (1972). Effect of weight and castration on lamb carcass composition and quality. J. Anim. Sci. 35: 926-930.
- JACOBSON, M. (1972). Physical and chemical test of food quality. En. Paul, P.C. & Palmer, H.H. (Eds). Food Theory and applications. New York: Willey. Cap. 16, p. 739 777.
- JENNINGS, T.G.; BERRY, B.W.; JOSEPH, A.L. (1978). Influence of fat thickness, marbling and length of aging on beef palatability and shelf-life characteristics. J. Anim. Sci., 46: 658-665.
- JEREMIAH, L.E., TONG, A.K.W., y GIBSON, L.L. (1991) The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. Meat Sci., 30, 97-114.
- JOHANSSON, M.; AGERHEM, H.; MAGARD M.; TORNBERG, E. (1998). Sensory quality in relation to Maillard reaction products and other volatiles in fried beef patties. Proc. 44th ICOMST. 776-777.
- JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J.; HEDRICH, H. & MERKEL, R. (1989). Principles of meat science. Dubuke (Iowa): Kendall & Hunt Publishing. Cap 6, p. 125 133.
- KEMPSTER, A. J. (1989). Carcass and meat quality research to meet market needs. Animal Production, 48: 483-496.
- KIRTON, A. H. (1989). Principles of classification and grading. Meat Production and Processing. New Zealand Society of animal Production. Occasional publication nº 11. Ed. Purchas, Butler-Hogg and Davis.

- KRAMMER, A. (1994). Use of color measurements in quality control of food. *Food Technol.*, 48(10): 63-71.
- LAPIERRE, H.; LACHANCE, B.; ROLLAND, J.R.; ST-LAURENT, G.J. (1990). Effects of dietary iron concentration on the performance and meat color of grain-fed calves. *Can. J. Anim. Sci.* Vol. 70(4): 1053-1061.
- LAWRIE, R.A. (1988). En: *Meat Science*. Pergamon Press. New York. pp. 267.
- LAWRIE, R.A. (1966). *Meat Science*. Pergamon Press, Oxford.
- LAWRIE, R.A. (1977). *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- LAWRIE, R.A. (1998) *Ciencia de la carne*, Zaragoza. España.
- LIU, Q., LANARI, M.C., SCHAEFER, D.M. (1995). A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.*, vol. 73, p. 3131-3140.
- LIZASO, G.; BERIAIN, M.J.; PURROY, A.; HUARTE-MENDICOA, J.; HERNANDEZ, B.; CHASCO, J. (1997). Calidad de la carne de terneros machos de raza Pirenaica y su evolución durante la maduración. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 772-774.
- LOPEZ, G.; BENITO, J.; MARTÍN, M.; VASCO, P.; FERRERA, J.L.; VARONA, M. (1981). Influencia del régimen alimenticio y del genotipo en el crecimiento y en la composición de la canal de los terneros. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Ganadera*, nº 12: 13-22.
- MaC DOUGALL, D.B. (1970) Characteristics of the appearance of meat. I. The luminous absorption, scatter and internal transmittance of the bacon manufactured from normal and pale pork. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 568.
- MaC DOUGALL, D.B. (1982). Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chem.*, 9 (12), p. 75-88.
- MAMAQUI, E.N. (1996). Influencia de la raza de terneros y del tipo de pienso en los parámetros productivos y en la calidad de la carne. Master of Science. CIHEAM. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

- MCDOWELL, L.R., WILLIAMS, S.N., HIDIROGLOU, N., NJERU, C.A., HILL, G.M., OCHOA, L., WILKINSON, N.S. (1996). Vitamin E supplementation for the ruminant. *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 60, p. 273-196.
- MOHAN RAJ, A.B.; MOSS, B.W.; RICE, D.A.; KILPATRICK, D.J.; MCCAUGHEY, W. J.; MCLAUHLAN, W. (1992). Effect of mixing male sex types of cattle on their meat quality and stress-related parameters. *Meat Sci.* Vol. 32: 367-386.
- MONAHAN, F.J., ASGHAR, A., GRAY, J.I., BUCKLEY, D.J. (1994). Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the colour stability of pork chops. *Meat Sci.*, vol. 37, p. 205-215.
- MONIN, G. (1998). Recent methods for predicting quality of whole meat. *Proc 44th. ICOMST.* 56-65.
- MONIN, G. (1988). Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec. Méd. Vet.*, 16410, 835-842.
- MONIN, G. (1991). Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA. Prod. Anim.* 4: 151-160.
- MORBIDINI, L.; PANELLA, F.; SARTI, D.M.; SARTI, F.M.; DROZDZ, A.; CIURUS, J. (1994). Slaughtering characteristics and carcass quality of export polish mountain lambs. 45th European Association of Animal Science. Edimburgh, 4-9 September 1994.
- MORON O. E. y ZAMORANO G. L.(2004). Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes animales. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Hermosillo Sonora - Mexico, 36 - 39 p.
- MUCHENJE, V., DZAMA, K., CHIMONYO, M., STRYDOM, P.E. & RAATS, J.G. (2009). Relationship between preslaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci.* 81, 653-657.
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAUJA Y SERVICIOS EDUCATIVOS PROMOCIÓN Y APOYO RURAL – SEPAR (2009). Manual de Tecnología de Carnes. Proyecto "Mejoramiento de la Producción y Comercialización de Carne de Cuy en la Provincia de Jauja, para el Mercado Nacional y de Exportación". Jauja - Perú, 28 p.

- MURRAY, A.C. (1989). Factors affecting beef color at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.* Vol. 69: 347-355.
- NEAGUERUELA, A.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; ALBERTI, P. (1992). Evolución del color de la carne de vacuno durante su maduración: II. Congreso Nacional e Iberoamericano de color. Barcelona (España).
- OFFER G.; KNIGHT, P.; JEACOCKE, R.; ALMOND, R.; COUSINS, T.; ELSEY, J.; PARSONS, N.; SHARP, A.; STARR, R.; PURSLOW, P. (1989). The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure*, 8,151.
- OFFER, G. & KNIGHT, P. (1988). The structural basis of water-holding in meat. In: *Developments in Meat Science- 4, part 2*, ed. R. Lawrie, p. 173.
- OFFER, G. (1984). Progress in the biochemistry, physiology and structure of meat. *Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol, UK*, p. 87.
- ORDOÑEZ, J.A. (1992). *Curso de tecnología y Calidad de los productos cárnicos*. Pamplona.
- OWENS, F.N., GARDNER, B.A. (1999). A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, Disponible en URL: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0940.pdf>.
- PALOMBO, R. & WIJNGAARDS, G. (1990). Characterization of changes in psychometric colour attributes of comminuted porcine lean meat during processing. *Meat Sci.*, 28 (1), p. 61-76.
- PEARSON, A.M. y YOUNG, R.B. (1989). Postmortem changes during conversion of muscle to meat. In *Muscle and Meat Biochemistry*, pp. 391-444. Academic Press Ltd., London. U.K.
- PEREZ-ALVAREZ, J.A. (1996). *Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos crudo-curados*. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- PEREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNANDEZ-OPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; CARTAGENA-GRACIA, R. (1998). Caracterización de los parámetros de color de

diferentes materias primas usadas en la industria carnica. Eurocarne nº 63, 115-122.

- POSPIECH, E. y HÖNIKEL, K.O. (1991) Protein changes on heating and their influence on water-binding capacity of meat. In 37th International Congress of Meat Science and Technology, Vol. 1, pp. 457, Kulmaback. Germany. Proc.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. (1974). Intensive Beef Production. Pergamon Press, Oxford.
- PURCHAS, R. W. (1990). An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. Meat Sci. Vol 27: 129-140.
- RAMSEY, C.B.; COLE, J.W.; MEYER, B.H.; TEMPLE, R.S. (1963). Effects of type and breed of british, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking bases as determined by laboratory and family panels. J. Anim. Sci. 22: 1001-1008.
- RANKEN, M.D. (1976). The water holding capacity of meat and its control. Chemistry and Industry. Vol. 18: 1052-1057.
- RENERRE, M. (1981). La couleur de la viande et sa mesure. Viandes et Produits Carnes, 2, 10.
- RENERRE, M. (1986). Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. Vol. 65: 41-45.
- RENERRE, M. (1988). Quelles recommandations pour mesurer la xoleur de la viande au laboratoire. Industries Alimentaires et Agricoles, Juin, pp. 530.
- RENERRE, M.; DUMONT, F.; GATELLIER, Ph. (1996). Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. Meat Sci., 43, 111.
- RENERRE, M.; VALIN, C. (1979). Influence de l'âge sur les caracteristiques de la couleur des viandes bovine de la race limousine. Ann. Technol. Agric., 283: 319-332.
- RENK, B.Z.; KAUFFMAN, R.G.; SCHAEFER, D.M. (1985). Effect of temperatura and method of cookery on the retention of intramuscular lipid in beef and pork. J. Anim. Sci., 61, 876-276.

- RICO N. E. Y RIVAS V. C. (2003). Manual sobre el Manejo de Cuyes. Primera Edición. Impreso en Benson Agriculture and Food Institute Provo. Estados Unidos. 50 p.
- RILEY, R. R.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C.; SHELTON, M. (1980). Quality, appearance and tenderness of electrically stimulated lamb. J. Food. Sci. Vol. 45: 119-121.
- RISVIK, E. (1994). Sensory properties and preferences. Meat Sci., vol. 36, p. 67-77.
- ROBELIN, J. (1986). Composition corporelle des bovins: Evolution au cours du développement et différences entre races. Thèse d'état, Université de Clermont Ferrand II, E-368, pp 392.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y.; BERANGER, C. (1974). Croissance relative des différents tissus, organes et régions corporelles des taurillons Frisons durant la phase d'engraissement de 9 à 15 mois. Ann. Zootech., 23: 313-323.
- RUÍZ DE HUIDOBRO, F., SANCHA, J.L.; CANTERO, M.A. (1996). La clasificación de las canales de vacuno y ovino: ventajas del método. Eurocarne nº 48, 17-26.
- RUSSEL, A.J.F.; BARTON, R.A. (1967). Bone-muscle relationship in lamb and mutton carcasses. J. Agric. Sci. Camb., 68, 187-190.
- SANCHEZ, B.; SANCHEZ, L.; DE LA CALLE, B.; & MONSERRAT, L. (1997). Influencia de factores de variación en los valores de pH y color de la ternera gallega. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 766-768.
- SANCHEZ, L.; SANCHEZ, B.; MONSERRAT, L. (1998). Razas autóctonas y calidad de carne. Feagas, nº 13, pp. 10-14.
- SANTOLARIA, P. (1993). Influencia de factores genéticos y ambientales sobre los parámetros sensoriales que definen la calidad de la carne de añejo. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- SAÑUDO, C. (1992). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina. SIA, Zaragoza.
- SAÑUDO, C. y SIERRA, I. (1991) Calidad de la canal y de la carne en el cerdo ibérico en producción intensiva. ANAPORC, diciembre, 107, 27.

- SAÑUDO, C., CAMPO, M.M. (1998). Calidad de la canal por tipos. En Buxadé, C. (coordinador), Vacuno de carne: aspectos claves. Madrid (España): Editorial Mundi-Prensa, p. 465-492. ISBN 84-7114-743-2.
- SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; PANEA, B.; ALBETTÍ, P.; DUNNER, S.; GARCIA-ATANCE, P., SANTOLARIA, P.; ROCHE, E.; OSORO, K.; OLIVAN, M.; GARCIA, J.; NOVAL, G. (1998). Influence of double muscled condition on sensory beef meat quality at different ageing times. Proc. 44th ICOMST. 760-761.
- SAYAS, M.E. (1997). Contribuciones al proceso tecnológico de elaboración del jamón curado: aspectos físicos, fisicoquímicos y ultra estructurales en los procesos de curado tradicional y rápido. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- SCHÖN, I. (1973). Improvement of market transparency in meat trade. World Review Animal Production, 9(2): 34-47.
- SHACKELFORD, S.D.; PURSER, D.E.; SMITH, G.C.; GRIFFIN, C.L.; STIFFLER, D.M.; SAVELL, J. W. (1992). Lean color characteristics of bullock and steer beef. J. Anim. Sci. Vol. 70(2): 465-469.
- SIERRA EXPORTADORA. (2013). Perfil comercial de cuy. Presidencia del Consejo de Ministros.
- SIERRA, I. (1977). Apuntes de Producción Animal. In., Fac. Veterinaria. Univ. Zaragoza.
- SOLTNER, D. (1971). La production de viande bovine. 3<sup>o</sup> Edition. Collection Sciences et Techniques Agricoles. Angers. France.
- SWATLAND, H.J. (1994). Optical predictions of water holding capacity. En. Proc. 47th An. Reciprocal Meat Conference. Philadelphia: American Meat Science Association & National Live Stock and Meat Board. 99-111.
- SWATLAND, H.J. (1995). Reversible pH effect on pork paleness in a model system. J. Food Sci. 60(5), 988-991.
- TOURAILLE, C. (1991). Qualités organoleptiques des viandes bovine et ovine. Curso: Calidad de la canal y de la carne. I.A.M.Z. Zaragoza Vol. 4: 22 marzo.

- TULLOH, N.M. (1963). The carcass composition of sheep, cattle and pigs as functions of body weight. Symposium of carcass composition and appraisal of meat animals. Melbourne University 1963. Ed. Tribe D.E. (CSIRO, Melbourne, Australia). UNE 55-013.
- TYSZKIEWICZ, S. y TYSZKIEWICZ, I. (1966) Proby ustalenia mechanizmu powstawania wycieku w czasie obrobki cieplnej miesa. Roczn. Inst. Przem. Miesn., 3, 39.
- VAN LAACK, R.L. & SOLOMON, M.B. (1995). The effect of postmortem temperature on pork color and water holding capacity. En. Proc. 41th ICOMST. 650 651.
- WARRIS, P. (1995). Métodos para evaluar la calidad de la carne de cerdo. Carne Tec, 2(9), p. 18-24.
- WIRTH, F. (1987). Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. Fleischwirtsch, español., 1: 22-28.
- WOLF, B.T.; SMITH, C. (1983). Selection for carcass quality. En: Haresign W. (ed.). Sheep Production. Butterworths, Londres.
- WULF, D.M.; O'CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; SMITH, G.C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef *Longissimus tenderness*. J. Anim. Sci., 75, 684.
- YEATES, N.T.M.; EDEY, T.N.; HILL, M.K. (1975). The definition and measurement of meat quality. Tenderness. En: Animal Science. Ed: N.T.M. Yeates, Edey T.N., Hill M. K. Pergamon Press, London.
- ZEA, J.; DÍAZ, M.D.; CABRERO, M. (1985). Estudio de las características cualitativas y cuantitativas de las canales de terneros acabados en pastoreo o en establo y sometidos a dos velocidades de crecimiento. Memoria CIAM. La Coruña.

## ANEXOS

### a. Base de datos usado

Cuadro 10. Base de datos de la tesis.

Tratamiento	pH	CHROMA	CRA	PDES	PCOC
T1	6.25	5.13	53.8100	6.7590	78.68471
T1	6.20	6.07	54.0240	9.5122	77.12791
T1	6.25	9.69	55.7980	7.2212	75.47692
T1	6.20	11.20	54.2760	9.1933	78.14321
T1	6.22	8.90	55.2820	8.1805	78.67050
T1	6.21	4.52	54.7620	10.3082	77.81673
T2	6.03	6.57	54.4160	10.9920	76.02616
T2	6.08	8.48	62.1260	8.8045	74.43648
T2	6.08	2.45	55.4740	6.5838	76.40136
T2	6.09	2.09	57.9340	7.8481	74.11746
T2	6.02	5.64	57.2420	5.3277	76.41759
T2	6.08	5.94	59.5560	7.0850	75.95098
T3	6.10	1.08	59.5500	10.4074	75.97739
T3	6.14	5.45	56.8640	6.0857	77.61529
T3	6.13	8.79	55.4520	4.2554	72.40346
T3	6.13	2.38	62.0000	7.0152	71.95968
T3	6.15	6.85	61.9620	3.7268	76.71831
T3	6.13	-	57.7480	5.5761	78.02145

### b. Tablas de análisis de varianzas y gráficos.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la PDES de la carne de cuy.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Tratamiento	2	17.290	8.645	2.255	0.139 <sup>NS</sup>
Error	15	57.500	3.833		

Total 17 74.790

NS: Indica que no hubo influencia significativa del tratamiento ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 12. Análisis de varianza del color (valores "chroma") de la carne de cuy.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Tratamiento	2	24.870	12.435	1.616	0.234 <sup>NS</sup>
Error	14	107.740	7.696		
Total	16	132.610			

NS: Indica que no hubo influencia significativa del tratamiento ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 13. Análisis de varianza del pH de la carne de cuy.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Tratamiento	2	0.07583	0.03792	65.97738	3.68E-08*
Error	15	0.00862	0.00057		
Total	17	0.08445			

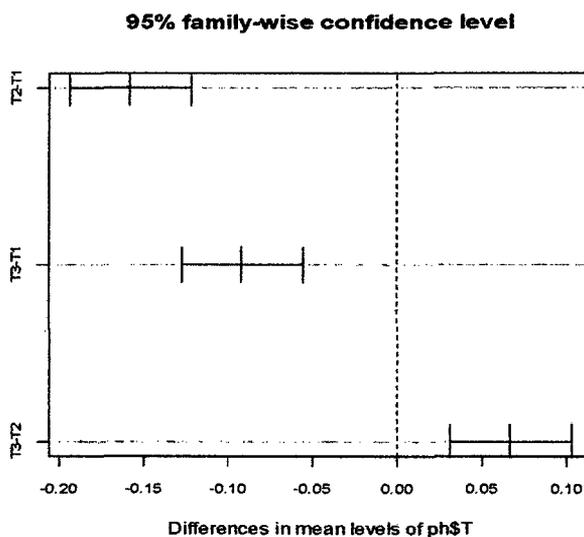
\*: Indica influencia significativa del tratamiento ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 14. Comparación de medias (Tukey) del pH de la carne de cuy.

Comparación	diferencia	Intervalo de confianza		p-valor
		inferior	superior	
T2-T1	-0.15833	-0.19428	-0.12239	0.00000*
T3-T1	-0.09167	-0.12761	-0.05572	0.00002*
T3-T2	0.06667	0.03072	0.10261	0.00062*

\*: Indica diferencia significativa de la comparación de medias ( $p < 0.05$ ).

Gráfico 03. Gráfico de los resultados de Tukey para el pH de carne de cuy.



Cuadro 15. Análisis de varianza de la CRA de la carne de cuy.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Tratamiento	2	58.690	29.345	5.592	0.0153*
Error	15	78.720	5.248		
Total	17	137.410			

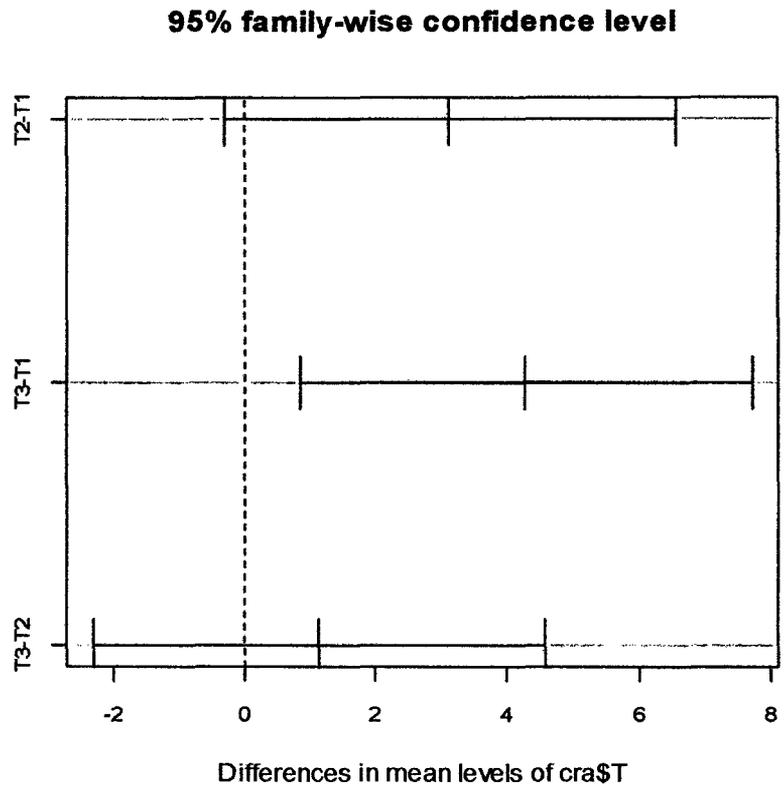
\*: Indica influencia significativa del tratamiento ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 16. Comparación de medias (Tukey) para la CRA de la carne de cuy.

Comparación	diferencia	Intervalo de confianza		p-valor
		inferior	superior	
T2-T1	3.13267	-0.30280	6.56813	0.07653 <sup>NS</sup>
T3-T1	4.27067	0.83520	7.70613	0.01462*
T3-T2	1.13800	-2.29746	4.57346	0.67247 <sup>NS</sup>

\*: Indica diferencia significativa de la comparación de medias ( $p < 0.05$ ); NS: Indica que no hay diferencia significativa en la comparación ( $p > 0.05$ ).

Gráfico 04. Gráfico de los resultados de Tukey para la CRA de carne de cuy.



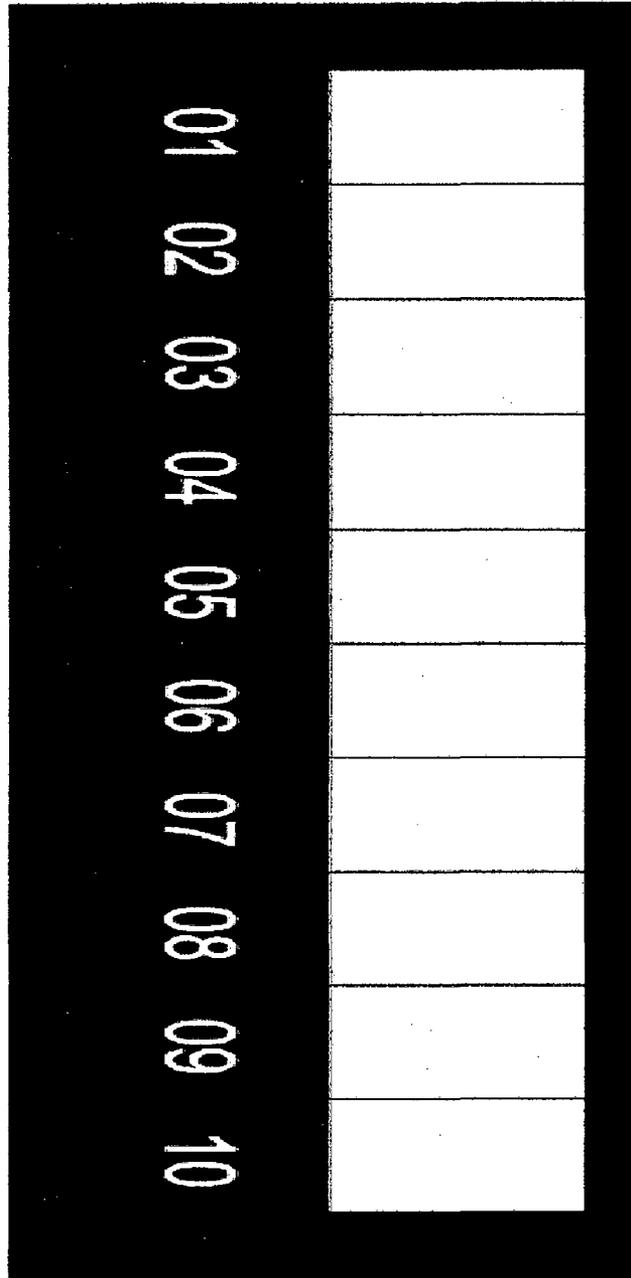
Cuadro 17. Análisis de varianza de la PCOC de la carne de cuy.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	P valor
Tratamiento	2	18.520	9.260	2.943	0.084 <sup>NS</sup>
Error	15	47.190	3.146		
Total	17	65.710			

NS: Indica que el tratamiento no influye significativamente ( $p > 0.05$ ).

c. Valores "chroma" obtenido para la carne de cuy

Gráfico 05. Escala de valores "chroma" de la carne de cuy.



Cuadro 18. Ficha de apuntes en la que se anotaron los datos obtenidos.

"EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE CUYES (*Cavia porcellus*)"

TRATAMIENTO 1 = T1 ALIMENTACIÓN CON ALFALFA AL 100%  
 TRATAMIENTO 2 = T2 ALIMENTACIÓN CON ALFALFA 50% Y AFRECHO DE CEBADA 50%  
 TRATAMIENTO 3 = T3 ALIMENTACIÓN CON AFRECHO DE CEBADA AL 100%

TRATAMIENTO	PESO AL	PESO AL	PESO DE	PESO/CARCASA\	pH		COLOR			CRA		PERDIDA/DESCONGELADO		PERDIDA/COCCIÓN	
	DESTETE	SACRIFICIO	CARCASA	24 Hrs.	1 era LECTURA	2 da LECTURA	L (luminosidad)	a (tenores de rojo-verde)	b (tenores de amarillo-azul)	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO INICIAL	PESO FINAL
T1-1	390.0000	918.6900	650.4400	641.7600	6.24	6.25	30.99	1.72	4.83	5.0000	2.6905	5.3425	4.9814	4.9814	1.0618
T1-2	305.0000	783.2800	516.1900	512.3900	6.20	6.19	31.98	3.03	5.28	5.0000	2.7012	6.5805	5.9636	5.9636	1.3640
T1-3	362.0000	901.8800	550.6900	542.8900	6.25	6.25	40.13	4.72	8.48	5.0000	2.7899	5.7234	5.3101	5.3101	1.3022
T1-4	361.0000	756.0800	494.8000	483.7400	6.19	6.20	39.51	2.78	10.85	5.0000	2.7138	5.8597	5.3210	5.3210	1.1630
T1-5	299.0000	634.7800	427.2700	425.8500	6.22	6.22	37.03	0.73	8.87	5.0000	2.7641	4.6562	4.2753	4.2753	0.9119
T1-6	319.0600	700.1800	449.3400	444.8600	6.20	6.21	30.53	1.31	4.33	5.0000	2.7381	6.2649	5.6191	5.6191	1.2465
T2-1	277.0000	1100.4700	762.8600	760.5400	6.03	6.02	49.02	-2.16	6.20	5.0000	2.7208	6.6321	5.9031	5.9031	1.4152
T2-2	322.0000	1175.8300	890.6600	887.0600	6.09	6.07	47.11	2.55	8.09	5.0000	3.1063	7.8176	7.1293	7.1293	1.8225
T2-3	271.0000	986.8400	746.7200	738.9700	6.08	6.08	67.10	-2.20	-1.06	5.0000	2.7737	7.7038	7.1966	7.1966	1.6983
T2-4	268.0000	899.7000	660.6900	654.2600	6.09	6.09	41.58	-0.83	1.92	5.0000	2.8967	8.7270	8.0421	8.0421	2.0815
T2-5	303.0000	1169.5300	888.0200	875.5400	6.02	6.02	64.89	1.00	5.55	5.0000	2.8621	6.6593	6.3047	6.3047	1.4888
T2-6	298.0000	1123.7500	835.1400	832.7500	6.08	6.07	66.20	1.18	5.82	5.0000	2.9778	9.9422	9.2378	9.2378	2.2216
T3-1	305.0000	930.4700	702.5400	697.8300	6.09	6.10	69.92	-0.65	0.86	5.0000	2.9775	6.3580	5.6963	5.6963	1.3684
T3-2	307.0000	959.1500	754.5400	748.0300	6.14	6.14	50.12	1.25	5.30	5.0000	2.8432	6.4512	6.0586	6.0586	1.3582
T3-3	281.0000	914.8000	562.4400	556.2400	6.12	6.13	34.18	3.31	8.14	5.0000	2.7726	6.2720	6.0051	6.0051	1.6572
T3-4	301.0000	927.9700	617.1300	607.8600	6.13	6.13	41.17	-2.27	0.73	5.0000	3.1000	7.7033	7.1629	7.1629	2.0085
T3-5	262.0000	908.9500	556.1300	547.2300	6.15	6.14	32.60	1.77	6.62	5.0000	3.0981	4.5188	4.3502	4.3502	1.0128
T3-6	362.0000	1226.4000	852.6000	840.5400	6.13	6.12	42.48	8.21	17.77	5.0000	2.8874	6.6641	6.2825	6.2825	1.3830

**d. Fotografías.**



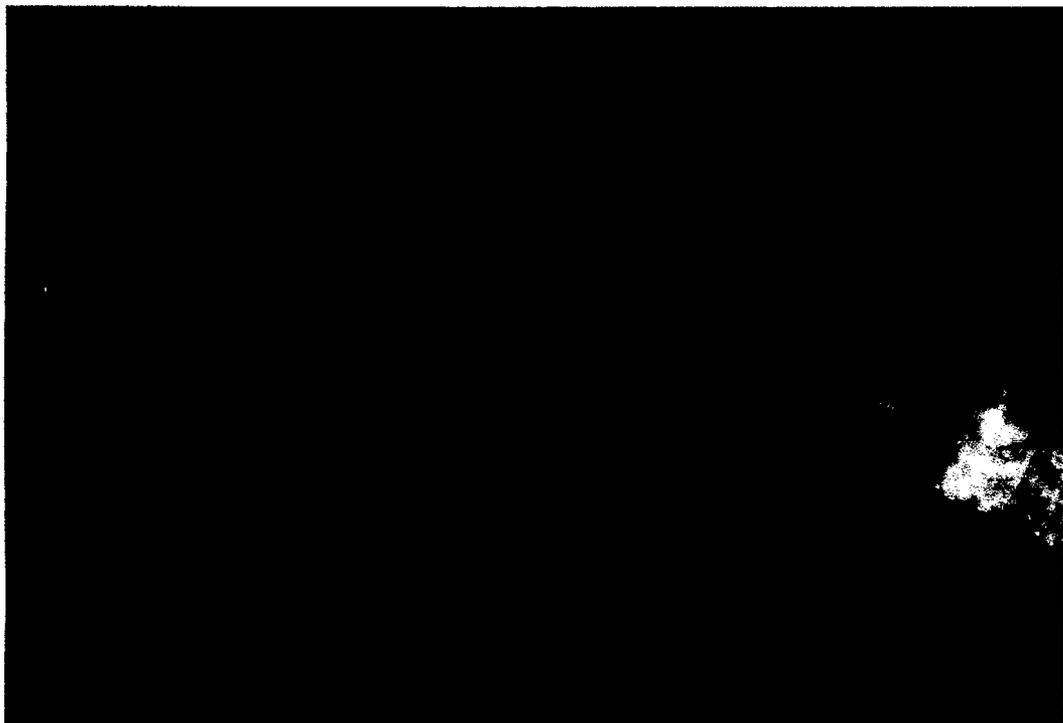
**FOTO N° 01: POSAS CON CUYES DE ENTRE 12 A 15 DIAS DE EDAD LOS CUALES SE VAN HA TOMAR COMO MUESTRA PARA LA EJECUCIÓN DE LA TESIS.**



**FOTO N° 02: PREPARADO DE LAS POZAS, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CON CAL.**



**FOTO N° 03: PREPARADO DE LAS CAMAS CON ICHU DE APROXIMADAMENTE 0.05 MTS. DE ESPESOR PARA ALBERGAR A LOS CUYES DURANTE TRES MESES.**



**FOTO N° 04: MUESTREO DE FORMA ALEATORIA SIMPLE PARA LA ELECCIÓN DE ANIMALES (MACHOS DE RAZA PERÚ) QUE PARTICIPARON EN LA INVESTIGACIÓN.**



**FOTO N° 05: DESPARASITACIÓN DE PULGAS Y PIOJOS CON PRODUCTOS A BASE DE FIPRONIL ASOCIADO A LA DIACINONA.**



**FOTO N° 06: PESADO DE ANIMALES ANTES DE INICIAR EL PERIODO EXPERIMENTAL.**



FOTO N° 07: TRATAMIENTO N° 01 (T1) ALIMENTADO SOLAMENTE CON ALFALFA AL 100%.



FOTO N° 08: TRATAMIENTO N° 02 (T2) ALIMENTADO CON ALFALFA AL 50% Y AFRECHO DE CEBADA AL 50%.



FOTO N° 09: TRATAMIENTO N° 03 (T3) ALIMENTADO SOLAMENTE CON AFRECHO DE CEBADA AL 100%.

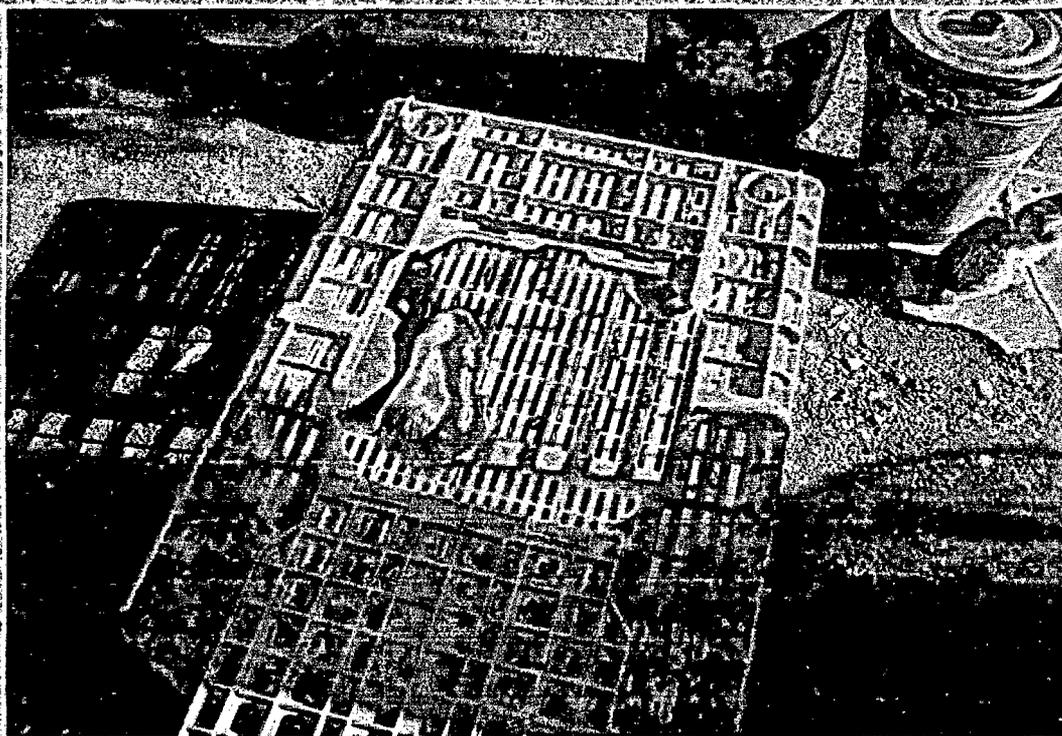


FOTO N° 10: TRASLADO DE ANIMALES A LAS INSTALACIONES DE LA U.N.H. PARA SU POSTERIOR BENEFICIO.



**FOTO N° 11: LLEGADA DE ANIMALES A LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO DE SALUD ANIMAL DE LA U.N.H. PARA SU BENEFICIO.**



**FOTO N° 12: PESADO DE ANIMALES DESPUÉS DE LA ETAPA DE ALIMENTACIÓN Y ANTES DEL PROCESO DE FAENADO.**



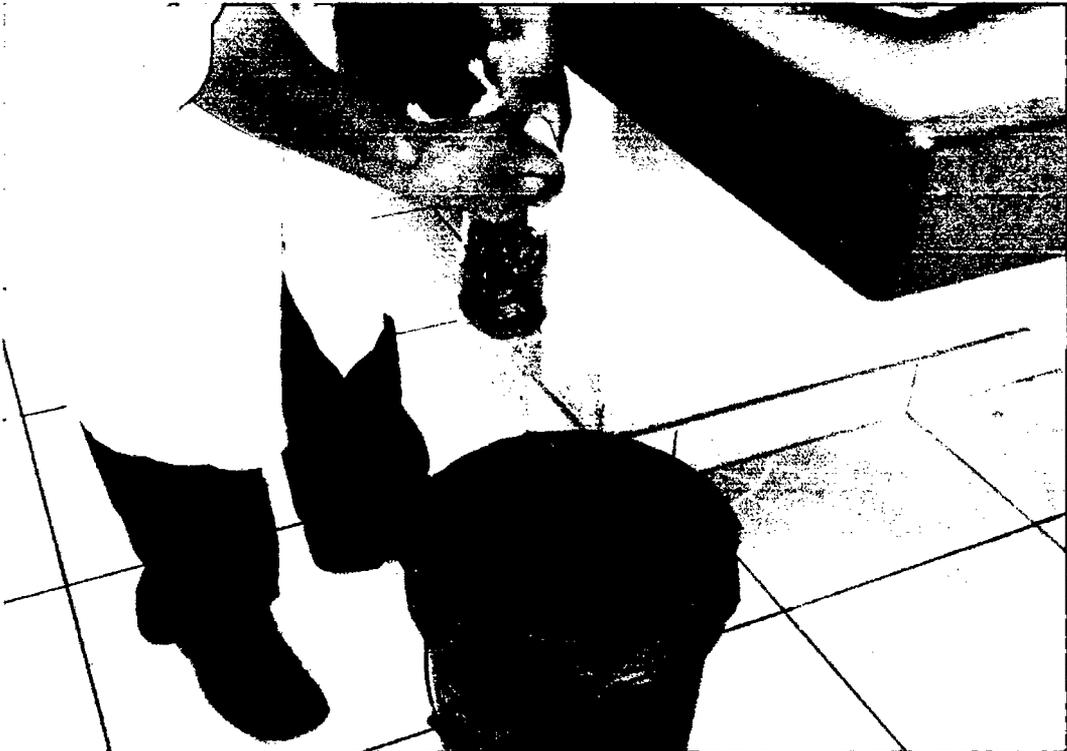
**FOTO N° 13: PROCESO DE INSENSIBILIZACIÓN DE CUYES.**



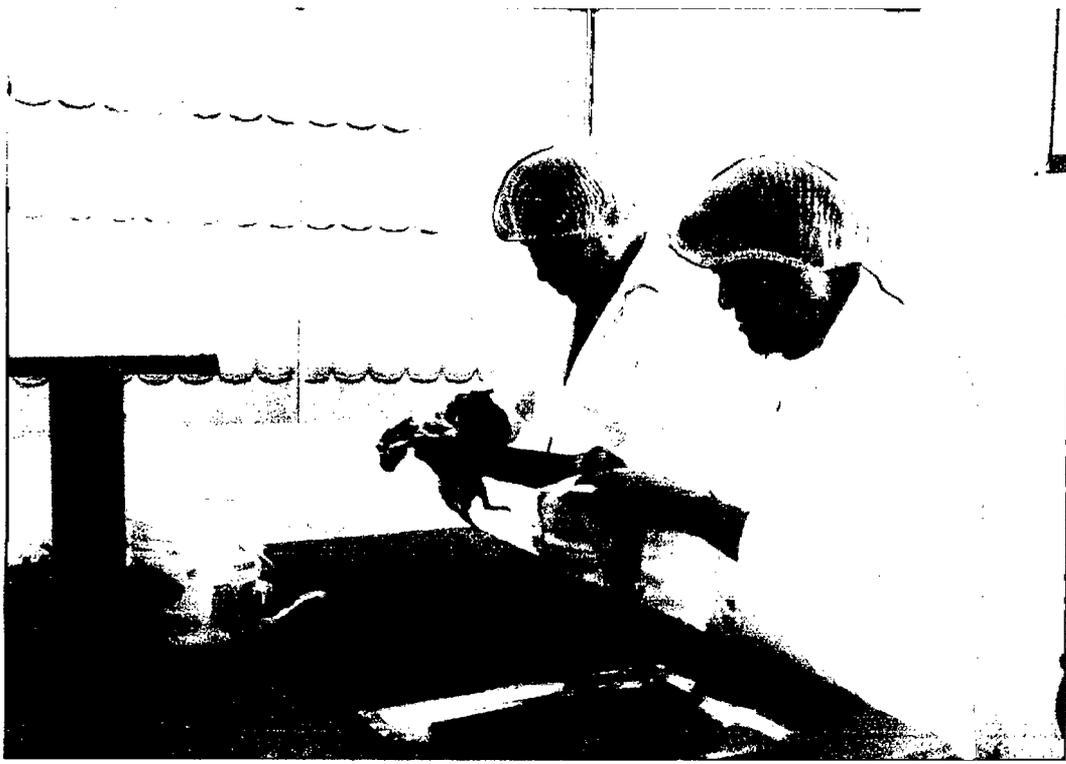
**FOTO N° 14: PROCESO DE DEGUELLO Y DESANGRADO.**



**FOTO N° 15: PROCESO DE ESCALDADO DEL ANIMAL EN AGUA CALIENTE (85-90°C)**



**FOTO N° 16: EVISCERADO DE ANIMALES CON CORTE EN EL ABDOMEN Y ELIMINACIÓN DE INTESTINOS, ESTÓMAGO, SISTEMA REPRODUCTOR, RECTO, ETC.**



**FOTO N° 17: ELIMINACIÓN FINAL DE PELOS (DEPILADO) Y LAVADO DE CANALES.**



**FOTO N° 18: FOTOGRAFIA MUESTRA LAS CARCASAS OBTENIDAS LUEGO DEL SACRIFICIO DE LOS ANIMALES.**



**FOTO N° 19: PESADO DE CARCASAS.**



**FOTO N° 20: IDENTIFICACIÓN DE CARCASAS POR TRATAMIENTO MEDIANTE UN PLUMON MARCADOR CON TINTA VEGETAL.**



FOTO N° 21: REFRIGERADO DE CARCASAS A 4° C. DURANTE 24 HORAS.



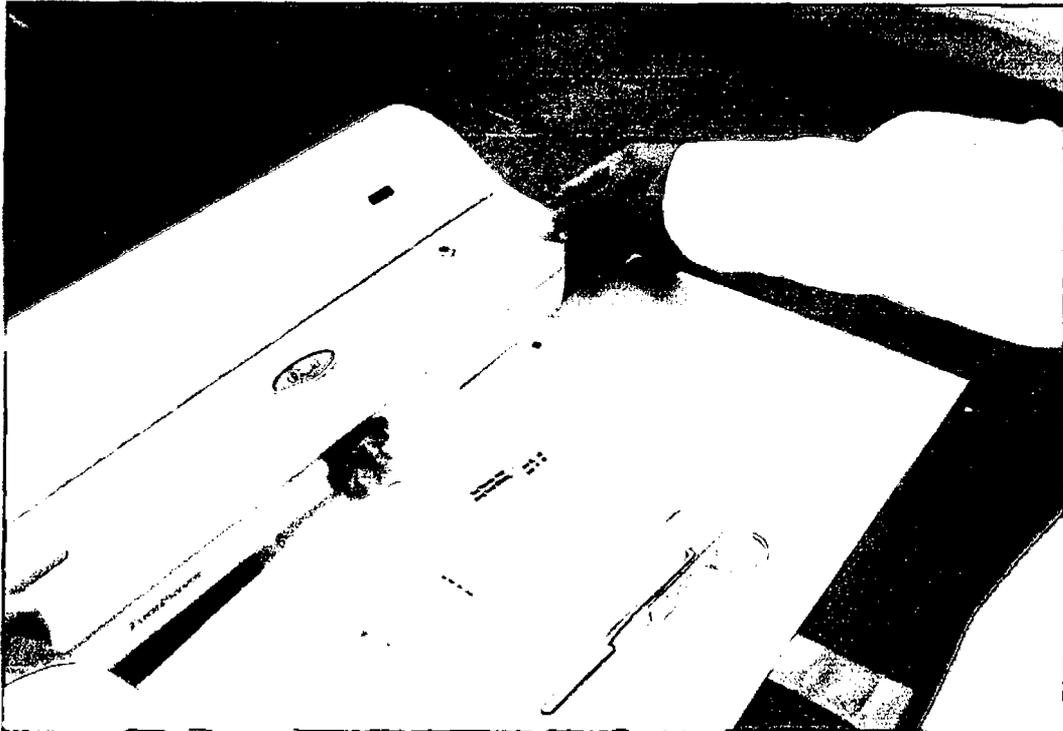
FOTO N° 22: CORTE SOBRE LA PIEL PARA LA EXTRACCIÓN POSTERIOR DE LA MUESTRA.



**FOTO N° 23: LA FOTOGRAFÍA MUESTRA LOS BIFES TOMADOS COMO MUESTRA DE LAS CARCASAS POR TRATAMIENTO.**



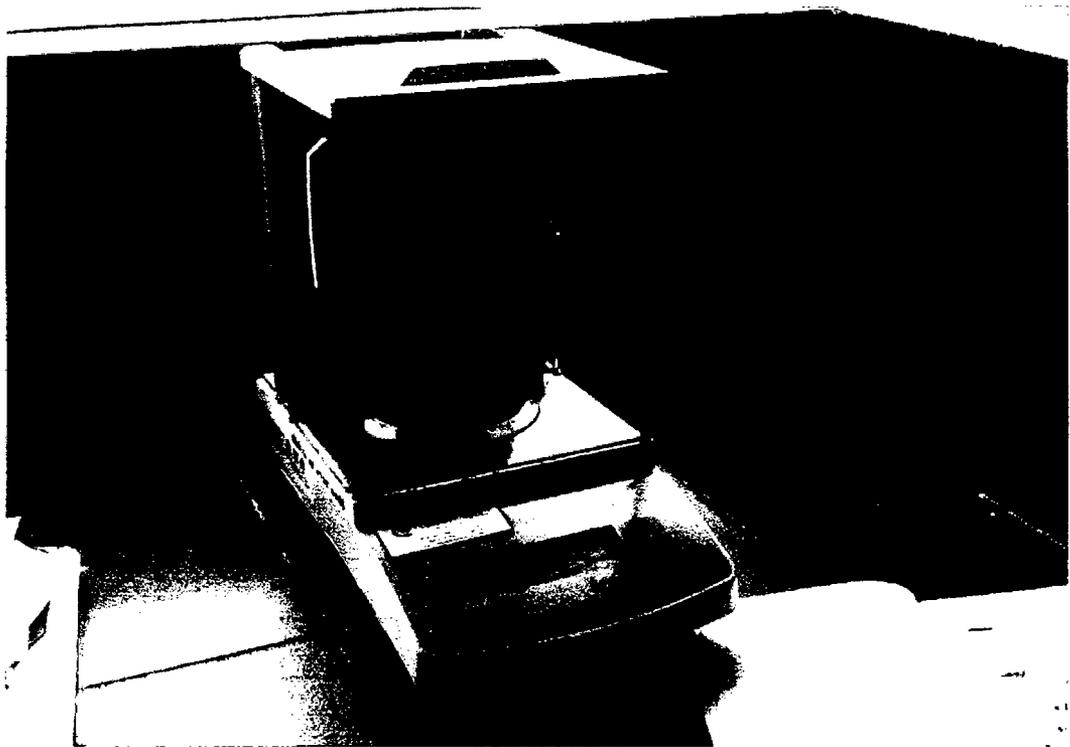
**FOTO N° 24: TOMA DE MUESTRA (MÚSCULO *Longissimus Lumborum*) E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS POR TRATAMIENTOS.**



**FOTO N° 25: MUESTRAS EN PROCESO DE EMPACADO AL VACÍO SOBRE BANDEJAS DE ICOPORT CON AYUDA DE UNA EMPACADORA - SELLADORA.**



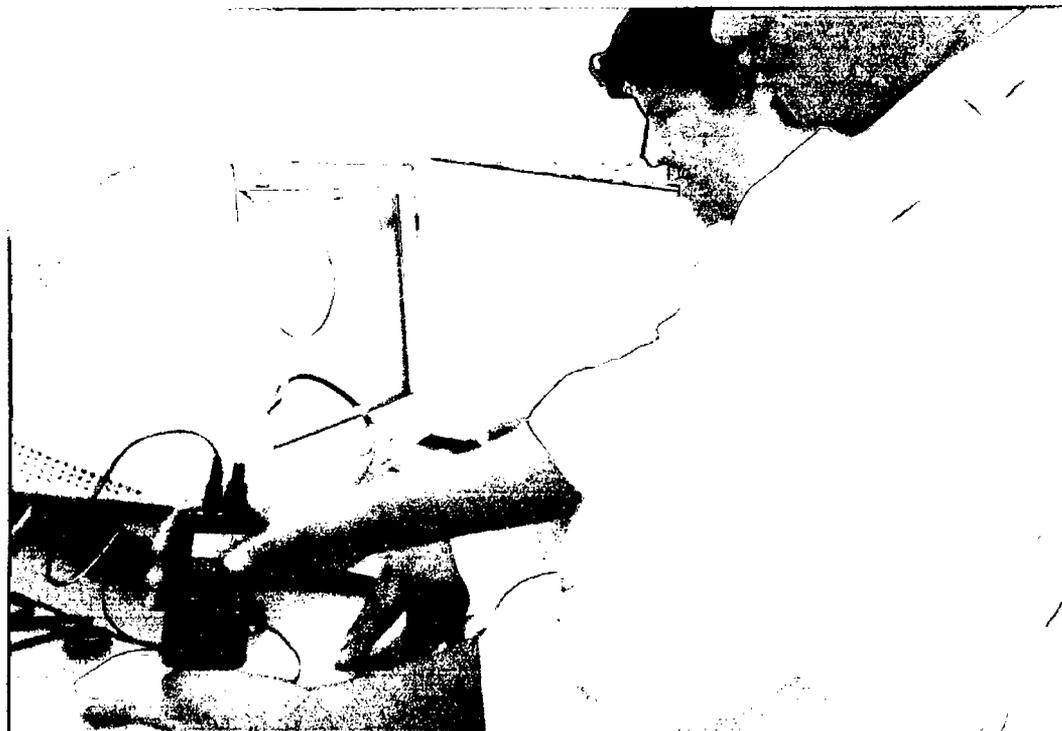
**FOTO N° 26: REFRIGERADO DE MUESTRAS EMPACADAS AL VACÍO A 4° C. DURANTE 24 HORAS DEBIDAMENTE CODIFICADOS POR TRATAMIENTO.**



**FOTO N° 27: PESADO DE BIFES CONGELADOS (PM CON).**



**FOTO N° 28: PESADO DE BIFES DESCONGELADOS (PM DES) PARA LA OBTENCIÓN DEL PARÁMETRO DE PÉRDIDA POR DESCONGELADO.**



**FOTO N° 29: DETERMINACIÓN DEL COLOR DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS POR UN SENSOR LLAMADO COLORÍMETRO REFLECTANTE TINTOMETER (HACIENDO PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA) (MARCA LOVIBOND RT100).**



**FOTO N° 30: DETERMINACIÓN DEL pH DE LAS MUESTRAS UTILIZANDO UN PH-METRO ELECTRÓNICO.**



**FOTO N° 31: PRENSADO DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.**



**FOTO N° 32: BIFE PRENSADO ENTRE DOS PAPELES FILTRO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.**

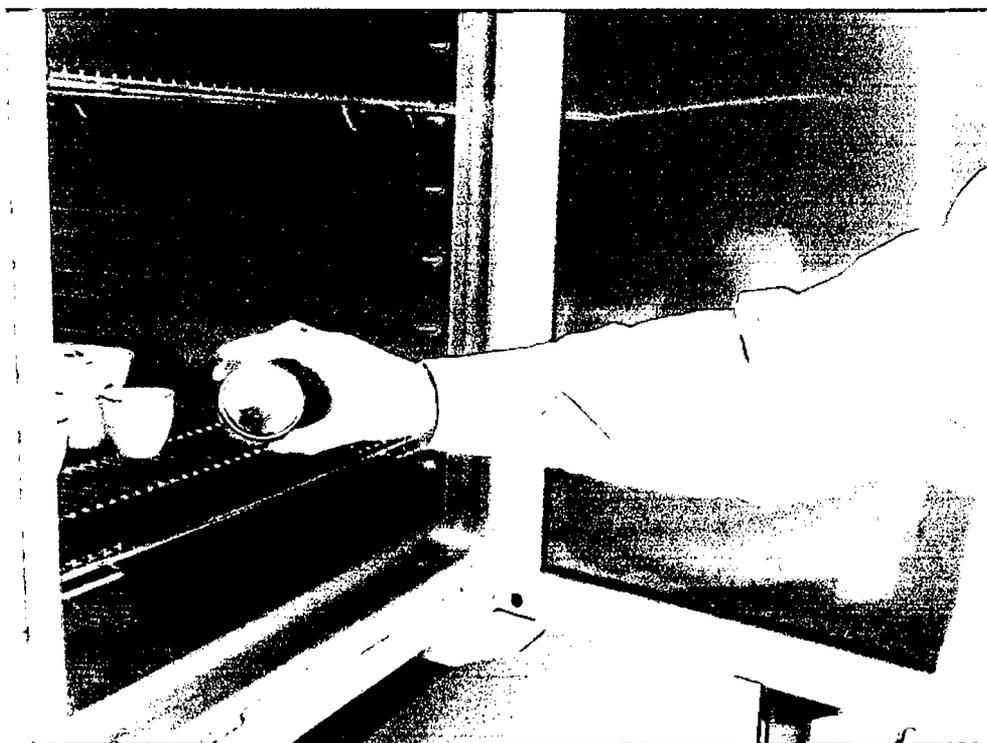


FOTO N° 33: MUESTRAS COLOCÁNDOSE EN EL HORNO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR COCCIÓN DEL BIFE.



FOTO N° 34: MUESTRAS OBTENIDAS DESPUES DE LA COCCIÓN A 70° C.