



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agroindustrial”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto:

**EFFECTO DEL SEXO Y EDAD DE SACRIFICIO SOBRE LA
CANTIDAD DE COLÁGENO TOTAL Y SOLUBLE EN LA CARNE
Y PIEL DE CUY**

Autor:

Víctor Steveens Guamán Abarca

Directora:

Dra. Davinia Sánchez Macías

Riobamba – Ecuador


2017

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre la cantidad de colágeno total y soluble en la carne y piel de cuy”. presentado por Víctor Steveens Guamán Abarca, y dirigida por Dra. Davinia Sánchez Macías.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Mario Salazar
Presidente del Tribunal



Firma

Dra. Davinia Sánchez
Directora del Proyecto de Investigación



Firma

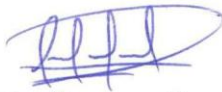
Ing. Paúl Ricaurte
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a Víctor Steveens Guamán Abarca y de la Directora del Proyecto Dra. Davinia Sánchez Macías, incluyendo todas las tablas y figuras que se encuentran en este trabajo, excepto las que contienen su propia fuente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Víctor Steveens Guamán Abarca

C.I. 060420321-6

Autor del Proyecto



Dra. Davinia Sánchez Macías

C.I. 175421193-4

Directora del Proyecto de Investigación

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a mi familia, especialmente a mis padres por el apoyo en mi etapa estudiantil.

En especial a la Doctora Davinia Sánchez por ser la columna principal que encaminó ésta investigación, convirtiéndose en una guía con sus consejos, impartir instrucciones, al comunicar sus ideas junto con su trascendental conocimiento y completo apoyo de manera sobresaliente por compartir su amistad, con gran paciencia y sacrificio fue mi soporte para continuar en la ejecución del trabajo y formación de valores como ser humano.

Al Doctor Antonio Morales por su colaboración, que ha sido de gran apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros del grupo de investigación PROANIN, que han sido una parte fundamental de la realización de este trabajo investigación.

Víctor Steveens Guamán Abarca

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	2
1.1. SUMMARY	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	5
3.1. CAVIA PORCELLUS (CUY).....	5
3.2. TEJIDO CONECTIVO, COLÁGENO Y HIDROXIPROLINA	6
3.4. EDAD Y SEXO COMO FACTORES QUE AFECTAN LA TEXTURA DE LA CARNE Y PIEL.....	8
4. METODOLOGÍA.	9
4.1. TIPO DE ESTUDIO.	9
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	9
4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	10
4.4. PROCEDIMIENTOS	11
4.4.1. ANIMALES	11
4.4.2. SACRIFICIO, FAENAMIENTO, DESPIECE.	11
4.4.3. DISECCIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS	11
4.4.4. DETERMINACIÓN DE COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE Y PIEL DEL CUY.....	11
4.4.5. DETERMINACIÓN DE COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE Y PIEL DEL CUY.....	12
4.4.6 PATRÓN ESTABLE DE HPRO (SOLUCIÓN ÁCIDA)	12
4.4.7. PREPARACIÓN DE REACTIVOS:	13
4.4.8. CÁLCULOS DE COLÁGENO TOTAL Y SOLUBLE.....	13
4.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	14
5. RESULTADOS.....	14
5.1. COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE DE CUY.....	14
5.2 COLÁGENO SOLUBLE EN LA CARNE DE CUY	15
5.3 COLÁGENO TOTAL EN LA PIEL DE CUY.....	16

6. DISCUSIÓN	17
6.1. COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE DE CUY	17
6.2. COLÁGENO SOLUBLE EN LA CARNE DE CUY	18
6.3. COLÁGENO TOTAL EN LA PIEL DE CUY	18
6.4. COLÁGENO SOLUBLE EN LA PIEL DE CUY	19
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	19
7.1. CONCLUSIONES	19
7.2. RECOMENDACIONES	20
8. PROPUESTA	21
8.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA	21
8.2 INTRODUCCIÓN	21
8.3 OBJETIVOS	22
8.3.1. GENERAL	22
8.3.2. ESPECÍFICOS	22
8.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA	22
8.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	23
8.6 DISEÑO ORGANIZACIONAL	24
8.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	24
9. BIBLIOGRAFÍA	25
10. ANEXOS	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.	10
Tabla 2. Valores medios de colágeno total (mg/g de carne) presente en el L.dorsi de cuyes a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.	15
Tabla 3. Valores medios de colágeno soluble (porcentaje respecto al colágeno total) en el L.dorsi de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.	15
Tabla 4. Valores medios de colágeno total (mg/g) presente en la piel de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.	16
Tabla 5. Valores medios de colágeno soluble (porcentaje respecto al colágeno total) en la piel de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.	17

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del colágeno.....	7
Figura 2. Disecciones de la pieza costillar de cuy	27
Figura 3. Obtención de la muestra <i>Longissimus dorsi</i>	27
Figura 4. Pesado de la carne seca	28
Figura 5. Preparación de soluciones en el laboratorio.....	278
Figura 6. Hidrólisis intensa de las proteínas en un medio ácido y en caliente... ..	279
Figura 7. Aforado de las muestras hidrolizadas.....	279
Figura 8. Filtrado de las muestras hidrilizadas.....	30
Figura 9. Adición de soluciones a las muestras	30
Figura 10. Reacción colorimétrica de las muestras tras la incubación a 60°C	31
Figura 11. Curva patrón de HPro, a partir de la cual se genera la ecuación de cálculo de contenido de HPro en muestras	31

1. RESUMEN

La cantidad de colágeno y su grado de solubilidad tienen una alta correlación con la terneza de la carne al masticarla, así como la dureza de la piel para cortarla o también masticarla. El colágeno es una de las proteínas más abundantes en el cuerpo y constituye el principal componente del tejido conectivo. Las fibras de colágeno se forman por moléculas de tropocolágeno, estas moléculas tienen tres cadenas polipeptídicas de aminoácidos característicos, en gran contenido de glicina, seguido de prolina y hidroxiprolina. Sin embargo, no se han hecho investigaciones sobre este parámetro en cuyes. El objetivo de trabajo fue analizar el efecto del sexo y edad de sacrificio sobre la cantidad de colágeno total y soluble en la carne y piel de cuy. Para llevar a cabo esta determinación se utilizaron un total de 60 animales, que se seleccionaron de la siguiente manera: 10 machos de 3 meses, 10 hembras de 3 meses, 10 machos de 4 meses, 10 hembras de 4 meses, 10 machos de 6 meses, 10 hembras de 6 meses. Todos los animales procedieron de una misma granja, con la misma alimentación y manejo. Para cuantificar la cantidad de colágeno total y soluble en la piel y carne de cuy, se utilizó la técnica de Hill (1966). El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento de ANOVA, donde se analizó el efecto de la edad y sexo sobre los parámetros analizados. No se observó ningún efecto debido al sexo sobre colágeno total y colágeno soluble tanto en piel como en carne. Respecto a la edad, en el caso de los machos no se observó ninguna diferencia de cantidad de colágeno o su solubilidad tanto en carne como en piel. Sin embargo, en las hembras, a pesar de que no existe diferencia en cuanto a la solubilidad del colágeno a medida que se incrementa la edad de sacrificio, la piel presenta significativamente más cantidad de colágeno en los animales de 6 meses de edad respecto a los de 3 meses.

Abstract

The amount of collagen and its ratio of solubility has a high correlation with meat tenderness when it is chewed as well as the hardness of skin whether it is chewed or cut. Collagen is one of the most abundant protein in the body and it is also the main component of connective tissue. Collagen fibers are formed by tropocolagene molecules; these molecules have three polypeptide chains of characteristic amino acids, high glycine content, followed by proline and hydroxyproline. However, no research has been done on this parameter in guinea pigs. The objective of this study was to analyze the effect of sex and age of slaughter over the amount of total and soluble collagen in guinea pig meat and skin. To carry out this study a total of 60 animals were used, which were selected as follows: 10 three-month-old males, 10 three-month-old females, 10 four-month-old males, 10 four-month-old females, 10 six-month-old males, 10 six-month-old females. All the animals came from the same farm, with the same feeding and management. To quantify the amount of total and soluble collagen in the skin and meat of guinea pig the technique of Hill (1966) was used. Data analysis was developed using the ANOVA procedure, which analysed the effect of age and sex on the considered parameters. No effect was observed due to sex over total collagen and soluble collagen in both skin and meat. Regarding to the age, in the case of the males, no difference in the amount of collagen or its solubility was observed in both meat and skin. However, in females, although there is no difference in the solubility of collagen as the slaughter age increases, the skin presents significantly more collagen in six month old animals than I three month old guinea pigs.


SIGNATURE



Reviewed by: Maldonado, Ana
Language Center Teacher

2. INTRODUCCIÓN

Los cuyes son roedores de origen Andino que sirven tanto para la alimentación humana, como mascota o incluso como animal modelo de experimentación animal. Respecto a su consumo, éste se consume por su carne desde tiempos ancestrales y se crían de forma habitual en los hogares de los pobladores de los Andes (Rosenfeld, 2008).

Sin embargo, a pesar de estas anotaciones, existe muy poca información a nivel científico acerca de la composición nutricional de esta especie. Se deduce de algunos trabajos regionales que la carne es saludable y deliciosa. Su contenido de proteínas es de aproximadamente 20% y su contenido de grasa es aproximadamente 8%, lo cual es interesante desde un punto de vista nutricional (Rosenfeld, 2008). Bolton (1979) llegó a la conclusión de que los conejillos de indias o cuyes se consumían durante el momento de mayor necesidad de proteínas. Siendo un roedor de gran consumo en el área Andina se lo toma más con fines de comercialización y no se le ha dado mucha importancia científica para que se realicen estudios específicos acerca de este roedor.

La cantidad de colágeno y su grado de solubilidad tienen una alta correlación con la terneza de la carne al masticarle, así como la dureza de la piel para cortarle o también masticarla. El colágeno es una de las proteínas más abundantes en el cuerpo y constituye el principal componente del tejido conectivo.

Existe muy poca información científica acerca de las características de la carne del cuy en la literatura científica, y no existe información alguna acerca de la cantidad y calidad de colágeno en la carne y piel de este animal.

La presente investigación se basa en la recopilación de datos sobre calidad y cantidad de colágeno total y colágeno soluble en la carne y piel de cuy, así como determinar de qué manera afecta las variables edad y sexo sobre estos parámetros de calidad.

3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

3.1. CAVIA PORCELLUS (CUY)

Cuy o *Cavia porcellus* es un pequeño mamífero similar a los roedores originarios de la Región Andina, que se consume en los países andinos (Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia), así como en otros países africanos y asiáticos (Lammers *et al.*, 2007). Tiene el cuerpo compacto y mide entre 20 y 40 centímetros. También es conocido con el nombre de conejillos de indias o cobayas domésticos, aunque en lenguaje popular el término se aplica a todas las especies de cobayas, domésticas o salvajes. El hombre contemporáneo les da usos múltiples (mascotas, animal experimental) aunque su utilización en los andes sigue siendo un alimento tradicional. La composición química de la carne cuy, como una proporción basada en el peso de la carne comestible, es el 70,6% de agua, proteína 20,3%, 7,8% de grasa y 0,8% de minerales (Bolton, 1979).

Núñez-Valle *et al.* (2014) determinaron que el pH en la carne de cuy cae y se estabiliza (en torno a un pH de 6), tras 4-5 horas postmortem, momento en el cual empieza el rigor mortis de la canal. La resolución del mismo ocurre después de 9 horas, lo que establece que la carne de cuy ha pasado el proceso de carnización aproximadamente tras 15 horas tras el sacrificio. En el año 2016, Sánchez-Macías *et al.* publicaron los procedimientos estandarizados para el análisis de la canal de cuy, una guía para que los investigadores sigan los mismos métodos y procedimientos. En base a estos procedimientos, se realizaron trabajos preliminares que sustentaron dichos procedimientos. Palmay (2015) compararon dos métodos de despieces, uno comercial y el propuesto por Sánchez-Macías *et al.* (2016), llegando a la conclusión de que el método normalizado es más útil para comparar y encontrar diferencias debidas al sexo y a la edad de los cuyes cuando se comparan las proporciones de las piezas de la canal y la composición tisular de las mismas. Por otro lado, Hernández (2015) estableció que los rendimientos de canal son mayores en los animales de descarte en comparación con los de engorde, y que además, las hembras de 3 meses están más engrasadas

que sus respectivos machos, pero están igual de engrasadas que los machos y hembras de descarte. Esto es debido a la acción de los estrógenos, que producen un mayor engrasamiento en la canal, con el fin de tener reservas energéticas para el mantenimiento de la gestación y lactancia posterior.

3.2. TEJIDO CONECTIVO, COLÁGENO Y HIDROXIPROLINA

El tejido conectivo se caracteriza porque sus células no se encuentran adosadas entre sí, sino englobadas en una matriz o sustancia fundamental blanda. Realiza múltiples funciones, como el soporte y protección de órganos formando su armazón y recubrimiento, la difusión de sustancia, el soporte de vasos y nervios, y la ubicación de las células de defensa del organismo que forman el sistema inmunitario.

Los componentes de este tejido son dos células y matriz. A su vez comprende: fibras y sustancia fundamental.

El principal componente de tejido conectivo es el colágeno, conjuntamente con la proteína elastina. Estas proteínas forman fibras que están sobre un 0.5% de colágeno y un 0.1% de elastina.

El colágeno puede formar estructuras muy fuertes, de hecho, además de formar las vainas de tejido conectivo del musculo, es el componente principal de la piel, siendo esta la razón por la que el cuero, que está hecho a partir de piel curtida, es tan resistente (*Warriss, 2003*).

Es una de las proteínas más abundantes en el cuerpo. Las fibras de colágeno están formadas por moléculas de tropocolágeno que tiene forma de varillas y que se encuentran formando protofibrillas. Cada molécula de tropocolágeno está formada por tres cadenas polipeptídicas unidas en una hélice. Cada polipéptido tiene aproximadamente 1000 aminoácidos. Los polipéptidos tienen un orden de aminoácidos característicos, con un gran contenido de glicina, que aparece cada tres aminoácidos, seguida normalmente, aunque no siempre, por prolina e hidroxiprolina: Glicina – prolina – hidroxiprolina –glicina - etc, (*Warriss, 2003*).

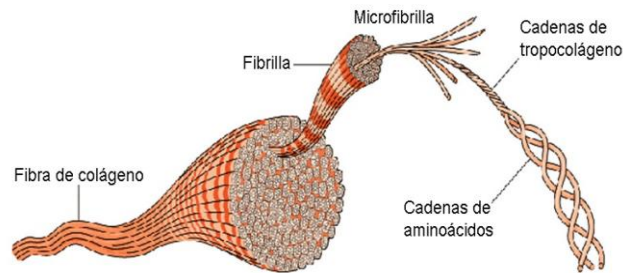


Figura 1. Estructura del colágeno

La hidroxiprolina constituye aproximadamente un cuarto de todos los residuos aminoácidos que resulta llamativo ya que el aminoácido hidroxiprolina es bastante común en el resto de proteínas. Es por ello que el análisis de la concentración de hidroxiprolina de la carne y piel se puede usar para estimar su contenido en tejido conectivo (Warris, 2003).

3.3. MEDIDA DE LA CANTIDAD DE COLÁGENO DE LA CARNE

La determinación de este parámetro se puede englobar dentro de los métodos de medida de la dureza de la carne puesto que, junto con las proteínas miofibrilares, la cantidad de colágeno y su solubilidad van a determinar la mayor o menor dureza de una carne (Smith y Judge, 1991; Harper, 1999). El contenido en colágeno se estima a partir de la cantidad de hidroxiprolina presente, ya que es un aminoácido que forma parte casi exclusivamente del colágeno (Bonnet y Kopp, 1984). El método se basa en una hidrólisis intensa de las proteínas en medio ácido y en caliente, que libera los residuos de hidroxiprolina de la muestra. La oxidación de la hidroxiprolina por la acción de la cloramina T origina derivados de tipo pirrol, que reaccionan con un reactivo coloreado para dar un compuesto coloreado cuya absorbancia es medida en un espectrofotómetro. Como referencia de esta técnica se ha utilizado el Método de Análisis de Productos Cárnicos (BOE 29/8/79). Además del contenido total de colágeno, es interesante conocer el porcentaje de colágeno que se solubiliza durante un tratamiento térmico (colágeno soluble), puesto que influye en la dureza de la carne

cocinada. El resultado depende de la temperatura y del tiempo aplicado, por ello deben ser los mismos en las pruebas objeto de comparación. Existe un método de referencia propuesto por Hill (1966), que ha sufrido diversas modificaciones, entre ellas, las que aparecen en el trabajo de Oliván et al. (2000), que tratan de aunar protocolos para el análisis de la calidad de la carne de rumiantes en España (Smith y Judge, 1991; Harper, 1999).

3.4. EDAD Y SEXO COMO FACTORES QUE AFECTAN LA TEXTURA DE LA CARNE Y PIEL

Tres factores principalmente a nivel de tejido son los que afectan la textura de la carne. Estos son la longitud del sarcómero, la cantidad de tejido conectivo y su grado de entrecruzamiento, y la intensidad de los cambios proteolíticos ocurridos durante el acondicionamiento de la carne (Warris, 2003).

Sin embargo, la edad produce cambios en el colágeno. Con el incremento de la misma, existe un aumento del número de enlaces covalentes entre las moléculas, lo que está asociado con una menor solubilidad del colágeno. Se ha observado que se forman dos tipos de enlaces: intramoleculares en la molécula de tropocolágeno y enlaces intermoleculares entre moléculas de fibra intacta, influyendo estos últimos en la estabilización de las fibras de colágeno. Señala que un incremento de los enlaces en las moléculas de proteína podría dar lugar a un grado de hidrólisis más lenta (Alvi, 1980). Por otro lado, respecto al sexo, se observan grandes diferencias en contenido de tejido conjuntivo entre sexos, con la concepción general de que la carne de los machos es más dura que la de las hembras a la misma edad. En algunas especies, a la misma edad, las hembras de cerdos y bovinos tienen la carne más tierna que los machos (Alvi, 1980). Por otra parte, no existen evidencias para afirmar que la carne de machos sea más dura que la de sus similares castrados, a pesar de que los machos enteros tienen una mayor proporción de colágeno.

4. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de metodología a realizarse en el proyecto de investigación es Cuantitativa ya que se intenta recoger datos cuantitativos, los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea posteriormente un análisis estadístico como característica resaltante. Además es científica porque genera nuevos conocimientos asentando bases para posibles estudios. La Investigación descriptiva es por qué describimos cada una de las partes y para después resaltar en el momento de la investigación se basa en exponer el evento estudiado, haciendo una enumeración detallada de sus características, de modo tal que en los resultados se pueden obtener dependiendo del fenómeno y del propósito que vamos a tener en la presente investigación. Se basa en Investigación Comparativa, que es aquel proceso que se interesa por describir, explicar la influencia, importancia, las causas o factores que intervienen de acuerdo a la edad de sacrificio y sexo.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población es la comunidad de cuyes de raza peruana mejorados, obtenidos todos de una misma granja.

La muestra o individuos elegidos son un total de 60 animales, que se seleccionaron de la siguiente manera:

- 10 machos de 3 meses; 10 hembras de 3 meses, 10 machos de 4 meses, 10 hembras de 4 meses, 10 machos de 6 meses, 10 hembras de 6 meses.

Cada uno de estos animales fueron sacrificados según los procedimientos establecidos por Sánchez-Macías *et al.* (2016).

Posteriormente a la obtención de las canales, éstas fueron diseccionadas para obtener las muestras a partir de las cuales se midió el colágeno total y soluble: el *Longissimus dorsi* como muestra de carne y la piel de la zona del costillar como muestra de piel.

4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

NOMBRE DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO O MÉTODO
Edad	Independiente	Edad	Tiempo transcurrido desde que nace el animal hasta el momento del estudio, en meses.	• Edad	- 3 meses - 4 meses - 6 meses	Hoja de registro de nacimiento.
Sexo	Independiente	Sexo	Condición física-biológica que determina ser macho o hembra.	• Sexo	- Macho - Hembra	Observación.
Tipo de Muestra	Independiente	Muestra obtenida de la canal	Parte o porción extraída de un conjunto, por métodos que permiten considerarla representativa del mismo.	• Tipo de Muestra	- Carne - Piel	Observación
Colágeno total	Dependiente	Colágeno total	Es la proteína más abundante del organismo, representa entre el 20% y el 30% de las proteínas totales de un adulto. Se encuentra en la piel, los ligamentos, los tendones, los huesos, los cartílagos, los vasos sanguíneos y otros tejidos conectivos.	• Colágeno total	- Colágeno total	Espectrofotometría - UV visible
Colágeno soluble	Dependiente	Colágeno soluble	Es la proteína constituyente principal de las capas intercelulares o tejidos conjuntivos fibrosos, estructurales en la anatomía de los vertebrados.	• Colágeno soluble	- Colágeno soluble	Espectrofotometría - UV visible

Fuente: Guamán. V, Sánchez. D (2017).

4.4. PROCEDIMIENTOS

4.4.1. ANIMALES

Este estudio se realizó con 60 cuyes peruanos mejorados, de los cuales fueron 10 hembras de 3 meses, 10 hembras de 4 meses, 10 hembras de 6 meses, 10 machos de 3 meses, 10 machos de 4 meses, 10 machos de 6 meses. Todos los animales provinieron de una misma granja, alimentados con la misma dieta y con el mismo manejo. La diferencia entre los grupos es el sexo y la edad.

4.4.2. SACRIFICIO, FAENAMIENTO, DESPIECE

Cada uno de los animales del experimento se sacrificó según las recomendaciones de Sánchez-Macías *et al.* (2016) para obtener la canal. Las canales fueron despiezadas y los costillares fueron las piezas que se destinaron para el presente trabajo.

4.4.3. DISECCIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Los costillares se diseccionaron mediante un equipo de instrumentos para tal propósito, y así obtener las muestras necesarias para analizar, que son la piel (con la grasa propia y con los músculos asociados) y el lomo (*L. dorsi*).

Posteriormente se procedió a secar las muestras en la estufa a 110°C durante aproximadamente 7-8 horas para eliminar todo el contenido de humedad, y así calcular el contenido de colágeno en base a la materia seca.

4.4.4. DETERMINACIÓN DE COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE Y PIEL DEL CUY

Para determinar el contenido de colágeno total y soluble, se sigue el método de Hill (1966), que es una determinación química para liberar la cantidad de hidroxiprolina que permita cuantificar la concentración de colágeno en la carne y piel.

A continuación, se detalla el procedimiento:

1. Pesar 0.3g de muestra seca.
2. Añadir 7 ml de HClO₄ al 70% a cada tubo con muestra seca.
3. Introducir a baño María a 100°C durante 4 horas.
4. Agitar los tubos 2 veces por lo mínimo en lo que se realiza el baño María.
5. Pasar las muestras a matraces de 50 ml, enjuagar los tubos y aforar.
6. Filtrar unos 10 ml con papel filtro y embudos a Erlenmeyer de 250 ml y tomar una muestra de 0.5 ml en otros tubos.
7. Añadir 0.5 ml de NaOH 1.8N a cada tubo y agitar.
8. Añadir 0.5 ml de Tampón A a cada tubo y agitar.
9. Añadir 0.5 ml de Claramina T a cada tubo, agitar y dejar actuar por 4 minutos.
10. Añadir 1.5 ml de HClO₄ 1.8N a cada tubo y agitar.
11. Añadir 1 ml de pDAB (reactivo de Eldrich), a cada tubo y agitar.
12. Introducir a baño María a 60 grados centígrados por 20 minutos.
13. Leer la densidad óptica de cada tubo a una absorbancia de 560 nm en el espectrofotómetro, ajustando a cero con un tubo testigo o blanco.

4.4.5. DETERMINACIÓN DE COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE Y PIEL DEL CUY

1. Pesar 0,3 gramos de muestra seca.
2. Añadimos 7 ml de Tris-HCl, e introducir al baño maría 2 horas a 90°C.
3. Filtrar y secar el filtrado 24 horas a 100°C.
4. Añadir 7 ml de HClO₄ al 70% y seguir los mismos pasos para colágeno total.

4.4.6 PATRÓN ESTABLE DE HPRO (SOLUCIÓN ÁCIDA)

1. Se toma 0.5g de estándar 4-L-Hpro y se añade un poco de agua destilada.
2. Acidificar con 2.5 ml de HClO₄ 1.8N y enrasar con agua destilada hasta 0.5 litros para obtener una solución madre de 1mg/ml.

3. Se hace el patrón utilizando matraces de 100ml, añadiendo distintas cantidades de solución madre de HPro (0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.5; 1; 1.5; 2; 5; y 10ml), añadiendo 15 ml de HClO₄ al 70% en cada uno de los matraces, y enrazando con agua.
4. Tomamos 0.5 ml de cada patrón en tubos y Seguimos los pasos del 7 al 13 de la determinación de colágeno total.
5. Realizamos la curva patrón.

4.4.7. PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

TAMPÓN A pH 6 (200ml):

Mezclar 11.4g de acetato de Na₃H₂O, 8.88g de citrato trisódico, 1.1g de ácido cítrico, 180 ml de agua destilada y 77 ml de 2-propanol. Se enraza a 200 ml.

CLARAMINA T (50ml):

Se mezcla 0.7 g de N-cloro-p-tolueno sulfonamida de sodio, 10 ml de agua destilada, 40 ml de tampón A.

REACTIVO DE ERLICH (50ml):

Añadir 2.5 g de pDAB en 50 ml de 2-propanol.

4.4.8. CÁLCULOS DE COLÁGENO TOTAL Y SOLUBLE

El cálculo de cálculo de colágeno se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Procentaje de Hidroxiprolina} = \frac{x * d}{50 * P}$$

Siendo:

x = cantidad de hidroxiprolina leída en la curva patrón

d = dilución del filtrado realizado.

P = peso inicial de la muestra.

Porcentaje de Colágeno = 8 * Porcentaje de Hidroxiprolina

$$\text{Colágeno soluble} = \frac{\text{contenido de Hidroxiprolina soluble}}{\text{Contenido de Hidroxiprolina total}} * 100$$

4.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El análisis de los datos del presente proyecto de investigación se realizó mediante el procedimiento de ANOVA (Análisis de la Varianza), donde se analizó el efecto de la edad (3 niveles: 3, 4 y 6 meses), junto con el efecto del sexo (2 niveles: macho y hembra), sobre todos los datos y cálculos obtenidos durante el análisis de colágeno, tanto total y soluble, en las muestras de carne y piel de cuy.

5. RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la determinación de colágeno total y soluble realizado en la carne y en la piel de cuy (*cavia porcellus*), en los diferentes grupos animales estudiados.

5.1. COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE DE CUY

En la tabla 2 se presentan, en valores absolutos, la cantidad de colágeno total presente en la carne seca de cuy, comparando diferentes edades y sexos.

Tabla 2. Valores medios de colágeno total (mg/g de carne) presente en el L.dorsi de cuyes a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.

Edad/Sexo	Macho	Hembra	P	¹EEM
3 meses	0,690	0,646	1,000	0,118
4 meses	0,900	1,147	0,978	0,144
6 meses	0,815	1,330	0,593	0,197
P-Valor	0,983	0,367		
¹EMM	0,092	0,173		

¹ Error estándar de la media.

Fuente: Guamán. V, Sánchez. D (2017).

Los valores estuvieron en el rango de 0,646 a 1,330 mg de colágeno por g de carne seca. No se encontraron diferencias debidas al sexo o la edad para ninguno de los grupos estudiados.

5.2 COLÁGENO SOLUBLE EN LA CARNE DE CUY

En la tabla 3 se presentan, en valores absolutos, la cantidad de colágeno soluble presente en la carne seca de cuy, comparando diferentes edades y sexos.

Tabla 3. Valores medios de colágeno soluble (porcentaje respecto al colágeno total) en el L.dorsi de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.

Edad/Sexo	Macho	Hembra	P	¹EEM
3 meses	58,70%	34,32%	0,093	0,055
4 meses	42,96%	49,96%	0,976	0,035
6 meses	57,97%	62,95%	0,993	0,051
P-Valor	0,431	0,060		
¹EMM	0,373	0,044		

¹ Error estándar de la media.

Fuente: Guamán. V, Sánchez. D (2017).

Los valores estuvieron en el rango de 34,32% a 62,95% de colágeno soluble por g de carne seca. No se encontraron diferencias debidas al sexo o la edad para ninguno de los grupos estudiados.

5.3 COLÁGENO TOTAL EN LA PIEL DE CUY

En la tabla 4 se presentan, en valores absolutos, la cantidad de colágeno total presente en la piel de cuy, comparando diferentes edades y sexos. En el caso del colágeno de la piel, los valores estuvieron en el rango de 2,583 a 6,243 mg de colágeno por g de piel seca.

Tabla 4. Valores medios de colágeno total (mg/g) presente en la piel de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.

Edad/Sexo	Macho	Hembra	P	¹ EEM
3 meses	3,346	2,583 ^a	0,863	0,269
4 meses	4,544	4,532 ^{ab}	0,995	0,451
6 meses	3,511	6,243 ^b	0,187	0,367
P-Valor	0,137	0,005		
¹EMM	0,267	0,457		

^{a-b} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

Fuente: Guamán. V, Sánchez. D (2017).

No se encontraron diferencias debidas al sexo. Sin embargo, solo en el caso de las hembras encontramos diferencias debidas a la edad, donde las hembras de 3 meses muestran menos cantidades de colágeno que las hembras de 6 meses, presentando las hembras de 4 meses valores intermedios.

5.4. COLÁGENO SOLUBLE EN LA PIEL DE CUY

En la tabla 5 se presentan, en valores absolutos, la cantidad de colágeno soluble presente en la piel de cuy, comparando diferentes edades y sexos. Los valores estuvieron en el rango de 59.19% a 79.33% de colágeno soluble por g de piel seca. No se encontraron diferencias debidas al sexo o la edad para ninguno de los grupos estudiados.

Tabla 5. Valores medios de colágeno soluble (porcentaje respecto al colágeno total) en la piel de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad de sacrificio.

Edad/Sexo	Macho	Hembra	P	¹EEM
3 meses	77,01%	73,92%	0,8626	0,0516
4 meses	76,35%	70,65%	0,9953	0,0636
6 meses	79,33%	59,19%	0,1865	0,0459
P-Valor	0,999	0,993		
¹EMM	0,0356	0,0615		

¹ Error estándar de la media.

Fuente: Guamán. V, Sánchez. D (2017).

6. DISCUSIÓN

6.1. COLÁGENO TOTAL EN LA CARNE DE CUY

En base a los resultados del presente estudio, los cuyes no presentan aumento de la cantidad de colágeno total en el músculo entre los 3 y 6 meses de edad. De la misma manera, el sexo tampoco tiene influencia en los cuyes de las edades señaladas anteriormente. En las bases de datos disponibles, no se encuentran referencias para los niveles de colágeno en la carne de cuy. Revisando sobre lo descrito en otras especies animales, se observa una gran variabilidad de colágeno total en carne entre especies, por ejemplo en bovinos de 25 meses se observan 20 mg/g de colágeno total (Listrat *et al.*, 1999), en cerdos de 4 a 6 meses de edad se reportan niveles de 2,66 mg/g (Nakamura *et al.*, 2003) y en caballos entre 9 y 12 meses se reportan niveles de 5,4 y 11 mg/g (Tateo *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2011; respectivamente). El valor más cercano a los descritos en el presente trabajo en carne de cuyes es el encontrado en cerdos, aunque sigue siendo bastante inferior.

Franco *et al.* (2011), trabajando con caballos de 9 a 11 meses, tampoco encuentran diferencias debidas al sexo. Sin embargo, Tateo *et al.* (2008), en caballos de 11 meses, describen que las hembras tiene mayores niveles de colágeno total en comparación con los machos. Nakamura *et al.* (2003) manifiestan que colágeno total

es dependiente del tipo de fibra muscular, sin embargo no existen investigaciones que determinen el tipo de fibra muscular del *Cavia porcellus*.

Es necesario realizar más investigaciones para determinar si existe efecto del sexo o la edad en los cuyes de más meses de edad de sacrificio que la investigada en el presente trabajo. Así mismo también se hace necesario investigar los tipos de fibras que se encuentra en los diferentes músculos del cuy.

6.2. COLÁGENO SOLUBLE EN LA CARNE DE CUY

En base a los resultados del presente estudio, los cuyes no presentan aumento de la cantidad de colágeno soluble en el músculo entre los 3 y 6 meses de edad. De la misma manera, el sexo tampoco tiene influencia en los cuyes de las edades señaladas anteriormente. En las bases de datos disponibles, no se encuentran referencias para los niveles de colágeno soluble en la carne de cuy. Revisando sobre lo descrito en otras especies animales, se observa una gran variabilidad entre especies, por ejemplo en cabras de 4 a 6 meses se observan niveles de 78.36% y 87.39% de colágeno soluble específicamente (A. Marichal *et al.*, 2003), en bovinos de 25 meses se observan 13% de colágeno soluble en el L.dorsi (Listrat *et al.*, 1999).

Es necesario realizar más investigaciones para determinar si los efectos del sexo aparecen en los cuyes de mayor edad que la investigada en el presente trabajo. Así mismo determinar si a mayor edad aumentan los valores de colágeno soluble en la carne de cuy.

6.3. COLÁGENO TOTAL EN LA PIEL DE CUY

En base a los resultados del presente estudio, no se encontraron diferencias debidas al sexo. Sin embargo, en el caso de las hembras se encontró diferencias significativas debidas a la edad, en donde las hembras de 3 meses muestran menos cantidades de colágeno que las hembras de 6 meses, y las hembras de 4 meses presentan valores intermedios.

En las bases de datos disponibles, no se encuentran referencias para los niveles de colágeno en la piel de cuy.

Revisando sobre lo descrito en otras especies animales, no observa estudios realizados en piel por lo que es necesario realizar más investigaciones para determinar si los efectos del sexo aparecen en los cuyes de mayor edad que la investigada en el presente trabajo. Así como, para determinar si a mayor edad aumentan los valores de colágeno total en la piel de cuy. Además, se extiende dicha necesidad a realizar estudios de colágeno total en la piel de otras especies.

6.4. COLÁGENO SOLUBLE EN LA PIEL DE CUY

En base a los resultados del presente estudio, los cuyes no presentan aumento de la cantidad de colágeno soluble en la piel entre los 3 y 6 meses de edad. De la misma manera, el sexo tampoco tiene influencia en los cuyes de las edades señaladas anteriormente.

En las bases de datos disponibles, no se encuentran referencias para los niveles de colágeno soluble en la piel de cuy.

Revisando sobre lo descrito en otras especies animales, no se observa estudios realizados de colágeno soluble en piel. Es necesario realizar más investigaciones para determinar si los efectos del sexo aparecen en los cuyes de mayor edad que la investigada en el presente trabajo. Así como, para determinar si a mayor edad aumentan los valores de colágeno soluble en la piel. Además, se extiende dicha necesidad a realizar estudios de colágeno soluble en la piel de otras especies.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES

- No existen diferencias significativas debidos al sexo en los parámetros de colágeno total y colágeno soluble, tanto en carne como en piel, entre los tres y seis meses de edad de sacrificio.
- De tres a seis meses de edad, los machos no presentan variaciones significativas en colágeno total y colágeno soluble, tanto en carne, como en piel. Sin embrago, en las hembras, el colágeno total en la piel aumenta

significativamente con la edad de sacrificio, y en la cantidad de colágeno soluble no presentan variaciones.

- La cantidad de colágeno total en cuyes es muy inferior a la de otras especies analizadas, aunque se acerca a valores encontrados como es el caso del cerdo, cuando se sacrifican a la misma edad.

7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mas investigaciones en cuyes, en cuanto no se ha reportado en la literatura acerca de colágeno total y colágeno soluble en cuyes de descarte, ni sobre los tipos de fibra musculares y de colágeno presentes en sus músculos.
- También es necesario realizar análisis de textura en carne y piel de cuy para buscar las posibles correlaciones con la cantidad de colágeno total y su solubilidad tras el cocinado.
- Difundir el uso y aplicaciones del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) en la obtención de resultados que simplifica el análisis estadístico de datos para la ejecución de posteriores investigaciones.

8. PROPUESTA

8.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Textura instrumental de la carne de cuy: efecto de la edad y el sexo sobre los parámetros de dureza y fuerza de trabajo.

8.2 INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la zona andina, resultado del cruce de varias especies del género *Cavia* realizado en la región andina de América del Sur (Nijboer, 1977).

Una de las razones que inducen a la domesticación de cuyes para consumo humano de su carne se debe a que es de ciclo reproductivo corto y fácilmente adaptable a diferentes ecosistemas, lo cual hace que esta especie sea consumida tradicionalmente por el poblador andino.

El consumo de su carne no es un mero asunto alimenticio y de economía, sino conlleva una carga significativa de identidad y de presencia cultural (Sorge, 2015). Por conocimientos ancestrales y empíricos se conocía la edad adecuada del animal para su sacrificio, y llevar a cabo la elaboración de platos con carne de cuy conociendo su sabor y textura apetecible.

La cantidad de colágeno y su grado de solubilidad tienen una alta correlación con la textura de la carne al masticarla. Según Warris (2003) existen tres factores principales que afectan la textura de la carne. Estos son la longitud del sarcómero, la cantidad de tejido conectivo y la intensidad de los cambios *post mortem*. La textura es una de las características de calidad de los alimentos más importantes ya que tiene gran impacto en cuanto a la aceptación por parte del consumidor. Ésta se puede evaluar mediante métodos sensoriales o instrumentales. El método instrumental se trata de un ensayo de compresión que mide la distancia que un alimento se comprime bajo una fuerza estándar, donde una cizalla realiza el corte de un producto en dos partes independientes (Sahim y Sumnu, 2006).

La prueba de Warner-Bratzler se trata de una medida imitativa de la fuerza de corte durante la masticación, que se utiliza principalmente en muestras de carne (Roudot, 2004). No existes información en la literatura científica acerca de la textura instrumental de la carne de cuy ni el efecto del sexo y la edad sobre los parámetros de dureza y fuerza de trabajo.

El objetivo del presente estudio consistió en analizar el efecto del sexo y la edad en la caracterización de la textura instrumental de la carne de cuy.

8.3 OBJETIVOS

8.3.1. GENERAL

- Analizar el efecto de la edad y sexo en la caracterización de la textura instrumental de la carne de cuy.

8.3.2. ESPECÍFICOS

- Extraer el músculo *quadriceps femoris* de la canal del cuy a través de disección de la pierna.
- Calcular los parámetros de textura instrumental de los quadriceps mediante el texturómetro
- Analizar estadísticamente el efecto de la edad y el sexo sobre los parámetros de textura instrumental de la carne de cuy.

8.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA

Músculo: Son los músculos separados individualmente de cada pieza, limpios de la grasa subcutánea y de la grasa intermuscular

Textura: Dureza y fuerza de trabajo total en la carne al someterse una compresión de la muestra. El análisis de perfil de textura comprime una pieza del alimento del tamaño para ser mordida para simular la acción de masticación de los dientes. La textura determina varias propiedades de los alimentos entre ellas tenemos:

Fuerza de trabajo: fuerza de compresión producida por una masa en aceleración que se emplea para realizar el corte de una muestra hasta obtener la fracturabilidad de la misma, esta fuerza se la mide en Newton (N).

Adhesividad: se define como el área negativa de la fuerza para el primer mordisco representado en el trabajo necesario para sacar el pistón fuera del alimento.

Fracturabilidad: se define como la fuerza de la primera ruptura significativa en el área positiva del primer mordisco.

El primer mordisco representado en el trabajo necesario para sacar el pistón fuera del alimento.

Dureza: se define como la fuerza del pico durante el primer ciclo de compresión.

Determinación de la Dureza.- El procedimiento objetivo más usado, es la Cizalla Warner- Bratzler, que consiste en un método directo, una cizalla mide la fuerza de corte en Newton o en kilogramo, es decir la resistencia de la carne a ser cortada, brindando un dato objetivo a mayor valor de fuerza de corte, menor terneza. Para realizar dichas determinaciones, es necesario que las muestras cumplan ciertos requisitos un protocolo a seguir con el objetivo de estandarizar las condiciones en la que se hace la evaluación.

- ✓ Cortar porciones del producto en cubos de 1 X 1 x 2 cm.
- ✓ Evaluar la resistencia al corte usando la Navaja de Warner-Bratzler, acoplada a un analizador de textura, empleando una velocidad de prueba de 1 mm/s y velocidad de retroceso de 2 mm/s.
- ✓ Reportar la fuerza máxima para cortar la muestra al aplicarse una fuerza conocida.

8.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La investigación se basa en la recopilación de los datos informativos sobre el efecto de la edad en los parámetros de dureza y fuerza de trabajo en la carne de cuy basándose en el análisis estadístico de textura instrumental, sustituyendo así el análisis sensorial que previamente ofrecía datos débiles y poco objetivos. Acorde a los parámetros a estudiados se puede tomar relevancia sobre la información obtenida

y reforzar la carencia de investigaciones sobre los factores que afectan a la calidad de la carne de cuy.

Se tomó una población de 125 cuyes de la Raza Peruana obtenidos de una misma granja, con el mismo programa de manejo y alimentación. Los mismos son identificados de acuerdo a su edad y sexo: 24 hembras de 3 meses, 17 hembras de 4 meses, 21 hembras de 6 meses, 24 machos de 3 meses, 19 machos de 4 meses, 20 machos de 6 meses. Se obtienen datos relacionados con la calidad de la canal después del sacrificio para evaluar su rendimiento en relación a la edad y sexo de los animales.

8.6 DISEÑO ORGANIZACIONAL

La investigación está dirigida por el director del proyecto con un aporte de los estudiantes investigadores y colaboradores.

8.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

La investigación trata sobre el efecto de la edad en los parámetros de dureza y fuerza de trabajo en la carne de cuy basándose en el análisis estadístico de textura instrumental, sustituyendo así el análisis sensorial que previamente ofrecía datos débiles y poco objetivos.

La idea principal es realizar los análisis de textura para comparar los datos con respecto a las variables edad y sexo de los cuyes de 3, 4 y 6 meses de edad, con la obtención de los datos planteados en la investigación se da la pauta para futuros estudios de la carne de cuy para utilizarlos según convenga a los investigadores como animal a nivel alimentario como productivo y comercial.

Se constarán datos reales y específicos que aportarán a la construcción de nuevos conocimientos que servirá de base para cualquier tipo de estudio con respecto a calidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alvi, D. 1980. Factores de variación. Revisión bibliográfica: Terneza.
- Bolton, R. 1979. Guinea pig, protein, and ritual. *Ethnology* 18, 229-252.
- Bonnet, M. y Kopp, J. 1984. Dosage du collagène dans les tissus conjonctifs, la viande et les produits carnés. *Cah. Techn. INRA* 5, 19-30.
- Franco, D., Rodríguez, E., Purriños, L., Crecente, S., Bermúdez, R., & Lorenzo, J. M. (2011). Meat quality of “Galician Mountain” foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science*, 88(2), 292-298.
- Harper, G.S. 1999. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. *Aust. J. Agric. Res.* 50, 1105-1129.
- Hernández, C. 2015. Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre los quintos cuartos y la calidad de la canal de cuy. Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Hill, F. 1966. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. Food Sci.* 31, 161-166.
- Lammers, P., Carlson, S., Zdorkowski, G., Honneyman, M. (2007). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*), *Renewable Agriculture and Food Systems* 24(2), 155-162.
- Listrat, A., Rakadjyski, N., Jurie, C., Picard, B., Touraille, C., & Geay, Y. (1999). Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Science*, 53(2), 115-124.
- Nakamura, Y. N., Iwamoto, H., Ono, Y., Shiba, N., Nishimura, S., & Tabata, S. (2003). Relationship among collagen amount, distribution and architecture in the M. longissimus thoracis and M. pectoralis profundus from pigs. *Meat science*, 64(1), 43-50.
- Marichal, A., Castro, N., Capote, J., Zamorano, M. J., & Argüello, A. (2003). Effects of live weight at slaughter (6, 10 and 25 kg) on kid carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 83(2), 247-256.

- Núñez, D. y Cevallos, L. 2015. Evolución de la caída postmortal del pH y normalización del análisis de la calidad tecnológica de la carne de cuy. Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Oliván, M., Mocha, M., Martínez, M.J., García, M.J., Noval, G., Osoro, K. 2000. Análisis químico de la carne. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C. Sañudo. Monografías INIA: Ganadera N°1.
- Palmay, J. 2015. Comparación de un método de despiece comercial y otro con fines de investigación para las canales de cuy. Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Rosenfeld, S.A. 2008. Delicious guinea pig: seasonality studies and the use of fat in the pre-Columbian Andean diet. *Quaternary International*. 180: 127-134.
- Sánchez-Macías, D., Castro, N., Rivero, M. A., Argüello, A., & Morales-delaNuez, A. (2016). Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 65-70.
- Smith, S.H. y Judge, M.D. 1991. Relationship between pyridinoline concentration and thermal stability of bovine intramuscular collagen. *J. Anim. Sci.* 69, 1989-1993.
- Tateo, A., De Palo, P., Ceci, E., & Centoducati, P. (2008). Physicochemical properties of meat of Italian Heavy Draft horses slaughtered at the age of eleven months. *Journal of Animal Science*, 86, 1205–1214.
- Warriss. P.D. 2003. *Ciencia de la carne*. Zaragoza (España). Acribia.

10. ANEXOS



Figura 2. Disecciones de la pieza costillar de cuy.



Figura 3. Obtención de la muestra *Longissimus dorsi*.



Figura 4. Pesado de la carne seca.

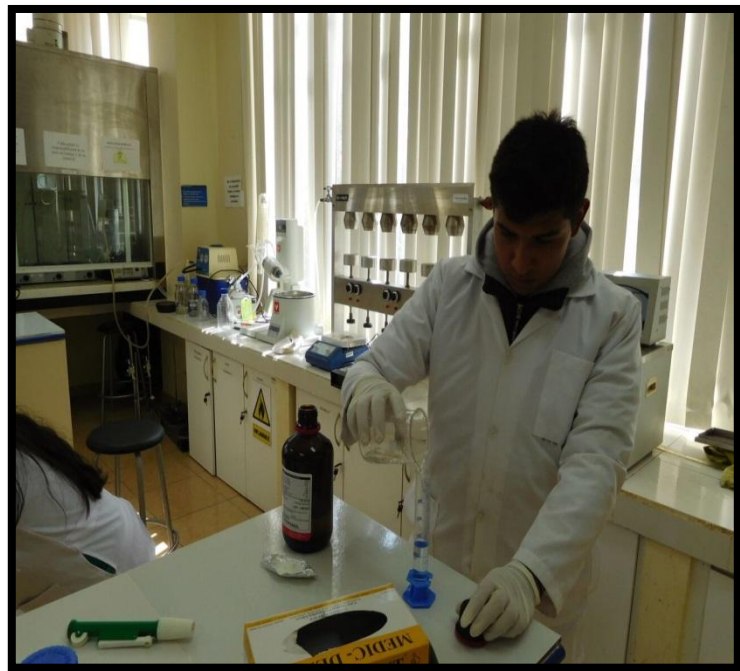


Figura 5. Preparacion de soluciones en laboratorio.



Figura 6. Hidrólisis intensa de las proteínas en medio ácido y en caliente.



Figura 7. Aforado de las muestras hidrolizadas.



Figura 8. Filtrado de las muestras hidrolizadas.



Figura 9. Adición de soluciones a las muestras.

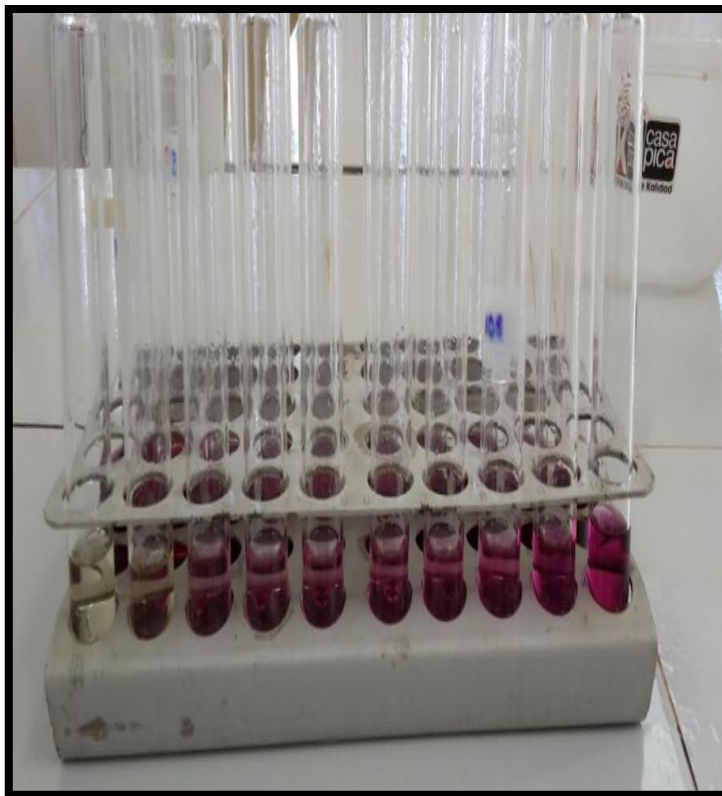


Figura 10. Reacción colorimétrica de las muestras tras la incubación a 60°C.

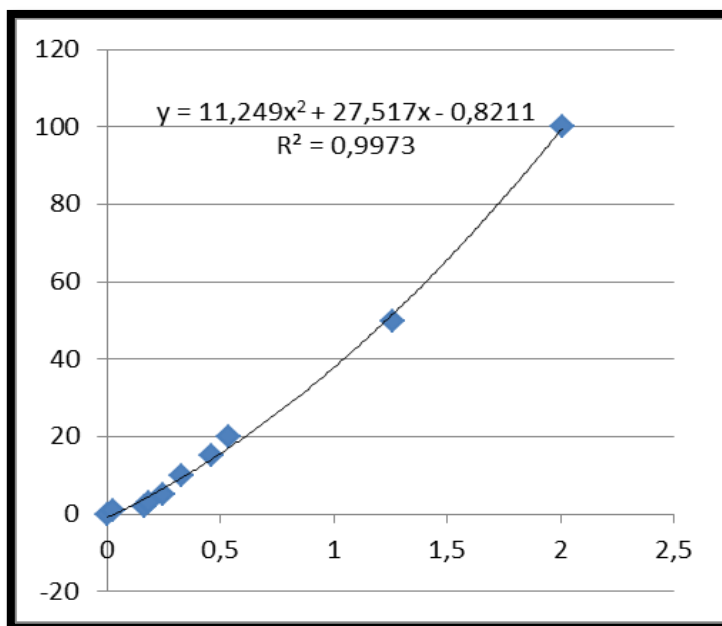


Figura 11. Curva patrón de HPro, a partir de la cual se genera la ecuación de cálculo de contenido de HPro en muestras.