



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**EXTRACCIÓN DE COLÁGENO Y QUERATINA A PARTIR DE**  
**CASCOS DE BOVINO COMO MÉTODO DE**  
**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL**  
**CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA**

**Trabajo de Titulación presentado para optar el grado académico de:**  
**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTOR: LISSETTE GABRIELA SÁNCHEZ PÉREZ**  
**TUTOR: Dr. WILIAN BRAVO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2016**

© 2016 Lissette Gabriela Sánchez Pérez

Se utiliza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“EXTRACCIÓN DE COLÁGENO Y QUERATINA A PARTIR DE CASCOS DE BOVINO COMO MÉTODO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA”**, de responsabilidad de la señorita egresada Lissette Gabriela Sánchez Pérez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizado su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Wilian Marcelo Bravo Morocho <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	_____
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Lissette Gabriela Sánchez Pérez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 17 de Mayo del 2016

---

**Lissette Gabriela Sánchez Pérez**

**CI.060408948-2**

Yo, Lissette Gabriela Sánchez Pérez, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**Lissette Gabriela Sánchez Pérez**

**CI.060408948-2**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Hernán y Clarita por todo su esfuerzo realizado para ayudarme a alcanzar mis metas sé que no ha sido fácil pero con sus consejos y por impartirme los mejores valores he podido salir adelante como una persona de bien.

A mi abuelita Rosario por su cariño, ternura y por haber ayudado a mis padres en mi formación porque para mí ha sido como una segunda madre.

A mis hermanas Lesly y Lizbeth que durante toda mi vida han sido mis mejores amigas, mis cómplices de travesuras y compañeras de juegos.

*Lisette*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme en el camino del bien, por darme la fortaleza y la paciencia para seguir adelante en momentos difíciles y así culminar esta etapa de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, por abrirme sus puertas a la enseñanza, permitiéndome la formación como una profesional.

A mis maestros por su arduo trabajo de transmitir sus conocimientos y por saber predicar con el ejemplo y de manera especial a la Dra. Cumandá Játiva por todas las enseñanzas, orientación y apoyo que me brindo durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

*Lisette*

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
CONTENIDO DE ABREVIATURAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Aminoácidos.....	6
1.1.1. Propiedades de los Aminoácidos.....	7
1.2. Proteínas.....	7
1.2.1. Estructura de las proteínas.....	8
1.2.2. Propiedades de las proteínas.....	10
1.2.3. Clasificación de las proteínas.....	11
1.3. Colágeno.....	13
1.3.1. Tipos de Colágeno.....	14
1.3.2. Síntesis de colágeno.....	14
1.3.3. Características Físico Químicas del colágeno.....	16
1.4. Queratina.....	17
1.4.1. Tipos de queratina.....	17



1.4.2.	Propiedades de la queratina .....	18
1.4.3.	Gelatina sin sabor.....	20
1.5.	Método de extracción .....	20
1.5.1.	Extracción de colágeno en medio ácido-básico a partir de cascos de bovinos .....	20
1.6.	Anatomía del casco de la vaca.....	22
1.7.	Métodos de conservación más usuales en peletería .....	22
1.7.1.	Secado.....	23
1.7.2.	Salado.....	23
1.7.3.	Congelado .....	23
1.8.	Operaciones previas a la curtición.....	23
1.8.1.	Remojo.....	23
1.8.2.	Substancias liotrópicas.....	24
1.8.3.	Blanqueo de lana y pelo.....	24
1.8.3.4.	Fundamentos de la despigmentación .....	24
1.9.	Evaluación de Impacto Ambiental de un proceso o producto.....	24
1.9.1.	Matriz RIAM.....	24
1.10.	Espectroscopia.....	27
1.10.1.	Espectrofotómetro.....	28
1.10.2.	Técnicas espectroscópicas .....	29
1.10.3.	Espectroscopia de infrarrojo .....	30
1.10.4.	Índice de refracción .....	33
1.11.	Determinación del peso molecular de un polímero a partir de la dispersión de luz .....	34
1.11.1.	Dispersión de Luz en Soluciones Diluidas .....	34
1.12.	Marco Legal.....	35
1.12.1.	Constitución política de la República del Ecuador.....	35
1.12.2.	Derechos de la naturaleza .....	36
1.12.3.	Ley de Gestión Ambiental .....	37
1.12.4.	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).....	37
2.	MARCO METODOLÓGICO .....	39
2.1.	Lugar de estudio .....	39
2.1.1.	Macro localización.....	40

2.2.	Metodología.....	40
2.3.	Evaluación del Impacto Ambiental .....	42
2.3.1.	Materiales.....	42
2.3.2.	Método .....	42
2.4.	Recolección de la materia prima .....	43
2.4.1.	Materiales.....	43
2.4.2.	Método .....	43
2.5.	Preparación de la materia prima .....	44
2.5.1.	Materiales.....	44
2.5.2.	Método .....	44
2.6.	Ablandamiento de los cascós.....	45
2.6.1.	Materiales.....	45
2.6.2.	Método .....	45
2.7.	Tratamiento ácido .....	46
2.7.3.	Materiales.....	46
2.7.4.	Método .....	46
2.8.	Tratamiento Básico.....	47
2.8.1.	Materiales.....	47
2.8.2.	Método .....	47
2.9.	Determinación del rendimiento .....	48
2.9.1.	Materiales.....	48
2.9.3.	Procedimiento .....	48
2.10.	Control de calidad del producto .....	49
2.10.1.	Pruebas físico químicas .....	49
2.10.2.	Pruebas de funcionalidad .....	55
2.10.3.1.	Espectroscopia de infrarrojo .....	58
3.	Cálculos.....	60
3.1.	Evaluación del Impacto Ambiental .....	60
3.2.	Determinación del Rendimiento.....	62
3.3.	Determinación de cenizas.....	62
3.4.	Determinación de Humedad .....	63
3.5.	Prueba de Grasas .....	63
3.6.	Prueba de proteínas.....	64

3.7.	Determinación de la emulsificación .....	65
3.8.	Determinación de Capacidad de retención del agua.....	66
3.9	Espectroscopia de infrarrojo .....	67
3.10	Determinación de la viabilidad .....	67
3.11	Resultados y discusión.....	70
3.11.1.	Evaluación del impacto ambiental mediante Matriz RIAM para los cascos de bovino .....	70
3.11.2.	Determinación del Rendimiento .....	71
3.11.3.	Determinación de Ceniza.....	71
3.11.4.	Determinación de Humedad: .....	72
3.11.5.	Determinación de Grasa.....	72
3.11.6.	Determinación de Proteínas: .....	72
3.11.7.	Emulsificación .....	73
3.11.8.	Gelificación.....	73
3.11.9.	Determinación de Capacidad de retención del agua.....	74
3.11.10	Espectroscopia Infrarroja.....	74
3.11.11.	Evaluación del impacto ambiental mediante Matriz RIAM del producto colágeno y queratina.....	75
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES.....	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	ANEXOS.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Aminoácidos presentes en el colágeno y la queratina.....	18
<b>Tabla 2-2:</b>	Requisitos Fisicoquímicos del postre de gelatina. ....	20
<b>Tabla 3-1:</b>	Escala de valoración de la importancia del componente Ambiental .....	26
<b>Tabla 4-1:</b>	Escala de valoración de la magnitud del cambio .....	26
<b>Tabla 5-1:</b>	Escala de valoración de la permanencia del impacto .....	27
<b>Tabla 6-1:</b>	Escala de valoración de la Reversibilidad del impacto.....	27
<b>Tabla 7-1:</b>	Escala de valoración de la acumulación del impacto.....	27
<b>Tabla 8-1:</b>	Longitud de onda de los principales Grupos Funcionales .....	31
<b>Tabla 9-1:</b>	Bandas de aminoácidos y sales de aminas .....	33
<b>Tabla 1-2:</b>	Ubicación Cartográfica del Camal Municipal de Riobamba .....	40
<b>Tabla1-3:</b>	Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales producidos por los cascos de bovino.....	60
<b>Tabla 2-3:</b>	Prueba de Emulsificación.....	65
<b>Tabla 3-3:</b>	Cálculos de la Viabilidad .....	67
<b>Tabla 4-3:</b>	Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales del producto colágeno y queratina .....	68
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados de la Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales producidos por los cascos de bovino. ....	71
<b>Tabla 5-3:</b>	Resultados de la prueba de Ceniza.....	71
<b>Tabla 6-3:</b>	Resultados de la prueba de Humedad .....	72
<b>Tabla 7-3:</b>	Resultados prueba de Emulsificación .....	73
<b>Tabla 8-3:</b>	Resultados de prueba de Capacidad de retención del agua.....	74
<b>Tabla 9-3:</b>	Resultados de Espectroscopia de Infrarrojo.....	74
<b>Tabla10-3:</b>	Resultados de la Matriz RIAM de valoración de Impactos.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Estructura de los aminoácidos .....	6
<b>Figura 2-1:</b>	Tipos de aminoácidos .....	7
<b>Figura 3-1:</b>	Hélice alfa y lamina beta .....	9
<b>Figura 4-1:</b>	Estructura de las proteínas .....	10
<b>Figura 5-1:</b>	Estructura del colágeno .....	13
<b>Figura 6-1:</b>	Síntesis de colágeno .....	16
<b>Figura 7-1:</b>	Flujo de extracción de colágeno a partir de cascos de bovinos .....	21
<b>Figura 8-1:</b>	Superficie del casco bovino .....	22
<b>Figura 9-1:</b>	Estructura básica de un espectrofotómetro .....	28
<b>Figura 1-2:</b>	Camal Municipal de Riobamba .....	39
<b>Figura 2-2:</b>	Proceso de extracción de colágeno y queratina.....	41
<b>Figura 3-2:</b>	Visita al Camal Municipal de Riobamba.....	43
<b>Figura 4-2:</b>	Recolección de la materia prima .....	44
<b>Figura 5-2:</b>	Lavado de la materia prima .....	45
<b>Figura 6-2:</b>	Ablandamiento de la materia prima.....	46
<b>Figura 7-2:</b>	Aplicación del tratamiento ácido .....	47
<b>Figura 8-2:</b>	Aplicación del tratamiento Básico.....	48
<b>Figura 9-2:</b>	Determinación del Rendimiento .....	48
<b>Figura 10-2:</b>	Calcinado de colágeno y queratina .....	50
<b>Figura 11-2:</b>	Determinación de Humedad .....	51
<b>Figura 12-2:</b>	Determinación de Grasa.....	53
<b>Figura 13-2:</b>	Determinación de Proteínas .....	55
<b>Figura 14-2:</b>	Determinación de la Emulsificación .....	56

<b>Figura 15-2:</b> Determinación de Gelificación .....	57
<b>Figura 16-2:</b> Centrifuga Gerber .....	58
<b>Figura 17-2:</b> Celda del espectroscopio .....	59
<b>Figura 1-3:</b> Espectroscopia de Infrarrojo .....	67

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1-1</b> .....	33
<b>Ecuación 2-1</b> .....	33
<b>Ecuación 3-1</b> .....	33
<b>Ecuación 1-3</b> .....	60
<b>Ecuación 2-3</b> .....	60
<b>Ecuación 3-3</b> .....	61
<b>Ecuación 4-3</b> .....	61
<b>Ecuación 5-3</b> .....	61
<b>Ecuación 6-3</b> .....	62
<b>Ecuación 7-3</b> .....	62
<b>Ecuación 8-3</b> .....	63
<b>Ecuación 9-3</b> .....	63
<b>Ecuación 10-3</b> .....	63
<b>Ecuación 11-3</b> .....	64
<b>Ecuación 12-3</b> .....	64
<b>Ecuación 13-3</b> .....	66

## **RESUMEN**

La Extracción de colágeno y queratina a partir de cascos de bovino como método de aprovechamiento de los residuos generados en el Camal Municipal de Riobamba se realizó en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con el objetivo de disminuir el efecto de la contaminación ambiental que producen estos residuales, al ser desechados sin ningún tratamiento previo. La metodología aplicada es un proceso que consiste en dos fases primero se realizó una evaluación del impacto ambiental mediante la matriz RIAM con la cual se identificaron cuatro ambientes: físico, biológico, socio cultural y ambiente económico; obteniendo impactos positivos en cuanto a los factores económicos e impactos negativos que afectan al ambiente los mismos que serán atenuados mediante la segunda fase. La segunda fase se inició con la recolección de la materia prima, los cascos se lavaron en agua fría, después se trató con cloro y posteriormente se aplicó ácido cítrico; con las muestras ablandadas se cortó en tiras de aproximadamente 1 cm de ancho y se licuó; posteriormente se llevó a ebullición con agua de grifo, la cocción se filtró en caliente y el líquido se llevó a secado en estufa con circulación de aire. El sólido obtenido es tratado para determinar las propiedades fisicoquímicas y funcionalidad para comprobar que se ha extraído la mezcla de colágeno y queratina de los cascos de ganado bovino. Partiendo de 5 libras de cascos de diferentes tamaños después del proceso se obtuvo 26 g de un sólido esponjoso con características de gel, de color pardo, sabor salado y olor dulce. El análisis bromatológico (Norma INEN 1670) determina que contiene 16,44% de proteína y 2,81% de grasa (Norma INEN 523) con lo cual se comprueba que se trata de una mezcla de colágeno y queratina. Los residuales del proceso de cocción y filtrado forman una pasta esponjosa que pueden ser tratados para la elaboración de alimento para canes por sus características de olor y textura a carne.

### ***Palabras claves***

<GESTION AMBIENTAL><EXTRACCIÓN POLIMEROS NATURALES> <COLÁGENO>  
<QUERATINA ><CASCO DE BOVINO>



## **SUMMARY**

The extraction of collagen and keratin from bovine helmets as a method of use of waste generated in the Municipal Camal of Riobamba, it was conducted in the laboratory of Unit Operations of the Faculty of Science at the Polytechnic School of Chimborazo with the aim of lessen the effect of environmental pollution caused by these waste, to be disposed of without any pretreatment. The methodology is a process consisting of two stages, first an assessment of the environmental impact was performed by the RIAM matrix which four were identified environments: physical, biological, socio-cultural and economic environment; obtaining positive impacts in terms of economic factors and negative impacts affecting the environment, the same that will be attenuated by the second phase. The second phase began with the collection of the raw material, the helmets were washed in cold water, then it treated with chlorine and then citric acid was applied; with softened samples was cut into strips approximately 1 cm wide and it liquefied; then it boiled with tap water, the cooking was filtered in hot and the liquid carried to oven drying with air circulation. The solid obtained is treated to determine the physicochemical properties and functionality to verify that it has extracted the mixture of collagen and keratin of hooves of cattle. Based on 5 pounds of different sizes helmets after the process 26 g of a solid foam was obtained with characteristics of gel, brown color, salty flavor and sweet odor. The chemical composition analysis (Standard INEN 1670) determined to contain 16.44% protein and 2.81% fat (Standard INEN 523) with which it is found that is a mixture of collagen and keratin. The cooking process residuals and filtering form a fluff pulp that can be treated for the preparation of food for meat by virtue of their smell and texture of meat.

**Keywords:** ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - EXTRACTING NATURAL POLYMERS  
COLLAGEN - KERATIN - BOVINE HELMETS

## CONTENIDO DE ABREVIATURAS

$\mu_0$	Refracción del medio
$\lambda$	Longitud de onda
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
$\mu$	Refracción de la solución
ADN	Ácido desoxirribonucleico
Av.	Avenida
Ba <sup>2+</sup>	Catión bario
Br <sup>-</sup>	Anión bromuro
c	Concentración másica de soluto por unidad de volumen
C=O	Carbonilo
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa	Etoxido de sodio
Ca <sup>2+</sup>	Catión calcio
C-H	Enlace covalente
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Anión acetato
Cl <sup>-</sup>	Anión cloruro
cm <sup>-1</sup>	Centímetros recíprocos
cm <sup>3</sup>	Centímetros cúbicos
CN	Cianuro
COOH	Acido carboxílico
-COOH	Carboxilo libre

d	Densidad
etc.	Etcétera
Fe	Hierro
g	Gramos
GADM	Gobierno autónomo descentralizado Municipal
H <sup>+</sup>	Protón de hidrogeno
I <sup>-</sup>	Anión yoduro
IR	Infrarrojo
K	Constante óptica
K <sup>+</sup>	Catión potasio
Km	Kilometro
L	Litro
Li <sup>+</sup>	Catión litio
M	Concentración molar
m/s	Velocidad
Mg <sup>2+</sup>	Catión magnesio
mg	Miligramos
min	Minutos
Mo	Molibdeno
N	Concentración normal
n	Indicé de refracción de una substancia o material
Na <sup>+</sup>	Catión sodio
NA	Número de Avogadro
Na <sub>2</sub> S	Sulfuro de sodio

NaBH <sub>4</sub>	Tetra hidruro de boro y sodio
NaCl	Cloruro de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
Nh <sup>4+</sup>	Catión amonio
NH	Amina
-NH <sub>2</sub>	Grupo amino
nm	Nanómetros
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Anión nitrito
NOH	Hidroxilamina
O-H	Grupo carboxilo
P	Fosforo
pH	Potencial de hidrogeno
R	Radical libre
rpm	Revoluciones por minuto
S	Azufre
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Anión tiosulfato
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Anión sulfato
Sr <sup>2+</sup>	Catión estroncio
T%	Transmitancia
V	Volumen
Zn	Zinc
α <sub>1</sub>	Cadenas de tres aminoácidos
α	Polarizabilidad

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Riobamba cuenta con los servicios del Camal Municipal, que fue construido por los años de 1977 a 1979, es una empresa que trabaja en beneficio de la ciudadanía de la provincia de Chimborazo y del país. Sus instalaciones están ubicadas frente a la vía que lleva a la población de Chambo a la altura del Km. 1, Av. Leopoldo Freire y Av. Circunvalación perteneciente a la parroquia Maldonado.

El Camal Frigorífico Municipal es una empresa en la que se desposta alrededor de 230 bovinos, 280 porcinos y 360 ovinos por día. Considerando que 230 bovinos poseen 4 patas total sería 920 cascos por día, los mismos que al momento no son tratados de ninguna forma y constituyen un residual. (GADM Riobamba, 2016: <http://www.gadmriobamba.gob.ec>)

Durante los procesos de faenamiento se produce una serie de residuos sólidos de tipo orgánico, que provocan serios problemas ambientales en el recurso hídrico y el suelo. Entre los residuales más conocidos están las excretas, pelaje, cascos, cuernos, sangre, etc.; que son altamente contaminantes al ser arrojados sea en el agua, los basureros, o simplemente al aire libre sin un previo tratamiento.

Si bien se conoce que se trata de desechos biodegradables que después de un proceso de descomposición son nuevamente integrados al ambiente, el problema radica en que durante este proceso se pueden presentar diferentes problemas como la emanación de malos olores, la proliferación de plagas y vectores causantes de enfermedades; los mismos que pueden convertirse en amenazas al ambiente, generando también pérdidas económicas a la empresa.

En Ecuador se ha implementado normativas como **LIBRO VI. Tulas. ANEXO 6. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA. EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE. DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS**, por lo cual los profesionales ambientales son los llamados a proponer metodologías que mitiguen la contaminación para cumplir con estas normativas.

En el presente caso se estudia la extracción de colágeno y queratina que son polímeros naturales presentes en los cascos de ganado vacuno despostado en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba que corresponde a 200 kg mensuales.

Los chamuscadores de patas de res son quienes eliminan los cascos, que generalmente lanzan a los ecotachos y posteriormente son transportados al basurero Municipal convirtiéndose en el medio propicio de proliferación de insectos, malos olores que se difunden en el ambiente y son de largo tiempo de descomposición.

Trabajos publicados sobre extracción de colágeno y queratina de crestas de pollo, piel de peces y plumas de pollo por métodos ácido-base, tetra hidruro de boro y sodio con temperatura controladas de 18 a 23 °C permiten obtener queratina como componente representativo, los tratamientos sobre los 40 °C dan colágeno de tipo I y II. (Cedillo, 2013: pp.41-43)

Las materias primas tratadas son de textura suave en el caso de las pieles, y presentan buena superficie de contacto en el caso de las plumas. Otro factor influyente es la propiedad de disolución de colágeno y queratina en agua caliente propiedad que se aprovecha para su extracción.

La extracción realizada experimentalmente para los cascos de bovinos tiene aplicación ácido base, con modificación de los tiempos de contacto en cada uno de los procesos y temperaturas, dado que la materia prima es dura y pigmentada.

El control de calidad del producto extraído determina que se trata de mezcla de colágeno y queratina, el rendimiento del proceso es de 26% y el residual del proceso es una sustancia esponjosa apta para la elaboración de otro producto como alimento animal.

Finalmente a pesar que el rendimiento es bajo se comprobó que es un proceso de bajo costo y apto para disminuir la contaminación ambiental provocada por este residual y aportando para el cumplimiento del **Art. 14** de la Constitución política de la República del Ecuador, en donde “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.

## **Antecedentes**

### **Extracción de colágeno a partir de la piel de dorado (*Coryphaena*)**

En un estudio realizado para la extracción de colágeno a partir de la piel de dorado (*coryphaena*) en la ULEAM demostraron que utilizando los parámetros ácidos en concentraciones 1%, 1,5 % y 2% y a temperaturas de 18, 20 y 23 °C y a un pH de 5,5 y a temperatura de 23 °C se obtuvo mayor concentración de colágeno sin olor a pescado ni a ácido.

Para las pieles de peces utilizaron NaCl a una concentración de 1M para realizar la hidratación de la materia prima. La preparación de los reactivos para la extracción de dorado se fundamenta en preparación de solución al 2 % de ácido láctico más el 4% de Nipagina, (Cristales o polvo cristalino blanco utilizado como conservador y agente antimicrobiano) preparación de 10 L por Kg de piel.

Solución 1,5% de ácido láctico con 4 % de metil p-hidroxibenzoato se obtiene 10 L por kilo de piel. La piel limpia se ha sumergido en NaOH 1M por 30 min, sacar de esta solución e introducir en ácido láctico al 1, 1.5 y 2 % y a temperaturas de 18, 20 y 23 °C, manteniendo un control visual. Un método de filtración es a través de tela de seda que retiene los pigmentos, restos de células y el ácido láctico hidratado no unido. En el líquido de filtrado se encuentra el colágeno. (Lucas y García, 2013: p.83)

### **Extracción de queratina a partir de plumas de pollo**

En la universidad Central del Ecuador se realizó la investigación para obtener queratina a partir de plumas de pollo utilizando tres métodos con el objetivo de determinar el método más eficiente para la extracción de queratina cosmética.

- **Extracción del colágeno de plumas de pollo por el Método de sulfuro de sodio:**

En un frasco de polietileno adicionaron 5g de plumas de pollo con una solución de consistencia acuosa de 3g de sulfuro de sodio Na<sub>2</sub>S. El frasco con la mezcla se tapó correctamente y agitaron por un día a una temperatura ambiente.

Posteriormente filtraron esta solución mediante papel filtro cualitativo y el filtrado coloca en otro frasco de vidrio al cual adicionaron 2.5 ml de peróxido de hidrogeno y agito por 50 minutos a temperatura ambiente. Esta mezcla acidificaron hasta alcanzar un pH de 4.8 adicionando ácido sulfúrico al 20 %; esta solución debe dejar en contacto por 48 horas, y filtraron con papel cualitativo. (Cedillo, 2013: p.42).

El sólido retenido en el papel filtro lavaron con 50 ml de agua destilada y esto al igual que el agua de lavado neutralizaron añadiendo hidróxido de sodio hasta que se alcance un pH de 7 (las proteínas son neutras por su punto isoeléctrico) y dejaron reposar por 48 horas.

Esta solución es nuevamente filtrada y lavada con agua destilada; el filtrado obtenido agitaron por 2 horas y dejaron decantar por un día, posteriormente filtraron esta solución y el filtrado aforaron a 200ml obteniéndose así la queratina. (Cedillo, 2013: p.42)

- **Extracción de colágeno y queratina de plumas de pollo con Etóxido de sodio:**

Para la extracción colágeno y queratina de plumas de pollo utilizando etóxido de sodio  $C_2H_5ONa$  en un frasco de polietileno adicionaron 60ml de etanol y 2g de sodio después de reaccionar el sodio a etóxido de sodio ( $C_2H_5ONa$ ) adicionaron 5 g de plumas.

Realizaron una agitación manual por 24 horas en una plataforma móvil y a una temperatura ambiente. Posteriormente filtraron esta solución; el filtrado se aforó a 200ml con agua obteniéndose así la queratina. (Cedillo, 2013: p.43)

- **Extracción de colágeno de plumas de pollo por Borohidruro de sodio:**

A un frasco de vidrio pyrex colocaron 5 g de plumas de pollo con 0,1g de una solución de tetrahidruro de boro y sodio ( $NaBH_4$ ). Dejaron reposar a 18 °C por un tiempo de 24 horas hasta que este reaccione; posteriormente esta solución filtraron y el resultado del filtrado aforaron a 200 ml con agua destilada obteniéndose así la queratina. (Cedillo, 2013: p.44)

## **Justificación**

La Constitución de la República de Ecuador, en su Artículo 14, reconoce “el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”. (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2014).

De acuerdo a la Constitución, es un derecho tener un ambiente sano y ecológicamente equilibrado pero en todas las ciudades donde existen camales se despostan bovinos, y las extremidades son tratadas con llama directa para eliminar el pelaje y los cascos eliminados a los basureros sin ningún tratamiento por lo cual constituyen un residual.

Estos desechos al ser biodegradables sufren un proceso de descomposición antes de integrarse nuevamente al ambiente, durante este tiempo de descomposición se presenta diferentes problemas como la emanación de malos olores y la proliferación de plagas causando amenazas al medio ambiente.



Es por esa razón que para dar solución a este problema se propone la extracción de colágeno y queratina, que forman parte de los cascos de bovinos, mediante procesos ácido-base que nos permitirán disminuir este residuo y a la vez obtener un producto que será comercializado.

Los beneficiarios directos de la implementación de este proyecto son en primer lugar la empresa Camal Municipal porque se va a reducir la contaminación al aprovechar los cascos de bovino como materia prima para la extracción de colágeno y queratina; al eliminarse estos focos de infección y de proliferación de plagas mejora el ambiente laboral y por consiguiente la salud de los empleados que laboran aquí.

En segundo lugar la recolección de los cascos beneficia a los chamuscadores porque recogen grandes cantidades y esto les proporciona un incentivo económico y en tercer lugar se benefician los habitantes de las áreas de influencia alrededor de la empresa, al eliminarse efectos inherentes a su descomposición como disminuirse las moscas y los malos olores que son arrastrados por el viento.

En el caso de persistir este contaminante, cascos de bovino; sin ningún tratamiento en los basurales se está atentando contra el medio ambiente, la salud de los empleados y a la misma empresa así como también, a los habitantes circundantes de los mismos por los problemas ya indicados anteriormente.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Extraer colágeno y queratina a partir de los cascos de bovino como método de aprovechamiento del residuo generado en el Camal Municipal de Riobamba.

### **Específicos**

- Realizar una evaluación de impacto ambiental provocado por la mala disposición de los cascos de bovino como desecho del faenamiento en el Camal Municipal de Riobamba.
- Aplicar un método de extracción de colágeno y queratina para aprovechar los residuos de cascos de bovino producidos en el faenamiento.
- Evaluar la viabilidad del método de aprovechamiento como solución al impacto ambiental producido por los residuos de cascos de bovino.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Aminoácidos

Son denominadas como la unidad estructural de las proteínas. Están formados por un grupo carboxilo libre (-COOH), un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y un radical (R) que identifica a los diferentes aminoácidos. (Peña, 1995: p.66)

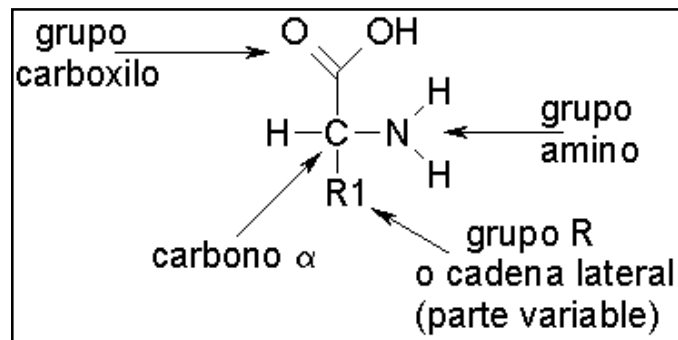


Figura 1-1: Estructura de los aminoácidos  
Fuente: RODRÍGUEZ, Fabián 2011 p.13

Las propiedades de los aminoácidos dependen de sus funciones carboxílicas y aminas así como de la característica de la cadena presente en el radical. Existen algunos aminoácidos que forma parte de algunos de proteínas como fibrosas como hidroxiprolina que se encuentra únicamente en el colágeno. (Peña, 1995: p.73)

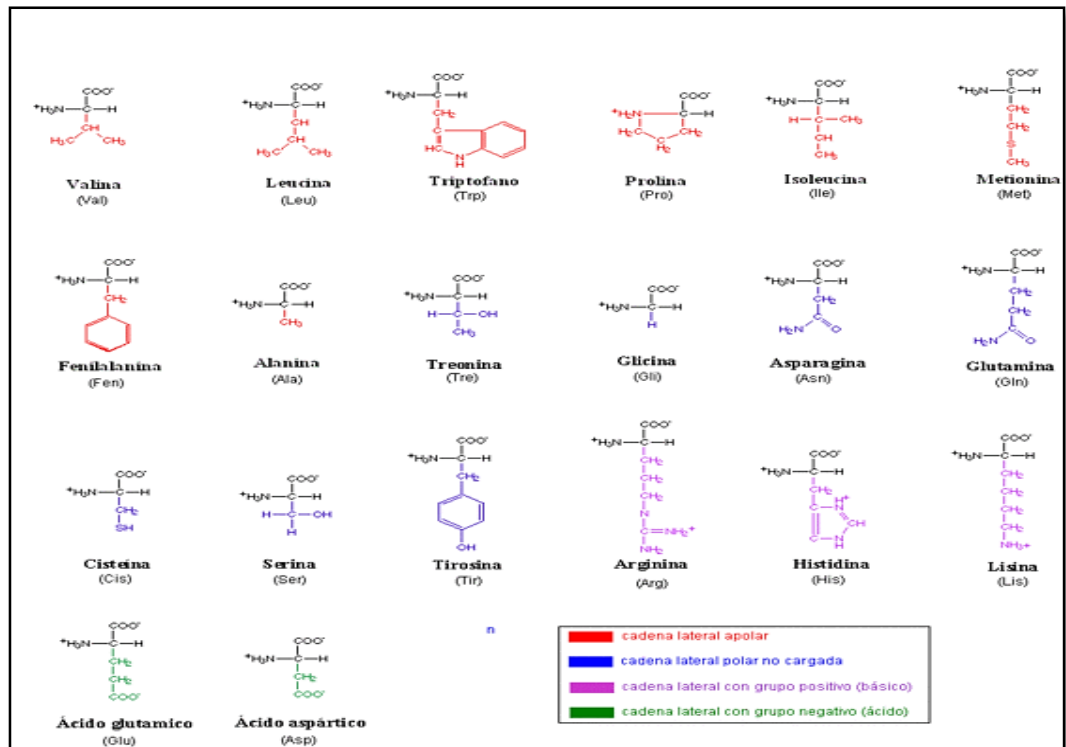


Figura 2-1: Tipos de aminoácidos  
Fuente: [www.bioquimica7.wikispaces.com/pr%c3%b3tidos](http://www.bioquimica7.wikispaces.com/pr%c3%b3tidos)

### 1.1.1 Propiedades de los Aminoácidos

Son sustancias incoloras, posee el punto de fusión elevado. Las propiedades de los aminoácidos influyen directamente en las propiedades que presentan las proteínas. Los aminoácidos pueden presentarse como ácido o como base dependiendo del PH que posee el medio en el que se encuentra. (Peña, 1995: p.73)

### 1.2. Proteínas

Las proteínas son las biomoléculas más complejas, de todas las moléculas a nivel celular, además son las más abundantes y se encuentran en todas las células. Todas las proteínas están compuestas por hidrogeno, carbono, oxígeno y nitrógeno. Algunas presenta azufre y dependiendo de su constitución también pueden contener fosforo, hierro, zinc y molibdeno. La mayor parte de las proteínas son solubles en agua o soluciones salinas y son muy poco solubles en disolventes orgánicos. (Peña, 1995: p.65)

### **1.2.1. Estructura de las proteínas**

La estructura de las proteínas es la disposición de las moléculas de proteína en el espacio determinado por la secuencia de aminoácidos que la conforman. Se ha jerarquizado en los siguientes niveles.

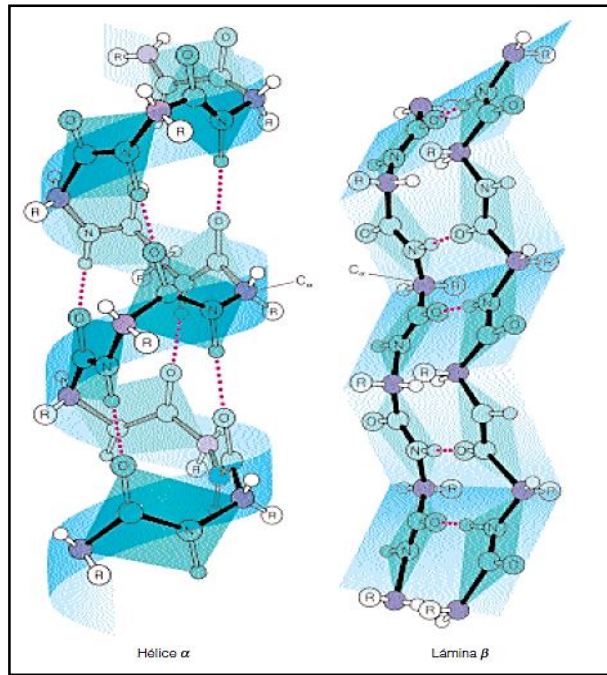
#### **1.2.1.1. Estructura primaria**

Es la secuencia lineal de aminoácidos que conforman a la proteína esta secuencia se forma mediante enlaces covalente de los grupos amino que se van enlazando en una secuencia específica.

#### **1.2.1.2. Estructura secundaria**

Es la sucesión en el espacio de los aminoácidos para lograr una secuencia estable debido a la formación de puentes de hidrogeno que enlazan a los átomos que forman el enlace peptídico, las moléculas adquieren estabilidad debido a la disposición de sus enlaces.

- ❖ **La estructura alfa-hélice:** los aminoácidos se presenta en forma helicoidal cuando la estructura primaria se enrolla entre sí.
  
- ❖ **La estructura beta:** los aminoácidos se presenta en forma de una cadena en zigzag es denominado también lámina plegada, es una estructura más compacta debido a debido al giro beta. (Peña, 1995: pp.79-80)



**Figura 3-1: Hélice alfa y lamina beta**  
**Fuente:** MATHEWS, Christopher 2002 p.184

### 1.2.1.3. Estructura terciaria

Se forma cuando una estructura secundaria poli peptídica se pliega sobre si formando una estructura globular; en medios acuosos los aminoácidos apolares se van ubicando hacia el interior y los polares hacia el exterior permitiendo la solubilización. Las interacciones hidrofóbicas, de fuerzas de van der Waals y enlaces iónicos son los encargados de aportar estabilidad a estas estructuras.

### 1.2.1.4. Estructura cuaternaria

Es una estructura formada por la unión de varias cadenas peptídicas denominados protómero y sus funciones son diferentes a los monómeros que los conforman. (Peña, 1995: pp.79-80)

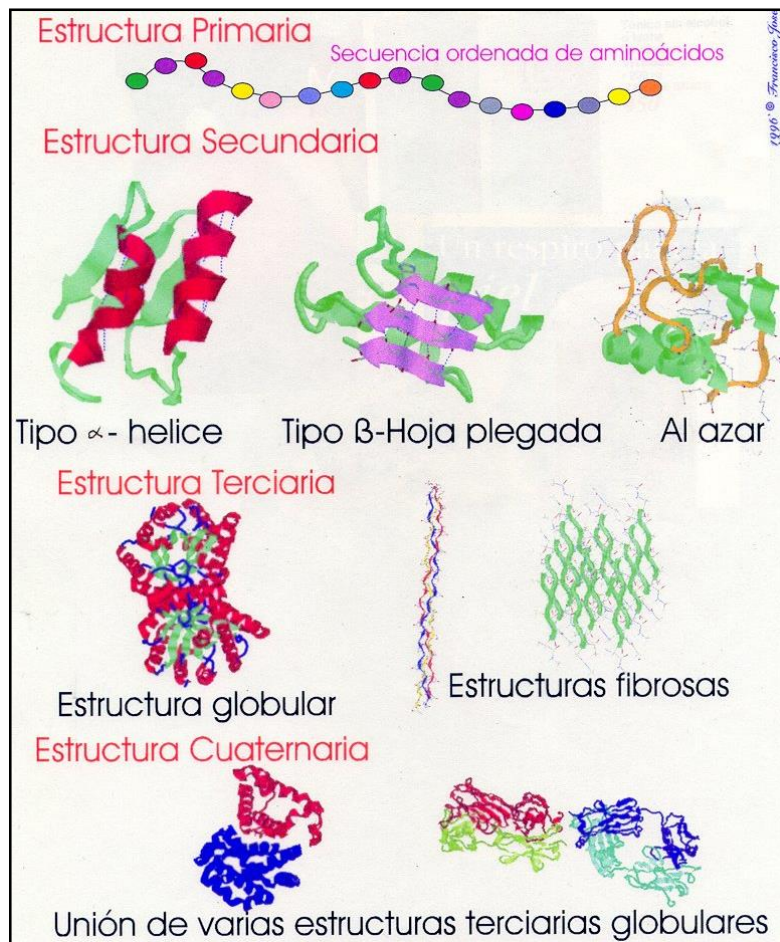


Figura 4-1: Estructura de las proteínas  
Fuente: [www.um.es/molecula/sbqp.com](http://www.um.es/molecula/sbqp.com)

## 1.2.2. *Propiedades de las proteínas*

### 1.2.2.1. *Capacidad amortiguadora*

Las proteínas son anfóteras es decir pueden comportarse como ácido o como base dependiendo las condiciones del medio y para esto ceden o adoptan protones ( $H^+$ ) del medio. (Serrano, 2011: pp.79-80)

### 1.2.2.2. *Solubilidad*

Al adoptar una forma plegada y esférica las proteínas se vuelven solubles en el agua debido a los radicales ( $R$ ) libres pertenecientes a los aminoácidos que conforman a la proteína, estos radicales al ser liberados forman enlaces débiles con las moléculas de agua.

La molécula de proteína es rodeada por las moléculas del solvente para prevenir su precipitación que puede darse por consecuencia del enlace con otras proteínas, este proceso es llamado solvatación. (Serrano, 2011: pp.6-7)

#### *1.2.2.3. Desnaturalización*

Las proteínas al estar expuestas a diferentes agentes como pH, calor, salinidad; entre otros se producen un rompimiento en sus estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias permaneciendo solamente la estructura primaria. La estructura primaria está representada por la secuencia en línea de los aminoácidos que forman a la proteína, esta secuencia es responsable de la diferenciación de cada proteína. (Serrano, 2011: p.7)

#### *1.2.2.4. Especificidad*

La especificidad es la propiedad más característica de las proteína, cada individuo es capaz de sintetizar sus propias proteínas de tal manera que dentro de una misma especie se pueden encontrar diferencia a nivel de las proteínas entre los diferentes individuos; lo que no sucede con los lípidos que son idénticos en todas las especies.

La especificidad de las proteínas es el resultado de las diversas combinaciones entre los aminoácidos que lo conforman; el ADN perteneciente a cada individuo es el encargado de definir las diferentes combinaciones. (Serrano, 2011: p.7)

### **1.2.3. Clasificación de las proteínas**

#### *1.2.3.1. Proteínas simples*

Son las proteínas que están compuestas únicamente por aminoácidos o sus derivados. Dentro de estas tenemos a:

- Albúminas
- Glutelinas
- Prolaminas
- Histonas
- Protaminas

### 1.2.3.2. *Proteínas compuestas*

Son las proteínas que además de estar compuestas por aminoácidos también incluyen en su estructura componentes orgánicos o inorgánicos denominados grupos prostéticos. A las proteínas conjugadas se las denomina de acuerdo a los grupos prostéticos que lo constituye. (Teijón y Garrido, 2011: p.73)

- Nucleoproteínas
- Glucoproteínas
- Fosfoproteínas
- Cromoproteínas:
- Lipoproteínas
- Metaloproteínas
- Hemoproteínas
- Flavoproteínas

### 1.2.3.3. *Por su conformación*

Es la orientación que adoptan los grupos característicos que forman las proteínas en el espacio.

- **Fibrosas**

Son cadenas polipeptídicas paralelas que se enrollan sobre un mismo eje formando una “microfibra”. Las proteínas fibrosas son los componentes principales del tejido conjuntivo en los seres vivos.

- ✓ Colágeno
- ✓ Elastina
- ✓ Queratinas



- **Globulares:**

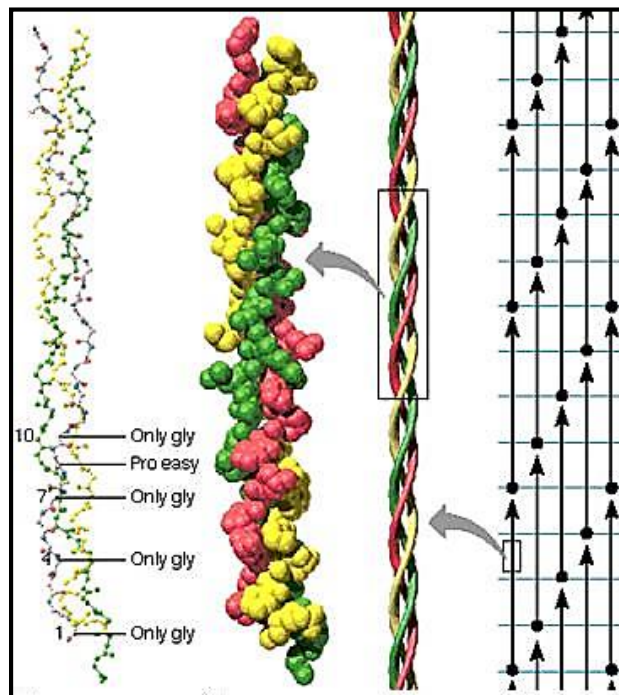
Son cadenas polipeptídicas que se enrollan entre si formando esferas o glóbulos compactos dentro de estas tenemos a:

- ✓ Enzimas
- ✓ Anticuerpos(Teijón y Garrido, 2006: p.73)

### 1.3. Colágeno

Es un conjunto de proteínas fibrosas se encuentra formando la matriz de los huesos, dientes, cartílagos, tendones uñas, piel y vasos sanguíneos. La unidad fundamental del colágeno es el tropocolágeno formado por tres cadenas de polipéptidos de similar tamaño cada una de ellas es una hélice levógira y se van entrelazando entre sí; el tipo de cadena forma el tropocolágeno determina el tipo de colágeno.

El colágeno está formado por glicina 33%, prolina 12%, hidroxiprolina 20% e hidroxilisina 10%, presente en solo algunas proteínas. (Stryer, 2008: p.183)



**Figura 5-1: Estructura del colágeno**  
Fuente: MATHEWS, Christopher 2002 p.195

### **1.3.1. Tipos de Colágeno**

#### **1.3.1.1. Tipo I**

El colágeno tipo I es el colágeno más frecuente y está formado por dos cadenas  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  de dos tipos que difieren en su composición de aminoácidos; se caracterizan por su resistencia al estiramiento y están presentes en la piel, huesos, dentina y cornea. (Teijón y Garrido, 2011: p.118)

#### **1.3.1.2. Tipo II**

Este tipo de colágeno es el principal componente de los cartílagos y está formado por tres cadenas  $\alpha_2$  de único tipo. Es sintetizado por el condroblasto; se caracteriza por la resistencia a la presión intermitente. (Teijón y Garrido, 2011: p.118)

#### **1.3.1.3. Tipo III**

Se encuentra en menores cantidades y junto al colágeno tipo I en la pared de los vasos, mucosa intestinal y las células musculares está formado por tres cadenas  $\alpha_3$  idénticas y forma redes de fibras sumamente delgadas y es sintetizado por las células del músculo liso y los fibroblastos. Las fibrillas de colágeno tipo III contienen en muchas ocasiones colágeno de tipo I. (Teijón y Garrido, 2011: p.118)

#### **1.3.1.4. Tipo IV**

Las células epiteliales son las encargadas de sintetizar este tipo de colágeno; cumple con la función de sostén y filtración. Es el colágeno que constituye la lámina basal formando una red bidimensional gracias a las moléculas de tropocolágeno que se enlazan de tal manera que forma una red compleja. (Teijón y Garrido, 2011: p.118)

### **1.3.2. Síntesis de colágeno**

Las cadenas se sintetizan por los ribosomas, adheridos a la membrana del retículo endoplasmático de la célula. Las propiedades del tropocolágeno que constituye al colágeno son diferentes a las que se sintetiza originalmente en los ribosomas.

El polipéptido recién traducido se hidroxila para la glucoxilación en el complejo de Golgi. Estas hidroxilaciones son muy importantes para formar puentes de hidrógeno que luego aportaran estabilidad a la superhélice.

El procolágeno tiene aproximadamente 1500 residuos, de estos 500 contienen aminoácidos en los extremos amino y carboxilo terminales. Estos no poseen la secuencia que le caracteriza de las fibras de colágeno.

Tres moléculas de tropocolágeno van enrollando sus regiones centrales para dar origen a la triple hélice y las regiones amino y carboxilo terminales. A continuación forman pliegues sobre sí mismo adoptando la estructura proteica globular.

Los aminoácidos terminales se separan gracias a las enzimas proteasas que transforman las moléculas, uniéndose en el espacio extra celular dejando sólo la hélice triple de tropocolágeno. Las moléculas se autoenzamblan mediante enlaces covalentes entre los residuos de Lisina formando una fibra dura de colágeno. (Mathews, 2002: p.194)

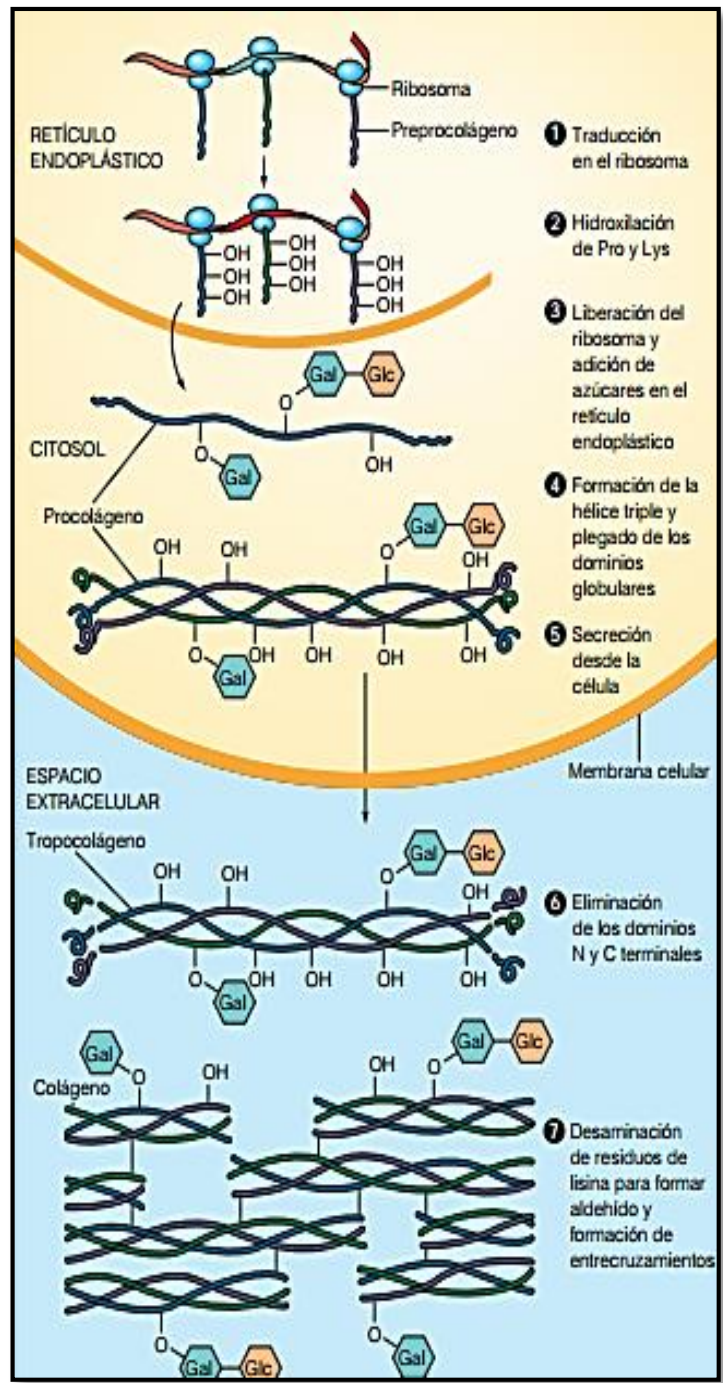


Figura 6-1: Síntesis de colágeno  
Fuente: MATHEWS, Christopher 2002 p.197

### 1.3.3. Características Físico Químicas del colágeno

Las fibras de colágeno son fibras muy flexibles y presentan gran resistencia a la tensión. La ruptura de las fibras de colágeno en los tendones de los seres humanos se presenta al alcanzar una fuerza de cientos de kilogramos por centímetro cuadrado y a pesar de ello solo llegan a alargarse un pequeño porcentaje de su longitud original.

Al desnaturalizar el colágeno mediante un proceso de ebullición y posteriormente enfriándose en una solución acuosa, se convierte en gelatina. (Mathews, 2002: p.194)

## **1.4. Queratina**

Es una proteína cuya estructura es muy fibrosa y contiene abundante azufre; es el componente principal de la epidermis de los vertebrados y de otros órganos como el pelo, uñas, plumas, cuernos y pezuñas.

### **1.4.1. Tipos de queratina**

Dentro de la queratina se encuentran dos grandes grupos la  $\alpha$ -queratina y la  $\beta$ -queratinas las cuales difieren por su estructura y localización. (Mathews, 2002: p.192)

#### **1.4.1.1. $\alpha$ -Queratina**

Podemos encontrar este tipo de queratinas en los mamíferos formando la capa epidérmica de la piel, las uñas y el pelo. Forman parte del grupo de proteínas filamentosas intermedias desempeñando funciones importantes dentro del núcleo, citoplasma y las superficies de algunas de las células.

Presenta en su estructura restos de cisteína los cuales se encuentran formando puentes disulfuro llamado grupo cistina. Los puentes disulfuro son los que le confieren la rigidez y resistencia a esta  $\alpha$ -queratina es por ello que existe mayor cantidad de enlaces cistina en la estructura de los cuernos, cascos y en las uñas. (Mathews, 2002: pp.192-193)

#### **1.4.1.2. $\beta$ - Queratina**

Este tipo de queratina se encuentra en las aves y los reptiles formando las plumas y escamas, en su estructura no presentan cisteína pero en algunos casos lo contiene en una pequeña porción es por ello que contiene pocos entrecruzamientos a través de los puentes disulfuro.

En su estructura presente mayor cantidad de plegamientos en forma de lámina- $\beta$  el elevado número de puentes de hidrogeno que proporciona esta lamina le confiere alta resistencia a la queratina - $\beta$  como en el caso de la tela de araña. (Mathews, 2002: pp.192-193)

**Tabla 1-1:** Aminoácidos presentes en el colágeno y la queratina.

AMINOÁCIDOS	COLÁGENO	QUERATINA
<b>Resto no polar (hidrófobos)</b>		
Glicina	334	73
Alanina	105,5	48
Valina	19	49
Leucina	25	68
Isoleucina	11	28
Prolina	129	50
Fenilalanina	13	25
Metionina	6,6	4
Triptófano	-	5
<b>Resto Hidróxido(hidrófilos)</b>		
Serina	38	101
Treonina	17	60
Tirosina	4,7	30
Hidroxiprolina	92	-
<b>Resto Acido(amónicos)</b>		
Acido aspártico+ su amida	48	51
Acido glutámico+su amida	72	99
<b>Resto básico (catiónicos)</b>		
Lisina	25	23
Arginina	48	56
Histidina	4,6	8
Hidroxilisina	6,8	1
<b>Resto Azufrado</b>		
Cistina	-	86
Cisteína	-	3

Fuente: (Adzet et al., 1995) (Contenido aproximado de aminoácidos en el colágeno y en la queratina expresados en número de residuos por mil)

## 1.4.2. *Propiedades de la queratina*

### 1.4.2.1. *Estabilización*

Cistina es el aminoácido que cumple dentro de la cadena poli proteica como estabilizador de la molécula de proteína. Debido a los puentes disulfuro y a su naturaleza ácida característica. Los grupos carboxilos se unen a los grupos aminos de otros aminoácidos cercanos formando los enlaces estabilizantes.

Gracias a la estructura helicoidal que posee la cadena polipeptídica se forman puentes de hidrogeno entre grupos (COOH) y (NH<sub>2</sub>) provenientes de unas cadenas próximas que estabilizan también a la queratina.

Los restos aroma y alifáticos de la queratina, los de la valina, leucina y fenilalanina, forman zonas de carácter hidrófobo debido a su carácter no iónico, en el momento en que se intenta disolver la molécula grande de la queratina en agua, los grupos hidrófobos e hidrófilos actúan como dipolos, orientándose para reunir los de carácter hidrófobo en el eje de la molécula y expulsando el agua de ella, actúan las fuerzas de van der Waals.

Astbury estudio la configuración de la queratina mediante la técnica de difracción de rayos x. De los diagramas de interferencia dedujo que esta sufría cambios en su configuración química con la tensión y observo la alfa queratina en posición plegada y la b queratina en posición extendida. (Adzet et al., 1995: pp.20-21)

#### *1.4.2.2. Punto isoeléctrico*

Debido a la presencia de grupos amínicos y carboxílicos libres anfótero. Su Punto Isoeléctrico en estado nativo se encuentra alrededor de 4,9. (Adzet et al., 1995: p.22)

#### *1.4.2.3. Comportamiento frente al agua, ácidos y álcalis*

El agua en frio debilita las uniones salinas entre las cadenas polipeptídicas provocando el hinchamiento de la fibra. Sin embargo este hinchamiento es menor en la lana que en otras fibras gracias a la existencia de uniones transversales estables.

En presencia de ácidos la queratina se debilita de forma reversible por ruptura, sobre todo de enlaces salinos de la cadena. Dado su carácter, pueden volverse a formar cuando se recupera el pH del Punto Isoeléctrico.

En presencia de ácidos la fibra se hincha ligeramente y puede estirarse con mayor facilidad las reacciones en la zona alcalina afectan además al enlace cistínico, que es el que confiere mayor estabilidad al conjunto.

El tratamiento alcalino es el más perjudicial para las características mecánicas de la fibra. A pH superiores a 9 el ataque a la fibra es tan intenso que puede provocar su destrucción. La reacción alcalina y el efecto reductor del sulfuro de sodio se aprovechan para depilar las pieles que no son para peletería.

Una vez roto el puente disulfuro la fibra se vuelve mucho más dúctil y plástica q permite darle fácilmente la forma deseada. (Adzet et al., 1995: pp.22-23)

### 1.4.3. *Gelatina sin sabor*

Se la conoce también como gelatina neutra, es una mezcla semi-sólida incolora e insípida; está constituida por péptidos y proteínas producidas por hidrólisis parcial del colágeno extraído a partir de la piel, pezuñas, huesos, tendones, órganos y vísceras de ganado vacuno, porcino, equino y avícola. Se la considerada como una proteína en estado puro está compuesta de 84 a 90% de proteína proveniente del colágeno y del 1-2% de sales minerales y agua.

Tiene la propiedad de absorber hasta diez veces su tamaño en agua u otro medio líquido. Se presenta como líquido frente al calor y se puede solidificar al frío. Al disolverse en agua caliente y posteriormente al frío, se coagula. (Primo 2007: pp.1007-1008)

**Tabla 2-2:** Requisitos Fisicoquímicos del postre de gelatina.

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	%	-	2	NTE INEN 1517
pH a 25°C	-	3,5	4,5	NTE INEN 1519
Tiempo de gelificación	h	1	3	NTE INEN 1520
Dureza de gel	mm	30	25	NTE INEN 1518

Fuente: (Norma INEN 1521, 2005)

## 1.5. Método de extracción

### 1.5.1. *Extracción de colágeno en medio ácido-básico a partir de cascos de bovinos*

- a) Lavar los cascos con abundante agua para limpiar la materia prima y aplicar un tratamiento térmico por 30 minutos a 90 °C.
- b) Secar y pesar la materia prima.
- c) Sumergir la mitad de la materia prima en hidróxido de sodio al 7% y la otra mitad en hidróxido de sodio al 5% y dejar reposar por 24 horas.
- d) Lavar con abundante agua para eliminar el hidróxido y alcanzar un pH neutro.



- e) Sumergir las dos partes de la materia prima en ácido cítrico al 5% durante por 45 minutos a temperatura ambiente.
- f) Nuevamente lavar con abundante agua para eliminar el hidróxido y alcanzar un pH neutro.
- g) Licuar para reducir el tamaño de la materia prima en estado húmedo.
- h) Lavar con agua destilada a 60 °C y centrifugar a 4600 Rpm.
- i) Secar el producto en un horno de bandejas por 24 horas a una temperatura de 50°C.
- j) Realizar las pruebas fisicoquímicas y de funcionalidad al producto obtenido. (Peralta et al., 2012: pp.59-69)

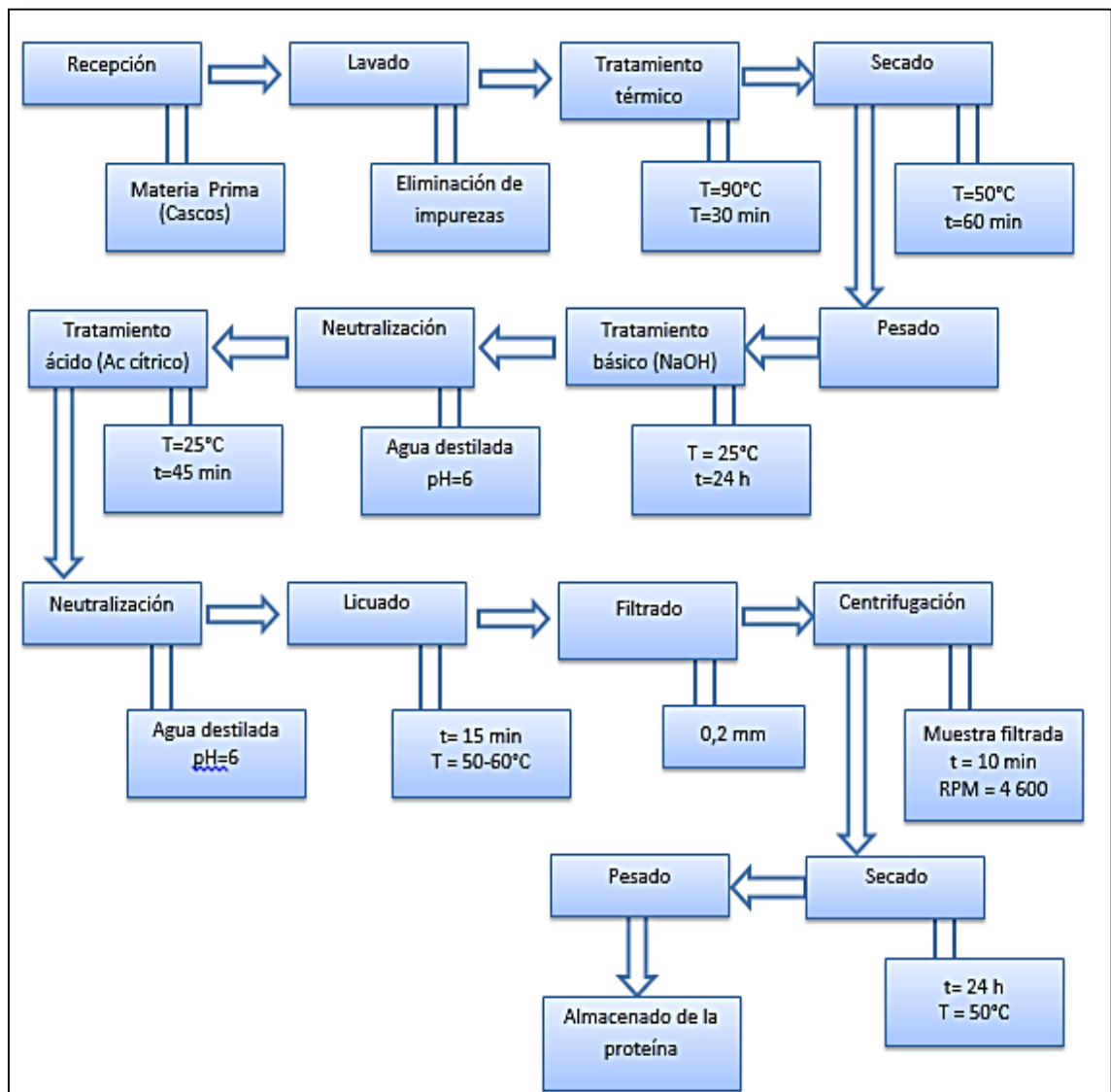


Figura 7-1: Flujo de extracción de colágeno a partir de cascos de bovinos  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## 1.6. Anatomía del casco de la vaca

El casco de las especies bovinas está constituido externamente por el bulbo, suela y pared formada por el tejido corneo. Borde perióplico es la línea que marca la piel y el casco. Borde basal sirve como soporte del cuerpo y está en contacto con el suelo.

La pared externa es brillante y lisa y está formado por líneas transversales dispuestas en paralelo. La línea blanca es la unión entre el corion y la suela; el corion está formado por crestas y estas contienen venas y capilares los cuales irrigan al casco. La línea distal sirve como soporte del cuerpo y está en contacto con el suelo. (Gloobe, 1989: pp.59-69)

El principal componente de piel, cabello, uñas, pezuñas y cuernos es la queratina esta proteína es extremadamente fuerte los aminoácidos que la conforman tienen características únicas y son los responsables de que la queratina sea suave y flexible como la presente en la piel o dura y resistente como en el caso de los cascos. (Gloobe, 1989: pp.43-44)

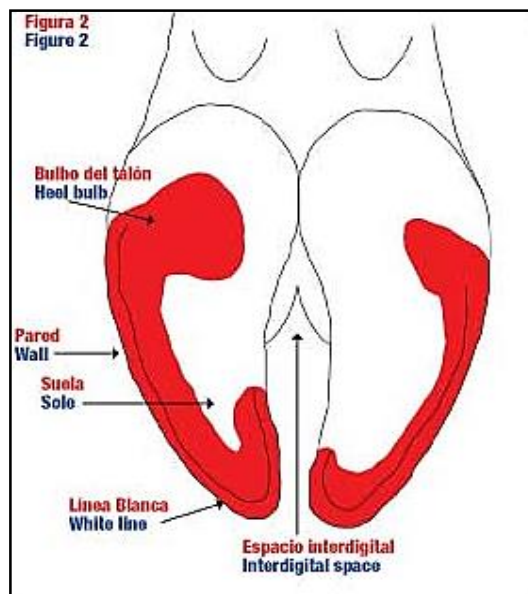


Figura 8-1: Superficie del casco bovino  
Fuente: RODRÍGUEZ, Fabián 2012 p.16

## 1.7. Métodos de conservación más usuales en peletería

Los métodos de conservación que se utilizan dentro de esta industria son de gran importancia mencionarlos ya que sus fundamentos son similares a los utilizados en la extracción del colágeno y queratina en el presente trabajo.

### **1.7.1.      *Secado***

Generalmente se realiza con la piel extendida. La mayor parte de la piel fina se conserva por secado y es de gran importancia de asegurar la estabilidad del pelo durante el remojo.

### **1.7.2.      *Salado***

Normalmente debe ser lo suficiente para asegurar la estabilidad del pelo durante las operaciones de remojo y rivera. Su principal inconveniente radica en el aporte de electrolito a los baños de remojo.

### **1.7.3.      *Congelado***

Utilizados solo para peletería fina prohibido para pieles de cordero. Las pieles congeladas presentan acabadas un tacto más suave. (Adzet et al., 1995: pp.27-28)

## **1.8.           Operaciones previas a la curtición**

### **1.8.1.      *Remojo***

El remojo es la primera operación a la que se someten las pieles para restituir la humedad normalmente se efectúa en dos fases, una primera con agua solamente sin apenas movimiento y con la ayuda a veces de un tensoactivo ; de 3- 5 horas de duración que tiene como principal función eliminar los productos extraños como tierra y excremento.

Las pieles van al remojo propio presentando menos suciedad para no favorecer el desarrollo bacteriano.

En la práctica del remojo habitualmente se trabaja con una relación de baño 1:15 a 1:40; es decir 15-40 litros de agua por kg de piel. Esta relación también dependerá como se indica del tipo de piel álcalis, 33 el álcalis aplicado en condiciones aplicados 40 ° y pH no superior a 9, tienen diferentes acciones que aconsejan su uso cuando se pretende su efecto desengrasante intensivo. (Adzet et al., 1995: pp.28-29)

### **1.8.2.      *Substancias liotrópicas***

Las soluciones de las sales neutras tienen un efecto disolvente sobre la estructura colagénica aunque quizás será imposible llevar a término una correcta apertura de la piel solamente con estas sustancias es importante conocer su efecto las series Hofmeister Dean, una idea de la capacidad de hinchamiento de la proteína según sea la naturaleza del anión o del catión. (Adzet et al., 1995: p.27)

**Serie cationes:**  $\text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Li}^{+} < \text{NH}_4^{+} < \text{Na}^{+} < \text{K}^{+}$

**Serie aniones:**  $\text{I}^{-} < \text{Br}^{-} < \text{NO}_2^{-} < \text{Cl}^{-} < \text{CH}_3\text{-COO}^{-} < \text{SO}_4^{2-} < \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Cuando más a la izquierda mayor poder peptizante de la proteína.

### **1.8.3.      *Blanqueo de lana y pelo***

El color característico de pelos y lana se debe a la melanina, pigmento que está en forma granular en los colores más oscuros, marrón y negro, y difusa en los más claros.

El pigmento granular tiene un tamaño de 250 – 1 300 nm de largo y 150 – 400 nm de ancho lo que tiene su importancia a la hora del blanqueo, está en menor cantidad en la cutícula. (Adzet et al., 1995: p.41)

#### **1.8.3.4.    *Fundamentos de la despigmentación***

El aclaramiento o despigmentación de los pelos o lana se basa en la destrucción catalizada de los pigmentos aprovechando la capacidad de estos de fijar determinados metales, lo que los diferencia del resto de la fibra y del cuero. (Adzet et al., 1995: p.42)

## **1.9.          Evaluación de Impacto Ambiental de un proceso o producto**

### **1.9.1.      *Matriz RIAM***

Este método fue desarrollado por Christopher Pastakia en Dinamarca en el año 1998; este método permite realizar una evaluación sistemática, fácil y correlacional; de los impactos ambientales que se generan como consecuencia de cualquier proceso o actividad.

La ventaja de este método es la evaluación rápida y precisa ya que mediante este proceso se integra de forma relacional los diferentes factores. Para la evaluación este método clasifica al medio ambiente en cuatro categorías:

1. **Ambiente Físico Químico:** Se refiere a todos los aspectos físicos y a los aspectos químicos como son calidad del agua, calidad del aire, calidad del suelo, ruidos y también se puede incluir los recursos naturales finitos no bióticos. Es representado en color verde.
2. **Ambiente Biológico:** Se refiere a todos los aspectos biológicos como flora, fauna, biodiversidad, biosfera, ecosistemas, interacciones ente especies y recursos renovables. Es representado en color rojo.
3. **Ambiente socio cultural :** Se refiere a los aspectos sociales que afectan a los habitantes o a las comunidades , dentro de esto se incluye conservación del patrimonio cultural , vivienda , empleo ,migración , uso de agua y desarrollo. Es representado en color gris.
4. **Ambiente Económico:** Se refiere a las consecuencias económicas del cambio ambiental que puede ser permanente o temporal. Es representado en color lila. (Cuentas, 2009: p.24)

#### *1.9.1.1. Criterios de Evaluación*

Los criterios de evaluación se clasifican en dos grupos:

##### **a) Criterio (A)**

Indica el grado de importancia y las condiciones de las alteraciones al medio ambiente.  
(Cuentas, 2009: p.25)

##### **• Importancia del componente Ambiental (A1)**

Nos permite identificar el grado de importancia de los aspectos ambientales con relación al entorno que puede ser local, regional, nacional o internacional.

**Tabla 3-1:** Escala de valoración de la importancia del componente Ambiental

Valor	Importancia del componente
4	Importante para el interés nacional/internacional
3	Importante para el interés regional/nacional
2	Importancia local y aéreas inmediatas
1	Importancia solo local
0	Sin importancia

Fuente: CUENTAS, Mario 2009 p.25

• **Magnitud del Cambio/ efecto:(A2)**

Nos permite determinar el nivel de beneficio o de perjuicio que nos puede presentar un determinado proyecto o proceso, como consecuencia de las alteraciones ambientales. (Cuentas, 2009: p.25)

**Tabla 4-1:** Escala de valoración de la magnitud del cambio

Valor	Cambio/ efecto
+3	Grandes beneficios
+2	Mejora significativa del estado general
+1	Mejora del estado general
0	Sin cambio
-1	Cambio negativo del estado general
-2	Cambio negativo significativo del estado general
-3	Grandes impactos negativos

Fuente: CUENTAS, Mario 2009 p.25

**b) Criterio B**

Se refiere al progreso de la condición y pueden ser permanente reversibles y acumulativos.

- **Permanencia B1:** Esta variable nos permite determinar si las alteraciones ambientales producidas por los procesos o proyectos; son temporales o permanentes.

**Tabla 5-1:** Escala de valoración de la permanencia del impacto

Valor	Permanencia del impacto
1	Sin cambio
2	Temporal
3	Permanente

Fuente: CUENTAS, Mario 2009 p.25

- **Reversibilidad B2:** Se refiere a la capacidad de los aspectos ambientales en volver a su estado original o a una condición similar a la que se presentó al iniciar la evaluación.

**Tabla 6-1:** Escala de valoración de la Reversibilidad del impacto

Valor	Reversibilidad del impacto
1	Sin cambio o no aplicable
2	Reversible
3	Irreversible

Fuente: CUENTAS, Mario 2009 p.26

- **Acumulación del impacto B3:** este parámetro nos permite determinar si los efectos causados por el impacto ambiental pueden tener un efecto acumulativo o no. (Cuentas, 2009: p.25)

**Tabla 7-1:** Escala de valoración de la acumulación del impacto

Valor	Acumulación del impacto
1	Sin cambio no aplicable
2	Simple o no acumulativo
3	Acumulativo o sinérgico

Fuente: CUENTAS, Mario 2009 p.26

### 1.10. Espectroscopia

La espectroscopia se encarga de estudiar la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, durante esta interacción la radiación electromagnética se puede comportar como onda o como partícula pero no se ha observado estos dos comportamientos a la vez.

Cuando la interacción se comporta como onda, está formado por un campo eléctrico y otro magnético que varía perpendicularmente y se propagan a la velocidad de la luz. La longitud de onda es la distancia que recorre una onda en un determinado intervalo de tiempo a esta distancia se denomina ciclo. (Connors, 1981: p.240)

### 1.10.1. Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es cualquier instrumento utilizado para medir un espectro, compara la radiación absorbida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto con una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia. (Connors, 1981: p.240)

#### 1.10.1.1. Estructura de un espectrofotómetro

Todos los espectrofotómetros están constituidos por las partes básicas el orden y los materiales de los que están constituidos dependen del margen de la longitud de onda que se va a estudiar.

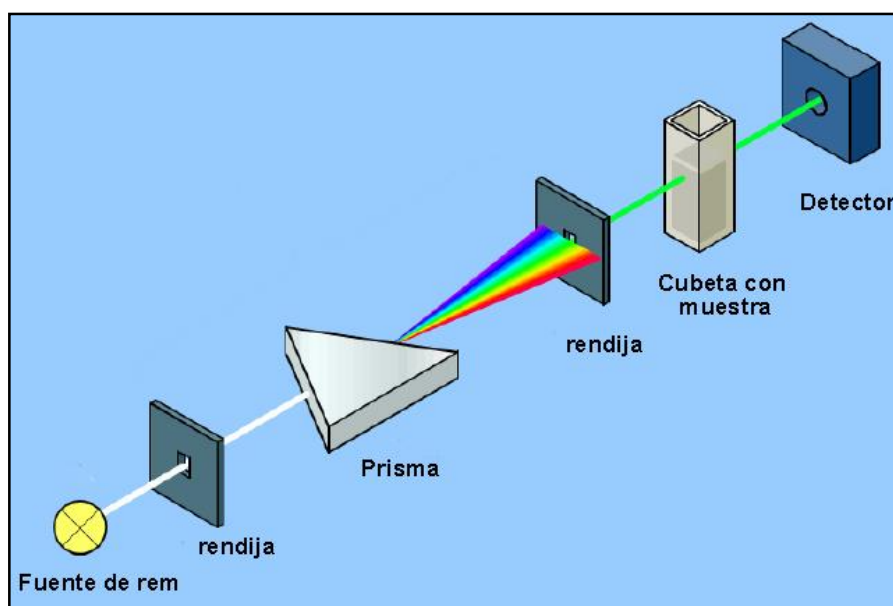


Figura 9-1: Estructura básica de un espectrofotómetro  
Fuente: <http://www.quimicaorganica.org/espectroscopia-visible.html>

Las principales partes son:

- **Fuente de luz:** Se lo denomina también como bombilla y genera luz blanca.
- **Selector de frecuencias:** Es considerado la parte más importante del equipo, y su función es filtrar el espectro producido por la fuente de luz, permitiendo el paso de tan solo las radiaciones que presenten un rango de longitud de onda determinado.



- **Filtros de interferencia:** Son bandas de radiación estrechas con relación al filtro de absorción y su función es la interferencia óptica que destruye a la radiación que es necesario eliminar.
- **Filtros de Absorción:** Su función es producir un espectro continuo en la región UV y absorbe las longitudes de onda con valores menores a 350 nm.
- **Monocromadores:** Esta constituido por las rendijas de entrada y de salida , colimadores y el elemento de dispersión. Su función es aislar las radiaciones de longitud de onda necesarias para obtener luz monocromática.
- **Colimador:** Es un lente que se encarga de llevar el haz de luz entrante hacia un prisma separa todas las longitudes de onda de ese haz logrando que se dirija a la rendija de salida.
- **Detector:** Su función es convertir la energía radiante en una señal eléctrica y pone en evidencia una radiación la cual será estudiada cuando los fotones respondan al calor.
- **Cubeta de espectrofotómetro:** Es un pequeño tubo sellado en un extremo puede ser de plástico, cristal o cuarzo. Su función es contener a las muestras durante los experimentos de espectroscopia y pueden ser de forma circular o cilíndrica. (Fernández, 2014: pp.240-242)

### *1.10.2. Técnicas espectroscópicas*

Existen tres zonas dentro de un espectroscopio electromagnético, las cuales nos permiten determinar los compuestos químicos.

#### *1.10.2.1. Radiación visible-ultravioleta*

Esta radiación cuenta con la energía adecuada para producir transiciones de electrones moleculares a un nivel de energía superior .Se le denomina espectroscopia UV y es utilizada para determinar moléculas insaturadas.

#### *1.10.2.2. Radiación infrarroja*

Produce transiciones entre los niveles de vibración de una molécula. Los enlaces que unen a los átomos de una molécula son flexibles y vibran alrededor de una posición de equilibrio y la radiación infrarroja lleva los enlaces de energía vibracional superiores a lo que se denomina espectroscopia infrarroja.

### *1.10.2.3. Ondas de radio*

Poseen la suficiente energía para hacer que los núcleos atómicos al ser incorporados a un campo magnético puedan entrar en resonancia a esta técnica se le conoce como espectroscopia de resonancia magnética nuclear. (Fernández, 2014: p.15)

### *1.10.3. Espectroscopia de infrarrojo*

Es una técnica instrumental que permite identificar los grupos funcionales de la estructura molecular de un compuesto, debido a que cada enlace de los componentes absorbe la radiación en una frecuencia distinta determinando los grupos funcionales que posee la molécula.

Cada molécula tiene un espectro IR que lo caracteriza porque todas las moléculas tienen vibraciones que cuando se activan absorben una determinada longitud de onda en el espectro magnético del infrarrojo y esto permite analizar las longitudes de onda que absorbe una sustancia en el infrarrojo y así determinar las moléculas componentes de ciertas sustancias. (Atkins y Jone, 2006: p.84)

El espectro de infrarrojo de un compuesto es una representación gráfica de los valores de onda ( $\mu$ ) en relación al porcentaje de transmitancia (T%). Como consecuencia de la absorción de radiación IR de cualquier compuesto a una cierta longitud de onda origina un descenso en el porcentaje de transmitancia y esta se manifiesta mediante picos o bandas de absorción en el espectro. (Atkins y Jone, 2006: p.84)

#### *1.10.3.1. Absorción en el infrarrojo*

Existen varias condiciones que se deben llevar a cabo para que las moléculas absorban la radiación infrarroja.

- Para que se produzca la transición entre los estados vibraciones, la frecuencia de la radiación debe ser la apropiada; es decir que la frecuencia de la radiación debe coincidir perfectamente con la frecuencia natural del movimiento vibracional.

- En su momento dipolar una molécula absorbe radiación infrarroja, interaccionando con el campo eléctrico de la onda. Es por eso que se produce únicamente en moléculas polares, las moléculas apolares no absorben el infrarrojo y en el caso de las moléculas poco polares sus absorciones son muy débiles.
- Además, cuanto mayor sea la variación del momento dipolar durante la vibración, más intensa es la banda de absorción en el espectro. Dan lugar a bandas intensas la vibraciones de enlaces C=O, O-H, N-H y no son observables vibraciones de tensión en enlaces triples en alquinos simétricos o alquenos trans con cadenas iguales.
- Si durante la vibración, es mayor la variación del momento dipolar la banda de absorción será más intensa en el espectro. En las vibraciones de los enlaces C=O, O-H, N-H presentan bandas intensas, enlaces triples en alquinos simétricos o alquenos trans no se observan vibraciones de tensión. (Fernández, 2014: p.29)

**Tabla 8-1:** Longitud de onda de los principales Grupos Funcionales

GRUPO FUNCIONAL	NUMERO DE ONDA (cm <sup>-1</sup> )	GRUPO FUNCIONAL	NUMERO DE ONDA (cm <sup>-1</sup> )
<b>OH</b> (enlace de hidrógeno)	3100-3200	-C ≡ C-	2300-2100
<b>OH</b> (sin enlace de hidrógeno)	3600	-C ≡ N	~ 2250
<b>Cetonas</b>	1725-1700	-N=C=O	~ 2270
<b>Aldehídos</b>	1740-1720	-N=C=S	~ 2150
<b>Aldehídos y cetonas α,β-insaturados</b>	1715-1660	C=C=C	~ 1950
<b>Ciclopentanonas</b>	1750-1740	NH	3500-3300
<b>Ciclobutanonas</b>	1780-1760	C=N-	1690-1480
<b>Ácidos carboxílicos</b>	1725-1700	NO <sub>2</sub>	1650-1500 1400-1250
<b>Esteres</b>	1750-1735	S=O	1070-1010
<b>Esteres α,β-insaturados</b>	1750-1715	sulfonas	1350-1300 1150-1100
<b>δ-Lactonas</b>	1750-1735	Sulfonamidas y sulfonatos	1370-1300 1180-1140
<b>γ-lactonas</b>	1780-1760	C-F	1400-1000
<b>Amidas</b>	1690-1630	C-Cl	780-580
<b>-COCl</b>	1815-1785	C-Br	800-560
<b>Anhidridos</b>	1850-1740 <sup>(2)</sup>	C-I	600-500

Fuente: [www.ugr.es/~quirored/espec/ir.htm](http://www.ugr.es/~quirored/espec/ir.htm)

### 1.10.3.2. Aplicaciones de espectroscopia infrarroja

La espectroscopia infrarroja es muy utilizada en diferentes campos debido a que se aplica su estudio en una variedad de materiales. Es utilizada en análisis cualitativos y cuantitativos para determinar los grupos funcionales de algunos compuestos orgánicos como CH, NH, CN, C=O, COOH, y NOH.

Existen tres tipos de bandas las de alargamiento que generalmente están entre los 3000 y 2000, las bandas de flexión que van desde los 1900 hasta los 1400 y las bandas de oscilación desde los 1380 hasta 720. Las vibraciones de alargamiento se originan del alargamiento del enlace C-H, en los alcanos ocurre en la región de 3000- 2840  $\text{cm}^{-1}$  y pueden considerarse como dentro de las más estables del espectro.

Los aminoácidos libres se caracterizan por las siguientes absorciones (trabajo con alfa aminoácidos, aunque las posiciones relativas de los grupos amino y carboxilo aparentemente tienen poco efecto). (Silverstein et al., 1980: pp.28-29)

- **Banda de alargamiento  $\text{NH}_3$**

Amplia e intensa en la región 30100-2600  $\text{cm}^{-1}$ . Las bandas de sobre tonó y combinación múltiples extienden la absorción hasta cerca de 2000 $\text{cm}^{-1}$ . Esta región de sobre tonó generalmente contiene una banda notable cerca de 2222- 200 $\text{cm}^{-1}$  asignada a una combinación de la vibración de flexión  $\text{NH}_3^+$  asimétrica y la oscilación torsional del grupo  $\text{NH}_3^+$ .

La oscilación torsional se presenta cerca de 500  $\text{cm}^{-1}$ . La banda de 2000 $\text{cm}^{-1}$  se encuentra ausente cuando el átomo de nitrógeno del aminoácido es sustituido.

- **Una banda de flexión  $\text{NH}_3^+$**

Asimétrica débil cerca de 1660 -1610  $\text{cm}^{-1}$ ; una banda de flexión simétrica relativamente intensa cerca de 1550-1485  $\text{cm}^{-1}$ .

- **El grupo carboxilato**

Absorbe intensamente cerca de 1600- 1590  $\text{cm}^{-1}$  y más débilmente cerca de 1400 $\text{cm}^{-1}$ . (Silverstein et al., 1980: pp.28-29)

**Tabla 9-1:** Bandas de aminoácidos y sales de aminas

NUMERO DE ONDA (cm <sup>-1</sup> )	CARACTERÍSTICAS DE BANDA
3100-2600	Banda de alargamiento NH <sub>3</sub>
2000	Banda de sobretonó y combinación de NH <sub>3</sub>
2222-2000	Sobretonó, combinación de la vibración de flexión NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>
2000	Átomo de Nitrógeno y de aminoácido sustituido.
1660-1610	Banda de flexión asimétrica
1550-1485	Flexión simétrica (intensas)
1600-1590	Bandas intensas de Carboxilato
1400	Banda débil de Carboxilato

Fuente: [www.ugr.es/~quiorred/espec/ir.htm](http://www.ugr.es/~quiorred/espec/ir.htm)

El análisis cualitativo se realiza primero identificando los grupos característicos y comparando con los espectros patrón. Los espectrofotómetros presentan un gran número de bandas que se caracterizan por su intensidad y frecuencia. La intensidad se clasifica en intensa, media, débil y variable. Los grupos atómicos presentes en la estructura y el entorno de cualquier molécula definen la frecuencia de la vibración de dicha molécula. (Pickering, 1980: p.184)

#### 1.10.4. Í Índice de refracción

El vacío de la luz se propaga a una velocidad de  $c = 3 \times 10^8$  m/s. Mientras que en cualquier otro medio se propaga más lentamente. La relación entre  $c$  y la velocidad de la luz en cualquier otro medio se denomina índice de refracción de ese material, representado como “ $n$ ”.

El índice de refracción se rige por la ley de Snell y esta propiedad corresponde a la división entre los senos de los ángulos de incidencia, el ángulo entre el rayo en el primer medio y la perpendicular en la superficie divisoria y de refracción, ángulo correspondiente al segundo medio  $n = \frac{\text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)}$ .

Los refractómetros son instrumentos relevantes en la industria alimentaria ya que se emplea en el análisis de productos líquidos y en el control de operaciones durante el procesamiento de diversos alimentos: leche y sus derivados, zumos, miel, salsa, fabricación y refinado de azúcar, y repostería. Depende de la cantidad de sólidos en la solución cambia el ángulo de incidencia al valor del ángulo de refracción. (Pasto, y Johnson, 2003: pp.73-74)

### 1.11. Determinación del peso molecular de un polímero a partir de la dispersión de luz

La utilización de la dispersión de luz permite determinar pesos moleculares medio en peso de polímeros, el tamaño y forma de las macromoléculas en solución y algunos parámetros de interacción entre el solvente y las moléculas de polímero.

#### 1.11.1. Dispersión de Luz en Soluciones Diluidas

Teniendo en cuenta la relación de la polarizabilidad  $\alpha$  con los índices de refracción de la solución  $\mu$  y del medio  $\mu_0$ , con la concentración másica de soluto por unidad de volumen  $c$  y con el peso molecular del soluto  $M$ , supuesto mono disperso resulta:

$$K c/R\theta = 1/M \quad \text{Ecuación 1-1}$$

Con  $K$  constante óptica definida como:

$$K = \frac{2\pi^2 \mu_0^2}{\lambda^4 N_A} \left( \frac{\partial \mu}{\partial c} \right)^2 \quad \text{Ecuación 2-1}$$

Donde:

$N_A$  = constante de Avogadro

$\lambda = \lambda_0 / \mu_0$  = la longitud de onda en el medio

$\partial \mu / \partial c$  = incremento de índice de refracción específico de la solución.

Además  $K$  es función de  $\partial \mu / \partial c$ , depende de la diferencia de índices de refracción entre el soluto y el solvente ( $\mu_s - \mu_0$ ).

Einstein y Debye realizaron tratamientos más generales de la dispersión de luz en líquidos y en soluciones. Para el caso de soluciones diluidas, Debye consideró que la dispersión total en una solución se debía a fluctuaciones locales de la densidad y a fluctuaciones locales de la concentración de soluto.

Si las fluctuaciones locales de la densidad se debieran al solvente puro, entonces la dispersión en exceso de la solución se debería totalmente a fluctuaciones de la concentración. La energía libre requerida para generar un gradiente de concentración en la solución está relacionada con la presión osmótica de la misma. Debye propuso:

$$\frac{K_c}{R_\theta} = \frac{1}{M} + \frac{2B_c}{RT} + \dots \quad \text{Ecuación 3-1}$$

Dónde:

B=el segundo coeficiente virial.

- $B > 0$  y  $\chi_{12} < 0,5$  cuando  $T > \theta$  (para un buen solvente); y
- $B < 0$  y  $\chi_{12} > 0,5$  cuando  $T < \theta$  (para un solvente pobre)

Este método para determinar el peso molecular de un polímero es solo aplicable para polímeros monodispersos es decir cuando todas sus cadenas tienen el mismo peso molecular; en el caso del colágeno y la queratina no es posible aplicarlo al tratarse de polímeros polidispersos constituidos por una mezcla de cadenas de distintos pesos moleculares.

## **1.12. Marco Legal**

Para el presente estudio se considera el siguiente marco legal:

### **1.12.1. Constitución política de la República del Ecuador.**

Vigente desde su aprobación por referéndum en el año 2008, contiene una serie de artículos destinados a la protección, control y cuidado del medio ambiente como derechos de la “Pacha Mama” Tierra Madre.

**Art. 14.-** “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

#### **1.12.2.      *Derechos de la naturaleza***

**Art. 71.-** “La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”.

**Art. 73.-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

**Art. 313.-** El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control 34 exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

**Art. 317.-** Los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. En su gestión, el estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y de participaciones empresariales; y minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico.



### **1.12.3. Ley de Gestión Ambiental**

Publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418, de 10 de septiembre de 2004. Establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

**Art.1.-** Realización de un estudio de impacto ambiental.- Para garantizar una adecuada y fundada predicción, identificación e interpretación de los impactos ambientales de la actividad o proyecto propuesto, así como la idoneidad técnica de las medidas de control para la gestión de sus impactos ambientales y riesgos, el estudio de impacto ambiental debe ser realizado por un equipo multidisciplinario que responda técnicamente al alcance y la profundidad del estudio en función de los términos de referencia previamente aprobados.

**Art. 2.-** “La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales”.

**Art.28.** Ley de Gestión Ambiental, consagra el derecho de toda persona natural o jurídica a participar en la Gestión Ambiental a través de los diversos mecanismos de participación social que se establezca para el efecto.

**Art.29.** pre escribe el derecho que tiene toda persona natural o jurídica a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad que pueda producir impactos ambientales.

### **1.12.4. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)**

Expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3399 del 28 de noviembre del 2002, publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre de 2002 y ratificado mediante Decreto Ejecutivo No. 3516, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 2 del 31 de marzo de 2003.

En este código legal ambiental, formado por ocho volúmenes, se tipifica la reglamentación para el caso particular, es aplicable el libro VI Anexo2 el cual representa la norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados , este es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional estableciéndose:

- a) Normas de aplicación general para suelos de distintos usos.
- b) Criterios de calidad de un suelo.
- c) Criterios de remediación para suelos contaminados.
- d) Normas técnicas para evaluación de la capacidad agrológica del suelo.

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Lugar de estudio

Las muestras fueron recolectadas de los chamuscadores quienes adquieren en el Camal Municipal de Riobamba y procesan con llama generalmente de cocinas a gas o soplete el chamuscado del pelo de las patas dejándolas libres de casco y de pelo listo para el expendio de las patas para la alimentación.

Los cascos una vez retirados de las extremidades del ganado actualmente son colocados en los ecotachos, los mismos que una vez recolectados se dirigen a un basurero común donde se convierten en un foco de infección porque se convierten en medio de cultivo de microorganismos ,mantienen la humedad adecuada para la ovodeposición de las moscas , por la proteína se incrementa la putrefacción y el olor desagradable, la descomposición se realiza en tiempos largos de meses o años constituyéndose un foco de contaminación ambiental.

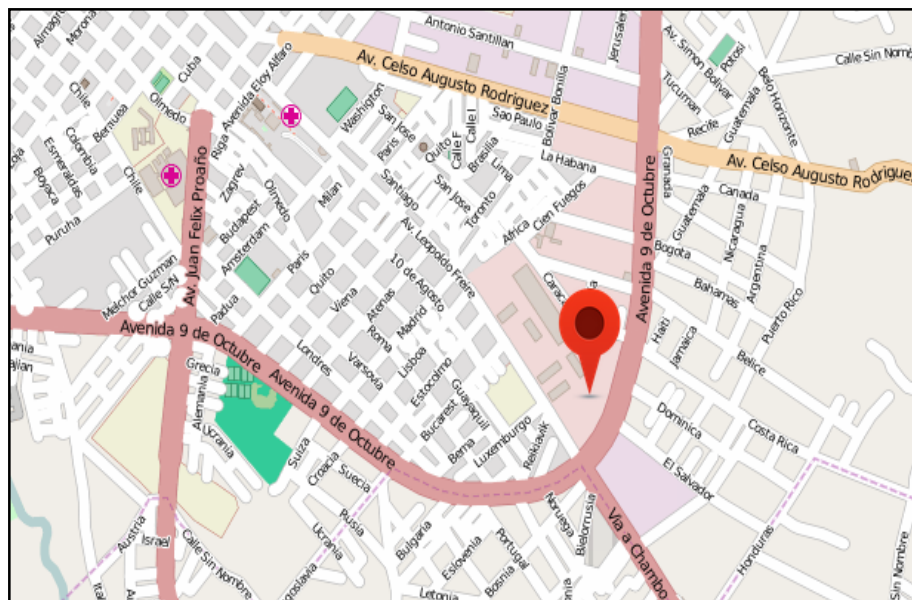


Figura 1-2: Camal Municipal de Riobamba  
Fuente: Google Earth®, 2016

### 2.1.1. *Macro localización*

**Tabla 1-2:** Ubicación Cartográfica del Camal Municipal de Riobamba

<b>Ubicación Cartográfica</b>	
<b>PROVINCIA</b>	Chimborazo
<b>CANTÓN</b>	Riobamba
<b>PARROQUIA</b>	Maldonado
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre

Fuente: GAD Municipal Riobamba  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

#### 2.1.1.1. *Límites territoriales:*

La ciudad de Riobamba limita con:

- Al norte: Los cantones de Guano y Penipe
- Al sur: Los cantones de Colta y Guamote
- Al este: Limita con la cantón Chambo
- Al oeste: por las provincias de Bolívar y Guayas.

## 2.2. **Metodología**

Una vez realizado el proceso de extracción en base a la tecnología encontrada en bibliografía se modificó las condiciones para obtener un producto acorde a las características de la materia prima cascos de bovino obteniendo el siguiente diagrama de flujo.

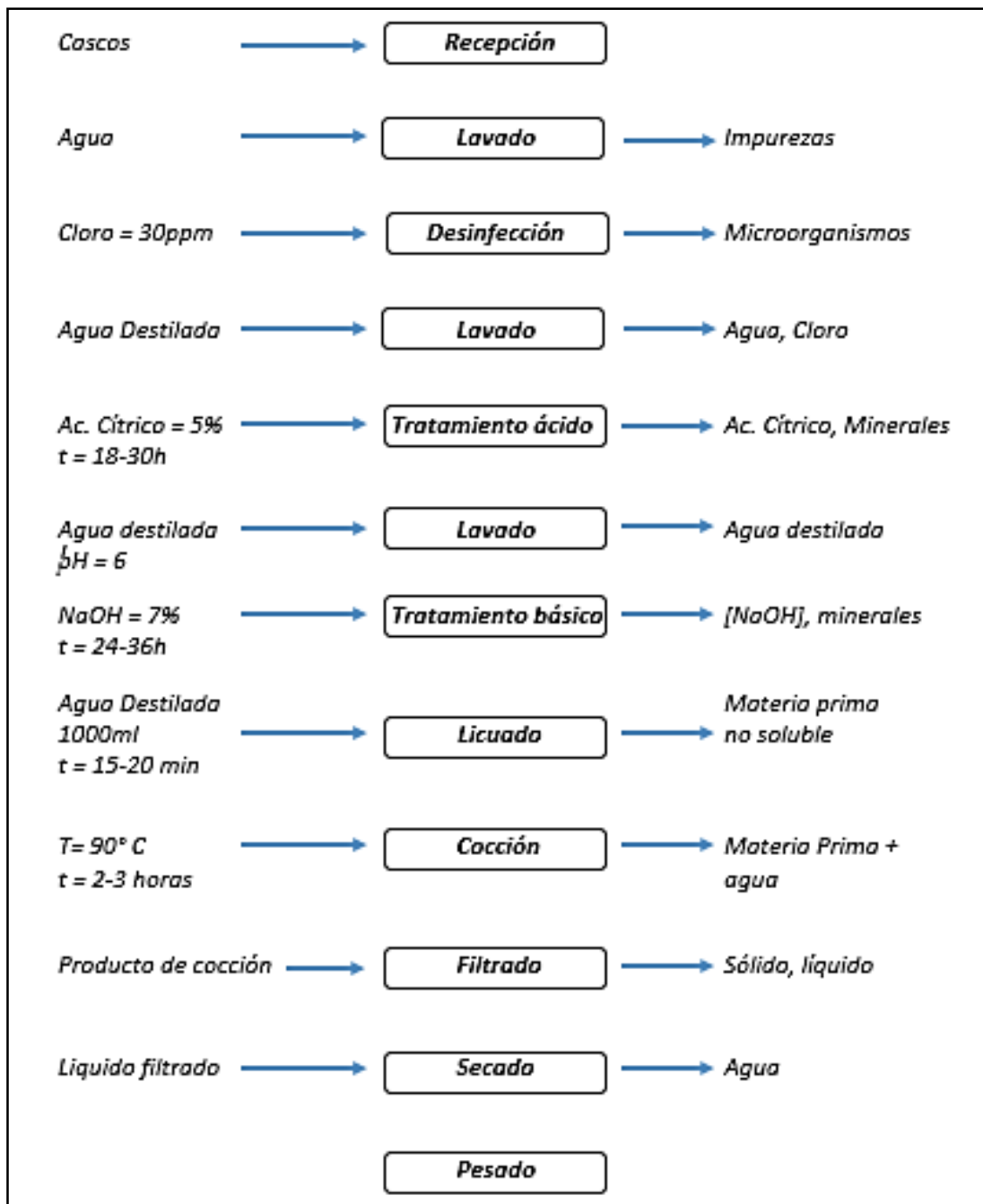


Figura 2-2. Proceso de extracción de colágeno y queratina  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

El lavado con agua de llave para eliminar la tierra y otras impurezas que se adosan a los cascos. La adición de cloro a 30 ppm para eliminar los microorganismos presentes en la superficie interna y externa con un tiempo de (18 a 30 horas); que permite por osmosis penetren a las células superficiales y eliminen los microorganismos.

La eliminación de los residuales de cloro se realizó con abundante agua. Adición de ácido cítrico al 5% hasta que cubra toda la materia prima y reposo de 18 a 30 horas para desmineralizar los cascos observándose un hinchamiento de los mismos y ablandamiento que permite cortar en tiras.

Se añade agua y se llevó a cocción, de ahí decanta el líquido y una alícuota determina el contenido de cenizas; obteniéndose de una ceniza oscura lo cual hace presumir que se extraen los pigmentos y minerales de los cascos.

La muestra en tiras se trató con hidróxido de sodio al 5% por 24 a 36 horas; se eliminó el líquido y se presenta un hinchamiento y flexibilidad en las muestras; por lavados sucesivos se eliminan todos los residuos de hidróxido. Las muestras en estado gelatinoso se licuaron con agua y se llevó a cocción por dos horas, se dejó bajar la temperatura y se filtró en caliente.

El fundamento de este proceso colágeno y queratina son solubles en agua caliente. El filtrado de este proceso se coloca en bandejas que se dejan en una estufa con circulación de aire hasta eliminación del líquido y obtención de láminas, las mismas que son molidas para obtener el polvo y realizar el control de calidad.

### **2.3. Evaluación del Impacto Ambiental**

#### **2.3.1. Materiales**

- Guantes
- Mascarilla
- Botas de caucho
- Cofia
- Mandil

#### **2.3.2. Método**

- Elaboración de un Formato de Visita, el mismo que sirvió para la recopilación de datos durante la visita al lugar donde se encuentra funcionando el Camal Municipal de Riobamba.
- Visitas de campo in situ en el área de influencia directa e indirecta.
- Recopilación de información e interpretación de factores.
- Sistematización de la información recolectada.
- Aplicación del Método (RIAM) con la información recolectada.



**Figura 3-2: Visita al Camal Municipal de Riobamba**  
Realizada por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.4. Recolección de la materia prima**

Consiste en el proceso de tomar una porción representativa de una muestra de los cascotes generados como residuos después del faenamiento que en nuestro caso serán la materia prima para el proceso de extracción del colágeno y queratina.

### **2.4.1. Materiales**

- Guantes
- Mascarilla
- Balanza
- Cofia
- Mandil

### **2.4.2. Método**

Con ayuda de los guantes se recolecto los cascotes depositados en el piso de los lugares donde se realiza el proceso de chamuscado. Los cascotes se pesaron en libras por la gran cantidad de muestras.



**Figura 4-2: Recolección de la materia prima**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.5. Preparación de la materia prima**

### **2.5.1. Materiales**

- Balde
- Agua
- Cepillo
- Paños de cocina

### **2.5.2. Método**

- a) Las muestras se transfirieron a recipientes grandes y se agregó agua hasta que cubra la muestra y con la ayuda de un cepillo se limpia las impurezas externas e internas de cada uno de los cascos.
- b) Después del lavado se eliminó el agua y se dejó durante doce horas sobre paños de cocina para eliminar la mayor cantidad de agua.





**Figura 5-2: Lavado de la materia prima**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.6. Ablandamiento de los cascos**

### **2.6.1. Materiales**

- Baldes plásticos
- Agua
- Cloro
- Recipiente de un litro
- Cuchareta de palo

### **2.6.2. Método**

- a. La materia prima se sumergió en cloro a 30ppm y con ayuda de la cuchareta de palo se removió hasta que la solución quede completamente homogénea.
- b. Se dejó reposar la materia prima en agua por aproximadamente 24 horas.
- c. Después de este tiempo se lavó con abundante agua para eliminar los residuos de cloro.



**Figura 6-2: Ablandamiento de la materia prima**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.7. Tratamiento ácido**

### **2.7.3. Materiales**

- Baldes plásticos
- Agua destilada
- Ácido cítrico
- Recipiente de un litro
- Cuchareta de madera
- Balanza gramera

### **2.7.4. Método**

En un balde se colocó la materia prima y se sumergió a la materia prima en ácido cítrico al 5 %. Después de este tratamiento se cortaron los cascós en finas tiras de aproximadamente dos centímetros. Luego de 24 horas se realizaron continuos lavados para eliminar el ácido de la materia prima.



**Figura 7-2: Aplicación del tratamiento ácido**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.8. Tratamiento Básico**

### **2.8.1. Materiales**

- Recipiente plásticos
- Agua destilada
- hidróxido de sodio
- Recipiente de un litro
- Cuchareta de palo
- Agua destilada

### **2.8.2. Método**

Las tiras de la materia prima se colocaron en un recipiente plástico y se sumergieron en hidróxido de sodio al 7%. Se dejó reposar de 24 a 36 horas observándose un engrosamiento en los cascos. Luego se lavó con abundante agua. Y Se licuo la materia prima con agua destilada y se llevó a ebullición por 2 horas, la cocción se filtró y el líquido se llevó a secado en estufa con circulación de aire.



**Figura 8-2: Aplicación del tratamiento Básico**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## 2.9. Determinación del rendimiento

### 2.9.1. Materiales

- ❖ Recipientes con las muestras de colágeno y queratina
- ❖ Cuchillos
- ❖ Papel aluminio
- ❖ Balanza

### 2.9.3. Procedimiento



**Figura 9-2: Determinación del Rendimiento**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.10. Control de calidad del producto**

La determinación física se realiza por medio de observación directa, notándose que en los recipientes en los cuales se secó el colágeno y queratina en la estufa, esta se presenta como láminas adosadas a la base del recipiente y de color ligeramente pardo.

### **2.10.1. Pruebas físico químicas**

#### **2.10.1.1. Ceniza**

##### **➤ Material y equipos**

- Balanza analítica
- Capsula de porcelana
- Pinzas de laboratorio
- Estufa
- Desecador con deshidratante adecuado
- Mufla regulada a  $550 \pm 25$  °C

##### **➤ Procedimiento**

La prueba de cenizas se realizó por duplicado. Primero se colocó las capsulas de porcelana en la estufa por 1 hora, con la ayuda de unas pinzas se trasladaron las capsulas al desecador y se dejó enfriar por 30 minutos.

Luego se pesó la capsula vacía y se agregó 2 gramos de la muestra. Después se colocó en la mufla a 55°C hasta obtener cenizas blancas o grisáceas. Posteriormente se trasladó las capsulas al desecador hasta que se enfrié y se pesó las capsulas más el calcinado.



**Figura 10-2: Calcinado de colágeno y queratina**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 2.10.1.2. *Humedad*

#### ➤ **Material y equipos**

- Balanza analítica
- Capsula de porcelana
- Pinzas de laboratorio
- Estufa
- Desecador con deshidratante adecuado

#### ➤ **Procedimiento**

Se realizó el análisis por duplicado. Primero se colocó las capsula en la estufa por 1 hora, con la ayuda de unas pinzas se trasladaron las capsulas al desecador y se dejó enfriar por 30 minutos. Luego se pesó la capsula vacía y se agregó la muestra.

Se pesó la cápsula y se registró la masa, se añadió la muestra y pesamos nuevamente. Se colocó la cápsula en la estufa y después se trasladó las capsulas al desecador hasta que se enfrié y se registró el peso nuevamente.



**Figura 11-2: Determinación de Humedad**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 2.10.1.3. Grasa

#### ➤ Material y equipos

- Estufa, con regulador de temperatura, ajustado a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Desecador, con cloruro de calcio, anhídrido u otro deshidratante adecuado.
- Aparato de extracción, tipo Soxhlet u otro similar
- Plancha eléctrica de calentamiento
- Dedal de Soxhlet de porosidad adecuada.
- Vaso de precipitación.
- Espátula de acero inoxidable.
- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

#### ➤ Reactivos

- Éter anhídrido.
- Arena purificada con ácido y calcinada, con un tamaño de grano entre 0,1 y 0,3 mm.

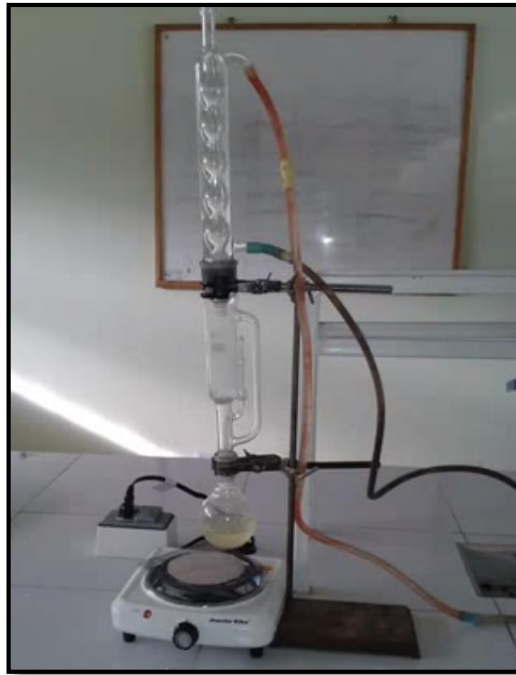
### ➤ **Preparación de la muestra**

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos de vidrio, plástico u otro material inoxidable y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

### ➤ **Procedimiento**

- a) La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- b) Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ , por el tiempo de una hora.
- c) Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- d) En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.
- e) Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a  $130 \pm 5^\circ\text{C}$ , por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- f) Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- g) Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño María. Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ ; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.
- h) Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.





**Figura 12-2: Determinación de Grasa**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

#### 2.10.1.4. *Proteína*

##### ➤ **Material y equipos**

- Mineralizador y destilador Kjeldahl
- Molino de laboratorio.

##### ➤ **Reactivos**

- Agua destilada
- Sulfato de potasio.
- Catalizador: óxido de cobre ( $\text{CuO}$ ) o sulfato de cobre cristalizado ( $\text{SO}_4\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).
- Cinc granulado
- Ácido sulfúrico,  $d = 1,84$
- Ácido sulfúrico 0,1 N
- Ácido sulfúrico 0,5N
- Indicador de fenolftaleína.
- Rojo de metilo.
- Solución de hidróxido de sodio al 30% (m/V), al 0,1N y al 0,25N.
- Solución saturada de sulfato de sodio.
- Solución de sulfato de potasio al 4% (m/V).

- Solución de tiosulfato de sodio al 8 % (m/V).
- Núcleos de ebullición.

➤ **Procedimiento**

**Mineralización:** Se pesó 1 g de muestra y se introdujo en el matraz de mineralización. Se añadió de 10 a 15 g de sulfato potásico, 0,3 a 0,4 g del catalizador óxido de cobre a 0,9 a 1,2 g de sulfato cúprico, 25 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico y algunos núcleos de ebullición.

Para homogenizar se calentó el matraz inicialmente y agitando de vez en cuando, hasta la carbonización de la masa y la desaparición de espuma, se calentó más intensamente hasta llegar a ebullición, evitando el sobrecalentamiento y adherencia de partículas orgánicas. Cuando la solución aparece transparente; mantener la ebullición una hora, dejando enfriar a continuación.

**Destilación:** Para la destilación se añadió de 250 a 350 cm<sup>3</sup> de agua, comprobando que los sulfatos estén disueltos totalmente. Se dejó enfriar, se añadió algunos gránulos de cinc y algunas gotas de indicador de fenolftaleína. Se introdujo en el matraz colector del equipo de destilar, 25 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico 0,1 N o 0,5N.

Se unió el matraz al refrigerante del equipo de destilación, sumergiendo la parte extrema de éste en el líquido del matraz colector por lo menos 1 cm, por medio de un embudo con llave, 120 cm<sup>3</sup> de solución de hidróxido de sodio, al 30% manteniendo la coloración roja, hasta el fin de la destilación. Se calentó el matraz de manera que se destile 150 cm<sup>3</sup> de líquido en 30 minutos. Después de este tiempo se comprobó la neutralidad del destilado por medio del papel de tornasol.

**Valoración:** Se valoró en el matraz colector el exceso de ácido sulfúrico con la solución de hidróxido sódico 0,1 N o 0,25N, según la normalidad del ácido sulfúrico utilizado hasta que la solución vire al amarillo claro.



**Figura 13-2: Determinación de Proteínas**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## **2.10.2. Pruebas de funcionalidad**

### **2.10.2.1. Emulsificación**

#### **➤ Materiales**

- gramos de muestra
- agua destilada
- reverbero eléctrico
- aceite vegetal
- tubos para centrifuga
- probeta
- centrifugadora

#### **➤ Método**

Esta prueba se realizó por duplicado, con un gramo de muestra colágeno-queratina, se diluyó en 15 ml de agua destilada sobre el reverbero eléctrico por 10 segundos, hasta que se disuelva la muestra por completo. Se adiciono 10 ml de aceite vegetal y se deja emulsionar durante 2 minutos; para luego colocarlos en tubos de centrifuga y se centrifugo a 2000 rpm por 10 min.



**Figura 14-2: Determinación de la Emulsificación**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 2.10.2.2. *Gelificación*

#### ➤ **Materiales**

- gramos de muestra
- agua destilada
- aceite vegetal
- probeta
- agitador

#### ➤ **Método**

Se pesó 1 g de muestra en un beacker y se adicionó 15 ml agua caliente, se agito hasta que la muestra se disuelva en el agua. Se dejó enfriar por 30 minutos aproximadamente, después de este tiempo se obtuvo la muestra gelificada.



**Figura 15-2: Determinación de Gelificación**  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 2.10.2.3. *Capacidad de retención del agua*

#### ➤ **Materiales**

- tubo de centrifuga
- gramo de muestra
- aceite vegetal
- agua destilada
- Centrifuga
- Estufa

#### ➤ **Metodología**

Estas pruebas se realizó por duplicado; un tubo de centrifuga se colocó 1 gramo de muestra y 30 ml de agua destilada y se dejó reposar por 18 horas. Después se llevó a centrifugación a 3000 rpm por 20 min, se decantó el sobrenadante y se pesó el residuo; después se llevó a secar en la estufa por 12 horas y se pesó nuevamente.



Figura 16-2: Centrifuga Gerber  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 2.10.3. Caracterización Química

#### 2.10.3.1. Espectroscopia de infrarrojo

##### ➤ Materiales

- espátula de borde plano
- gramos de muestra molida
- espectroscopio
- agua destilada
- Centrifuga
- Estufa

##### ➤ Metodología

Primero con una espátula de borde plano se recogió la muestra molida (polvo fino) y se colocó sobre la celda del equipo, después de distribuyo la muestra uniformemente para luego hacer correr el haz de luz. Posteriormente se digito las condiciones de corrido, la amplitud de las bandas y se ajustó para que las mismas estén dentro del plano del espectro.

Se indicó las condiciones de impresión. Cuando la cantidad de muestra es muy pequeña las bandas de ruido se confunden con bandas pequeñas sea de flexión o de rotación de la muestra por lo cual es necesario colocar en cantidad suficiente para diferenciar las bandas pequeñas de las de ruido.



**Figura 17-2: Celda del espectroscopio**  
**Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016**

## **CAPITULO III**

### **3. Cálculos**

#### **3.1. Evaluación del Impacto Ambiental**

**TABLA 1-3:** Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales producidos por los cascos de bovino.



CATEGORÍA	Factor Ambiental	Ci	A1	A2	B1	B2	B3	AT	BT	PUNTAJE FINAL ES	RANGO ALFABÉTICOS	RANGO NUMÉRICOS	DESCRIPCIÓN
AMBIENTE FÍSICO	Topografía	C1	0	0	1	1	2	0	4	0	N	0	No hay impacto
	Calidad de Agua	C2	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Polvo	C3	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Ruido	C4	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Calidad del Suelo	C5	3	-3	3	2	2	-9	7	-63	-D	-4	Impacto negativo significativo
	Calidad de Agua Subterránea	C6	0	0	1	1	2	0	4	0	N	0	No hay impacto
	Calidad del Aire	C7	2	-3	3	2	2	-6	7	-42	-D	-4	Impacto negativo significativo
	Emanación de Gases	C8	4	-3	3	2	2	-12	7	-84	-E	-5	Impacto negativo importante
AMBIENTE BIOLÓGICO	Flora Terrestre	C9	4	-1	2	3	3	-4	8	-32	-D	-4	Impacto negativo significativo
	Fauna Terrestre	C10	4	-1	2	3	3	-4	8	-32	-D	-4	Impacto negativo significativo
	Microflora	C11	2	-3	2	1	1	-6	4	-24	-C	-3	Impacto negativo moderado
	Flora Acuática	C12	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Fauna Acuática	C13	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
AMBIENTE SOCIO CULTURAL	Usos Territorio	C14	2	1	3	3	3	2	9	18	B	2	Impacto positivo menor
	Paisaje	C15	2	1	3	3	1	2	7	14	B	2	Impacto positivo menor
	Desarrollo Local	C16	3	3	2	2	1	9	5	45	D	4	Impacto positivo significativo
	Salud y Seguridad	C17	1	-2	3	2	1	-2	6	-12	-B	-2	Impacto negativo menor
AMBIENTE ECONÓMICO	Ingresos Economía Local	C18	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Empleo Permanente	C19	1	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Empleo Temporal	C20	1	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Dinamización del Comercio Local	C21	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Trasporte y Vías	C22	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 3.2. Determinación del Rendimiento

$$\%Rendimiento = \frac{\text{gramos de Producto}}{\text{gramos de Materia Prima}} \quad \text{Ecuación 1-3}$$

#### 1) Lote de extracción :

$$\%Rendimiento = \frac{10 \text{ gr}}{1814,37 \text{ gr}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 0,56$$

#### 2) Lote de extracción

$$\%Rendimiento = \frac{26 \text{ gr}}{1360,78 \text{ gr}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 1,91$$

### 3.3. Determinación de cenizas

$$\%Cenizas \text{ totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad \text{Ecuación 2-3}$$

Dónde:

**m<sub>2</sub>**: masa de la cápsula con las cenizas expresado en gramos.

**m<sub>1</sub>**: masa de la cápsula con la muestra expresada en gramos.

**m<sub>0</sub>**: masa de la cápsula vacía expresado en gramos.

#### 1) Muestra 1

$$\%Cenizas \text{ totales} = \frac{22,3689 - 21,7839}{23,7997 - 21,7839} \times 100$$

$$\%Cenizas \text{ totales} = 29,02$$

## 2) Muestra 2

$$\%Cenizas\ totales = \frac{19,0676 - 18,4763}{20,4811 - 18,4763} \times 100$$

$$\%Cenizas\ totales = 29,49$$

### 3.4. Determinación de Humedad

$$\%Humedad = \frac{M_a - M_b}{M_a - M} \times 100 \quad \text{Ecuación 3-3}$$

Dónde:

M: masa en gramos de la capsula

M<sub>a</sub>: masa en gramos de la capsula con la muestra.

M<sub>b</sub>: masa en gramos de la capsula con tapa y la muestra seca.

$$\%Humedad = \frac{179,1\text{ g} - 69,75\text{ g}}{179,1\text{ g} - 4,8\text{ g}} \times 100$$

$$\%Humedad = 62,74\%$$

$$\%Base\ seca = 100 - \%Humedad \quad \text{Ecuación 4-3}$$

$$\%Base\ seca = 100 - 62,74\%$$

$$\%Base\ seca = 32,26\%$$

### 3.5. Prueba de Grasas

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100 \quad \text{Ecuación 5-3}$$

G = contenido de grasa en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra, en g.

m<sub>1</sub> = masa del balón vacío, en g.

m<sub>2</sub> = masa del balón con grasa, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

$$G = \frac{(122,53 \text{ g} - 120 \text{ g})}{2,53 \text{ g}(100 - 61,68)} \times 100$$

$$G = 2,81 \%$$

### 3.6. Prueba de proteínas

$$PT = \frac{1,4 \times 6,25 (V \times N \times V' \times N')}{m} \quad \text{Ecuación 6-3}$$

Dónde:

PT = contenido de proteína total

V = volumen, en cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico

N = normalidad de la solución de ácido sulfúrico

V' = volumen, en cm<sup>3</sup> de NaOH consumido en la valoración

N' = normalidad de la solución de NaOH

m = masa de la muestra, en gramos

$$PT = \frac{1,4 \times 6,25 (1,87 \text{ ml} \times 0,1 \times 0,1)}{1,0 \text{ g}}$$

$$PT = 16,44 \%$$

$$PT = 16,44 \%$$

## REACCIONES LLEVADAS A CABO EN EL MÉTODO DE KJELDAHL

### DIGESTIÓN

Ecuación 7-3

**catalizadores** →



**Proteína**                      **calor** →

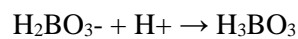
## NEUTRALIZACIÓN Y DESTILACIÓN

Ecuación 8-3



## TITULACIÓN

Ecuación 9-3



### 3.7. Determinación de la emulsificación

TABLA 2-3: Prueba de Emulsificación

Muestra	Peso de la muestra	Volumen de agua destilada	Volumen de aceite
1	1, 000 g	15 ml	10 ml
2	1, 000 g	15 ml	10 ml

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

#### 1) Muestra 1

Ecuación 10-3

$$\% \text{ Emulsificación} = \frac{\text{Volunen final de la emulsión}}{\text{Volunen inicial de la emulsión}} \times 100$$

$$\% \text{ Emulsificación} = \frac{3\text{ml}}{25 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% \text{ Emulsificación} = 12\%$$

2) Muestra 2

Ecuación 11-3

$$\% \text{ Emulsificación} = \frac{\text{Volunen final de la emulsión}}{\text{Volunen inicial de la emulsión}} \times 100$$

$$\% \text{ Emulsificación} = \frac{2 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% \text{ Emulsificación} = 8\%$$

3.8. Determinación de Capacidad de retención del agua

Ecuación 12-3

$$CRA = \frac{\text{Residuo centrifugado} - \text{Residuo seco}}{\text{Volumen inicial de Agua}}$$

1) Muestra 1

$$CRA = \frac{9,3261 - 1,3755}{30}$$

$$CRA = 0,2650$$

2) Muestra 2

$$CRA = \frac{8,8932 - 1,3521}{30}$$

$$CRA = 0,2514$$

### 3.9 Espectroscopia de infrarrojo

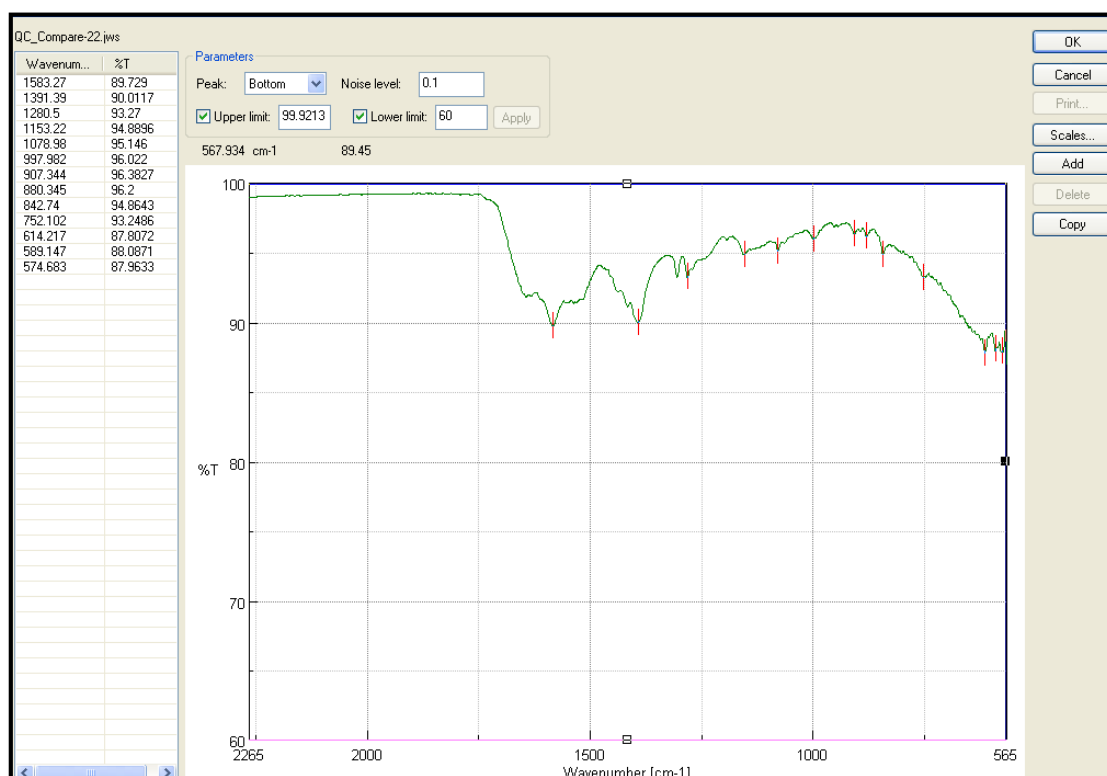


Figura 1-3: Espectroscopia de Infrarrojo  
Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 3.10 Determinación de la viabilidad

TABLA 3-3: Cálculos de la Viabilidad

	Ítem	Calculo	Resultado
1	NaOH	$NaOH = \frac{35 g * \$1,50}{200 g}$	<b>\$0,26</b>
2	Ácido cítrico	$Ac. Citrico = \frac{50 g * 3,00}{907,185 g}$	<b>\$0,16</b>
3	Agua	$H_2O = \frac{20L * 2.40}{20l}$	<b>\$2,40</b>
4	Cloro	$Cl = 0,5 l$	<b>\$1,25</b>
5	Horas hombre	$HH = \frac{366 * 4}{20 * 8}$	<b>\$9,15</b>
6	Fuente calorífica	1 tanque de gas	<b>\$2,50</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>\$15.72</b>

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

$$Viabilidad = \frac{Costo\ de\ producto}{Valor\ de\ la\ producción}$$

$$Viabilidad = \frac{15,60}{15,72}$$

$$Viabilidad = 0,99$$

**TABLA 4-3:** Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales del producto colágeno y queratina



CATEGORÍA	Factor Ambiental	Ci	A1	A2	B1	B2	B3	AT	BT	PUNTAJE FINAL ES	RANGO ALFABÉTICOS	RANGO NUMÉRICOS	DESCRIPCIÓN
AMBIENTE FÍSICO	Topografía	C1	0	0	3	1	1	0	5	0	N	0	No hay impacto
	Calidad de Agua	C2	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Polvo	C3	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Ruido	C4	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Calidad del Suelo	C5	2	3	2	2	2	6	6	36	D	4	Impacto positivo significativo
	Calidad de Agua Subterránea	C6	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Calidad del Aire	C7	2	3	1	1	2	6	4	24	C	3	Impacto positivo moderado
	Emanación de Gases	C8	2	3	3	2	2	6	7	42	D	4	Impacto positivo significativo
AMBIENTE BIOLÓGICO	Flora Terrestre	C9	1	-1	2	2	3	-1	7	-7	-A	-1	Impacto negativo leve
	Fauna Terrestre	C10	1	-1	2	2	3	-1	7	-7	-A	-1	Impacto negativo leve
	Microflora	C11	1	0	2	2	1	0	5	0	N	0	No hay impacto
	Flora Acuática	C12	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Fauna Acuática	C13	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
AMBIENTE SOCIO CULTURAL	Usos Territorio	C14	1	1	2	2	2	1	6	6	A	1	Impacto positivo leve
	Paisaje	C15	2	2	2	2	2	4	6	24	C	3	Impacto positivo moderado
	Desarrollo Local	C16	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Salud y Seguridad	C17	2	1	2	2	2	2	6	12	B	2	Impacto positivo menor
AMBIENTE ECONÓMICO	Ingresos Economía Local	C18	1	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Empleo Permanente	C19	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Empleo Temporal	C20	1	1	2	2	2	1	6	6	A	1	Impacto positivo leve
	Dinaminización del Comercio Local	C21	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto
	Trasporte y Vías	C22	0	0	1	1	1	0	3	0	N	0	No hay impacto

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### **3.11 Resultados y discusión**

#### **3.11.1. Evaluación del impacto ambiental mediante Matriz RIAM para los cascos de bovino**

Con el propósito de identificar, analizar y mitigar los posibles impactos ambientales que el Camal Municipal de Riobamba ocasionaría en su etapa de funcionamiento, se aplicó metodología RIAM que permite, determinar los factores ambientales que se ven afectados y elaborar la técnica de preservación y mitigación que debe ser adoptadas a fin de preservar y conservar el medio ambiente.

La Matriz RIAM es un método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental la cual nos permite identificar cuatro ambientes: Ambiente físico, Ambiente biológico y el Ambiente socio cultural y Ambiente económico. Luego de establecer los promedios aritméticos que señalan la acción o actividad que ocasionara mayor impacto al ambiente y a los factores del ambiente afectados a causa del funcionamiento del Camal Municipal de Riobamba obtenemos los siguientes resultados.

Dentro del Ambiente físico se ha analizado 8 componentes ambientales, los resultados indican que existen cuatro tipos de impactos, 2 impactos negativos significativos para los componentes calidad del aire y calidad del suelo; 1 impacto negativo importante para la emanación de gases; y no existe impacto para los demás 5 factores.

En cuanto al Ambiente biológico se han analizado 5 componentes ambientales, dentro de los cuales tenemos 2 impactos negativos significativos en la flora terrestre y fauna terrestre, 1 impacto negativo moderado para microflora; No existe impacto en flora acuática y fauna acuática.

Ambiente socio cultural en esta categoría se han analizado 4 componentes ambientales, 2 impacto negativo menor para usos de territorio y paisaje; 1 impacto positivo significativo para el desarrollo local y 1 impacto negativo menor para la salud y seguridad. Para el Ambiente económico se analizaron 5 componentes ambientales de los cuales ninguno presenta un impacto negativo ni positivo.

En resumen, los resultados que obtendremos tras la ejecución de nuestra matriz RIAM nos arrojaran impactos positivos en cuanto a factores socio-cultural e impactos negativos que afectan al ambiente físico y al ambiente biológico. Estos últimos serian de poca magnitud e intensidad, los cuales se minimizan a través de medidas correctoras o de mitigación.

**TABLA 4-3:** Resultados de la Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales producidos por los cascos de bovino.

	Impactos											Total
	Negativos					Neutros	Positivos					
Rango	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72	
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	106	
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E	
AF	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8
AB	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	5
ASC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
AE	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Total	1	4	1	1	0	7	0	2	0	1	0	17
	7					7	3					17

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 3.11.2. Determinación del Rendimiento

Se procesaron dos lotes a partir de los cascos de bovino, utilizando el mismo fundamento de medio ácido – básico, pero variando los tiempos de contacto con lo cual se tiene como resultado a partir de 1 814,37gramos de cascos se obtuvo 10,28 gramos del producto colágeno-queratina. Del segundo lote del que se trata 1 360,78 gramos de cascos se aumentó el tiempo de tratamiento con cada uno de los reactivos de desmineralizado, desdoblamiento obteniendo 26 gramos, esto permite definir en primer lugar la metodología adecuada, mejorando el rendimiento de colágeno. El rendimiento es bajo del 1.00 % pero los residuales tienen textura suave que favorecen a la disminución de la contaminación ambiental.

### 3.11.3. Determinación de Ceniza

**TABLA 5-3:** Resultados de la prueba de Ceniza

Muestra	Peso capsula vacía (m <sub>0</sub> )	Peso capsula + muestra (m <sub>1</sub> )	Peso capsula + calcinado (m <sub>2</sub> )	% Porcentaje de cenizas totales
1	21,7839 g	23,7997 g	22,3689 g	29,02%
2	18,4763 g	20,481 1 g	19,0676 g	29,49%

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

Para determinar el contenido de cenizas se hizo el análisis por duplicado teniendo como resultado 29,3689 g para la muestra 1 y 29,4942 para la muestra 2. Los valores están relacionados en los números enteros, la variación está en los decimales puede ser por un error manual.

Como conocemos que la materia orgánica se destruye completamente a altas temperaturas quedando como residuo la materia inorgánica principalmente los minerales se demuestra que alrededor del 70.00% de la muestra es materia orgánica.

#### 3.11.4. *Determinación de Humedad:*

**TABLA 6-3:** Resultados de la prueba de Humedad

<b>Peso cápsula vacía (M)</b>	<b>Peso cápsula + muestra (M<sub>a</sub>)</b>	<b>Peso cápsula + muestra seca (M<sub>b</sub>)</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Base Seca</b>
<b>4,8 g</b>	179,1 g	69,75 g	62,73 %	32,26 %

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

La humedad del ambiente afecta directamente al peso de los cascotes que al estar constituidos por polímeros de aminoácidos, forma puentes de hidrogeno con agua del ambiente por lo que 32,26 % se considera como un alto porcentaje de humedad.

#### 3.11.5. *Determinación de Grasa*

El método de Scarlet utiliza pequeñas cantidades de muestra y como solvente de extracción etano o éter, solventes orgánicos de alta volatilidad y alta extracción de grasa, en el presente caso el polímero constituido por diferentes aminoácidos y grasa adherida especialmente a la parte interna del caso que durante el proceso de extracción no se elimina por lo cual forma parte del polímero. El valor de 2,81% es bajo lo cual indica que los cascotes de bovino la presencia de grasas es imperceptible.

#### 3.11.6. *Determinación de Proteínas:*

Los cascotes de bovinos al ser parte de las extremidades de un animal contienen en su estructura proteínas mineralizadas, para su cuantificación se realiza en forma indirecta con el análisis de nitrógeno contenido en las proteínas por el método de Kjeldahl. Es conocido que se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos transformándose en sulfato de amonio, la misma que es neutralizada con una base, destilada posteriormente y recogida en ácido bórico transformándose a iones borato que son titulados con HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra.

En el presente caso se trató 1 g de muestra obteniéndose 16,44 % de proteína una vez realizados los cálculos lo cual indica que los cascos pueden ser utilizados como alimento previamente tratados. El resultado del análisis es una buena aproximación del contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

### 3.11.7. Emulsificación

**TABLA 7-3:** Resultados prueba de Emulsificación

<b>Después del centrifugado</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Volumen total</b>	<b>Volumen de agua destilada</b>	<b>Volumen de aceite</b>	<b>%Emulsificación</b>
<b>1</b>	22 ml	12,5 ml	9,5 ml	12.00%
<b>2</b>	23 ml	13 ml	10 ml	8.00%

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

Las proteínas tienen la capacidad de crear una interface de aceite-agua; esto depende de la clase de proteína o el grado de desnaturalización. Las proteínas se disuelven mejor en agua que en aceite, la muestra presento 12.00 % para la primera muestra y 8.00 % para la segunda; formando emulsiones de aceite en el medio acuoso demostrando así la propiedad emulsificante de la proteína obtenida.

La diferencia de los valores de emulsificación pueden estar dados porque el tratamiento se realiza por agua caliente y la primera muestra la temperatura es mayor mientras que en la segunda muestra se utilizó agua a baja temperatura. Pero se comprueba que existe la capacidad de emulsificación.

### 3.11.8. Gelificación

Se tomó 0,2 gramos de la muestra al añadirse gotas en ebullición se forma el gel que al tacto es gelatinoso. Lo que nos indica que existe presencia de colágeno porque sus partículas se encadenan y atrapan el agua formando un sólido y permitiéndonos determinar la calidad de la proteína extraída. Se comprobó que el producto obtenido es un polímero gelatinoso

### 3.11.9. *Determinación de Capacidad de retención del agua*

**TABLA 8-3:** Resultados de prueba de Capacidad de retención del agua

Muestra	Volumen Agua destilada	Peso muestra	Peso residuo (después del centrifugado)	Peso residuo (después del secado)	Capacidad de Retención del Agua
1	30 ml	1,000 g	9,3261 g	1,3755 g	0,2650
2	30 ml	1,000 g	8,8932 g	1,3521 g	0,2514

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

El tiempo de permanencia de la muestra sólida 1 g más 30 ml de agua sin intervención de agitación permite formar una película de agua, el polímero dejando el exceso de agua libre la misma que forma dos fases en el proceso de centrifugación.

La fase superior corresponde al agua y el sedimento al gel; este último se obtiene por decantación, se lleva a secado en capsula de porcelana previamente tarada, lo cual permite determinar la cantidad de agua absorbida por el polímero, al tratarse con agua fría da un valor de 0,26 y 0,25 con una pequeña variación en la segunda cifra decimal lo cual demuestra que es mínimo el error manual.

### 3.11.10 *Espectroscopia Infrarroja*

**TABLA 9-3:** Resultados de Espectroscopia de Infrarrojo

NUMERO DE ONDA (cm <sup>-1</sup> )	GRUPO FUNCIONAL
1583,27	Dentro de las especificaciones para amidas secundarias en el rango de 1650-1515cm <sup>-1</sup> debido a la fricción de NH <sub>2</sub> o NH.
1391,39	Alargamiento de NH
752,102	Fricción fuera de plano NH

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

De acuerdo a los datos referenciales de aminoácido la ausencia de la banda 3 100 se deben a que no existen aminoácidos libres; la banda de 2 222 a 200 corresponde a NH<sub>3</sub><sup>+</sup> que también está ausente por cuanto forma cadenas o en laces peptídicos.

La banda simétrica 1 583-1 391 presente en el espectro corresponden a bandas de flexión de NH<sub>3</sub><sup>+</sup> terminal lo cual indica que el colágeno es una cadena. La banda de 1 391 simétrico, corresponde al alargamiento del carboxilato.

La oxidación de NH tradicional esta entre 574 y 589 corresponden a algunos NH<sub>2</sub> libres en el polímero

### **3.11.11. *Evaluación del impacto ambiental mediante Matriz RIAM del producto colágeno y queratina***

Con el propósito de identificar, analizar y verificar los posibles cambios en cuanto a los impactos ambientales que el polímero colágeno y queratina puede representar como un producto del aprovechamiento de los residuos de cascos de bovino, se aplicó la metodología RIAM que permite, determinar los factores ambientales que se ven restaurados y comprobar la mitigación que debe ser adoptada a fin de preservar y conservar el medio ambiente.

Dentro del Ambiente físico se ha analizado 8 componentes ambientales, los resultados indican que existen tres tipos de impactos, 2 impactos positivos significativos para los componentes calidad de suelo y emanación de gases; 1 impacto positivo moderado para la calidad del aire; y no existe impacto para los demás 5 factores.

En cuanto al Ambiente biológico se han analizado 5 componentes ambientales, dentro de los cuales tenemos 2 impactos negativos leves en la flora terrestre y fauna terrestre; no existe impacto en microflora, flora acuática y fauna acuática.

Ambiente socio cultural en esta categoría se han analizado 4 componentes ambientales, 1 impacto positivo leve para usos de territorio; 1 impacto positivo moderado paisaje; 1 impacto positivo menor para salud y seguridad y no se presenta impacto para el desarrollo local. Para el Ambiente económico se analizaron 5 componentes ambientales de los cuales solamente existe un impacto positivo leve en cuanto a empleo temporal.

En resumen, los resultados que obtendremos tras la ejecución de nuestra matriz RIAM para el producto obtenido nos arrojaron impactos positivos en cuanto a los cuatro ambientes: físico, biológico, socio-cultural y ambiente biológico. Demostrando que se cumple con el objetivo de aprovechar este residuo convirtiéndolo en materia prima.

**TABLA10-3:** Resultados de la Matriz RIAM de calificación y valoración de Impactos Ambientales del producto colágeno y queratina

	Impactos											
	Negativos					Neutros	Positivos					Total
Rango	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72	
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	106	
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E	
AF	0	0	0	0	2	5	0	0	1	2	0	10
AB	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
ASC	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
AE	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Total	0	0	0	0	2	10	2	1	2	2	0	19
	2					10	7					19

Realizado por: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### 3.11.12. Viabilidad del proceso

La viabilidad de este proceso se ha calculado para determinar si es posible llevarlo a cabo satisfactoriamente y con el fin de obtener ganancias del producto con respecto a la inversión económica que se realiza durante todo el proceso de extracción y así darle un valor agregado a este residuo que hasta el momento no ha sido tratado.



## CONCLUSIONES

- Se obtuvo colágeno y queratina por extracción en ácido base a partir de los cascos de bovino como método de aprovechamiento del residuo generado en el Camal Municipal de Riobamba y fue caracterizado con las propiedades fisicoquímicas y de funcionalidad características de un polímero animal.
- Al realizar una evaluación de impacto ambiental provocado por la disposición de los cascos de bovino mediante el método de (RIAM) los resultados fueron; impactos positivos en cuanto a factores socio-cultural e impactos negativos que afectan al ambiente físico y al ambiente biológico. Estos últimos serían de poca magnitud e intensidad, con la aplicación de esta metodología de aprovechamiento, lo cual se comprobó con la segunda matriz RIAM presentando resultados positivos para los cuatro ambientes.
- Se aplicó un método ácido-base utilizando ácido cítrico al 5% e hidróxido de sodio al 7%, modificando los tiempos de tratamiento hasta obtener el producto colágeno – queratina con las propiedades de una proteína las cuales fueron caracterizadas mediante las pruebas físico-químicas y de funcionalidad realizadas en el laboratorio.
- El rendimiento es de aproximadamente 26 g por cada 3 libras, lo cual corresponde al 1%; y la viabilidad de \$ 0,99 en términos económicos es bajo, pero presenta un gran beneficio ambiental evitando la contaminación del aire, del suelo y eliminación de plagas.

## RECOMENDACIONES

- Implementar en el Camal Municipal de Riobamba el procesamiento de las patas de bovinos en su totalidad, y no sacar hacia fuera multiplicando los focos infecciosos.
- Aprovechar el talento humano y experimentado existente en el proceso de chamuscado y eliminación de los cascos de bovinos dentro del mismo camal Municipal.
- El producto colágeno y queratina obtenido a partir de los cascos de bovinos puede ser comercializados como materia prima para la elaboración de cremas para el cabello y otros productos de uso cosmético y quirúrgico.
- El residual de la extracción de colágeno y queratina puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de alimento canino por sus características físicas como la textura y olor.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ADZET, José María; et al.** *Tecnología del cuero*. Barcelona – España: Caicedo, 1995, pp. 20-42
- **AOAC, 923.03.** *Determinación de Cenizas*
- **AOAC, 925.09.** *Determinación de Humedad*
- **ATKINS, Peter William; & JONES, Loretta.** *Principios de Química*. 3ra. ed. Buenos Aires –Argentina: Panamericana S.A, 2006, pp. 84.
- **CONNORS, K. A.** *Curso de análisis farmacéutico*. Madrid – España: REVERTE S.A, 1981, pp. 240.
- **CUENTAS M. S.** *Evaluación Cualitativa del Impacto Ambiental Generado por la Actividad Minera en la Rinconada Puno* (Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales). Universidad de Piura, Lima, Perú. 2009, pp. 6-7,79-80.
- **Departamento de Química Orgánica, Universidad de Granada.** *Espectroscopia de infrarojo* [en línea].España.2010. [Consulta: 15 diciembre 2015].  
Disponible en: <http://www.ugr.es/~quiorred/espec/ir.htm>
- **Departamento de Físico-química, UNAM.** *Aminoácidos* [en línea].Mexico.2008. [Consulta: 09 mayo 2015].  
Disponible en: <http://depa.fquim.unam.mx/proteinas/estructura/EPamm1.html>
- **FERNÁNDEZ, G.** *Principios de Química*. 3ra. ed. Madrid – España: PANAMERICANA S.A, 2014, pp. 15-29, 240-242.
- **FERNÁNDEZ, L.** *Química Orgánica* [en línea].Uruguay.2011.  
[Consulta: 23 noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.progressivedairy.com/el-lechero/52-past-articles/3419-0907-el-espanol-anatomia-del-casco-de-la-vaca>

- **GAD Municipal de Riobamba.** *Sala de Prensa* [en línea].Riobamba.2014.  
[Consulta: 15 diciembre 2015]. Disponible en:  
<http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/noticias/boletines-de-prensa/2-municipio-de-riobamba-entregó-instalaciones-del-camal-frigorífico-municipal>
  
- **GLOOBE, H.** *Anatomía Aplicada del Bovino*. San José- Costa Rica: II CA, 1989, pp. 59-44.
  
- **INEN 1521.** *Requisitos del postre de Gelatina*
  
- **LAVEDA, Francisco.** *Aula virtual de Biología* [en línea].México. 2006.  
[Consulta: 5 octubre 2015].  
Disponible en: <http://depa.fquim.unam.mx/proteinas/estructura/EPamm1.html>
  
- **LUCAS PILLIGUA, María; & GARCÍA INTRIAGO, Jennifer.** *Utilización de medio ácido para la extracción de colágeno de la piel del dorado (Coryphaena hippurus)*. ULEAM, Carrera de Bioquímica en Actividades Pesqueras, Manta, Ecuador. 2013, pp. 83.
  
- **MATHEWS, Christopher K.; et al.** *Bioquímica*. 3ra. ed. Madrid – España: Pearson Educación, S.A, 2002, pp. 192-195
  
- **PASTO, Daniel J; & JOHNSON, Carl R.** *Determinación de estructuras orgánicas*. Madrid – España: REVERTE S.A, 1981, pp. 73-74.
  
- **PEÑA, A.** *Bioquímica*. 2da. ed. México DF-México: Limusa, 1995, pp. 7-8, 65-73
  
- **PERALTA Carlos R.; et al.** “Extracción de colágeno en medio ácido-básico a partir de los cascós de bovinos”, *Revista epsilon* [en línea], 2012, España nº 18, pp. 59-69.  
[Consulta 12 agosto 2015]. ISSN 1692-1259  
Disponible en: <http://oaji.net/articles/2015/2065-1432506825.pdf>
  
- **PICKERING, W. F.** *Química analítica moderna*. Barcelona- España: REVERTE S.A, 1980, pp. 184
  
- **PRIMO, E.** *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Barcelona – España: REVERTE, 1995, pp. 1007-1008.

- **RODRÍGUEZ, Luis.** *El Lechero* [en línea]. Uruguay. 2012. [Consulta: 7 noviembre 2015].  
Disponible en: <http://www.progressivedairy.com/el-lechero/52-past-articles/3419-0907-el-espanol-anatomia-del-casco-de-la-vaca>
  
- **SALAZAR, M.** *Determinación del método para la obtención de queratina cosmética a partir de plumas gallináceas (tesis de pregrado)*. Universidad Central del Ecuador, Escuela de Química y Farmacia, Quito, Ecuador. 2010, pp. 30-40
  
- **SERRANO, J.** *Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteado de tilapia (*Oreochromis sp*) y cachama (*Piaractus brachypomus*) (Magister en Ingeniería Química)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia 2011, pp.79-80
  
- **SILVERSTEIN, R. M; BASSIER, C; & MORRIL T.** *Identificación espectrometría de compuestos orgánicos*. México D.F. – México: Ediciones DIANA, 1980, pp. 28-29.
  
- **STRYER, L.** *Bioquímica*. 6ta. ed, Barcelona- España: REVERTE S.A, 2008, pp.183.
  
- **TEIJÓN, José María & GARRIDO PERTIERRA, Armando.** *Fundamentos de Bioquímica Estructural*. 2da ed, Madrid- España: TEBAR S.L, 2006, pp. 73-118
  
- **TERAOKA, I.** *Polymer Solutions: An Introduction to Physical Properties* [en línea]. New York-USA: JOHN WILEY & SONS, INC, 2002. [Consulta: 18 diciembre 2015].  
Disponible en: <http://docplayer.net/2471646-Polymer-solutions-an-introduction-to-physical-properties-iwao-teraoka-polytechnic-university-brooklyn-new-york.html>

## ANEXOS

**Anexo A:** Extremidades del ganado bovino recién faenado.



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo B:** Proceso de chamuscado de las patas de bovino



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### Anexo C: Lavado de la materia prima



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### Anexo D: Desinfección de la materia prima



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo E:** Secado de la materia prima.



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo F:** tratamiento ácido



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016



**Anexo G: tratamiento Básico**



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo H: Neutralización mediante agua destilada**



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo I:** Licuado de la materia prima.



**Fuente:** SÁNCHEZ, Lissette 2016

**Anexo J:** Cocción



**Fuente:** SÁNCHEZ, Lissette 2016

### Anexo K: Filtrado



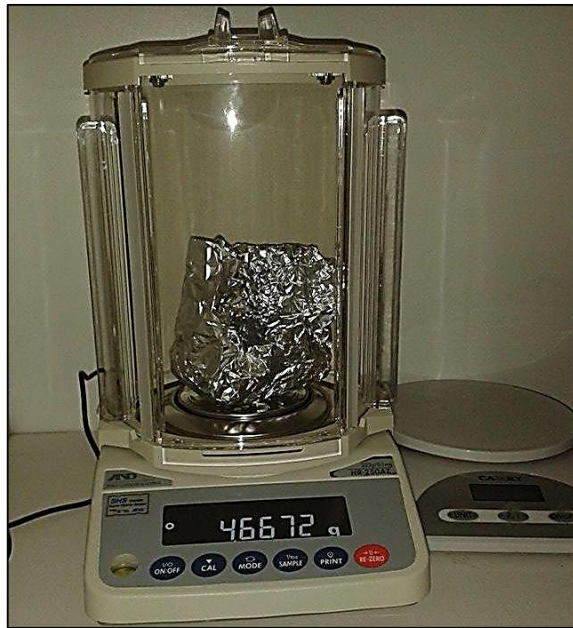
Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

### Anexo L: Secado en estufa



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## Anexo M: Pesado



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## Anexo N: Calcinado de la materia prima



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## Anexo O: Emulsificación




Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## Anexo P: Capacidad de retención del agua.



Fuente: SÁNCHEZ, Lissette 2016

## Anexo Q: Determinación de cenizas totales.

 GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA INSTITUTO DE CALIDAD ALIMENTARIA	<b>PROCEDIMIENTO DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES EN ALIMENTOS. METODO GRAVIMÉTRICO</b>	Fecha emisión: 08-07-2009
		Revisión: 0
<b>Laboratorio Nutrientes, Aditivos y Contaminantes</b>	<b>PRT-701.02-011</b>	Fecha revisión: 08-07-2009
		Página 1 de 3

### 1. OBJETIVO

Determinar las cenizas totales en muestras de alimentos.

### 2. CAMPO DE APLICACIÓN Y ALCANCE

El método es aplicable a harinas, leches, pan cereales, formulas infantiles, granos y alimentos en general, excepto aquellos que requieran un tratamiento previo a la incineración.

### 3. FUNDAMENTO

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

### 4. REFERENCIAS

4.1 AOAC 923.03 Cap. 32, pág 2. Official Methods of Analysis 18<sup>th</sup> Edition, (2005)

### 5. TERMINOLOGÍA

No Aplica

### 6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

#### 6.1 Materiales y equipos

- 6.1.1 Balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg.
- 6.1.2 Crisoles o cápsulas de porcelana, sílice o platino.
- 6.1.3 Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, óxido de calcio u otro).
- 6.1.4 Placa calefactora u otro
- 6.1.5 Mufla regulada a 550 ± 2°C.
- 6.1.6 Material usual de laboratorio.

### 7. DESARROLLO

- 7.1 Efectuar el análisis en duplicado.
- 7.2 Para granos, fideos moler la muestra y pasar por tamiz de 20 mesh, muestras de pan trozar en pequeños fragmentos manualmente.
- 7.3 Si la muestra contiene abundante agua pesar una cantidad que contenga de 3 a 5 g de sólidos, mantenerla sobre un baño de vapor hasta sequedad aparente.
- 7.4 Pesar 0,1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada ( $m_0$ ) entre 2 a 5 g de muestra homogenizada ( $m_1$ ). Si la muestra contiene abundante agua pesar una cantidad que contenga de 3 a 5 g de sólidos, mantenerla sobre un baño de vapor hasta sequedad aparente.
- 7.5 Proceder a precalcinarse previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C hasta cenizas blancas o grisáceas.
- 7.6 Preenfriar en la mufla apagada y luego traspasar a desecador y pesar a temperatura ambiente. Las cenizas que contienen manganeso o hierro pueden presentar cierta coloración.
- 7.7 Enfriar en desecador y pesar ( $m_2$ ).
- 7.8 **Expresión de resultados:**

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

$m_2$ : masa de la cápsula con las cenizas, en gramos.

$m_1$ : masa de la cápsula con la muestra, en gramos.

$m_0$ : masa de la cápsula vacía, en gramos.

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales.

### 7.9 Informe:

Se indicará identificación de la muestra, método utilizado, límite de detección, normativa y límite permitido cuando corresponda y el resultado obtenido en la unidad correspondiente.

Fuente: AOAC, 923.03.

## Anexo R: Determinación de Humedad

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE SUBDEPTO. LABORATORIOS DEL AMBIENTE	SECCIÓN QUÍMICA DE ALIMENTOS
<b>DETERMINACIÓN DE HUMEDAD</b> <b>Método de la estufa de aire</b>	PR1-701.02-023 Rev. Nº: 0 Pag: 1 de 2

### 1.- OBJETIVO

Determinar el contenido de agua de la muestra.

### 2.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

El método es aplicable a alimentos sólidos, líquidos o pastosos no susceptibles a degradación al ser sometidos a temperaturas superiores a 105 °C. Este método es inadecuado para productos ricos en sustancias volátiles distintas del agua.

### 3.- FUNDAMENTO

El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire.

### 4.- REFERENCIAS

- 4.1 Instituto Nacional de Normalización, NCh 841 of 78
- 4.2 Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 15th Edition 1990

### 5.- TERMILOGIA

N/A

### 6.- MATERIAL Y EQUIPO

- 6.1.- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg
- 6.2.- Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa
- 6.3.- Desecador con deshidratante adecuado
- 6.4.- Estufa regulada a 103±2 °C
- 6.5.- Material usual de laboratorio

### 7.- PROCEDIMIENTO

- 7.1.- Efectuar el análisis en duplicado
- 7.2.- Colocar la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
- 7.3.- Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesar la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar ( $m_1$ ).
- 7.4.- Pesar 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar ( $m_2$ ).
- 7.5.- Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado 105 °C x 5 horas.
- 7.6.- Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
- 7.7.- Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg ( $m_3$ ).

### 8.- CALCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

donde:

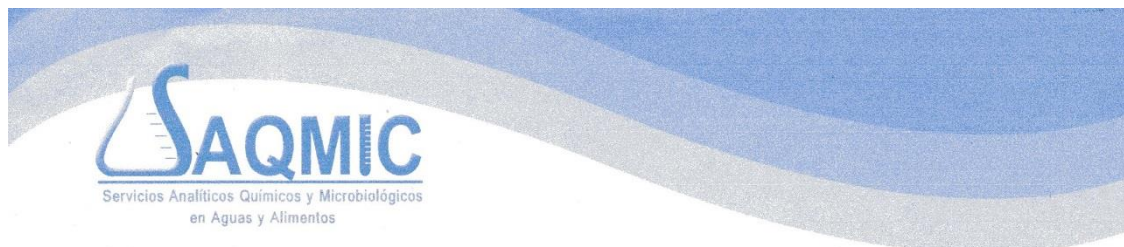
- $m_1$ : masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos
- $m_2$ : masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos
- $m_3$ : masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales.

Repetibilidad: La diferencia de los resultados no debe ser superior al 5% del promedio.

Fuente: AOAC, 925.09

## Anexo R: Examen Bromatológico



### EXAMEN BROMATOLÓGICO ALIMENTO

CÓDIGO: 543-15

**CLIENTE:** Srta. Lissette Sánchez

**TIPO DE MUESTRA:** Colágeno de casco de bovino

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 05 de noviembre del 2015

**FECHA DE MUESTREO:** 05 de noviembre del 2015

#### EXAMEN FÍSICO

**COLOR:** Café

**OLOR:** Característico

**Aspecto :** Lámina sólida, ausencia de material extraño

#### EXAMEN QUÍMICO

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	16.44
Grasa	%	INEN 523	2.81

#### RESPONSABLES:

**Dra. Gina Álvarez R.**

**Dra. Fabiola Villa**

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Fuente: SAQMIC