



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina Veterinaria**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria**

**Caracterización físico-química de un reestructurado de  
carne de llama (*Lama glama*) con inclusión de nuez y  
transglutaminasa**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

**AUTOR**

Clara Lucía ROMERO ORÉ

**ASESOR**

Dra. Daphne Doris RAMOS DELGADO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

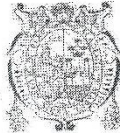
---

Romero, C. Caracterización físico-química de un reestructurado de carne de llama (Lama glama) con inclusión de nuez y transglutaminasa [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2019.

---

## HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

- Código ORCID del autor:  
[0000-0002-3637-072X](https://orcid.org/0000-0002-3637-072X)
- Código ORCID del asesor:  
[0000-0003-3176-804X](https://orcid.org/0000-0003-3176-804X)
- DNI del autor:  
44129594
- DNI del asesor:  
07607293
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN  
Salud Pública y Salud Ambiental – Inocuidad de los Alimentos de Origen Animal
- INSTITUCIÓN QUE FINANCIA LA INVESTIGACIÓN  
Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional mayor de San Marcos
- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN
  - Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
    - Coordenadas: S 12° 4' 53.729" ; O 76° 59' 15.843"
    - Distrito: San Borja
    - Provincia: Lima
    - Departamento: Lima
  - Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos, Investigación e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
    - Coordenadas: S 12° 4' 52.808" ; O 76° 56' 57.087"
    - Distrito: La Molina
    - Provincia: Lima
    - Departamento: Lima
- AÑO QUE EMBARCÓ LA INVESTIGACIÓN  
2018, en el periodo de junio a noviembre.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Universidad del Perú, Decana de América  
Facultad de Medicina Veterinaria  
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, **miércoles 19 de junio de 2019**, a las **12:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° 0107-EPMV/FMV-2019, integrado por los siguientes profesores:

MV. Mg. <b>Wilca López Miguel Ángel</b>	<b>Presidente de Jurado</b>
<b>Dra. MV. Ramos Delgado Daphne Doris</b>	<b>Asesor de la Tesis</b>
<b>MV. Ph.D. Leyva Vallejos Víctor Raúl</b>	<b>Miembro del Jurado</b>
<b>MV. Mg. Bezada Quintana Sandra</b>	<b>Miembro del Jurado</b>

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, la Bachiller Doña: **ROMERO ORÉ, CLARA LUCÍA** para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

### “CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE UN REESTRUCTURADO DE CARNE DE LLAMA (*Lama glama*) CON INCLUSIÓN DE NUEZ Y TRANSGLUTAMINASA”,

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria de la Asesora de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECIOCHO (18)**.

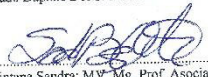
Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:15 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

  
Wilca López Miguel Ángel MV Mg. Prof. Principal. D.E

  
Ramos Delgado Daphne Doris: Dra. MV. Prof. Principal. D.E

  
Leyva Vallejos Víctor Raúl: MV. Ph.D. Prof. Principal. D.E

  
Bezada Quintana Sandra: MV. Mg. Prof. Asociado. D.E



## **DEDICATORIA**

A Carmen y Manuel, por dedicarme su vida, por su amor incondicional,  
su ejemplo de fortaleza, esto es posible gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora de tesis, la Dra. Daphne Ramos, por la confianza depositada, su ayuda, las facilidades para realizar este trabajo, sus críticas constructivas y sus valiosos consejos.

A la MV. Mónica Rebatta, por la ayuda en la primera etapa del proyecto.

A todas aquellas personas que desinteresadamente me apoyaron en esta etapa, en especial a Michelle Monterroso y Ana Vargas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 LA LLAMA.....	3
2.1.1 Descripción general.....	3
2.1.2 Características anatómicas.....	4
2.1.3 Características fenotípicas.....	4
2.1.4 Manejo de la manada.....	6
2.1.4.1 Pastoreo y estructura de la manada.....	6
2.1.4.2 Suministro de agua.....	7
2.1.4.3 Rendimiento reproductivo de las llamas.....	7
2.1.4.4 Sistemas de apareamiento.....	8
2.1.4.4.1 Apareamiento continuo.....	8
2.1.4.4.2 Apareamiento controlado individualmente.....	8
2.1.4.4.3 Control en campo.....	9
2.1.4.5 Destete.....	9
2.1.4.6 Enfermedades.....	9



2.1.5 Distribución.....	10
2.1.6 Población.....	11
2.1.7 Usos de la llama.....	12
2.1.7.1 Fibra y piel.....	12
2.1.7.2 Transporte.....	13
2.1.7.3 Estiércol.....	14
2.1.7.4 Carne.....	14
2.1.7.4.1 Composición química y valor nutricional.....	15
2.1.7.4.2 Sacrificio.....	16
2.1.7.4.2.1 Rendimiento de las carcasas.....	17
2.1.7.4.3 Presentación de la carne.....	19
2.1.7.4.3.1 Carne fresca.....	19
2.1.7.4.3.2 Carne seca.....	19
2.1.7.4.3.3 Embutidos.....	19
2.1.7.4.4 Normativa.....	19
2.1.7.4.5 Problema del sarcocystis.....	22
2.2. LA NUEZ.....	24
2.2.1. Descripción general.....	24
2.2.2. Taxonomía y descripción morfológica.....	25
2.2.3. Composición química.....	25
2.2.4. Efectos en la salud humana.....	26
2.2.5. Otros usos de la nuez.....	28
2.3. TRANSGLUTAMINASA.....	29
2.3.1. Descripción general.....	29
2.3.2. Transglutaminasa microbiana.....	30
2.3.3. Propiedades fisicoquímicas.....	30
2.3.4. Características y aplicaciones.....	31

2.3.4.1. Productos cárnicos.....	31
2.3.4.2. Productos pesqueros.....	32
2.3.4.3. Otras aplicaciones.....	32
2.3.5. Reglamentación.....	32
2.4. REESTRUCTURADOS CÁRNICOS.....	32
2.4.1. Descripción general.....	32
2.4.2. Ventajas de la reestructuración.....	33
2.4.3. Métodos de reestructuración.....	33
2.4.4. Reducción de la partícula, adición de sal y masaje.....	34
2.4.5. Fabricación de los reestructurados.....	34
2.4.5.1. Acondicionamiento de la carne.....	34
2.4.5.2. Reducción de la carne.....	35
2.4.5.3. Mezclado.....	35
2.4.5.4. Moldeado del producto.....	35
2.4.5.5. Tipos de reestructurados.....	35
2.4.6. Causas que alteran la calidad en la fabricación de los reestructurados.....	36
2.4.6.1. Causas asociadas a la estructura de los reestructurados.....	36
2.4.6.2. Causas tecnológicas.....	36
2.4.6.3. Causas por solubilidad de las proteínas.....	37
2.4.7. Factores de “calidad” de la reestructuración.....	38
2.4.7.1. Estudio de las causas tecnológicos.....	38
III.MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. Lugar y tiempo.....	41
3.2. Materia prima e insumos.....	41
3.2.1. Materia prima.....	41
3.2.2. Insumos.....	41
3.3. Materiales y equipos.....	42

3.3.1. Materiales .....	42
3.3.2. Equipo .....	42
3.4. Evaluación .....	42
3.4.1. Evaluación de color .....	42
3.4.2. Evaluación de textura .....	42
3.4.3. Evaluación de costos .....	43
3.4.4. Evaluación de pérdidas por cocción .....	43
3.4.5. Evaluación sensorial .....	44
3.4.6. Análisis químico proximal .....	44
3.5. Experimentación .....	44
3.5.1. Diseño de estudio .....	44
3.5.2. Fórmulas preliminares .....	45
3.5.3. Flujograma de elaboración .....	47
3.5.3.1. Descripción y procesamiento .....	48
3.5.4. Análisis estadístico .....	48
IV. RESULTADOS .....	50
4.1. Evaluación de las formulaciones predeterminadas .....	50
4.1.1 Evaluación de color .....	50
4.1.2 Evaluación de costos, cocción y textura .....	50
4.2. Formulación óptima del reestructurado .....	52
4.3. Pruebas de aceptación con formulación preliminar ajustada .....	52
4.4. Caracterización química proximal .....	60
V. DISCUSIÓN .....	64
VI. CONCLUSIONES .....	64
VII. RECOMENDACIONES .....	65
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	66
ANEXOS .....	80

## RESUMEN

El Perú es el segundo productor de llamas en el mundo, aun así, su carne es poco aprovechada. Actualmente existen tecnologías que pueden aplicarse con el fin de diversificar productos y con esto darle un valor agregado a una carne de bajo valor comercial pero de alto contenido nutricional; por ese motivo, el objetivo del presente estudio fue elaborar un reestructurado de carne de llama con adición de nuez (*Juglans regia*) y transglutaminasa, quedando este producto enmarcado en un alimento funcional debido a los ácidos grasos omega 3 de la nuez. Para determinar las formulaciones a evaluar se aplicó el método de diseño de mezclas por medio del software Desing-Expert® 11; a las formulaciones obtenidas se les evaluó el color, la textura, pérdidas por cocción y costos luego de lo cual se determinó dos formulaciones con parámetros similares a un reestructurado elaborado con carne de bovino y nuez; estas formulaciones fueron evaluadas sensorialmente a 100 personas, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, la que tuvo mayor preferencia se determinó como la fórmula ideal, componiéndose de carne de llama 79%, nuez 20% y transglutaminasa 1%; y las preferencias fueron: me gustó extremadamente 7%, me gustó mucho 24%, me gusto moderadamente 38%, me gusto ligeramente 13% y no le gustó 18%. El reestructurado con formulación ideal tuvo como composición proximal de humedad 59.85%, proteína 22.12%, grasa 15.3% y cenizas 2.7%; con un costo: de S/. 23.50 por kilogramo. Al final se obtuvo un producto aceptado sensorialmente, con buen porcentaje de proteínas y bajo costo.

Palabras claves: carne de llama, reestructurado, nuez, transglutaminasa.

## ABSTRACT

Peru is the second producer of llamas in the world, but, its meat is little used. Nowadays, there are technologies that can be used to diversify products and with this added value as a source of low commercial value but high nutritional content; Therefore, this work aimed at restructuring meat with the inclusion of walnut (*Juglans regia*) and transglutaminase, leaving this product framed in a functional food due to the omega 3 fatty acids of the walnut. To determine the formulations and evaluate the mix design method in the middle of the Desing-Expert® software 11; to the formulations according to the color evaluation, the texture, the cooking reductions and the costs of what was determined the formulations with parameters similar to a restructuring elaborated with the beef and walnut; These formulations were sensory evaluated to 100 people, using a 9-point hedonic scaling, the highest preference was determined as the ideal formula, composed of llama meat 79%, walnut 20% and transglutaminase 1%; And the preferences were: I liked it extremely 7%, I liked it a lot 24%, I liked moderately 38%, I liked it slightly 13% and did not like 18%. The restructured with the ideal formulation had as a proximal composition of moisture 59.85%, protein 22.12%, fat 15.3% and ashes 2.7%; with a cost: of S /. 23.50 per kilogram. Finally, a sensory product was obtained, with a good percentage of proteins and low cost.

Key Words: Llama´s meat, restructured, walnut, transglutaminase.

## LISTA DE ABREVIATURAS

- msnm                      Metros sobre el nivel del mar.
- Mg                              Miligramos
- µg                              Microgramos
- Kcal                            Kilocalorías
- NTP                            Norma técnica peruana.
- Colesterol LDL            Colesterol de lipoproteínas de baja intensidad.
- Colesterol HDL            Colesterol de lipoproteínas de alta intensidad.
- PUFA´s                      Ácidos grasos poliinsaturados.
- USDA                        Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- °C                              Grados centígrados.
- TGasa                        Transglutaminasa
- MTGasa                      Transglutaminasa microbiana
- ClNa                          Cloruro de sodio
- AOAC                        Official methods of analysis of the Association of Official Analytical  
  
Chemists International.
- CRA                          Capacidad de retención de agua.
- Ho                              Hipótesis nula
- Ha                              Hipótesis absoluta

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Población de llamas a nivel nacional (miles de unidades).	12
2	Producción cárnica de alpaca y llama a nivel nacional.	14
3	Composición de la carne en diversas especies	15
4	Valor medio de macroelementos (mg/100g) de “ <i>Longissimus thoracis</i> ” de 30 alpacas y 20 llamas.	16
5	Proporción de cortes en carcasa de llama según edad y sexo.	17
6	Proporciones estructurales en el corte de lomo en llamas criadas con diferente tipo de alimentación.	18
7	Peso y rendimientos de la llama.	18
8	“Determinación de edad en alpacas y llamas por dentición”.	20
9	“Requisitos microbiológicos para carne fresca y congelada de la RM N° 615-2003”.	22
10	Composición química del fruto por 100 gramos.	26
11	Ácidos grasos de la nuez.	26
12	Isoformas: origen y masa molecular.	29
13	Parámetros empleados para la elaboración de las formulaciones.	44
14	Intervalos empleados en la elaboración de las formulaciones	46

15	Formulaciones a evaluar según el software Desing Expert® 11.	46
16	Análisis fisicoquímicos del reestructurado de carne de llama, nuez y transglutaminasa.	51
17	Formulaciones preliminares ajustadas y seleccionadas	52
18	Análisis sensorial de las fórmulas 5 y 14 en 100 panelistas	53
19	Prueba sensorial de las fórmulas 5 y 14 con relación al sexo en 100 panelistas.	54
20	Tabla de contingencia para la asociación sexo y aceptación de la fórmula 5.	54
21	Frecuencias esperadas entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.	55
22	Cálculo del Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.	55
23	Tabla de contingencia para la asociación sexo y aceptación de la fórmula 14.	56
24	Frecuencias esperadas entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.	57
25	Cálculo del Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.	57
26	Tabla de contingencia para la asociación las fórmulas y la aceptación.	58
27	Frecuencias esperadas entre la asociación de fórmulas y la aceptación.	59
28	Cálculo del Chi-cuadrado de la asociación entre las fórmulas y la aceptación.	59
29	“Análisis químico proximal del reestructurado óptimo”.	60



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	La llama ( <i>Lama glama</i> )	4
2	<u>Llama Ch'aku.</u>	5
3	Llama Q'ara.	5
4	Distribución de los camélidos sudamericanos.	11
5	Canales de llama extra, primera, segunda y procesamiento industrial respectivamente.	21
6	Evidencia de macroquistes en carne.	23
7	Ciclo biológico del <i>Sarcocystis aucheniae</i> .	24
8	La nuez.	25
9	Proporción de PUFA's n-3 en diversos frutos secos.	28
10	Diseño de estudio	45
11	Flujograma de elaboración del reestructurado.	47
12	Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.	56
13	Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.	58
14	Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre fórmulas y la aceptación.	60

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. “Cartilla de clasificación” .....	81
Anexo 2. “Cartilla de evaluación” .....	81

## I. INTRODUCCIÓN

Entre los camélidos sudamericanos, la importancia de la llama (*Lama glama*) se remonta desde el periodo Inca; considerándose como fuente de riqueza animal, que proveía fibra, abono, carne y transporte, no obstante, su producción es menor que la alpaca (FAO, 2005).

La carne de esta especie cubre los requerimientos nutricionales del poblador se caracteriza por su elevado contenido de proteína (23.9%) y bajo porcentaje de colesterol (39mg/100) (Mamani-Linares y Gallo, 2005), a pesar de esto, no es frecuente en las zonas urbanas (Pérez *et al.*, 2000) Esta carne está restringida para el consumo de campesinos, comuneros y otros pequeños ganaderos del altiplano (Tenicella, 1994).

La comercialización de esta carne es un problema en todo el sistema de producción no logrando su valoración comercial. Las llamas habitualmente son beneficiadas cuando dejan de ser útiles, siendo su aporte como animal productor de proteína limitado (Leyva, 1990).

Tradicionalmente se señala a la carne en general como un alimento altamente nutricional; sin embargo, en los últimos años su consumo ha sido vinculado con enfermedades tales como: el cáncer, las alteraciones cardiovasculares, la obesidad, etc (Berciano y Ordovás, 2014).

En la actualidad se han venido desarrollando productos alimenticios que ayuden a la salud de los consumidores a estos se les conoce como alimentos funcionales. Diplock *et al.*, (1999), menciona que un alimento funcional reduce la concentración de efectos negativos de algunos

componentes del alimento, sustituye componentes que tienen efectos negativos por otros con efectos positivos en la salud del consumidor, esto se realiza por medio de la incorporación de compuestos bioactivos exógenos como por ejemplo el omega 3 que contiene la nuez (Iwamoto *et al.*, 2000).

La transglutaminasa es una enzima que pertenece al grupo de las transferasas, cuya característica más resaltante es generar moléculas de gran tamaño a partir de pequeños sustratos proteicos mediante la reacción química de ligazón cruzada; siendo usada comúnmente en la reestructuración de las carnes.

Los reestructurados de carne permiten la inclusión de insumos que mejoran las características nutricionales de la carne, con esta técnica se pueden desarrollar alimentos que mejoren la salud de las personas como los alimentos funcionales. Por ello, este proceso ayuda a diversificar la oferta de alimentos (Gauche *et al.*, 2009).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue elaborar un reestructurado de carne de llama con adición de nuez (*Juglans regia*) y transglutaminasa, que cumpla con los requerimientos nutricionales según los estándares internacionales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LA LLAMA

#### 2.1.1 Descripción general

La llama (*Lama glama*), es una de las cuatro especies de camélidos domésticos propio de Sudamérica. Se caracteriza por su rusticidad, docilidad, capacidad de reconocer a su dueño y por su gran adaptabilidad a diferentes pisos altitudinales, ubicándose en altitudes que van desde los 2800 hasta los 5000 msnm; es una especie multipropósito siendo utilizada como productor de carne y fibra, transporte, productor de abono; por todo ello es considerado como una especie de gran importancia cultural y económica para el poblador altoandino (Quispe *et al.*, 2009).

La llama es considerada como un animal gregario, polígamo y uníparo, cuya gestación es de 11 meses y pueden vivir hasta los 20 años, siendo su vida reproductiva hasta los 14 años. (Carpio, 2015). La madurez de la hembra es alcanzada a los 75 kilogramos (kg) y el macho a los 115 kg, aunque esto puede variar por el genotipo (Wurzinger *et al.*, 2005).



Figura 1: Llama (*Lama glama*)  
Fuente: National geographic, 2019

### 2.1.2 Características anatómicas

La llama está considerada como el camélido más grande, con 1-1.2 metros de altura a la cruz y un peso de hasta 125 kg. (Torres, 1992; Vilá, 2007). Las vértebras cervicales largas hacen que su cuello sea extenso. Presenta hendidura en el labio superior, posee diastema entre los caninos y los molares. Es un rumiante cuyo estómago posee solo tres compartimientos; en cuanto a sus extremidades, tiene el tercer y cuarto dedo desarrollados; provistos de uñas en forma de pezuña; poseen almohadillas y callosidades plantares, las cuales son ideales para evitar lesiones en suelos agrestes (Rodríguez, 2004).

### 2.1.3 Características fenotípicas

Las llamas no muestran uniformidad fenotípica. Como resultado, no hay razas; sino tipos, los que se diferencian por la magnitud de fibra en el cuerpo (Nürnberg, 2005).

La Ch'aku o lanuda, se caracteriza por su buena cobertura de vellón en todo el cuerpo, incluyendo el cuello y aplomos hasta la parte inferior de la caña; en la frente existen pelos gruesos, de las oreja sobresalen largas cerdas. La sequedad, es característica de la capa interna del vellón en la mayoría de los animales, tiene fibras de diámetro variable, observándose animales más o menos rizados, uniformes y suaves al tacto. Estas llamas son hasta 8 cm más bajas que las peladas.

Se puede obtener aproximadamente un kilogramo de fibra en la esquila anual Su vellón tiene en promedio 25% de fibras medulares (Cardozo 1985; Franco *et al.*, 1998; Flores, 2006).



Figura 2: Llama Ch'aku  
Fuente: Franco *et al.*, 1998

La Q'ara o pelada, se caracteriza por su poco desarrollo de fibra en el cuerpo; con pobre cobertura de vellón en la cara; extremidades peladas, cabeza, frente y orejas desprovistas de cerdas con un pelo suave y apretado, Su vellón tiene en promedio 66% de fibras medulares (Cardozo 1985; Franco *et al.*, 1998)

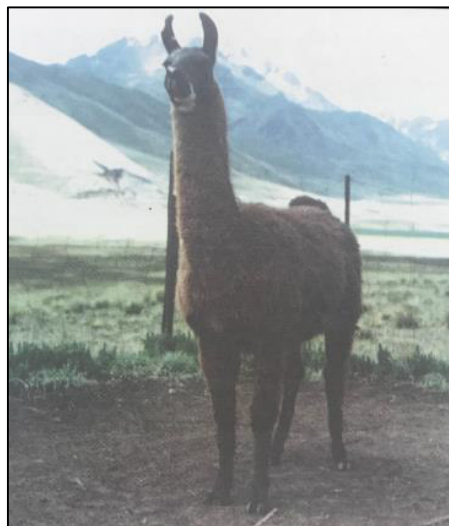


Figura 3: Llama Q'ara  
Fuente: Franco *et al.*, 1998

En cuanto a la población nacional de llamas, la Q'ara es superior a la Ch'aku en un 58 por ciento (FAO, 2005).

## 2.1.4 Manejo de la manada

### 2.1.4.1 Pastoreo y estructura de la manada

En los sistemas de producción, donde las llamas ya no tienen importancia como animales de carga; las llamas machos, las hembras reproductoras y llamas jóvenes a menudo se mantienen en un solo rebaño (Iñiguez *et al.*, 1997); sin embargo, existen sistemas donde los machos y hembras se mantienen separados y solo se juntan para el apareamiento (Rodríguez y Quispe, 2007).

Dependiendo de la tierra disponible y el tiempo de los criadores, el ganado se mantiene separado por especies; aunque también se reportan rebaños donde llamas y alpacas se mantienen juntas (Nürnberg, 2005).

Las llamas se alimentan exclusivamente de pasto natural. Las plantas nativas están bien adaptadas a las condiciones climáticas extremas de los Andes. Sin embargo, el potencial de producción de los pastos es bajo y en la estación seca la escasez de alimentos puede ocurrir en términos de cantidad y calidad (Nürnberg, 2005).

Se practica un extenso sistema de pasto rotativo donde las llamas se extienden libremente en pastizales nativos (Delgado 2003). Markemann y Valle Zárate (2009) informan que las llamas rara vez se crían con las ovejas, por lo general pastan libremente durante el día y regresan a sus corrales por la noche.

Durante la época de frío, los pastores llevan a sus animales a pastizales llamados bofedales. Durante la temporada de lluvias, cuando otros pastizales son abundantes y productivos, no se usan los bofedales (Camino y Sumar 1992, Delgado 2003). Por la noche, las llamas se mantienen en corrales que no tienen techo, liberándose para el pastoreo durante la madrugada (Camino y Sumar 1992).



En general, una manada incluye 50% de hembras, 20% de crías y 30% de machos que pueden ser enteros y castrados.

#### 2.1.4.2 Suministro de agua

Durante la estación seca, las fuentes naturales de agua disminuyen drásticamente y, en ocasiones, dejan de existir. En consecuencia, los animales necesitan cruzar grandes distancias para buscar agua. Por lo que, su capacidad de producción disminuye debido a que la energía es utilizada para el traslado de un lugar a otro (Flores y Egoávil, 2006).

#### 2.1.4.3 Rendimiento reproductivo de las llamas

Según Novoa (1986), la vida productiva en las hembras es entre 10 y 12 años; Sin embargo, Markemann y Valle Zarate (2009) reportan una vida productiva de 8 a 10 años. Para el primer apareamiento una hembra de llama joven debe pesar al menos el 60% de su peso adulto. Si se alcanza el peso de 70 kg a la edad de un año, no hay necesidad de esperar más tiempo para aparearla. En la práctica se comienza a utilizar llamas y alpacas como animales reproductores a la edad de dos años. En pastos adecuados, la edad de primer apareamiento podría reducirse a un año (Bryant *et al.*, 1989).

En promedio, cada agricultor posee 30 hembras, pero solo el 60% está en edad reproductiva. Hay altos índices de pérdidas embrionarias y aborto en llamas, llegando al 19% (Wurzinger *et al.*, 2008).

Los machos comienzan a producir semen fértil a la edad de un año. Sin embargo, a esta edad los machos tienen una adhesión de prepucio natural, que evita que el 90% de los machos copulen. El 70% de los machos a la edad de dos años pueden aparearse porque su pene ya está liberado (Sumar, 1996; Ponzoni, 1996). A la edad de 3 años, casi el 100% no tiene adherencia del prepucio (Ponzoni, 1996). Para los machos la edad promedio como reproductor es a los 3 años de edad (Sumar, 1996) y se puede usar 4 años. Un macho puede copular 5 a 6 hembras por día.

#### 2.1.4.4 Sistemas de apareamiento

Los sistemas de apareamiento utilizados por los criadores de llamas son:

##### 2.1.4.4.1 Apareamiento continuo

Las hembras se mantienen con uno o dos machos en la manada, los demás están destinados a aparearse son castrados, vendidos o sacrificados. Los seleccionados para el apareamiento se quedan en la manada como machos para la reproducción. Este método se usa frecuentemente en las comunidades campesinas con un tamaño pequeño de rebaño (Ponzoni 1996). La ventaja de este método es su simplicidad, poco esfuerzo organizativo y laboral. No obstante, las desventajas es que las féminas juveniles que aún no llegan al peso mínimo se aparean con los machos lo que hace que no lleven una buena preñez o se pueden aparear con hembras que recién han parido interfiriendo el proceso de recuperación del útero, el interés sexual de los machos agresivos durante el parto puede provocar choques para los animales recién nacidos y sus madres.

En este sistema la tasa de natalidad anual es 40 y 50% (Ponzoni 1996).

##### 2.1.4.4.2 Apareamiento controlado individualmente

Este método une a una hembra con un macho en un sitio apropiado para aparearse. Implica que los machos y las hembras se separan durante el tiempo restante y entran en contacto entre sí solo para aparearse. Permite al agricultor mantener registros reproductivos de todas las hembras y planificar los nacimientos. Se pueden detectar pérdidas e ineficiencias (Ponzoni, 1996).

Este sistema de apareamiento alcanza tasas de natalidad por año entre 70 y 85% (Ponzoni, 1996).

#### 2.1.4.4.3 Control en campo

Las hembras interactúan naturalmente con uno o más machos en un sitio de pastoreo adecuado; a diferencia de los apareamientos controlados individualmente, hay menos apareamiento forzado de hembras sumisas pero no receptivas. La ventaja de este método es que los animales no tienen que ser manejados individualmente. Sin embargo, su desventaja la desventaja es que no es posible mantener registros de qué hembra se ha apareado con qué macho (Ponzoni, 1996).

Se practica una rotación de los machos para evitar el desinterés sexual que se observa cuando los machos están permanentemente expuestos a las hembras. En este sistema, se pueden alcanzar tasas de natalidad de 60 a 80% (Ponzoni, 1996).

#### 2.1.4.5 Destete

Las crías permanecen con sus madres hasta que las rechazan. A veces se puede ver a una madre con su cría recién nacida y la cría del año anterior, ambas todavía mamando. Esto conduce a un desarrollo deficiente del animal recién nacido y un bajo rendimiento reproductivo de la madre. Para un buen manejo del rebaño, el destete es esencial. Las llamas jóvenes pueden ser destetadas a los 6 meses, así las madres tienen tiempo suficiente para recuperarse antes de que tenga lugar el próximo nacimiento (Ponzoni, 1996).

#### 2.1.4.6 Enfermedades

Los criadores de llamas bolivianos sufren grandes pérdidas por enfermedades endo y ectoparasitarias (Nürnberg, 2005).

Los ácaros, los piojos, ácaros y garrapatas son los ectoparásitos más comunes (Medrano, 1995); la acarosis se da durante la temporada de lluvias con temperatura y humedad más elevada (Leguía 1999; Nürnberg, 2005). Los piojos afectan a las llamas, particularmente durante el

período seco cuando los animales muestran una resistencia inferior contra los patógenos debido a la disponibilidad limitada de alimentos (Alandia, 2003).

Las enfermedades endoparasitarias que se producen en los camélidos son la coccidiosis, Sarcocystis, toxoplasmosis y parasitosis gastrointestinal (Leguía, 1999; Nürnberg 2005). La diarrea suele ser un signo de que hay parasitosis gastrointestinal. Alandia (2003) informó que la diarrea era el problema de salud más grave que afectaba a los rebaños de camélidos bolivianos, seguido de ácaros, piojos, sarcocistosis y gusanos en los órganos internos.

En general, los criadores no practican la profilaxis antiparasitaria; las medidas de aplicación preventiva son mucho más comunes en las alpacas que en las llamas y se centran principalmente en el control ectoparasitario (Alandia, 2003), usándose antiparasitarios comerciales, baños antiparasitarios.

Las instituciones que se centran en los camélidos intentan mejorar el control de la salud, pero la falta de veterinarios conlleva a un mal manejo de la enfermedad (Iñiguez *et al.*, 1997).

#### 2.1.5 Distribución

Las llamas se distribuyen e nivel de la cordillera de los Andes; de los 8° a 55° latitud sur; habitan en todos los pisos altitudinales, considerándose una extensión de 2000 kilómetros en la Cordillera de los Andes (Fernández-Baca, 1994).

La región donde hay mayor concentración es la Puna, zona intermedia de los Andes, que está ubicado entre los 3700 a 4800 msnm, con dos climas característicos; uno seco (mayo-noviembre) y lluvioso (diciembre-abril), con precipitación anual de 250 mm y 900 mm. (Camino y Sumar, 1992).

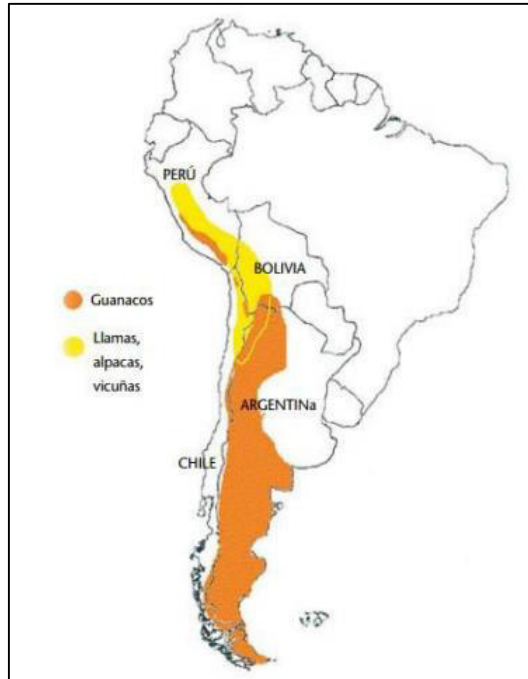


Figura 4: Distribución de los camélidos sudamericanos.  
Fuente: Sepúlveda 2011

#### 2.1.6 Población

A nivel mundial, Perú es el segundo país con mayor población de llamas, con 746269 cabezas, en 55000 unidades agropecuarias, siendo Puno, el de mayor cantidad de llamas (32%) (INEI, 2012), seguida de Cusco, Huancavelica, Junín; usadas para transporte, y para consumo (FAO, 2005).

Cuadro 1. Población de llamas a nivel nacional (miles de unidades)

Año	Llamas
2005	1.270
2006	1.256
2007	1.274
2008	1.263
2009	1.238
2010	1.245
2011	1.227
2012	1.193

Fuente: INEI (2012).

## 2.1.7 Usos de la llama

### 2.1.7.1 Fibra y piel

A pesar que los camélidos sudamericanos se consideran animales productores de fibra, la llama ha sido poco desarrollada en esta producción (Cardozo, 1985). La fibra de esta especie es de menor calidad y cantidad en comparación con la alpaca. Posee una capa exterior gruesa, y una interior fina (FAO, 2005); la fibra fina puede obtenerse después del depilado manual o mecánico. Este proceso es rutinario en la producción de cachemira y en la producción de fibra a pequeña escala de camellos y yaks (Delgado, 2003). La fibra de llama gruesa se usa principalmente para el uso interno de los granjeros de llamas, para la producción de mantas y, en menor medida, para la exportación (Solís, 2001). El 40% de la fibra de llama se utiliza para la artesanía y la industria y el 60% para el autoconsumo (Fernández-Baca, 2005).

El diámetro promedio de fibra en Ch'aku es de 25.6-27.6  $\mu\text{m}$  y en Q'aras 29.2-30.7  $\mu\text{m}$ . El peso promedio del vellón varía entre 0.9 y 1.5 kg por animal / año (Delgado, 2003). El color

de vellón y la calidad de la fibra de las llamas no muestran uniformidad, no habiendo sido estos parámetros un objetivo de la reproducción (Wheeler *et al.*, 1995).

La piel de las llamas tiene una estructura muy desigual; la piel de la parte posterior del animal es gruesa en contraste con la piel de las partes laterales, el vientre y la base del cuello, que es relativamente delgada. La superficie de la piel es fina y porosa, pero debido a las cicatrices resultantes de lesiones, parásitos o cortes durante la eliminación de la piel, el valor comercial es bajo. La piel de esta especie se caracteriza por ser de gran resistencia al desgarramiento (Gaully *et al.*, 2011).

La piel de las llamas adultas generalmente se comercializa en ferias pero por la fibra que está en la piel, ya que la piel no tiene valor comercial (Ticona, 1993); a menudo se usa para cubrir el suelo en las casas de los agricultores. Si la piel muestra algún defecto, se quema (Ticona, 1993).

Las pieles de animales jóvenes se venden a las curtiembres en las ferias comerciales. Las principales empresas de producción de cuero y pieles requieren pieles sin ningún daño. Debido a la mala conservación, los precios son bajos. Varían entre 2 y 7 US \$. Es posible alcanzar precios más altos pero los productores deben hacer una conservación aplicando tecnología (Ticona, 1993).

#### 2.1.7.2 Transporte

Las llamas son animales de carga eficientes que transportan alimentos y productos comerciales por períodos que van de varios días a varios meses; los grupos van de 10 a 100 llamas, se usan para esta actividad machos castrados de 3 años durante 6-8 años, pudiendo desplazarse por períodos de 8 a 10 horas por día (Nürnberg, 2005).

Es posible manejar una caravana entera con una o dos personas. Los animales se alimentan de forraje natural y pastos silvestres en su camino, por lo que no hay necesidad de llevar alimentos para ellos (Sumar y Camino, 1992). Las caravanas de llamas se utilizan para transportar

productos no perecederos como cereales, papas, fibra, artesanías o conservas (Sumar y Camino 1992); la capacidad de carga por animal es de 15-17% de su peso, lo que corresponde a 20-25 kilos (Gaully *et al.*, 2011). En Europa y Estados Unidos, las llamas se utilizan como animales de carga para excursiones de trekking, contribuyendo al turismo sostenible (Gaully *et al.*, 2011).

#### 2.1.7.3 Estiércol

Casi todos los cultivos de estas zonas, como la papa, dependen de estiércol como fertilizante, sea de llama o alpaca. Debido a la altitud y el frío, el estiércol se descompone lentamente y fertiliza el suelo lentamente (Camino y Sumar 1992). Los animales al pastorear dispersan el excremento este se recolecta manualmente para luego ser echado en la tierra a fertilizar antes del arado (Nürnberg, 2005).

#### 2.1.7.4 Carne

Anualmente el porcentaje de saca es de 10-12; los animales destinados a la producción de carne, en su mayoría son machos de diferentes edades (Vilca, 1991). El 37% de los ganaderos sacrifica machos entre 3 y 4 años para el mercado, el 30% utiliza animales mayores a 5 años para el mercado, el 20% vende los animales jóvenes y el 13% sacrifica hembras de llama viejas (Iñiguez *et al.*, 1997).

Cuadro 2. Producción cárnica en alpaca y llama a nivel nacional

<b>Año</b>	<b>Alpaca Miles TM</b>	<b>Llama Miles TM</b>
<b>2006</b>	19.8	8.6
<b>2007</b>	20.8	9.0
<b>2008</b>	21.1	8.8
<b>2009</b>	23.1	9.2
<b>2010</b>	23.2	9.1
<b>2011</b>	25.1	9.7
<b>2012</b>	25.9	10.0

Fuente: INEI (2012).



#### 2.1.7.4.1. Composición química y valor nutricional

Desde tiempos prehistóricos, la producción y el consumo de carne han desempeñado un papel importante en las comunidades andinas (Fernández Baca, 2005), tanto por su calidad nutritiva como su constitución química. Contiene altos niveles de hierro (3.3 mg/100g) y zinc (4.4 mg/100 g) y bajos niveles de colesterol y grasa (Mamani-Linares y Gallo, 2013).

La composición química de la carne de llama es muy variada, el 73.3% lo compone el agua, las proteínas están en 23.9%, la grasa es reducida, con un promedio de 1.6% de sustancias no proteicas y en el organismo animal se encuentran diversos tipos de lípidos Mamani-Linares y Gallo, 2013). Por el nivel bajo de grasa, la carne de llama se considera como una carne magra, recomendada en la dieta para pacientes con enfermedades cardiovasculares (Bustinza, 1993).

Cuadro 3. Composición de la carne en diversas especies.

Especie	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Colesterol (mg/100g)
Bovino	76.1	1.1	22.4	1.30	49.7
Ovino	68.9-70.4	1.0-1.2	18.8-21.0	8.5-8.8	66.9
Caprino	76.5	0.9	20.8	0.9	56.6-64.6
<b>Llama</b>	<b>73.3</b>	<b>1.2</b>	<b>23.9</b>	<b>1.6</b>	<b>39.0</b>
Alpaca	73.9	1.1	22.7	2.1	51.1

Fuente: Mamani-Linares y Gallo (2013).

La llama es buena fuente de ácidos grasos; los saturados conforman el 50.34%, los saturados 42.48% y 7.18% de poliinsaturados (Polidori *et al.*, 2007a).

Las llamas aumentan el peso corporal hasta los 8 años de edad y a partir de los 13 años, el peso corporal comienza a disminuir, sin embargo, el contenido de proteína alcanza su máximo nivel a los cuatro años de edad y comienza a disminuir a los cinco años, mientras que el contenido de grasa aumenta (Vilca 1991). Sin embargo, el contenido promedio de proteína es de 23.9% y el porcentaje de grasa es de 1.6% como se muestra el cuadro 3.

Los macroelementos (magnesio, fósforo, potasio y sodio) son semejantes en la llama, camello y vacuno. Comparando la llama con la alpaca, la primera tiene mayor proporción de macroelementos, como se muestra en el cuadro 4 (Polidori *et al.*, 2007b).

Cuadro 4: Valor medio de macroelementos (mg/100g) de “*Longissimus thoracis*” en carcasas de 30 alpacas y 20 llamas.

<b>Minerales</b>	<b>Llama</b>	<b>Alpaca</b>
Magnesio	28.4±7.11	23.1±5.43
Potasio	447.1±69.5	411.7±80.1
Fósforo	379.4±67.7	338.0±58.9
Sodio	105.6±33.1	91.8±22.7

Fuente: Polidori *et al.* (2007b)

#### 2.1.7.4.2 Sacrificio

Hay dos tipos de matanza: "saca mayor" y "saca forzada"; la saca mayor se da entre marzo y julio, en este periodo se muestran los animales en mejor condición corporal que coincide con la etapa final de la estación de lluvias y el comienzo de la estación seca; acá la oferta es mayor que la demanda. La saca forzada se practica en el resto del año, cuando los criadores se enfrentan a necesidades familiares, personales o compromisos sociales (Wilca, 1991), como también festividades religiosas (Camino y Sumar, 1992).

Casi todos los criadores matan a sus animales en sus corrales en condiciones de poca higiene (Wilca, 1991), por lo general los camélidos sudamericanos son beneficiados en mataderos para todas las especies, es probable que estas sean sacrificadas en regiones de alta población de camélidos sudamericanos como Puno, Huancavelica, Apurímac o Cusco, que tienen mayor demanda en carne de camélido sudamericano (Fernández-Baca, 2005).

#### 2.1.7.4.2.1 Rendimiento de las carcasas

La carcasa es el cuerpo del animal, sangrado, desollado y eviscerado; la conexión entre el peso de esta y el peso vivo se denomina rendimiento de carcasa. El rendimiento de la llama es 57%, alto, a comparación de otras especies (FAO, 2005), aunque Cristofanelli *et al.* (2004) mencionan que las criadas en Perú son de 50-53%. Pérez *et al.* (2000), afirman que entre machos y hembras hay diferencias en rendimiento de carcasas (56.0% y 54.2% respectivamente) pero no diferencia entre edades en el mismo sexo.

Cuadro 5: Proporción de cortes en carcasa de llama según edad y sexo.

Corte	Machos		Hembra	
	joven	adulto	joven	adulto
<b>Brazuelo</b>				
<b>Músculo</b>	61.8±4.6	63.4± 3.4	64.8±2.1	61.8±3.2
<b>Hueso</b>	19.9±3.1	19.2 ±2.9	23.0±2.4	19.6±0.9
<b>Grasa</b>	12.5±7.9	11.2±6.2	5.7±3.7	13.7±4.1
<b>Pierna</b>				
<b>Músculo</b>	69.7±4.4	70.4±3.9	70.8±1.4	70.5±1.9
<b>Hueso</b>	18.2±0.8	19.8±3.2	20.4±2.4	18.4±1.1
<b>Grasa</b>	6.6±4.9	5.5±2.7	3.3±0.8	6.5±2.4
<b>Pérdidas</b>	5.5±1.5	4.3±1.3	5.5±1.3	4.6±1.0

Fuente. Pérez *et al.* (2000)

El rendimiento de carcasa puede aumentar cuando al animal se le suplementa en su alimentación, siendo 55.3% en llamas alimentadas con pastos, 59.7% alimentados con una mezcla de heno con pastos nativos y 59% con una mezcla de pastos con concentrado de salvado de sorgo y trigo (Mamani-Linares y Gallo, 2013).

Cuadro 6: Proporciones estructurales en el corte de lomo en llamas criadas con diferente tipo de alimentación.

	<b>Pastos</b>	<b>Pastos más heno</b>	<b>Pastos más salvado de sorgo y trigo</b>
<b>Músculo (%)</b>	“79.4±3.3”	“80.4±3.0”	“81.9±3.1”
<b>Hueso (%)</b>	“20.3±2.1”	“19.3±1.2”	“17.6±1.5”
<b>Grasa (%)</b>	“0.3±0.1”	“0.3±0.0”	“0.6±0.1”

Fuente: Mamani-Linares y Gallo (2013)

La llama para el beneficio debe estar en buenas condiciones de salud y peso. En el cuadro 7 se aprecia el peso y rendimiento de la llama.

Cuadro 7. Peso y rendimiento de la llama

<b>Llama</b>	<b>Kilos</b>	<b>Porcentaje</b>
Peso vivo	115	100
<b>Resultado del beneficio</b>		
Carcasa	58.1	51.00
Vísceras	10.37	9.03
Sangre	5.50	4.78
Apéndices	8.60	7.48
Piel	8.19	7.12
Grasa Visceral	0.12	0.10
Bazofia	18.58	16.16
Otros	5.03	4.37
<b>Peso de Vísceras</b>		
Corazón	8.22	7.15
Pulmones	19.34	16.82
Hígado	20.18	17.55
Riñones	1.43	1.24
Estómago	30.56	26.57
Intestinos	31.94	27.77
<b>Peso de Apéndice</b>		
Patatas	29.39	39.47
Cabeza con lengua	61.61	60.53
Rendimiento de carcasa		51.00

Fuente: Téllez (1992)

Actualmente no existe un registro exacto de la cantidad de llamas sacrificadas por año, debido a que la mayor parte no se sacrifica en matadero (Fernández Baca, 2005).

#### 2.1.7.4.3 Presentación de la carne

##### 2.1.7.4.3.1 Carne fresca

El alimentación con carne fresca de llama es limitado en zonas urbanas; es común en zonas alto andinas de bajos ingresos económicos (Fernández-Baca, 2005).

##### 2.1.7.4.3.2 Carne seca

La carne seca, sea charqui o chalonga, es producido principalmente por pequeños productores y es la forma ideal para el almacenamiento y transporte (Vilca, 1991).

El rendimiento del charqui esta entre el 25-46% por kilo de carne fresca, se produce entre mayo y agosto, que corresponde al periodo más frío y seco del año. El proceso más común es la salazón, sometiendo la carne a un secado directo al sol por la mañana y tarde y al frío de la noche. El proceso de secado puede durar de 10 a 25 días. El 83% del charqui está hecho de carne de llama y solo el 17% de la carne de alpaca (Vilca, 1991).

##### 2.1.7.4.3.3 Embutidos

El proceso de embutidos con carne de llama no ha tenido mucho auge; a pesar de que existe potencial para este tipo de producto. Si se utilizan animales jóvenes con carne tierna y de buena calidad, existe una gran posibilidad en el mercado (Fernández-Baca, 2005).

##### 2.1.7.4.4 Normativa

La “Norma Técnica Peruana (NTP) 201.043” (INDECOPI, 2005) indica que “las carcasas y cortes de llama deberán proceder de animales sanos, faenados bajo inspección sanitaria y de mataderos autorizados por la autoridad competente. La carne no deberá contener residuos de

antibióticos, conservantes, ablandadores, o cualquier sustancia que atente contra la salud humana”.

“Factores para la clasificación de las carcasas de alpacas y llamas según la NTP 201.043”:

- “Edad: Se determina observando la dentición para relacionarlo con la terneza de la carne”.  
(Cuadro 8)
- “Sexo: Machos enteros y/o capones y hembras de saca”.
- “Sanidad: Clasificación post-inspección de carcasa y admitida para el consumo humano”.

Cuadro 8. “Determinación de edad en alpacas y llamas por dentición”

“Dentición”	“Edad aproximada”
“Dientes de Leche (DL)”	“Hasta los 2 años”
“Dos dientes (2D)”	“2.5 a 3.5 años”
“Cuatro dientes (4D)”	“3.5 a 4.5 años”
“Boca llena (BLL)”	“Mayor de 4.5 años”

Fuente: INDECOPI (2005)

A la vez, mencionan “las bases técnicas para la clasificación”:

- “Conformación: Relación armoniosa entre el tejido muscular y óseo de la carcasa”
- “Acabado: Grado de gordura del animal determinada por la cantidad, distribución, infiltración, almacenamiento y cobertura de tejido adiposo en una carcasa”.

“Las carcasas de alpacas y llamas se clasificarán de la siguiente manera”:

- “Extra”: “Carcasas de macho enteros o capones hasta dos (02) dientes permanentes de edad, de buena conformación (buen desarrollo y distribución muscular), buena configuración ósea, buena distribución de tejido adiposo de color blanco cremoso”

- “Primera”: “Carcasas de machos castrados (capones) y de hembras no aptas para la reproducción con hasta cuatro (04) dientes permanentes de edad con adecuada proporción ósea y desarrollo convexo de músculos en especial de mayor valor comercial, buena distribución de grasa de manto de color blanco cremoso”.
- “Segunda”: “Carcasas de machos y hembras de regular desarrollo óseo y muscular; con incipiente grasa de cobertura”.
- “Procesamiento o industrial”: “Carcasas de alpacas y llamas, que no alcanzan las calificaciones anteriores, no son aptas para el consumo humano directo, por lo que para su comercialización, deberán ser transformadas en carnes secas-saladas, ahumadas, cocinadas a temperaturas mayores a 60°C, embutidos, y/o afines, previo análisis microbiológico”.

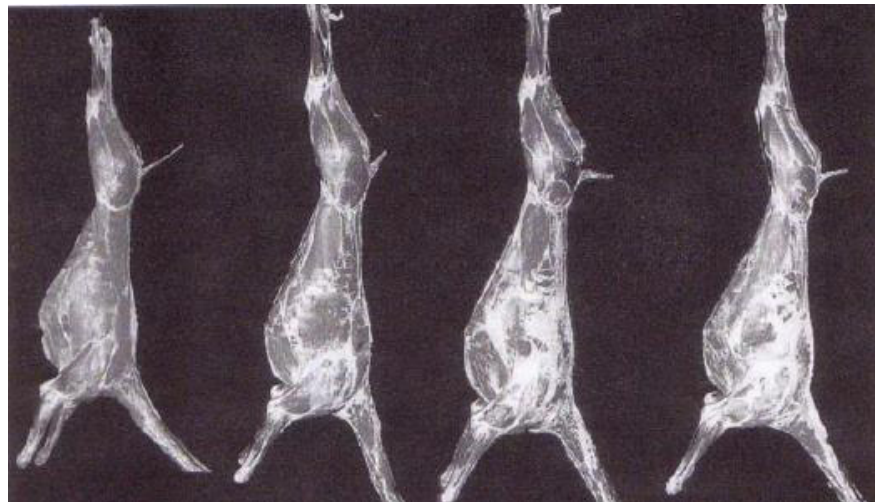


Figura 5. Carcasas de llama extra, primera, segunda, y procesamiento industrial respectivamente.  
Fuente: Condori *et al.*, 2008

Cuadro 9. “Requisitos microbiológicos para carne fresca y congelada de la RM N° 615-2003”

<b>Indicador microbiológico</b>	<b>Límite</b>
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	Menor a $10^6$ ucf/g
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia en 25 g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	Menor a $10^2$ ucf/g
Numeración de bacterias psicrófilas	Menor a $10^5$ NMP/g
Recuento de coliformes totales	Menor a $10^2$ ucf/g
Numeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	Menor a $10^2$ NMP/g

Fuente: INDECOPI (2005).

El “Decreto Supremo N° 015-2012-AG” (MEF, 2012) que aprueba el reglamento sanitario del “Faenado de Animales de Abasto” indica:

“Artículo 23: Matadero de Categoría 1: Los mataderos de categoría 1, son los que cuentan con la capacidad instalada para faenar hasta diez (10) bovinos, veinte (20) porcinos o camélidos y treinta ovinos o caprinos, por jornada diaria y que estén ubicados en donde se faene ganado preferente para la zona”

“Artículo 24: Matadero de Categoría 2 y 3 Los mataderos de la categoría 2 son los que faenan animales destinados exclusivamente al consumo nacional y los mataderos de categoría 3 faenan animales que además podrán destinarse a la exportación

#### 2.1.7.4.5 Problema del sarcocystis

La sarcocistosis causa grandes pérdidas en la comercialización de la carne de camélidos sudamericanos (Fernández-Baca, 2005); y además no hay tratamiento disponible para esta parasitosis (Camino y Sumar, 1992).

La sarcocistosis es causada por una coccidia (Camino y Sumar, 1992), hay tres especies de ellas, aunque las llama solo son afectadas por el *Sarcocystis aucheniae*, produciendo quistes macroscópicos en la musculatura (figura 6); estos son conocidos por los criadores como “triquina” o “arrocillo”.





Figura 6. Evidencia de macroquistes en carne

Es una zoonosis toxica que se transmite por el consumo de carne; los síntomas son nauseas, diarreas y cólicos (Leguía, 1999).

La sarcocistosis tiene un ciclo de vida indirecto de tipo “depredador-presa”. Los perros o carnívoros silvestres se infectan al alimentarse de la carne cruda; los que se reproducen sexualmente en el sistema digestivo del hospedero intermediario, excretándose en las heces como ooquistes. Los camélidos sudamericanos en su sistema de digestión los quistes se reproducen sexualmente y se excretan en las heces como ooquistes.

Se excretan con las heces como ooquistes; los animales se contaminan al consumir forraje o agua contaminada con sarcocistos. Se necesita tres generaciones de sarcocistos en una llama para afectar a los músculos; las dos primeras generaciones afectan la vasculatura de casi todos los órganos y luego la tercera generación afecta la musculatura de las llamas (Leguía, 1999).

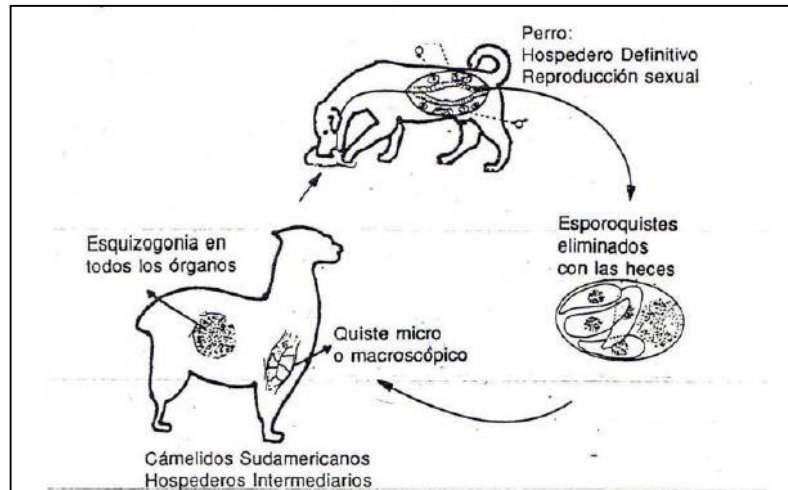


Figura 7. Ciclo biológico del *Sarcocystis aucheniae*  
Fuente: Leguía, 1999.

En general, la incidencia de sarcocistosis es menor en animales jóvenes. Sin embargo, hay lugares donde los agricultores reportan una incidencia muy baja de sarcocistosis y otros donde la incidencia es muy alta (Iñiguez *et al.*, 1997).

## 2.2. LA NUEZ

### 2.2.1. Descripción general

Las nueces, cuyo nombre científico es *Juglans regia*, es un alimento altamente nutritivo, tiene propiedades medicinales siendo usado como para tratar la tos, el dolor de estómago (Perry, 1980) y el cáncer en Asia y Europa (Duke, 1989). La característica de este fruto son sus altos niveles de ácidos grasos, como los insaturados (oleico y linoleico). En su composición también tiene  $\alpha$ -tocoferol (antioxidante), aunque las cantidades que tiene son más bajas que en otros frutos secos como las almendras, avellanas, cacahuets, etc. (Kagawa, 2001). A este fruto se le atribuye tener efecto hipocolesterolemiaante el cual es comparable al observado el aceite de oliva (González, 2008).



Figura 8. La nuez

Fuente: Federación Nacional de Nutrición de España, 2018

### 2.2.2. Taxonomía y descripción morfológica

Integrando a la familia de las juglandáceas, el nogal común (*Juglans Regia*) es una especie de árbol cuyas hojas tienen formas pinnadas y su fruto es la nuez; con aspecto externo leñoso, e interior carnoso con fraccionamiento imperfecto (Aldunce, 1994; Rojas, 2000).

### 2.2.3. Composición química

Contiene 65.2% de lípidos, 15.2% de proteínas y 13.7% de carbohidratos. En cada 100 gramos de producto, hay 654 kilocalorías, se considera un alimento concentrado debido a que solo tiene 4% de agua (Souci *et al.*, 1989).

Entre las vitaminas que están presentes en este fruto tenemos a las del grupo B, la vitamina A y C; y lo que más destaca es la vitamina E, por su acción antioxidante (Serrano, 2006).

En los minerales encontramos cantidades considerables de potasio, fósforo, magnesio y calcio, estos minerales regulan el balance intra y extracelular; así que un déficit de ellos, provoca trastornos a nivel muscular (dolor y debilidad), óseos (desmineralización ósea, osteoporosis), nerviosos (irritabilidad, temblor desorientación). (Carbajal, 2017).

Cuadro 10. Composición química del fruto por 100g.

<b>Componente</b>	<b>Cantidad cruda</b>	<b>Componente</b>	<b>Cantidad cruda</b>
Agua	4 g	Hierro	2,9 mg
Energía	654 Kcal.	Zinc	3 mg
Grasa	65 g	Cobre	1.5 mg
Proteína	15.23 g.	Vitamina C	1.3 mg
Hidratos de carbono	13.7 g	Vitamina B1	0.34 mg
Fibra	6.7 g	Vitamina B2	0.15 mg
Potasio	441 mg	Vitamina B6	0.53 mg
Sodio	2 mg	Vitamina A	41 UI
Fósforo	346 mg	Vitamina E	2.9 mg
Calcio	98 mg	Folacina	98 µg
Magnesio	158 mg	Niacina	1.9 mg

Fuente: USDA – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2004).

Este fruto se caracteriza por tener elevada cantidad de grasas monoinsaturadas, las cuales reducen el nivel de colesterol total en sangre, y protegen al sistema cardiovascular; así mismo tiene una gran cantidad de grasas poliinsaturadas, las que reducen el colesterol total, además de llevar una acción anti-agregante plaquetaria, reduciendo la formación de trombos en los vasos sanguíneos (Serrano, 2006).

Cuadro 11. Ácidos grasos en nuez

<b>Compuestos</b>	<b>Valor cada 100 g</b>
Ácidos grasos saturados	6.13
Ácidos grasos monoinsaturadas	8.93
Ácidos grasos poliinsaturadas	47.17

Fuente: USDA – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2004).

#### 2.2.4. Efectos en la salud humana

La nuez, según investigaciones previas, poseen grandes efectos vitales para el hombre, como bajar la incidencia en problemas cardiacos y obesidad (González *et al.*, 2001). Así, una

dieta basada en nueces, es una manera ideal de prevenir enfermedades que producen elevada morbilidad y mortalidad en el mundo occidental (Krauss *et al.*, 2000).

Una dieta con nueces reduce el colesterol total entre un 4 a 12% y el colesterol de lipoproteína de baja intensidad (colesterol LDL) entre un 8 a 16 % (Zambón *et al.*, 2000). Sin embargo, para el colesterol de lipoproteína de alta intensidad (colesterol HDL) los resultados obtenidos en las investigaciones no son iguales. Así tenemos que Sabaté *et al.* (1993) detectó una reducción del 5% del colesterol HDL; mientras que Chisholm *et al.* (1998) demostró un aumento de 14%; y en otros estudios no se observó cambios en los niveles de colesterol HDL (Iwamoto *et al.* 2000).

Hay estudios que demuestran que no hay variaciones en triglicéridos; aunque, Zambón *et al.* (2000), determinaron en triglicéridos de tipo plasmáticos 68% de merma. López *et al.* (2012), indican que los componentes bioactivos como los fitoesteroles, los compuestos fenólicos, el resveratrol, y la arginina tienen buenos efectos sobre la salud.

“La constitución interna de los frutos secos es semejante en ellos. No obstante, los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA n-3) y los antioxidantes son los componentes primordiales que diferencian la composición de la nuez a los demás frutos secos. La capacidad alta de PUFA n-3 es por el ácido linolenico que se encuentra en 6% en la nuez, a comparación del 1% en otros frutos secos. Esto hace considerar a la nuez una fuente importante de ácido linoleico igual que los condriictios e osteictios (Albert *et al.*, 2002). De la misma manera, los acidos grasos (oleicos y linoleicos) representan el 75%, mientras que los saturados son el 7%; esto demuestra “un gran perfil lipídico” (figura 9).

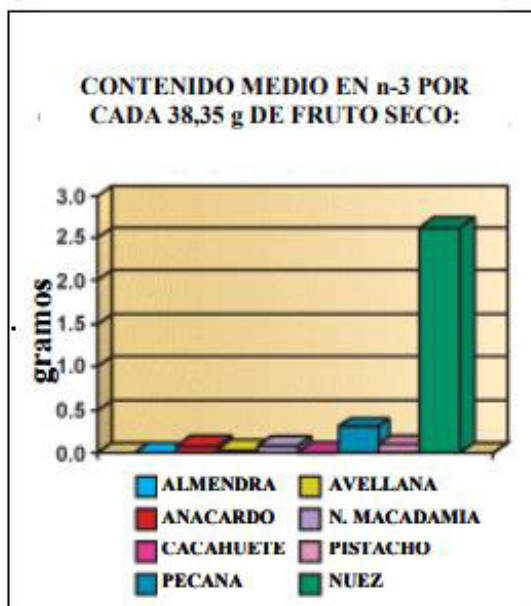


Figura 9: Proporción de PUFA´s n-3 en diversos frutos secos.  
Fuente: Andrade, 2012.

Los antioxidantes (vitamina E, polifenoles, selenio, zinc y ácido fólico), se localizan en la nuez, siendo esta los de mayor cantidad (Brown y Hu, 2001). La vitamina E (tocoferol) es elevado en relación a otros frutos secos (43.5 mg/100g), contiene altos niveles de  $\gamma$ - tocoferol (20.8-40.4 mg/100g) y bajos de  $\alpha$ - tocoferol (1.7-1.9 mg/100g) (Souci et al. 1989).

#### 2.2.5. Otros usos de la nuez

De la cascara se puede obtener en la cosmética productos capilares y se también se puede hacer infusiones con propiedades astringentes, con los aceites de la semilla se puede obtener productos de cosmética (secantes de pintura y jabones) (Sabaté 1999).

## 2.3. TRANSGLUTAMINASA

### 2.3.1 Descripción general

La transglutaminasa (TGasa), es una enzima que se encuentra de forma natural en la mayoría de los tejidos y fluidos extracelulares de los vertebrados, esta enzima tiene un papel importante en la coagulación sanguínea, cicatrización de heridas y cicatrización de la epidermis.

Se identificaron diferentes isoformas en TGasas; así mismo su lugar de extracción, purificación como su masa molecular; esta masa fue identificada por electroforesis. (Wilhelm *et al.*, 1996).

Cuadro 12. Isoformas: origen y masa molecular.

Enzima	Masa molecular (kDa)	Fuente de extracción
TGasa Secretoria	65 – 70	Próstata (cobayo, rata)
TGasa Tisular	80 – 85	Hígado (cobayo, rata)
TGasa Hemocítica	86	Eritrocitos (hombre)
TGasa Queratinocítica	92	Hígado (rata)
Factor XII a	80	Plaquetas, placenta, plasma (hombre)
Tgasa Epidérmica	50	Piel (cobayo, hombre)

Fuente: Wilhelm *et al.*, 1996

La TGasa obtenida a partir de hígado de cobayo, fue durante muchos años la única que se comercializó. En los años 80, se observó que la aplicación de esta enzima podía ayudar a modificar las características de los alimentos diversificando la tecnología y los productos, asimismo, el uso de TGasa de hígado de cobayo y plasma bovino cambio el comportamiento de las de las proteínas de la leche y soya. Mediante la genética se ha intentado obtener la enzima de *Escherichia*, *Bacillus* o *Saccharomyces*, sin embargo, no pudieron entrar a comercialización por el escaso rendimiento (Seguro *et al.*, 1996).

### 2.3.2. Transglutaminasa microbiana

La “transglutaminasa microbiana (MTGasa)”, se aisló por primera vez de una cepa de *Streptoverticillium sp* en 1989; es una proteína monocatenaria, peso molecular 38kDa y constituida por 331 aminoácidos (Yokoyama *et al.*, 2004) es una estructura cristalina, constituido por el residuo de cisteína, histidina y ácido aspártico o asparagina (Kuraishi *et al.*, 2001).

La MTGasa cataliza la formación de entrecruzamientos inter e intramoleculares de  $\epsilon$ -( $\lambda$ -glutamil) lisina (enlaces Gg-L), tales como la caseínas (Koksel *et al.*, 2001); puede catalizar la conversión de proteínas solubles en polímeros de proteína insolubles (Dickinson, 1997).

“Los enlaces  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutaminil) lisina, que forma la MTGasa, son digeridos por las enzimas digestivas de todos los mamíferos que rompen los polipéptidos en aminoácidos, pero mantienen los dipéptidos  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutaminil) lisina intactos. Éstos serán absorbidos en la paredes intestinales y se transportarán al hígado, donde son metabolizados por dos enzimas que van a degradar estos enlaces: la  $\gamma$ -glutamyltransferasa (EC 2, 3, 2,2) y la  $\gamma$ -glutamyl-ciclotransferasa (EC 2,3,2,4), generando lisina libre. Además se ha comprobado que la lisina proveniente de los enlaces cruzados se incorpora a los tejidos y es aprovechada por el organismo”.

En los huevos del pescado (Kumazawa *et al.*, 1996) como en la soya y aves podemos encontrar enlaces  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutaminil) lisina (Kumazawa *et al.*, 1996 Sakamoto *et al.*, 1995, Seguro *et al.*, 1996).

### 2.3.3. Propiedades fisicoquímicas.

La estabilidad de la MTGasa se da en un parámetro de 4-9 de pH, no obstante, el ideal está en 6-7. El “punto isoeléctrico” es 8.9, 45-50°C (mantiene su actividad 0-50 °C) de temperatura ideal, pH de 6 (Ajinomoto ®, 2009), esta enzima se inactiva de manera irreversible a temperaturas superiores a 80°C (Menéndez *et al.*, 2006).



La MTGasa es independiente del calcio, eso la diferencia de la TGasa endógena, esto es imprescindible al momento de cambiar la funcionabilidad proteínica que están en alimentos y son sensibles a la presencia de  $\text{Ca}^{2+}$ , favoreciendo el precipitado; en tanto  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ba}^{2+}$  la actividad enzimática no se ve alterada (Motoki *et al.*, 1990; Matsumura *et al.*, 2000).

#### 2.3.4. Características y aplicaciones

La MTGasa trabaja en un amplio rango de pH, tienen una elevada velocidad de reacción, actúa a temperaturas de actividad baja y media, tiene baja masa molecular, en el sustrato tiene limitada especificidad (Pszczola, 2002).

La MTGasa perfecciona las características alimentarias en los lácteos, soja, carne e incluso la panadería (Kuraishi *et al.*, 2001; Pszczola, 2002).

Entre las aplicaciones más comunes de la MTGasa, tenemos:

##### 2.3.4.1. Productos cárnicos

El MTGasa es usualmente usada en carne fresca (cerdo, bovino, pollo y cordero) para producir carne reestructurada al unir pedazos de carne (Lee y Park, 2003). Si se combina MTGasa y caseinatos, se vuelve viscoso y funciona con ligazón para unir diferentes alimentos sin que se necesite altas temperaturas ni sal (Kuraishi *et al.*, 1997; Tsukamasa *et al.*, 2002).

En bajas temperaturas se puede fabricar productos con MTGasa (Cofrades *et al.*, 2006), y también usado para sustituir la grasa por su habilidad cambiando las características proteínicas (Novo-Nordisk, 1995).

En la actualidad existen ingredientes que junto con la enzima modifican la textura y la retención de agua en carnes, como el caseinato (Carballo *et al.*, 2006), carragenato, soya y plasma sanguíneo (Pietrasik, 2003).

#### 2.3.4.2. Productos pesqueros

En la formación de los geles del pescado ayuda la TMGasa. Asagami *et al.*, (1995) añadieron MTGasa en el surimi congelado de diferentes especies, ellos demostraron que los efectos de la MTGasa no solo depende de la especie, sino de otros factores como la frescura de la carne. Dondero *et al.*, (2002), demostró que se puede obtener surimi de jurel (*Trachurus murphyi*) con el uso de la MTGasa.

#### 2.3.4.3. Otras aplicaciones

Lauber *et al.*, (2000) describe que hay aumento en la estabilidad, coagulación enzimática, retención de agua en los lácteos. La incorporación de la MTGasa aumenta la rapidez en la elaboración de geles en la caseína, proporcionándoles mayor viscosidad a diferencia de los geles obtenidos por acidificación o por la aplicación de enzimas como la renina. (Flanagan *et al.*, 2003).

#### 2.3.5 Reglamentación

Actualmente la TGasa no se encuentra en la lista de aditivos del Codex Alimentarius; por esa razón se toma como referencia la lista del “Departamento de Agricultura de los Estados Unidos” (USDA, 2004), la que si la toma como aditivo alimentario desde el 31 de octubre del 2001 (USDA, 2004).

## **2.4. REESTRUCTURADOS CÁRNICOS**

#### 2.4.1. Descripción general

Son productos en los que su elaboración se basa en el uso carne como materia prima, esta carne mediante el trozado, picado o molido son sometidos a procesos con el objetivo de darles nuevas presentaciones. Su presentación puede ser cruda, precocinada o cocinada. El fundamento

es obtener nuevos productos, con composición química distinta e ingredientes no cárnicos, derivando productos diferentes a la carne de origen (Cambero *et al.*, 1991).

#### 2.4.2. Ventajas de la reestructuración

Las ventajas de los reestructurados son las siguientes:

- Revalorizar las primas cárnicas. Dar oportunidad a que las partes de la canal de bajo costo, sean transformadas a productos de mejor calidad y mayor precio.
- Aumentar el número de productos cárnicos ofertados. Permite diversificar la oferta, la mayor parte de productos reestructurados se ofertan congelados o precocinados.
- Controlar y reproducir atributos sensoriales y propiedades tecnológicas del producto. Nos permite obtener reestructurados con características uniformes (forma, tamaño, textura, comportamiento a la cocción), permitiendo obtener un producto con las características que exige el mercado.
- Formular productos de composición garantizada y ajustada. Al condicionar la composición del reestructurado favorece la fabricación de nuevos productos con características funcionales, adecuándolo a las normas alimentarias internacionales (Cambero *et al.*, 1991; Resurrección, 2003).

#### 2.4.3. Métodos de reestructuración

La mayoría de los métodos de reestructuración coinciden con el uso de sal, fosfatos y manipulación mecánica, con el fin de la extracción de la proteína. El uso del calor es para formar una matriz de proteínas gelificadas. Las proteínas no se mantienen juntas cuando están crudas, por lo que la comercialización debe ser precocida o congelada. (Ruiz *et al.*, 1993).

En el mercado hay métodos que nos permiten comercializar a temperatura de refrigeración los reestructurados crudos. Estos son “Fibrimex™”, y “Activa GS®”. “Fibrimex™” la función de este insumo es la coagulación gel en la reestructuración cárnica

(Fibrimex, 2004). “ActivaGS®” tiene a la transglutaminasa como principio activo catalizando la formación de uniones entre proteínas. “FibrimexTM®”, está aprobado como único método en Canadá; mientras que en Japón y los Estados Unidos de Norteamérica está aprobada también Activa GS® (Boles, 2007).

#### 2.4.4. Reducción de la partícula, adición de sal y masajeo

El objetivo de la reducción de partícula es fracturar la estructura muscular y mejorar la textura al otorgarle suavidad; esto se hace en cortadoras de cubos y rebanadoras.

Es de importancia que la carne este sin grasa ni epimisio para que se formen “puentes de unión” entre las miofibrillas (Ruiz *et al.*, 1993). La grasa puede ser incorporada para mejorar la jugosidad, si esta es molida en cortes de 4mm (Boles, 2007).

La sal preserva el reestructurado (Claus *et al.*, 1994), mejora la palatabilidad en el análisis sensorial (Cross y Stanfield, 1976). Los fosfatos evitan el enranciamiento de las grasas además de darle jugosidad; sii se usa sal y fosfatos se puede colocar 0.2% de cada uno; mientras que si solo se usa fosfato se aplica el 0.5%; con los fosfatos reducen las pérdidas de agua en cocción

La relación de la cantidad de sal (0 y 0.5%) y la duración del masajeo (0, 8, 16 y 24 minutos) con respecto a la carne reestructurada. Determinaron que masajear por 16 minutos había mejores resultados en la suavidad y cohesión del reestructurado. El sabor no fue alterado por la duración del masajeo, siendo el porcentaje ideal de sal es de 0.5% (Booren *et al.*, 1981).

#### 2.4.5. Fabricación de los reestructurados

##### 2.4.5.1. Acondicionamiento de la carne

Antes de la fragmentación de la materia prima, la grasa y tendones excedentes se elimina, esto ayuda a menguar la dureza. (Booren *et al.*, 1981).

#### 2.4.5.2. Reducción de la carne

Al reducir la dureza en partículas de 0.8 y 1.5 cm y aumentar el área superficial, facilita la extracción de las proteínas miofibrilares.

Huffman y Corday (1982) mencionaron que en la reducción se emplea instrumentos como picadoras troceadora , etc, que se pueden adaptar a diferentes condiciones del procesado.

#### 2.4.5.3. Mezclado

El objetivo del mezclado es de distribuir los ingredientes de manera homogénea que formaran el reestructurado final. Favorece la liberación de componentes intracelulares. Se debe realizarlo en mezcladoras con movimiento lento para la efectividad del amasado (Serrano, 2006).

#### 2.4.5.4. Moldeado del producto

Consiste en agregar a un molde (acero inoxidable o plástico) la masa cárnica para prensarlo. De acuerdo a lo que se pretende elaborar, depende la temperatura y tiempo (Serrano, 2006).

#### 2.4.5.5. Tipos de reestructurados.

- Reestructurado congelado.

Los reestructurados son congelados a -20 °C, hasta el momento que son sometidos a la cocción (gelificación por calor) y son consumidos. Se pueden congelar reestructurados que tengan forma de diversas formas, como porciones individuales, y también como filetes.

- Reestructurado precocinado o cocinado.

Se procede por gelificación de calor permitiendo obtener productos terminados, como semicocidos o terminados para el consumo (Serrano, 2006).

- Reestructurado refrigerado.

En estos productos suelen ser más frágiles y lábiles, lo que su consistencia no está proporcionada en la congelación, lo que hace difícil al manipular; para mejorar esto se emplea “gelificantes en frío” (tombina, fibrinógeno o compuestos de MTGasa). La adición del MTGasa puede ser en empolvoreada y la ligazón depende de factores externos como tiempo y temperatura (Sheard, 2002).

#### 2.4.6. Causas que alteran la calidad en la fabricación de los reestructurados

##### 2.4.6.1 Causas asociadas a la estructura de los reestructurados.

La importancia de los componentes en el proceso de fabricación del reestructurado depende de cómo pueda afectar al producto final. La sal (ClNa) y los fosfatos dan fuerza iónica y aumenta la solubilidad de las proteínas miofibrilares

##### 2.4.6.2. Causas tecnológicas.

Son varias las causas tecnológicas que pueden producir variaciones en el reestructurado.

- Dimensiones de la partícula cárnica.

El picado, a comparación de otros, es el método más usado en la disminución de la partícula debido a su practicidad (Boles y Shand, 1998).

Las dimensiones de la partícula puede afectar la textura, color, propiedades ligantes y sensoriales del producto final, produce alteraciones en la extracción de proteínas influyendo en el resultado final (Mandingo, 1988). Así, menor sea sus dimensiones de la partícula, tendrá más ingreso a las miofibrillas, desarrollando mayor ligazón del producto (Campbell y Mandingo, 1978). La reducción de partícula debe ser limitada, sino altera las características del producto final.

- Temperatura del proceso.

Unos de los parámetros a tener en cuenta en el proceso de la elaboración de reestructurados es la temperatura; la temperatura para llevarse a cabo la reducción de la partícula es  $-4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Mandingo, 1988), en la liberación proteínica durante la mezcla la temperatura ideal es menor a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Booren *et al.*, 1981).

- Tiempo de mezclado.

El periodo de tiempo influye en la calidad del producto final. En la reducción, se destruye la pared celular y se libera agua; con el mezclado se intensificará la extracción proteica y favorecerá la ligazón. Si ocurre una mezcla muy prolongada dará resultado a una textura muy elástica; si la mezcla fue en corto tiempo darán como resultado texturas friables (Serrano, 2006).

#### 2.4.6.3. Causas por solubilidad de las proteínas

La fabricación del reestructurado depende del “cemento de unión o matriz”, formada de proteínas miofibrilares y entre porciones cárnicas. La extracción de proteínas se consigue con:

- Procedimientos físicos.

Los métodos físicos, la liberación de proteínica se debe al rompimiento de las miofibrillas con el objetivo de productos con mayor textura (Booren y Mandingo, 1987).

- Procedimientos químicos.

La extracción proteínica se relaciona a la presencia de sales en un 0.5-1.5% (ClNa y polifosfatos) acrecientan la retención de agua, para el establecimiento de una adecuada matriz proteica (Mandingo, 1988).

#### 2.4.7. Factores de “calidad” de la reestructuración

“Es aquello que gusta al consumidor y por lo que está dispuesto a pagar más” (Hammond, 1955).

##### 2.4.7.1 Estudio de las causas tecnológicas.

- “Propiedades ligantes de agua y grasa”.

Suministra referencia de la retención del reestructurado en agua y grasa. La valoración se da por efectos térmicos, descongelación o cocción del reestructurado.

- “Cambio morfológico debido al tratamiento térmico”.

La deformación es la principal modificación morfológica que se presenta (Mounsdon y Jolley, 1987). De este modo, con menos frecuencia, se desarrolla orificios en el interior con una ampliación de altura en la altura (Sheard, 2002). La precisión de esta referencia es útil para dar a conocer las deformaciones de las dimensiones luego de la exposición térmica.

- “Medida objetiva del color”.

La acogida por el usuario depende muchas veces de su apariencia superficial, entre ellos el color es el más significativo. El color aporta una información de la frescura de la carne, la elaboración, almacenamiento y conservación. Su mayor desventaja es la decoloración, porque su aceptabilidad se ve disminuida (Chen y Trout, 1991). El colorímetro es la que da la determinación objetiva del color.

- “Determinación instrumental de la textura”.

La textura junto con dureza, jugosidad, fibrosidad, masticabilidad, etc., son usados para definir al producto cárnico cuando es consumido y estimulado por los receptores de la lengua y paladar.



La medida de la “fuerza de ligazón” junto con el “ensayo de Kramer” son empleados para el análisis objetivo. La fuerza máxima de corte se determina por el “ensayo de Kramer” determinado como “la carga máxima por unidad de peso de muestra (N/g)”.

“Fuerza de ligazón” es la “fuerza” aplicada por unidad de área de sección, para separar las piezas ligadas del producto cárnico (Schmidt y Trout, 1982).

Otros parámetros que se determinan por técnicas de relajación-compresión son la elasticidad, masticación, etc., que son menos factibles por el inconveniente de obtener productos de estructura lisa.

- “Análisis de los factores sensoriales”.

La valoración sensorial del producto va condicionado al grado de aceptación o rechazo del consumidor. Los consumidores (catadores) valorizan valiéndose de los órganos de los sentidos, y el resultado es traducido a valores numéricos. Estas pruebas se clasifican: discriminativas, clasificación, descriptivas y hedónicas.

- “Análisis de los factores higiénicos”.

La gran manipulación que se le da a la carne reestructurada en la elaboración, hace la posibilidad que la contaminación sea alta. Para evitar ello, se debe seguir medidas de higiene del fabricante, con el propósito que el producto no se contamine en la elaboración y así tener larga vida en la conservación (García y Carraspiso, 2002).

Otro tipo de contaminación habitual es la ambiental (desinfectantes, pesticidas, antimicrobianos); también se contamina durante elaboración o conservación (oxidación de lípidos, aminas biógenas). Los residuos físicos como plásticos, restos óseos, es otro tipo de contaminación.

- “Análisis de los factores nutritivos”.

Para establecer un factor nutritivo de un alimento, se basa en la cantidad de nutrientes, digestión y absorción de estos; a la vez está relacionado con la composición proximal del mismo. Otros valores para establecer la calidad del alimento son el aporte proteínico, aminoácidos, ácidos grasos, minerales y vitaminas (García y Carraspi, 2002).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y tiempo**

El estudio se efectuó en el Laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y en el Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos, Investigación e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante el periodo de junio a noviembre del 2018.

#### **3.2. Materia prima e insumos**

##### 3.2.1. Materia prima

- Carne recién faenada de llama proveniente de Jauli, provincia de la región Junín.
- Nueces enteras provenientes de un microcomercializador del mercado de Caquetá.

##### 3.2.2. Insumos

- Sal común.
- “Transglutaminasa Activa GS<sup>®</sup>” de Ajinomoto.

### **3.3. Materiales y equipos**

#### 3.3.1. Materiales

- Cuchillo para chef de acero inoxidable.
- Tabla de picar.
- Mortero.
- Recipientes de plástico (tapers) de 500 ml.

#### 3.3.2. Equipos

- Balanza de cocina Valtox.
- Molino para carne Meat Grinder.
- Termómetro digital de punción Luft Precisión: +/- 1°C entre - 50°C y 200°C.
- Refrigeradora con congeladora Electrolux RDE34.
- Máquina universal de textura Instron 3365.
- Colorímetro Minolta CM-5.

### **3.4. Evaluación**

#### 3.4.1. Evaluación de color

Con el colorímetro Minolta CM-5 con iluminante D65 observador estándar con un ángulo de visión de 10° se estableció el análisis de color a las formulaciones con los parámetros “L\* (luminosidad: +L = blanco, -L = negro)”, “a\* (rojizo: +a = rojo, -a = verde)” y “b\* (amarillo: +b = amarillo, -b = verde)” (Serrano, 2006).

#### 3.4.2. Evaluación de textura

Se efectuó el análisis de textura en las 16 formulaciones con la maquina universal de textura Instron 3365 con celda de carga 5KN accesorio Ottawa compression. Se empleó una

velocidad de ensayo de 200mm/min con deformación del 75%; en las formulaciones se dispuso la cohesividad como parámetro para la determinación de la formula óptima. (Serrano, 2006).

#### 3.4.3. Evaluación de costos

La formulación que se determinó para analizar costos, fue la siguiente:

Se determinó el costo fijo de los ingredientes “Costo Constante (CC)” seguido por el “costo de los ingredientes” por “el porcentaje utilizado en la mezcla principal”.

$$\text{Costo Total} = [CC + CAX_1 + CNX_2 + CTX_3]$$

Dónde:

- “CC= Costo constante (Soles)”
- “CA= Costo de carne de llama (Soles / kg)”
- “CN= Costo de la nuez (Soles / kg)”
- “CT= Costo de transglutaminasa (Soles / kg)”
- “X<sub>1</sub>= Porcentaje de carne de llama en masa principal (%)”
- “X<sub>2</sub>= Porcentaje de nuez en masa principal (%)”
- “X<sub>3</sub>= Porcentaje de transglutaminasa en masa principal (%)”

#### 3.4.4. Evaluación de pérdidas por cocción

Se elaboró el porcentaje siguiendo la formula a continuación. El horno microonda donde se desarrolló el análisis tenía 70% de potencia, y esta evaluación fue en 6 minutos. (Serrano 2006).

$$\text{Pérdidas por cocción \%} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

### 3.4.5. Análisis sensorial

Se hizo la prueba de aceptación de las fórmulas seleccionadas en base a parámetros expuestos por Serrano (2006).

Cuadro 13. Parámetros empleados en la elaboración de las formulaciones.

	<b>Objetivo</b>	<b>Límite mínimo</b>	<b>Límite máximo</b>
Cohesividad	En rango	0.43	0.55
Costos	Minimizar	32.40	47.50
Perdida de cocción	Minimizar	0.18	0.42

Fuente: Serrano, 2006.

Los criterios que se usó para la selección de los 100 panelistas fueron los siguientes: rango de edad de 18 a 30 años, no embarazadas, no alérgicos a los ingredientes del reestructurado, no presentar problemas temporales de salud (resfriados, trastornos gastrointestinales o dolor de muelas), no ingestión de alimentos una hora antes ni uso de cosméticos olorosos (Carpenter *et al.*, 2002). La cocción de la muestra fue a 100°C y su preparación fue a la plancha. Dos cartillas de evaluación con escalas hedónicas de nueve puntos fueron entregadas a los 100 panelistas (Peryam *et al.*, 1957) (Anexo 1 y 2).

### 3.4.6. Análisis químico proximal.

El reestructurado cárnico con mayor aceptabilidad sensorial fue picado, colocado en un envase de porcelana y secado por 24 horas en la estufa a 60°C. La muestra se determinó como seca cuando ya no había cambios en el peso. Se molió la muestra y se realizaron los análisis. El análisis proximal, el cual será determinado por los métodos oficiales de la Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) edición 19°, 2012 mediante lo siguiente:

- Determinación de la humedad se utilizara el método oficial de la AOAC 925.10.
- Determinación de la proteína se utilizara el método oficial de la AOAC 2001.11.

- Determinación de grasa se utilizara el método oficial de la AOAC 991.36
- Determinación de cenizas se utilizara el método oficial de la AOAC 923.03.

### 3.5. Experimentación

#### 3.5.1. Diseño de estudio

El presente estudio se elaboró con carne de llama, con adición de nuez y transglutaminasa empleándose el software “Desing Expert ® 11” al reestructurado (figura 10). .

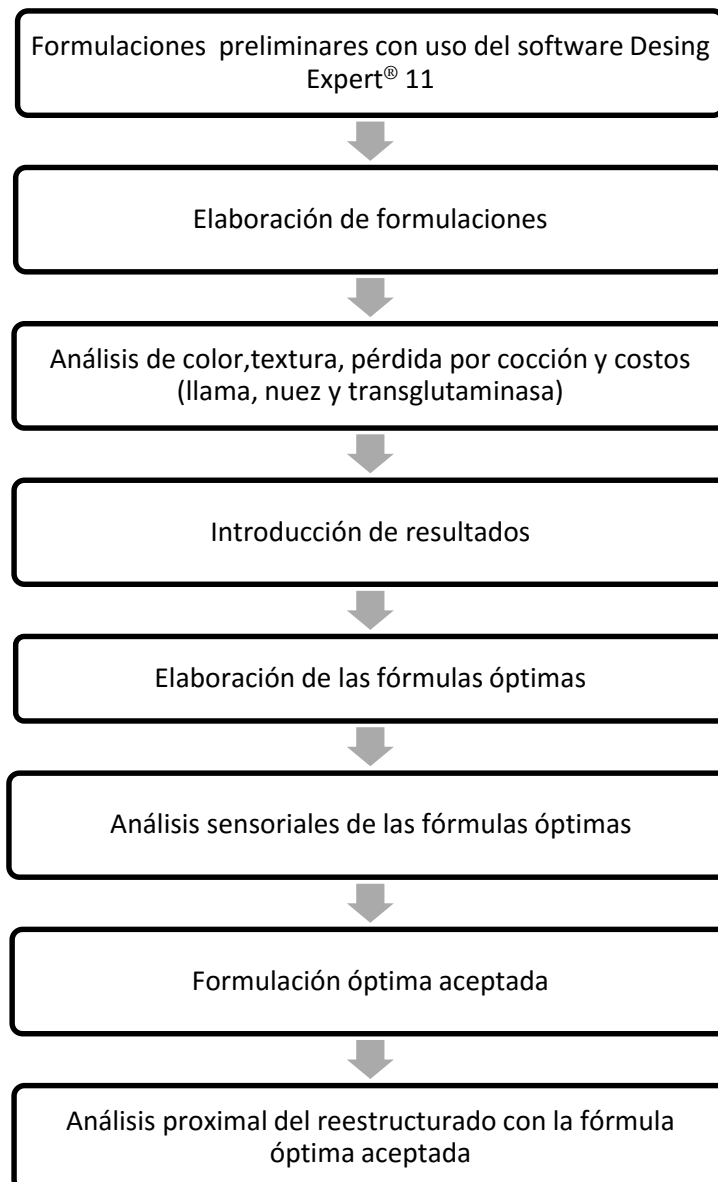


Figura 10. Diseño de estudio

### 3.5.2. Fórmulas preliminares

El software “Desing Expert ®11” nos permitió llevar a cabo los ajustes óptimos de acuerdo a los parámetros expuestos por Serrano (2006) (cuadro 14), adicionando el peso (100g) y de esta manera conseguir la formulación ideal.

Cuadro 14. Intervalos empleados en la elaboración de las formulaciones.

	Nombre	Mínimo	Máximo
A (mezcla)	Carne de llama	79	94
B (mezcla)	Nuez	5	20
C (mezcla)	MTGasa	0.5	1

El software en base a estos datos determinó 16 formulaciones a valorar.

Cuadro 15. Formulaciones a evaluar según el Software Desing Expert ®11

<b>Fórmula (100g)</b>	Llama (g)	Nuez (g)	Transglutaminasa (g)
1	82.94	16.31	0.75
2	86.50	12.50	1.00
3	79.33	20.00	0.67
4	90.31	8.94	0.75
5	79.00	20.00	1.00
6	89.00	10.00	1.00
7	94.00	5.50	0.5
8	94.00	5.00	1.00
9	79.33	20.00	0.67
10	84.00	15.00	1.00
11	91.31	7.94	0.75
12	86.75	12.75	0.50
13	90.32	8.94	0.75
14	84.33	15.17	0.50
15	89.17	10.33	0.50
16	90.31	8.94	0.75



### 3.5.3. Flujograma de elaboración

La figura 11 muestra los pasos de la fabricación del reestructurado.

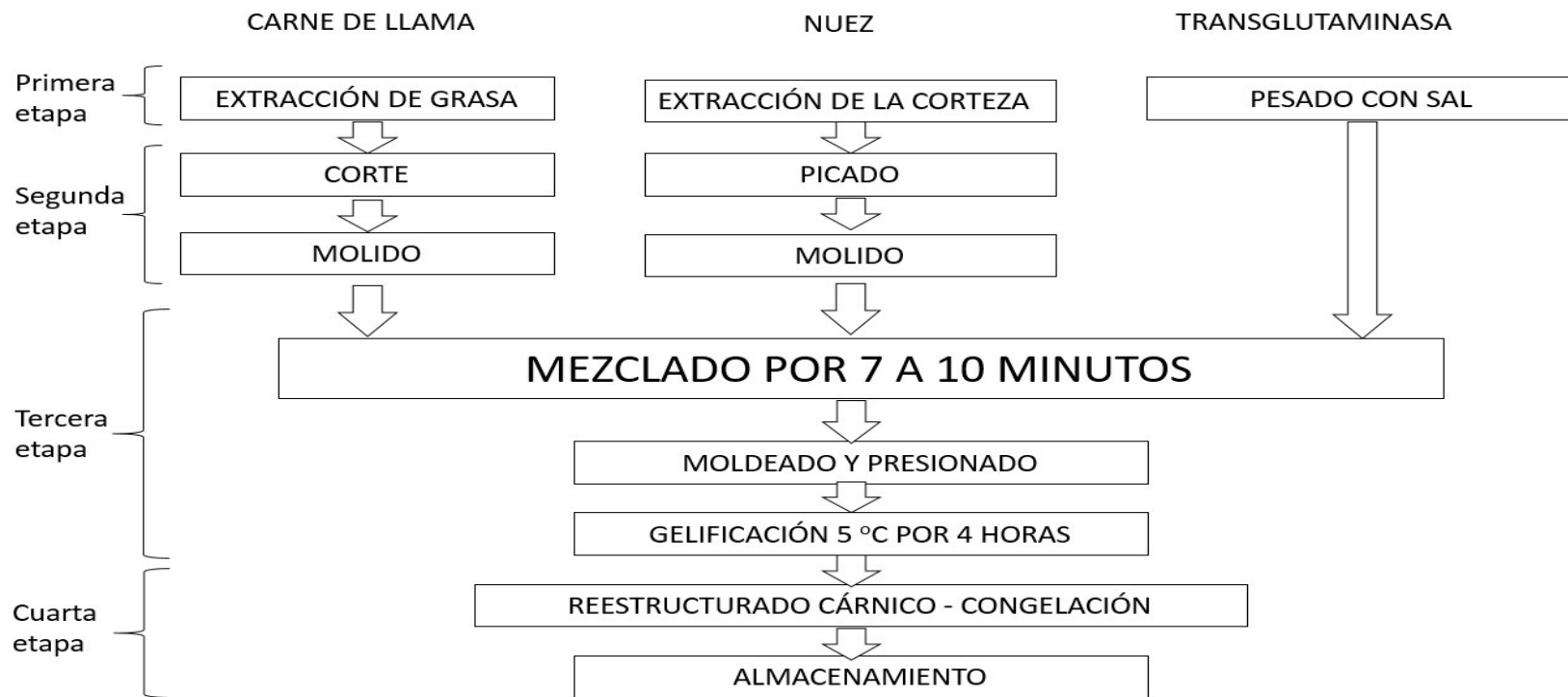


Figura 11. Flujograma de elaboración del reestructurado.  
Fuente: Serrano (2006).

### 3.5.3.1 Descripción y procesamiento.

Primera etapa:

- La carne de llama fue cortada transversalmente para descartar la presencia de macroquistes de *Sarcocystis*, luego se le extrajo la grasa y fascia, manteniéndola en congelación.
- Las nueces, peladas, fueron adquiridas de un mercado mayorista local; estas fueron almacenadas en envases herméticamente cerrados.
- La sal y transglutaminasa fueron mezcladas y pesadas.

Segunda etapa:

- La carne fue cortada en 0.6 a 1 cm de diámetro y posteriormente molida.
- Las nueces fueron cortados hasta obtener partículas de 0.4 cm y posteriormente.

Tercera etapa:

- Se combinaron de 7 a 10 minutos manualmente todos los componentes hasta alcanzar una mezcla homogénea.
- Haciendo una pequeña presión para eliminar el aire, la mezcla fue ubicada en los moldes.
- Se mezcla en moldes fue puesta en refrigeración (5 °C) en la “gelificación” por 4 horas.

Cuarta etapa:

- Se retiraron los moldes y se evitó que siga actuando la enzima llevándolo a congelación.
- Hasta que no sea analizado, se guardara en congelación..

### 3.5.4 Análisis estadístico

En el presente estudio se analizó la asociación del sexo de los panelistas con el grado de aceptación de cada fórmula, adicional también se asoció las fórmulas y con el grado de aceptación; por medio de la prueba del Chi-cuadrado. Los valores fueron presentados en tablas

como “conteos totales” y se expresó que cuando  $P < 0,05$ , las diferencias observadas eran “estadísticamente significativas”.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Evaluación de las formulaciones predeterminadas**

#### 4.1.1 Evaluación de color

En todas las fórmulas, la luminosidad ( $L^*$ ) tuvo un promedio de 48.33, siendo esta mayor a la carne de llama con 34.92 (Mamani-Linares y Gallo, 2013). En los valores de rojos ( $a^*$ ) se obtuvo como promedio 5.75 mostrándose inferior a la llama de 11.73; en cuanto los valores de amarillo ( $b^*$ ) el promedio fue 11.96, superior a la carne de llama con 9.98 (Mamani-Linares y Gallo, 2013).

#### 4.1.2 Evaluación de costos, cocción y textura

En la generalidad de las formulaciones, la textura, tuvo un crecido “índice de cohesividad” y los niveles en pérdidas por cocción en la mayoría fueron un poco elevados. En el cuadro 16 se observa los resultados de todos los análisis.

Cuadro 16. Análisis físico químico del reestructurado de carne de llama, nuez y transglutaminasa

Fórmula	Llama	Nuez	Transglutaminasa	Pérdida por cocción	Costo S/. 100 g	L*	Color		Cohesividad
							a*	b*	
1	82.94	16.31	0.75	44.44%	2.14	50.81	6.02	11.62	0.12
2	86.50	12.50	1.00	42.35%	2.06	48.93	5.26	13.15	0.64
3	79.33	20.00	0.67	47.19%	2.26	49.81	5.88	12.41	0.41
4	90.31	8.94	0.75	43.02%	1.86	46.65	6.34	11.35	0.58
<b>5</b>	<b>79.00</b>	<b>20.00</b>	<b>1.00</b>	<b>34.44%</b>	<b>2.35</b>	<b>51.38</b>	<b>7.07</b>	<b>12.46</b>	<b>0.48</b>
6	89.00	10.00	1.00	43.52%	1.96	48.18	4.84	10.69	0.46
7	94.00	5.50	0.5	45.45%	1.66	46.87	3.63	11.89	0.50
8	94.00	5.00	1.00	45.16%	1.77	46.43	4.57	11.78	0.03
9	79.33	20.00	0.67	39.13%	2.26	52.33	6.56	12.53	0.81
10	84.00	15.00	1.00	40.20%	2.16	46.37	4.97	11.70	0.08
11	91.31	7.94	0.75	40.81%	1.77	51.02	7.76	13.55	0.59
12	86.75	12.75	0.50	42.55%	1.94	48.20	7.13	12.87	0.24
13	90.32	8.94	0.75	41.30%	1.86	45.93	6.02	11.50	0.58
<b>14</b>	<b>84.33</b>	<b>15.17</b>	<b>0.50</b>	<b>37.00%</b>	<b>2.03</b>	<b>48.04</b>	<b>5.09</b>	<b>11.86</b>	<b>0.43</b>
15	89.17	10.33	0.50	45.65%	1.85	49.41	5.97	11.95	0.15
16	90.31	8.94	0.75	39.56%	1.86	42.97	4.94	9.98	1.54

Las formulaciones que coinciden sus valores con la referencia del cuadro 13 son la fórmula 5 y la 14.

#### 4.2 Formulación óptima del reestructurado.

Se muestra la formulación ajustada a la escala de valores de Serrano (2006) del cuadro 13 en los parámetros de cohesividad, pérdida de cocción y costos que se expone en el cuadro 17.

Con los parámetros expuestos se logró obtener dos fórmulas preliminares optimizadas.

Cuadro 17. Formulaciones preliminares ajustadas y seleccionadas.

<b>Fórmula</b>	<b>Llama</b>	<b>Nuez</b>	<b>MGasa</b>	<b>Cohesividad</b>	<b>Pérdida por cocción</b>	<b>Costos</b>
<b>5</b>	79	20	1	0.48	34.44	2.35
<b>14</b>	84.33	15.17	0.5	0.43	37	2.03

#### 4.3 Prueba de aceptación sensorial con formulación preliminar ajustada.

El cuadro 18 demuestra los resultados del grado de aceptación realizado por el análisis sensorial. Los 100 panelistas juzgaron el producto dentro de los nueve puntos de la “escala hedónica” que va de “Gustó ligeramente” a “Gustó extremadamente”.

Cuadro 18. Prueba sensorial de la fórmula 5 y 14 en 100 panelistas.

<b>ESCALA HEDÓNICA</b>	<b>Número de personas</b>	
	<b>Fórmula 5</b>	<b>Fórmula 14</b>
<b>Gustó extremadamente</b>	7	1
<b>Gustó mucho</b>	24	16
<b>Gustó moderadamente</b>	38	37
<b>Gustó ligeramente</b>	13	13
<b>No gustó ni disgustó</b>	7	10
<b>Disgustó ligeramente</b>	7	16
<b>Disgustó moderadamente</b>	4	5
<b>Disgustó mucho</b>	0	2
<b>Disgustó extremadamente</b>	0	0
	100	100

En el cuadro anterior se observa los resultados de la escala hedónica a nivel global en la fórmula 5 como 14.

Se clasificó los nueve puntos de la escala hedónica en tres estratos: “GUSTÓ” (“Gustó extremadamente”, “Gustó mucho”, “Gustó moderadamente” y “Gustó ligeramente”), “NN” (“No gustó ni disgustó”) y “NO GUSTÓ” (“Disgustó ligeramente”, “Disgustó moderadamente”, “Disgustó mucho” y “Disgustó extremadamente”).

En el siguiente cuadro se observará las preferencias de los 100 panelistas en relación a su sexo.

Cuadro 19. Prueba sensorial de las fórmulas 5 y 14 con relación al sexo en 100 panelistas.

	<b>Fórmula 5</b>			<b>Fórmula 14</b>		
	<b>Femenino</b>	<b>Masculino</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Femenino</b>	<b>Masculino</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia</b>	
<b>GUSTÓ</b>	43 (91%)	39 (74%)	82	32 (68%)	35 (66%)	67
<b>NO GUSTÓ</b>	3 (6%)	8 (15%)	11	10 (21%)	13 (25%)	23
<b>NN</b>	1 (2%)	6 (11%)	7	5 (11%)	5 (9%)	10
	47 (100%)	53 (100%)	100	47 (100%)	53 (100%)	100

Se observó que la fórmula 5 tiene mayor aceptación, con 82%, frente a los 67% de la fórmula 14.

Se realizó el análisis estadístico (Chi cuadrado) para ver si existía asociación entre el sexo de los panelistas y la aceptación de las fórmulas 5 y 14.

Cuadro 20. Tabla de contingencia para la asociación sexo y aceptación de la fórmula 5

<b>ACEPTACIÓN F5</b>				
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>	<b>Total</b>
<b>F</b>	43 91.49%	1 2.13%	3 6.38%	47 100.00%
<b>M</b>	39 66.04%	6 9.43%	8 24.53%	53 100.00%
<b>TOTAL</b>	82 82.00%	7 7.00%	11 11.00%	100 100.00%

Se calculó las hipótesis siendo:

- Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.
- Hipótesis absoluta (H<sub>a</sub>): Hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.



Se calculó las frecuencias esperadas mediante la siguiente fórmula

$$e_{ij} = \frac{f_{i.} \cdot f_{.j}}{n}$$

Cuadro 21. Frecuencias esperadas de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.

<b>ACEPTACIÓN F5</b>			
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(47 \times 82)}{100} = 38.54$	$\frac{(47 \times 7)}{100} = 3.29$	$\frac{(47 \times 11)}{100} = 5.17$
<b>M</b>	$\frac{(53 \times 82)}{100} = 43.46$	$\frac{(53 \times 7)}{100} = 3.71$	$\frac{(53 \times 11)}{100} = 5.83$

Se calculó el Chi-cuadrado mediante la fórmula

$$x^2 exp = \sum_i \sum_j \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Cuadro 22. Cálculo del Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.

<i>X<sup>2</sup> exp</i>	<b>ACEPTACIÓN F5</b>		
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(43-38.54)^2}{38.54} = 0.5161$	$\frac{(1-3.29)^2}{3.29} = 1.5940$	$\frac{(37-5.17)^2}{5.17} = 0.9108$
<b>M</b>	$\frac{(39-43.46)^2}{43.46} = 0.4577$	$\frac{(6-3.71)^2}{3.71} = 1.4135$	$\frac{(8-5.83)^2}{5.83} = 0.8077$

$$X^2 exp = 0.5161 + 1.5940 + 0.9108 + 0.4577 + 1.4135 + 0.8077$$

$$X^2 exp = 5.6998$$

Luego se calculó el valor en la tabla de Chi-cuadrado, donde:

- El grado de libertad fue:

$$K = (\text{Número de fila} - 1) \times (\text{Número de columna} - 1)$$

$$K = (3-1) \times (2-1)$$

$$K = 2$$

- El valor  $\alpha$  fue 0.05.

$$X^2_{g2; 1-\alpha} = X^2_{g2; 0.95} = 5.99$$

Tuvimos  $X^2_{\text{exp}} = 5.66998$

$X^2_{2; 0.95} = 5.99$

$X^2_{\text{exp}} < X^2_{2; 0.95}$

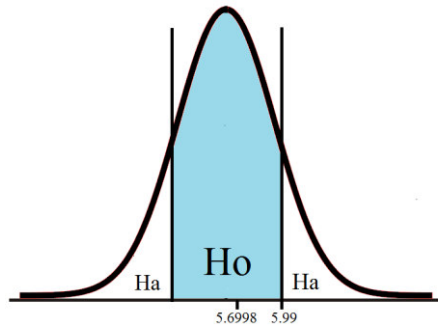


Figura 12. Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.

Las variables fueron independientes, se aceptó la hipótesis nula y se concluyó que no hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.

A continuación se evaluó la asociación del sexo y aceptación de la fórmula 14.

Cuadro 23. Tabla de contingencia para la asociación del sexo y la aceptación de la fórmula 14.

<b>ACEPTACIÓN F14</b>				
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>	<b>Total</b>
<b>F</b>	32	5	10	47
	68.09%	10.64%	21.28%	100.00%
<b>M</b>	35	5	13	53
	66.04%	9.43%	24.53%	100.00%
<b>TOTAL</b>	67	10	23	100
	67.00%	10.00%	23.00%	100.00%

Se calculó las hipótesis siendo:

- Ho: No hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.
- Ha: Hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 5.

Se calculó las frecuencias esperadas mediante la siguiente fórmula

$$e_{ij} = \frac{f_{i.}f_{.j}}{n}$$

Cuadro 24. Frecuencias esperadas de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.

<b>ACEPTACIÓN F5</b>			
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(47 \times 67)}{100} = 31.69$	$\frac{(47 \times 10)}{100} = 4.7$	$\frac{(47 \times 23)}{100} = 10.81$
<b>M</b>	$\frac{(53 \times 67)}{100} = 35.51$	$\frac{(53 \times 10)}{100} = 5.3$	$\frac{(53 \times 23)}{100} = 12.19$

Se calculó el Chi-cuadrado mediante la fórmula

$$x^2 exp = \sum_i \sum_j \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Cuadro 25. Cálculo del Chi-cuadrado entre la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.

<b><math>X^2 exp</math></b>	<b>ACEPTACIÓN F14</b>		
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(32-31.69)^2}{31.69} = 0.0030$	$\frac{(5-4.7)^2}{4.7} = 0.0191$	$\frac{(10-10.81)^2}{10.81} = 0.0607$
<b>M</b>	$\frac{(35-35.61)^2}{35.51} = 0.0105$	$\frac{(5-5.3)^2}{4.7} = 0.0191$	$\frac{(13-12.19)^2}{12.19} = 0.0538$

$$X^2 exp = 0.0030 + 0.0191 + 0.0607 + 0.0105 + 0.0191 + 0.0538$$

$$X^2 exp = 0.1662$$

Luego se calculó el valor en la tabla de Chi-cuadrado, donde:

- El grado de libertad fue:

$$K = (\text{Número de fila} - 1) \times (\text{Número de columna} - 1)$$

$$K = (3-1) \times (2-1)$$

$$K = 2$$

- El valor  $\alpha$  fue 0.05.

$$X^2_{g2; 1-\alpha} = X^2_{g2; 0.95} = 5.99$$

Tuvimos  $X^2_{exp} = 0.1662$

$X^2_{2; 0.95} = 5.99$

$X^2_{exp} < X^2_{2; 0.95}$

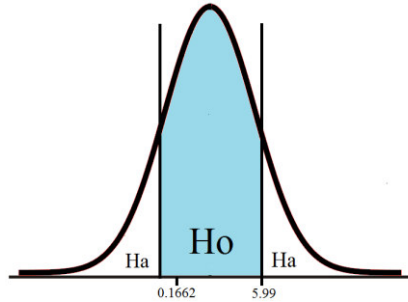


Figura 13. Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.

Las variables fueron independientes, se aceptó la hipótesis nula y se concluyó que no hay asociación entre el sexo y la aceptación de la fórmula 14.

Luego se evaluó la asociación entre la aceptación y las fórmulas 5 y 14.

Cuadro 26. Tabla de contingencia para la asociación entre fórmulas y la aceptación.

FÓRMULA	ACEPTACIÓN			Total
	GUSTÓ	NN	NO GUSTÓ	
5	82	7	11	100
	82.00%	7.00%	11.00%	100.00%
14	67	10	23	100
	67.00%	10.00%	23.00%	100.00%
<b>TOTAL</b>	149	17	34	200

Se calculó las hipótesis siendo:

- Ho: No hay asociación entre las fórmulas y la aceptación.
- Ha: Hay asociación entre las fórmulas y la aceptación.

Se calculó las frecuencias esperadas mediante la siguiente fórmula

$$e_{ij} = \frac{f_{i.}f_{.j}}{n}$$

Cuadro 27. Frecuencias esperadas entre asociación de las fórmulas y la aceptación.

<b>ACEPTACIÓN F5</b>			
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(100 \times 149)}{200} = 74.5$	$\frac{(100 \times 17)}{200} = 8.5$	$\frac{(100 \times 34)}{200} = 17$
<b>M</b>	$\frac{(100 \times 149)}{200} = 74.5$	$\frac{(100 \times 17)}{200} = 8.5$	$\frac{(100 \times 34)}{200} = 17$

Se calculó el Chi-cuadrado mediante la fórmula

$$x^2 exp = \sum_i \sum_j \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Cuadro 28. Cálculo del Chi-cuadrado entre asociación de las fórmulas y la aceptación.

<i>X<sup>2</sup> exp</i>	<b>ACEPTACIÓN</b>		
<b>SEXO</b>	<b>GUSTÓ</b>	<b>NN</b>	<b>NO GUSTÓ</b>
<b>F</b>	$\frac{(82-74.5)^2}{74.5} = 0.7550$	$\frac{(7-8.5)^2}{8.5} = 0.2647$	$\frac{(11-17)^2}{17} = 2.1176$
<b>M</b>	$\frac{(67-74.5)^2}{74.5} = 0.7550$	$\frac{(10-8.5)^2}{8.5} = 0.2647$	$\frac{(23-17)^2}{17} = 2.1176$

$$X^2 exp = 0.7550 + 0.2647 + 2.1176 + 0.7550 + 0.2647 + 2.1176$$

$$X^2 exp = 6.2746$$

Luego se calculó el valor en la tabla de Chi-cuadrado, donde:

- El grado de libertad fue:

$$K = (\text{Número de fila} - 1) \times (\text{Número de columna} - 1)$$

$$K = (3-1) \times (2-1)$$

$$K = 2$$

- El valor  $\alpha$  fue 0.05.

$$X^2_{g2; 1-\alpha} = X^2_{g2; 0.95} = 5.99$$

Tuvimos  $X^2_{\text{exp}} = 6.2746$

$X^2_{2; 0.95} = 5.99$

$X^2_{\text{exp}} > X^2_{2; 0.95}$

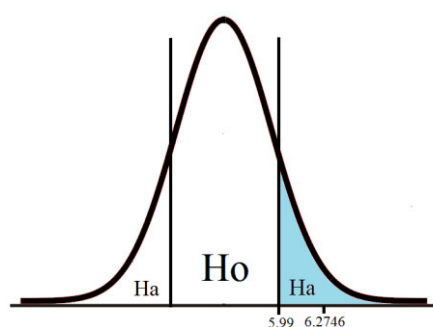


Figura 14. Distribución Chi-cuadrado de la asociación entre las fórmulas y la aceptación

Las variables no fueron independientes, se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis absoluta y se concluyó que si hay asociación entre las fórmulas y la aceptación de estas.

#### 4.4 Caracterización química proximal

La fórmula 5 que fue de mayor aceptación, se le hizo un análisis proximal como se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 29. Análisis químico proximal del reestructurado óptimo.

Ensayo	Resultados
Humedad (%)	59.85
Proteína (N x 6.25%)	22.12
Grasa (%)	15.3
Cenizas (%)	2.7

## V. DISCUSIÓN

En la evaluación del reestructurado se usaron referencias tecnológicas (color, textura, costos y pérdidas por cocción) y sensoriales.

En los parámetros de color, se evaluó “la luminosidad ( $L^*$ )”, “los índices de rojos ( $a^*$ )” y “los índices de amarillo ( $b^*$ )”. El valor de  $L^*$  presentada en las formulaciones preliminares estuvieron entre un rango de 42.97-52.33, fueron superiores a la carne de llama ( $34.92 \pm 2.77$ ) mencionado por Mamani-Linares y Gallo (2013). Posiblemente se deba a la grasa y aceite de la nuez, que le da brillantez al reestructurado, lo que coincide con Pérez *et al.* (1998), el cual indica que la luminosidad está relacionada al porcentaje graso en la materia prima. La grasa se caracteriza por ser blanco marfil, suave al tacto, presente en todos los animales, químicamente formadas por átomos de carbono, hidrogeno y oxígeno (Pérez *et al.*, 1998).

Los índices rojos ( $a^*$ ) su rango fue de 3.63-7.76, inferiores a lo mencionado por Mamani-Linares y Gallo (2013), con un ( $11.73 \pm 2.77$ ) en llama. Esto se deba a que la nuez tiene coloración amarilla, que al mezclarse con la carne de llama, hace que se diluya el color rojo. Esto coincide con lo mencionado por Rocha- Garza y Zayas (1996), quienes adicionaron trigo al reestructurado que trabajaron, e indican que la disminución del color rojo es debido a la presencia de insumos no cárnicos.

En el índice amarillo ( $b^*$ ), las formulaciones preliminares fueron mayores, entre 9.98-13.55, con respecto al índice  $b^*$  ( $9.75 \pm 1.65$ ) de carne de llama (Mamani-Linares *et al.*, 2014);

esto se puede deber al color de la nuez que es crema-amarillento. Los resultados coinciden con lo encontrado por Serrano (2006) y Andrade (2012), ambos adicionaron nuez en el reestructurado, quienes encontraron un incremento de los índices de amarillos.

El promedio de los valores de cohesividad fue  $0.48 \pm 0.20$ , valor semejante al descrito por Andrade (2012), él desarrolló un reestructurado de alpaca y nuez, e inferior al valor encontrado por de Vigo (2014) quien formuló un reestructurado de alpaca y pecana. Estos valores son bajos, esto se puede interpretar que la inclusión de la nuez, generó un ablandamiento del reestructurado; esto lo confirmó Serrano (2006), que agregando más de 10% a los reestructurados, estos disminuyeron su cohesividad.

Al realizar el análisis proximal del reestructurado, los resultados fueron: humedad 59.85%, proteína 22.12%, grasa 15.3% y cenizas 2.7%.

El porcentaje de proteína (22.12%) es similar al hallado por Andrade (2012) y Vigo (2014). Si contrastamos al resultado hallado por Serrano (2006), el porcentaje de proteína es inferior, al trabajar con carne de bovino, cuya proteína es menor (18.47%), hace que el porcentaje de proteína del reestructurado también sea menor comparado con la carne de llama (23.9%) (Mamani-Linares y Gallo, 2013). Por lo que se podría afirmar que el porcentaje de proteína de la carne y la nuez influye directamente en el porcentaje de proteína del reestructurado.

El reestructurado de carne de llama tuvo como valor en humedad de 59.85%. El cual es menor al estimado por Serrano (2006); independientemente a la poca adición de nuez, se tiene que considerar que el porcentaje de humedad en el bovino es mayor (72.4%) y que utiliza cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) y alginato sódico hasta el 0.5% dentro de los insumos lo cual ayuda a tener una mejor capacidad de retención de agua (CRA); los resultados obtenidos también son menores a lo hallado por Andrade (2012) (72.53%), quien usa un porcentaje menor de nuez (7.49%), eso nos hace pensar que la humedad del reestructurado final está influenciado por la humedad de los



insumos usados en la elaboración del reestructurado; en este caso la nuez (3.80%) (Andrade, 2012).

El porcentaje de ácidos grasos fue de 15.3%, valor superior al obtenido por Andrade (2012) y Serrano (2006), esto se puede deber al porcentaje de nuez que ellos usaron (7.49 y 10% respectivamente), en cambio Vigo (2014) tuvo 12.65%, habiendo usado mayor porcentaje de pecana (14.15%), por lo anteriormente mencionado se podría inferir que a más porcentaje del fruto seco, más porcentaje de grasas en el producto final.

En cuanto a las cenizas (2.7%), se sabe que está compuesta por minerales y compuestos orgánicos, el valor encontrado es superior a otros reestructurado como el de Andrade (2012) y Vigo (2014); esto puede deberse a la edad, como al contenido de compuestos minerales provenientes de la carne los cuales están directamente influenciados al tipo de alimentación.

Con el análisis sensorial se evidencia que el reestructurado de forma óptima (79% de carne de llama, 20% de nuez y 1% de transglutaminasa), fue aprobado con un 82% de aceptación. Esta aceptación puede deberse al camuflaje del olor de la carne de llama por la nuez y a que al ser un fruto seco rico en ácidos grasos mejora la textura y jugosidad de la reestructurado características apreciadas por los consumidores.

El costo de la formulación óptima (23.50 soles/kg) es superior al precio kilogramo de carne de llama, pero hay que tener en cuenta que esta manufactura entra a la clase de “delicatesen”, y que al utilizar otros insumos se mejora el sabor; además al tener la nuez ácidos grasos poliinsaturados beneficiosos para la salud del consumidor se le puede calificar como un alimento funcional. Esta clasificación mejoraría la comercialización de esta carne y le daría un valor agregado.

## VI. CONCLUSIONES

- El reestructurado de “formulación óptima” que en su composición comprendía 79% de carne de llama, 20% de nuez y 1% de transglutaminasa logró 82% de aceptación.
- La nuez se integra bien al reestructurado no afectando la textura del producto.
- El reestructurado reúne buenos niveles de proteína, encontrándose dentro de los estándares nutricionales de normas internacionales.
- La incorporación de la nuez determina que el producto se clasifique como un alimento funcional.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Debido al tipo de animales de abasto que tenemos en nuestro país, es necesario diversificar la oferta de productos y generar alimentos que puedan utilizar aquellas partes del animal que tienen bajo o nulo valor comercial, aplicando tecnologías nuevas como la reestructuración.
- Productos novedosos como aquellos donde se incorporan insumos con buenas características nutricionales deberían de ir acompañados de estudios más profundos como: perfil de ácidos grasos, cuantificación de micro y macro elementos minerales, vida útil, etc.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International (OMA). Gaithersburg: 2012AOAC International.
2. [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia. Bolivia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 157 p. [Internet], [27 febrero 2019] Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTPFAoRlc/old/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914bol.pdf>
3. [INDECOPI] Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 2005. Norma técnica peruana 201.043: Carne y productos cárnicos. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas. Lima.
4. [INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. Sistema de información económica. [Internet], [5 febrero 2019]. Disponible en <http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>
5. [MEF] Ministerio de Economía y Finanzas. 2012. Reglamento Sanitario de Faenado de animales de Abasto. Lima. [Internet], [12 febrero 2019]. Disponible en: [http://www.mef.gob.pe/contenidos/servicios\\_web/conectamef\\_quechua/pdf/normas\\_legales\\_2012/NL20121110.PDF](http://www.mef.gob.pe/contenidos/servicios_web/conectamef_quechua/pdf/normas_legales_2012/NL20121110.PDF).

6. [USDA] Department of Agriculture of United States. 2004. Composition of Foods Raw, Processed, Prepared Reference, Release. United States. 250 p.
7. Ajinomoto. 2009. Ajinomoto Co's Transglutaminase Activa Modification of Physical properties of Protein. 10 p.
8. Alandia E. 2003. Animal health management in a llama breeding project in Ayopaya, Bolivia. Tesis de Maestría. Stuttgart: University Hohenheim.
9. Albert C, Gaziano J, Willett W, Manson J. 2002. Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the physicians health study. *Archives of Internal Medicine* 162 (12): 382-387.
10. Aldunce P. 1994. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de tres cultivares de nueces. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 82p.
11. Andrade D. 2012. Efecto de la inclusión de nuez común (*Juglans regia L.*) y transglutaminasa en la elaboración de un reestructurado de carne de alpaca (*Vicugna pacos L.*). Tesis de Magister en Tecnología de Alimentos. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 118p.
12. Asagami T, Ogiwara M, Wakameda A, Noguchi S. 1995. Effect of microbial transglutaminase on the quality of frozen surimi made from various kinds of fish species. *Fish Sciences* 61(2): 267-272.
13. Berciano S, Ordovás J. 2014. Nutrición y salud cardiovascular. Enfoque: Promoción de la salud cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.* 2014; 67(9):738-747.
14. Boles J, Shand P. 1998. Effects of raw binder system meat cut and prior freezing on restructured beef. *Meat Science.* 53 (4), 233-239.

15. Boles J. 2007. Restructured meat products animal and range sciences. Universidad Estatal de Montana. [Internet], [16 diciembre 2018]. Disponible en: <http://animalrange.montana.edu/currentstudents.html>.
16. Booren A, Jones K, Mandigo R, Olson D. 1981. Effects of blade tenderization, vacuum mixing, salt addition and mixing time on binding of meat pieces into sectioned and formed beef steaks. *Journal of Food Science* 46 (6): 1678–1680.
17. Brown A, Hu F. 2001. Dietary modulation of endothelial function: implications for cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 73: 673-686.
18. Bryant F, Flórez A, Pfister J. 1989. Sheep and alpaca productivity on high Andean rangelands in Perú. *J. Anim. Sci.* 67. 3087-3095.
19. Bustinza V. 1993. La carne de alpaca. Puno: Editorial Universitaria.
20. Cambero M, López M, García de Fernando G, De la Hoz L, Ordoñez J. 1991. Restructured meats. II. Manufacture and marketing. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 31 (4): 447-458.
21. Camino A, Sumar J. 1992. The Andean Camelids, llama and alpaca- the potentials and prerequisites for introducing these animals into other mountain environments. *Mountain Farming Systems*. Nepal: International Centre for Integrated Mountain Development.
22. Campbell J, Mandingo R. 1978. Effects of portion thickness and cooking temperature on the dimensional properties and composition of restructured pork. *Journal of Food Science*, 48: 1731-1734.
23. Carbajal A. 2017. Manual de nutrición y dietética. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 33 p.

24. Carballo J, Ayo J, Jiménez-Colmenero F. 2006. Microbial transglutaminase and caseinate as cold set binders: Influence of meat species and chilling storage. *Lebensm-wiss. U.Technol* 39(6): 692-699.
25. Cardozo A. 1985. Crianza y producción de camélidos sudamericanos en Bolivia. United States aid mission to Bolivia. 58 p. [Internet], [1 marzo 2019] Disponible en: <http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2016/01/PNAAS953.pdf>
26. Carpenter RP, Lyon DH, Hasdell TA. 2002. *Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos*. Madrid: Acribia. 191 p.
27. Carpio G. 2015. Propiedades tecnológicas de la carne de llama (*Lama glama*) marinada con cloruro sódico y fosfatos sometidas a congelación y descongelación. Tesis para obtener el título de ingeniero de industrias alimentarios. Lima: Universidad Agraria la Molina. 129 p.
28. Chen CM, Trout GR. 1991. Sensory, instrumental texture profile and cooking properties of restructured beef steaks made with various binders. *Journal of Food Science*, 56 (6): 1457-1460.
29. Chisholm A, Mann J, Skeaff M, Frampton C, Sutherland W, Ducan A, Tiszavari S. 1998. A diet rich in walnuts favourably influences plasma fatty acid profile in moderately hyperlipidaemic subjects. *European Journal of Clinical Nutrition* 52: 12-16.
30. Claus J, Jhung-Won C, Flick G. 1994. *Processed meats/poultry/seafood in muscle foods: meat, poultry, and seafood technology*. . Estados Unidos: Chapman and Hall. 150 pp.
31. Cofrades S, Ayo J, Serrano A, Jiménez-Colmenero F. 2006. Walnut, microbial transglutaminase and chilling storage time effects on salt-free beef batter characteristics. *Euro Food Restaurant International*. 222(3-4): 458-466.
32. Condori G, Gerken M, Ayala C, Cochi N, Quispe JL, Rodríguez T, Martínez Z, Pilco S. 2008. Development of a system for the subjective classification of llama carcasses. En:

- South American Camelids research. Segundo volumen. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
33. Cristofanelli S, Antonini A, Torres D, Polidori P, Renieri C. 2004. Carcass characteristics of Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Rum Res* 58: 219-222.
  34. Cross H, Stanfield M. 1976. Consumer evaluation of restructured beef steaks. *Journal of Food Science* 41 (5): 1257–1258.
  35. Delgado J. 2003. Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia – Potencial y desarrollo de estrategias para mejorar la calidad de la fibra y su aptitud para la comercialización. Alemania: Dissertation Universität Hohenheim.
  36. Dickinson E. 1997. Enzymatic crosslinking as a tool for colloid rheology control and interfacial stabilization. *Trends Food Sciences Tech* 8(10): 334-339.
  37. Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB, Roberfroid MB. 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document. *British Journal of Nutrition* 81 (suppl.1): S1-S27.
  38. Dondero M, Curotto E, Figueroa V. 2002. Transglutaminase effects on gelation of jack mackerel surimi *Trachurus murphyi*. *Food Sciences Tech Int* 8(1): 49-54.
  39. Duke J. 1989. *Handbook of Nuts*. London: CRC Press.
  40. Federación Nacional de Nutrición de España. 2018. La nuez. [Internet], [28 enero 2019]. Disponible en: [www.fen.org.es/mercadofen.pdfs/nuez](http://www.fen.org.es/mercadofen.pdfs/nuez)
  41. Fernandez-Baca S. 1994. Genetic erosion on camelidae. En: *Animal Genetic Resources Information*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. p 91-98.



42. Fernández-Baca S. 2005. Situación actual de camélidos sudamericanos en Perú- Proyecto de Cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
43. Fibrimex. 2004. What is fibrimex? [Internet], [15 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.fibrimex.com/index.asp>.
44. Flanagan J, Gunning T, Fitzgerald RJ. 2003. Effect of cross-linking with transglutaminase on the heat stability and some functional characteristics of sodium caseinate. *Food Restaurant International* 36(3): 267-274.
45. Flores A, Egoávil J. 2006. Mapeo Agrostológico en comunidades campesinas de Junín y Pasco. Lima: Asociación Fomento y Promoción para el Desarrollo Andino.
46. Flores HA, Kastner CL, Kropf DH, Hunt MC. 1986. Effects of blade tenderization and trimming of connective tissue on hot-boned restructured, pre-cooked roast from cows. *Journal of Food Science*, 51: 1176-1179.
47. Flores O. 2006. Asistencia en la mejora de la Productividad y Marketing de las Fibras de Camélidos y Manejo de los Cambios Tecnológicos en el Sector Textil de Bolivia en apoyo al Crecimiento Sostenible y Reducción de la Pobreza. Bolivia: Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial. 58 p.
48. Franco E, García W, Pezo D. 1998. Manual de crianza de llamas. Cusco: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
49. García C, Carraspio A. 2002. Control de calidad de los productos cárnicos. Parámetros de calidad. Métodos de análisis. Segundo volumen. Plasencia: Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos. 1599 p.

50. Gauche C, Tomazi T, Barreto T, Ogliari P, Bordignon-Luiz M. 2009. Physical properties of yogurt manufactured with milk whey and TG. *Food Science and Technology* 42: 239-243.
51. Gauly M, Vaughan J, Cebra C. 2011. *Neuweltkameliden- Haltung, Zucht, Erkrankungen*. Auflage. Stuttgart: Enke Verlag.
52. González J. 2008. *Frutos secos*. Madrid: Ámbito farmacéutico.
53. González C, Agudo A, Argilaga S, Amiano E, Ardanaz A, Barricarte N, Larrañaga M, Chilarque M, Dorronsoro C, Martínez C, Navarro J, Quirós M, Rodríguez M, Tormo M. 2001. Estudio prospectivo europeo sobre dieta, cáncer y salud y la investigación sobre dieta y cáncer en Europa. *Anales del sistema sanitario de Navarra* 24 (1): 75-82.
54. Hammond J. 1955. *Journal of Yorkshire Agriculture Society*.
55. Huffman D, Cordray J. 1982. Processing systems. Particle reduction systems (grinding, flaking, chuking, slicing). Nebraska: *Meat Science and Technology International Symposium. Proceedings*.
56. Iñiguez L, Rodríguez T, Sánchez de Lozada D, Sánchez de Lozada, R. 1997. Estudio de base sobre la situación de la producción de camélidos sudamericanos. Volumen 1. La Paz.
57. Iwamoto M, Sato M, Kono M, Hirooka Y, Sakai K, Takeshita A, Imaizumi K. 2000. Walnuts lower serum cholesterol in Japanese men and women in Japan. *Journal of Nutrition* 130: 171-176.
58. Kagawa, Y., 2001. *Standard Tables of Food Composition in Japan*. Tokyo: Nutrition University Press.
59. Koksel H, Sivri P, Steffe J. 2001. Effect of Transglutaminase enzyme on fundamental technological properties of sound and bug-damaged wheat flour doughs *Cereal Chem.*,78(1):26-30.

60. Krauss R, Eckel R, Howard B. 2000. A statement for Healthcare professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. Dietary guidelines. Revisión 2000 102: 8.
61. Kuraishi C, Sakamoto J, Yamanazaki K, Susa Y, Kuhara C, Soeda C. 1997. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. Food Sciences 62(3): 488-490.
62. Kuraishi C, Yamazaki K, Susa Y. 2001. Transglutaminase: Its utilization in the food industry. Food Rev 17(2): 221-246.
63. Lee EY, Park J. 2003. Microbial transglutaminase induced cross-linking of a selected comminuted muscle system: Processing conditions for physical properties of restructured meat. Food Sciences Biotech 12(4): 356-370.
64. Leguía G. 1999. Enfermedades parasitarias de camélidos sudamericanos. Lima: Editorial del mar. 190 p.
65. Leyva V. 1990. Informe de la VIII Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal. Centro de Investigación Internacional para el Desarrollo (CIID). IDRC-MR139s: 143-169.
66. López R, Ureña J. 2012. Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL colesterol. Rev Costarr Salud Pública 2012; 21: 87-91.
67. Mamani-linares L, Gallo C. 2013. Meat quality attributes of the Longissimus lumborum muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in Northern Chile. Meat Science 94 (1): 89-94.
68. Mandingo R. 1988. Restructured meats. En: Developements in Meat Science-4. Nueva York: Lawrie R. p 297-315.

69. Markemann A, Valle Zárate A. 2009. Traditional llama husbandry and breeding management in the Ayopaya region, Bolivia. *Trop. Animal Health Prod* 42(1). 79-87.
70. Matsumura Y, Lee D, Mori T. 2000. Molecular weight distributions of alpha-lacto albumin polymers formed by mammalian and microbial transglutaminases. *Food Hydrocoll* 14(1): 49-59.
71. Medrano M. 1995. Diagnostico Participativo del Norte de Ayopaya. Programa de Adaptación al Cambio Climático. Cochabamba: Asociación de Instituciones de Promoción y Educación.
72. Menéndez O, Rawel H, Schwarzenbolz U, Henle T. 2006. Structural changes of microbial transglutaminase during thermal and high-pressure treatment. *Agriculture Food Chemical* 54(5) 716-721
73. Motoki M, Okiyama A, Nonaka M, Tanaka H, Uchio R, Matsuura A, Ando H, Umeda K. 1990. Novel transglutaminase. Ajinomoto Co. Inc y Amano Pharmaceutical Co. 675 p.
74. Mounsdon R, Jolley P. 1987. The changing shape of burgers. *British Journal of Photography*, 414: 415 - 433.
75. National Geographic. 2019. España: Redacción National Geographic. [Internet], [5 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/animales/llama>
76. Novoa C. 1986. Improvement of Andean camelids. Panel of Experts on Animal Genetic Resources Conservation and Management, 1(66):140-149.
77. Novo-Nordisk A. 1995. Use of a transglutaminase modified protein-to replace fat in foods. 12 p.

78. Nürnberg M. 2005. Evaluierung von Produktionssystemen der Lamahaltung in kleinbäuerlichen Gemeinden der Hochanden Boliviens. Hohenheim. Alemania: Dissertation
79. Pérez JA, Fernández J, Sayas ME, Cartagena R. 1998. Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. Eurocarne 63:115-122.
80. Pérez P, Maino M, Guzmán R, Vaquero A, Kobrich C, Pokniak J. 2000. Carcass characteristics of llamas (*Lama glama*) reared in Central Chile. Small Ruminant Research 37: 93-97.
81. Perry L. 1980. Medicinal Plants of East and Southeast Asia. Cambridge: MIT Press.
82. Peryam DR, Pilgrim FJ. 1957. Hedonic scales of measuring food preferences. Food Technology 11: 9-14.
83. Pietrasik Z. 2003. Binding and textural properties of beef gels processed with Kappa-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. Meat Sciences. 63(3): 317-324.
84. Polidori P, Antonini M, Torres D, Beghelli D, Renieri C. 2007b. Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. Meat Science 77 (4): 599-601.
85. Polidori P, Renieri C, Antonini M, Passamonti P. 2007a. Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean Highlands. Meat Science 75 (1): 356-358.
86. Ponzoni R. 1996. Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
87. Pszczola D. 2002. Beefing up innovations for meat and poultry ingredients. Food Technology 53(3): 54-79.

88. Quispe EC, Rodríguez T, Iñíguez L, Mueller JP. 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Anim Genet Resour Informat* 45:1-14.
89. Resurrección A. 2003. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science* 66: 11-20.
90. Rocha-Garza A, Zayas J. 1996. Quality of boiled beef patties supplemented with wheat germ protein flour. *Journal of Food Science* 61 (2): 418-421.
91. Rodríguez C, Quispe J. 2007. Domesticated Camelids, the main animal genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, Bolivia. Roma: People and Animals.
92. Rodríguez F. 2004. Cría rentable de camélidos sudamericanos. Argentina: Fabián Rodríguez. 101p.
93. Rojas N. 2000. Caracterización y parámetros de calidad de nueces de nogal. *Revista Simiente – Julio/Diciembre* 70 (3): 9-13.
94. Ruiz C, Higginbotham D, Carpenter J, Lanier, T. 1993. Use of chuck muscles and their acceptability in restructured beef/surimi steaks. *Journal of Animal Science* 71: 2654-2658.
95. Sabaté J, Fraser GE, Burke K, Knutsen SF, Bennet H, Lindstead KD. 1993. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *New England Journal of Medicine* 328 (9): 603-607.
96. Sabaté J. 1999. Nut consumption, vegetarian diets, ischemic heart disease risk, and all cause mortality: evidence from epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(500S-503S): 654-668.
97. Sakamoto H, Kumazawa Y, Toiguchi S, Seguro K, Soeda T, Motoki M. 1995. Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture. *Food Sciences* 60(2): 300-304.

98. Schmidt G, Trout G. 1982. Chemistry of meat binding. En: Meat Science and Technology International Symposium Proceedings. Chicago: National Live Stock and Meat Board. 265 p.
99. Seguro K, Motoki MD, Kumazawa Y, Kurahisi C, Sakamoto C, Sakamoto H, Walter C, Willett MD, Frank BH. 1996. The  $\epsilon$ - (gamma-glutamyl) lysine in crosslinked casein is an available source of lysine for rats. Nutrition 126(10): 557-562.
100. Sepúlveda N. 2011. Manual para el Manejo de Camélidos Sudamericanos. Chile: Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
101. Serrano A. 2006. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez. Tesis de Doctor. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 260 p.
102. Sheard P. 2002. Processing and quality control of restructured meat. Meat processing. Improving quality. Inglaterra: Woodhead Publishing Limited. 358 p.
103. Solís R. 2001. Producción de camélidos sudamericanos. Cerro de Pasco. Perú.
104. Souci S, Fachman W, Kraut H. 1989. Food composition and nutrition tables 1989/1990. Germany: Wissenschaftche Verlaggesellschaft mbH Stuttgart.
105. Sumar J. 1996. Reproduction in llamas and alpacas. Animal production science 42: 405-415.
106. Téllez J. 1992. Tecnología e industrias cárnicas. Primer tomo. Zaragoza: Acribia. 167 p.
107. Tenicella S. 1994. Producción y beneficio, consumo de Llama y Alpaca. Zaragoza: Acribia. 105 p.
108. Ticona L. 1993. Eficiencia del manejo administrativo y sistemas de comercialización en el ganado camelido. Bolivia: Simposio internacional camelidos sudamericanos.


109. Torres H. 1992. Camélidos Silvestres Sudamericanos. International Union for Conservation of Nature. 58p.
110. Tsukamasa Y, Miyake Y, Ando M, Maknodan Y. 2002. Total activity of transglutaminasemat various temperatures in several fish meats, Fisheries science ,68:929-933.
111. Vigo C. 2014. Características físico-químicas de un reestructurado de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) con inclusión de pecana (*Carya illinoensis*) y transglutaminasa. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 63p.
112. Vilá B. 2007. Camellos sin joroba. Buenos Aires: Colihue. 148 p.
113. Vilca, M. 1991. Producción, tecnología e higiene de la carne. En: Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. p 387- 417.
114. Wheeler J, Russel J, Redden H. 1995. Llamas and alpacas: Pre-conquest Breeds and Post-conquest Hybrids. Journal of Archaeological Science 22: 833-840
115. Wilhelm B, Meinhard A, Seitz J. 1996. Transglutaminases: Purification and activity assays. J Chromatography B Biomedical Applications 684(1-2): 163-177
116. Wurzinger M, Delgado J, Nürnberg M, Valle Zárate A, Stemmer A, Ugarte G, Sflkner J. 2005. Growth curves and genetic parameters for growth traits in Bolivian llamas. Livest Prod Sci 95: 73-81.
117. Wurzinger M, Willam A, Delgado J, Nürnberg M, Valle Zárate A, Stemmer A, Ugarte G, S J. 2008. Design of a village breeding programme for a llama population in the High Andes of Bolivia. J Anim Breed Genet 125:311-319.



118. Yokoyama K, Nio N, Kikuchi Y. 2004. Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64: 447–454.
119. Zambón, D. S.; Muñoz, S.; Campero, B.; Casals, E.; Merlos, M.; Laguna, J. C. & Ros, E. 2000. Substituting walnuts for monounsaturated fat improves the serum lipid profile of hypercholesterolemic men and women. *Annals of Internal Medicine* 132: 538-546.

## **IX. ANEXOS**

ANEXO 1: “Cartilla de selección”

<b>CARTILLA DE SELECCIÓN</b>		
Nombre _____	Edad _____	Fecha _____
☞ ¿Usted consume /ha consumido carne de llama? No ( ) Si ( )		
☞ ¿Con qué frecuencia? _____		
☞ ¿Qué característica de la carne de llama le agrada más? _____		
☞ ¿Usted consume/ ha consumido nuez? No ( ) Si ( )		
☞ ¿Con qué frecuencia? _____		
☞ ¿Con que lo acompaña al momento de consumirlo? _____		
 ¡Gracias!		

ANEXO 2: “Cartilla de evaluación”

<b>CARTILLA DE EVALUACIÓN</b>	
Nombre _____	Fecha _____
Por favor pruebe la muestra del reestructurado y coloque el calificativo de acuerdo a la escala siguiente:	
☞ Gusto extremadamente	( )
☞ Gusto mucho	( )
☞ Gusto moderadamente	( )
☞ Gusto ligeramente	( )
☞ No gusto ni disgusto	( )
☞ Disgusto ligeramente	( )
☞ Disgusto moderadamente	( )
☞ Disgusto mucho	( )
☞ Disgusto extremadamente	( )
Observaciones: _____	