



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de

**INVESTIGACION**

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA CARNE DE LLAMA (LAMA  
GLAMA) PROCEDENTES DE LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ, SOMETIDA  
A CUATRO SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

**AUTOR (A)**

Santander Hidalgo Candía, Maruzhella Jacinta Ítala

**ASESOR (A)**

Dr. Dueñas Dávila, Federico Alexis

**JURADO**

Dr. Manrique Suarez, Luis Humberto

Dr. Meza Armas, Orlando Eleodoro

Mg. Huiman Sandoval, José Alberto

Ing. Calderón Cuenca, Blasdemir Isidoro

Lima – Perú

2018

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Por el cariño e inmenso amor que depositan en mí, por la luz que le dan a mi vida y por ser la fortaleza que necesito.

### **A mis hermanos**

Por su cariño y amor constante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis ha sido desarrollada con el apoyo económico del Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FINCyT), en coordinación con la Universidad Nacional Agraria la Molina.

## ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2. Formulación del problema de investigación.....	4
1.2.1. Problema principal.....	4
1.2.2. Problemas secundarios.....	4
1.3 Limitaciones de la investigación.....	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 Alcance de la investigación .....	5
1.6. Formulación de la Hipótesis .....	6
1.6.1. Hipótesis General.....	6
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	6
1.7. Variables evaluadas.....	6
1.7.1. Peso vivo y rendimiento de la canal fría.....	6
1.7.2 Dimensión del diámetro mayor (a) y menor (b) del músculo largo dorsal (LL).....	6
6	
1.7.3 Rendimiento de los cortes comerciales.....	7
1.7.4 Color de la carne de llama .....	7
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes de la investigación .....	8
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1 Camélidos sudamericanos.....	9
2.2.2 Aspectos generales de la llama.....	10
2.2.2.1 Origen de la llama.....	10
2.2.2.2 Hábitat natural de la llama .....	11

2.2.2.3	Características Morfológicas.....	11
2.2.2.4	Población de llamas en el Perú.....	11
2.2.2.5	Clasificación oficial de canales de llama en el Perú.....	13
2.2.2.6	Datos biológicos de la especie.....	15
2.2.2.7	Descripción de las razas.....	15
2.2.2.8	Diferencias metabólicas únicas de camélidos.....	16
2.2.3	Dieta y nutrientes en llamas.....	18
2.2.3.1	Nutrientes necesarios en la dieta.....	18
2.2.3.2	Pastizales Altoandinos y Producción Pecuaria.....	20
2.2.4	Calidad y Rendimiento de la carne de llama.....	21
2.2.4.1	Factores que afectan el valor cuantitativo y cualitativo de la carne.....	21
2.2.4.2	Rendimiento de la carcasa y rendimiento de los cortes Comerciales.....	23
2.2.5	Propiedades Tecnológicas de la carne de llama.....	26
2.2.5.1	pH.....	26
2.2.5.2	Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	28
2.2.5.3	Terneza.....	28
2.2.5.4	Color.....	29
<b>CAPÍTULO III</b>		
	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
3.1	Tipo de Investigación.....	31
3.2	Población y Muestra.....	31
3.2.1	Población.....	31
3.2.2	Muestra.....	31
3.3	Estructura del trabajo.....	31
3.4	Localización del estudio.....	31
3.5	Material Animal.....	32
3.6	Materiales y Equipos.....	33
3.6.1	Materia Prima.....	33
3.6.2	Materiales y Equipos.....	33
3.6.2.1	Materiales.....	33
3.6.2.2	Equipos.....	33
3.7	Métodos y análisis.....	34

3.7.1 Determinación del rendimiento de la carcasa fría.....	34
3.7.2 Determinación del Diámetro mayor (a) y menor (b) del Músculo largo dorsal (Longissimus thoracis) .....	34
3.7.3 Determinación del rendimiento de los cortes comerciales...	34
3.7.4 Determinación instrumental del color .....	37
3.7.5. Análisis estadístico .....	37
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS.....	39
4.1 Rendimientos del faenamiento de la llama.....	39
4.2 Determinación del peso de la canal y dimensiones del músculo Longissimus lumborum.....	41
4.3 Rendimiento de los cortes comerciales.....	42
4.4 Determinación instrumental del color.....	44
CONCLUSIONES.....	47
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población de llamas por razas y sexo.....	12
Tabla 2: Existencia y distribución geográfica de llamas en el Perú.....	13
Tabla 3: Determinación de la edad en alpacas y llamas en base a la dentición .....	14
Tabla 4: Peso vivo a la faena y rendimiento de canal caliente y frío en llamas en trabajos realizados en Bolivia, Chile y Perú .....	24
Tabla 5: Peso de canal y rendimiento de los cortes mayores de llama según la edad de sacrificio .....	26
Tabla 6: Valores de pH del músculo Longissimus dorsi en llamas y alpacas a distintos tiempos de sacrificio .....	27
Tabla 7: Capacidad de retención de agua del músculo Longissimus dorsi de camélidos y otros rumiantes .....	28
Tabla 8: Evaluación de fuerza de cizalla (kg/cm <sup>2</sup> ) del músculo Longissimus dorsi de llama y otros rumiantes a distintos días de almacenamiento post-mortem.....	29
Tabla 9: Color del músculo Longissimus dorsi de la llama y otros rumiantes... ..	30
Tabla 10: Características de la canal de la llama .....	39
Tabla 11: Peso de la canal y dimensiones del músculo Longissimus lumborum (LL) de llama .....	41
Tabla 12: Cortes comerciales de la canal de llama .....	44
Tabla 13: Cortes comerciales de la canal de llama .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Calidad de las carcasas en los cortes comercial.....	25
Figura 2: Mapa del Perú donde se resalta el departamento de Pasco.	32
Figura 3: Llama utilizada en el presente estudio .....	33
Figura 4: Esquema de corte de la espalda .....	35
Figura 5: Esquema del despiece .....	36
Figura 6: Esquema de cortes de las llamas.....	37
Figura 7: Propuesta de muestreo en el músculo Longissimus dorsi .....	37
Figura 8: Determinación del color de la carne de llama.....	38
Figura 9: Canales de llamas .....	40
Figura 10: Ojo de lomo de la carne de llama .....	42
Figura 11: Corte pierna .....	43
Figura 12: Corte churrasco con costilla .....	43

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación del rendimiento de la carne de llama (*Lama glama*) procedentes de la sierra central del Perú, sometida a cuatro sistemas de alimentación”, tuvo como principal objetivo obtener mejores rendimientos de las canales al faenamiento con alguno de los cuatro sistemas de alimentación propuestos. El proyecto se trabajó en dos partes; en la primera parte experimental, se realizó una determinación previa del peso de la canal caliente y peso de la canal fría, a fin de conocer los rendimientos de los cortes comerciales. En la segunda parte experimental, se evaluó las dimensiones del músculo *Longissimus lumborum* (LL) de las 32 llamas. Se determinó un parámetro tecnológico de la carne de llama: color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Se evaluó el efecto de cuatro sistemas de alimentación diferentes durante cien días, en los tratamientos: Tratamiento I (pastoreo en pradera natural), Tratamiento II (pastoreo en pradera natural + suplemento vitamínico), Tratamiento III (pastoreo en pradera natural + suplemento con heno de alfalfa) y Tratamiento IV (pastoreo en pradera natural + suplemento con heno de alfalfa + suplemento vitamínico).

Se concluyó que no existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de la canal ni de cortes comerciales al comparar los promedios por la prueba estadística de Tukey en los cien días que duró la investigación. No se reportaron diferencias notables en el color de la carne en ninguno de los tratamientos. Se obtuvieron mejores resultados al compararlos con investigaciones anteriores en sistemas extensivos de alimentación en praderas naturales.

**Palabras claves:** sistema de alimentación, rendimiento, llama.

## ABSTRACT

The present research entitled "Evaluation of the yield of lama meat (*Lama glama*) from the central highlands of Perú, subjected to four feeding systems", had as main objective to obtain better yields of the carcass after slaughter with any of the four proposed feeding systems. The project was worked in two parts; In the first experimental part, a previous determination of the weight of the warm carcass and weight of the cold carcass was made, in order to know the yields of the commercial cuts. In the second experimental part, the dimensions of the Longissimus lumborum (LL) muscle of the 32 lamas were evaluated. A technological parameter of llama meat was determined: color (L \*, a \*, b \*). The effect of four different feeding systems during one hundred days was evaluated in the treatments: Treatment I (grazing natural pasture grazing), Treatment II (natural pasture grazing + vitamin supplement), Treatment III (natural pasture grazing + alfalfa hay supplement) and IV treatment (natural pasture grazing + alfalfa hay supplement + vitamin supplement).

It was concluded that there are no significant differences in terms of carcass yield or commercial cuts when comparing the averages by Tukey's statistical test in the one hundred days that the research lasted. No significant differences were reported in the color of the meat in any of the treatments. Better results were obtained when compared to previous investigations in extensive feeding systems in natural grasslands.

**Keywords:** Feeding system, yield, llamas.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe un notable desarrollo pecuario alcanzado en las regiones andinas. La población nacional de llamas es de 746,269 (INEI, 2012), y se encuentran localizadas en el medio ecológico alto andino, situado entre 3600 y 5500 msnm, con predominancia de pastos naturales de bajo valor nutritivo (Leyva, 1991). Siendo Puno, Cusco, Huancavelica, Junín y Pasco los departamentos con la mayor concentración de llamas.

Las llamas son criadas para el aprovechamiento de su carne, piel, lana y en determinados lugares son utilizadas como transporte de cargas ligeras.

La gran capacidad de adaptación de las llamas (condiciones de forraje de baja calidad, estrés hídrico y altitud), hace posible su aprovechamiento en extensas zonas de la región andina, por lo que es necesario el desarrollo de estrategias y evitar la disminución de su población, especialmente en un contexto de cambio climático (Radolf et al., 2014).

Existe dos variedades de llamas: la Chaccu, caracterizada por tener mayor cobertura de vellón y la Kara, que es usada con frecuencia por el poblador andino como animal de carga ( Flores, 1996; Leyva, 1991).

La tendencia del consumo de carne en el mercado es creciente, como componente necesario en una dieta equilibrada.

La carne de llama representa la más importante fuente de proteína para la población andina, además de ser baja en grasas y colesterol, y debido al manejo extensivo de estos animales permite que se acumule una gran cantidad de CLA, PUFAS y tocoferoles, la carne de llamas además podría considerarse como alimento funcional.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El sector agropecuario y agroindustrial dedicado al procesamiento de cárnicos, en nuestra sierra central, no cuentan con el apoyo necesario en cuanto a tecnología, procesos y conocimientos para obtener ganado con mejor calidad y mayores rendimientos de carne y carcasa.

#### 1.2 Formulación del problema de investigación

##### 1.2.1. Problema principal

PP: ¿Es posible obtener mejores rendimientos de pesos y canales bajo algún sistema de alimentación al faenamiento de las llamas?

##### 1.2.2. Problemas secundarios

- PS<sub>1</sub>: ¿Se puede mejorar las características físicas de la carcasa y diámetros a y b del músculo *Longissimus lumborum* (LL) de la llama?
- PS<sub>2</sub>: ¿Aumenta el rendimiento de los cortes comerciales bajo alguno de los cuatro sistema de alimentación propuestos?
- PS<sub>3</sub>: ¿Mejorará los parámetros tecnológicos como el color de la carne bajo alguno de los cuatro sistemas de alimentación propuestos?

#### 1.3 Limitaciones de la investigación

El presente estudio abarca una población de 32 llamas machos de diente de leche, provenientes de diferentes localidades de la provincia de Pasco (distrito: Simón Bolívar, sector 1, 2, 3 y 4) y Daniel Carrión (distrito: Santa Ana de Tusi). El estudio está limitado por el factor sexo (solo machos) y edad (diente de leche, hasta dos años de edad). En ésta región la bio temperatura media anual máxima

es de 6 ° C y la media anual mínima, de -3.8 °C, el promedio máximo de precipitación total por año es de 1 088.5 milímetros y el promedio mínimo de 584.2 milímetros. Los resultados obtenidos en la investigación estarán sujetos a las características bióticas de dichos animales y las condiciones de producción animal a las que fueron sometidos durante el tratamiento.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

- OG<sub>1</sub>: Obtener mejores rendimientos de las canales al faenamiento con alguno de los cuatro sistemas de alimentación propuestos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- OE<sub>1</sub>: Registrar y evaluar las características físicas de la carcasa y diámetros a y b del músculo *Longissimus lumborum* (LL) de la llama.
- OE<sub>2</sub>: Evaluar el rendimiento de los cortes comerciales de las treinta y dos llamas bajo los cuatro sistemas de alimentación propuestos.
- OE<sub>3</sub>: Evaluar los parámetros tecnológicos como el color de la carne de llama.

## **1.5 Alcance de la investigación**

El presente trabajo de investigación tiene como alcance mejorar los sistemas de alimentación en la producción animal de llamas provenientes de la sierra central del Perú. Los aspectos puntuales que comprende la investigación están referidos al estudio y análisis de cuatro sistemas de alimentación diferentes sobre las características físicas, rendimientos de la canal, y el color de la carne de llama.

Con el propósito de generar nuevos conocimientos, que permitan al sector agropecuario y agroindustrial desarrollar nuevas técnicas y métodos de alimentación para así obtener ganado de mejor calidad y mayores rendimientos de carne, repercutiendo de manera positiva en la calidad de vida de las poblaciones dedicadas a esta actividad.

## **1.6 Formulación de la Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

- **Hi:** Se obtiene mejores rendimientos de carcasas y pesos al someter a las llamas bajo alguno de los cuatro sistemas de alimentación propuestos.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas.**

- Al mejorar el sistema de alimentación se mejora las características físicas y diámetros a y b del músculo *Longissimus lumborum* (LL) de la llama.
- Se obtiene mejores rendimientos de los cortes comerciales del ganado variando su dieta optando por otros sistemas de alimentación.
- Mejora los parámetros tecnológicos como el color de la carne bajo alguno de los cuatro sistemas de alimentación propuestos.

## **1.7 Variables evaluadas**

### **1.7.1 Peso vivo y rendimiento de la canal fría**

Al término del faenamiento se registró y evaluó el peso vivo y rendimiento de la carcasa de las treinta y dos llamas. El registro se hizo con una balanza tipo plataforma con 1000 Kg de capacidad. Teniendo como indicadores:

- Peso vivo (Kg)
- Rendimiento de la canal fría (%)

### **1.7.2 Dimensión del diámetro mayor (a) y menor (b) del músculo largo dorsal (LL)**

Se tomó y registró las medidas de los diámetros (a) y (b) del músculo largo dorsal (LL): Teniendo como indicador:

- Diámetro mayor y Diámetro menor (cm)

### **1.7.3 Rendimiento de los cortes comerciales**

Los rendimientos se calcularon como la relación existente entre el peso del corte comercial y el peso de la canal. Teniendo como indicador:

- Rendimiento (%)

### **1.7.4 Color de la carne de llama**

Con la escala CIELab, y sus parámetros de color obtendremos las coordenadas de:

- Luminosidad ( $L^*$ )
- Componente rojo-verde ( $a^*$ )
- Componente amarillo-azul ( $b^*$ )

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### A nivel Internacional

- Mamani y Gallo (2013). En "*Investigación de pequeños rumiantes*", evaluaron los efectos de la alimentación suplementaria en la canal y en la carne caracteres de calidad de llamas jóvenes (*Lama glama*). Sesenta llamas se utilizaron para estudiar el efecto de unos 90 días de suplementación alimentaria en el rendimiento, características de la canal y la calidad de la carne (características de la ganancia diaria de peso, peso vivo final, peso de la canal caliente y fría, peso de la grasa perirrenal, lomo, área del músculo del ojo y el grado de marmoleo).

- Roberto Daniel Landa (2016).Universidad de León – España en la tesis doctoral denominada "*Efecto del sistema de alimentación y del sexo sobre la ingestión, el rendimiento productivo y las características de la canal y de la carne de corderos de la raza Assaf y Merina*". El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del sistema de alimentación y sexo en corderos de raza Assaf o Assaf Merina en diferentes etapas del crecimiento sobre la ingestión, el rendimiento productivo, las características de la no canal (peso, componentes y composición química) y de la canal ( peso, perdidas por oreo, rendimiento, conformación , grado de engrasamiento, color de la grasa subcutánea, morfología, composición regional, composición tisular y química ) y de la carne ( ph, color, capacidad de retención de agua, textura y composición química).

##### A nivel Nacional

- Claudia María Luna Victoria Grosso (2002).Universidad Nacional Agraria La Molina –Lima elaboró una tesis denominada "*Evaluación de las características de Carcasa y Cortes comerciales de Ovinos Blackbelly y Criollos Engordados en Sistemas Intensivo-Costa*". El presente trabajo tuvo como objetivo comparar las características de carcasa y cortes comerciales en ovinos Blackbelly y Criollos

sometidos a un proceso de engorde mediante la evaluación de los parámetros productivos: rendimiento de carcasa, rendimiento de cortes comerciales y preferencia de consumo. Justificando la investigación en la creciente demanda de carne en el mercado nacional, y la imposibilidad de cubrirla, hace necesario e imperativo intensificar la explotación de otras especies que utilicen los insumos alimenticios de forma balanceada y eficiente.

- Victoria Estela Vega Huamán (2009). Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima, elaboró un trabajo monográfico denominado “*Rendimiento en cortes de carne de tres genotipos de vacunos (Holstein, Fleckvieh y Cebuino)*”. El propósito del presente trabajo tuvo como objetivo determinar los rendimientos en cortes de carne de carcasas de tres genotipos vacunos: Holstein, Fleckvieh y Cebuino en la ciudad de Lima. Justificando la investigación en el crecimiento poblacional en los últimos 10 años y el incremento de la demanda de carne, al ser un componente importante en una dieta equilibrada.

- René Antonio Hinojoza Benavides (2017). Universidad Nacional de Huancavelica-Huancavelica elaboró una tesis denominada “*Caracterización estructural del sistema de producción de alpacas en el departamento de Huancavelica*”. En el presente trabajo se caracterizó el sistema de producción de alpacas de Huancavelica con el objetivo de identificar los factores que ocasionan sus bajos resultados de explotación de unidad de 755 unidades productivas con alpacas (UPA).evaluaron información sobre seis aspectos influyentes en el sistema productivo: dimensión, infraestructura, manejo reproductivo, manejo de alimentación, intensificación productiva, estructura del hato y salud del animal.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Camélidos sudamericanos**

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) pertenecen al orden Artiodactyla, suborden Ruminantia, familia Camelidae (FAO, 1990). Son cuatro las especies de Camélidos Sudamericanos, siendo: el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña

(*Vicugna vicugna*) especies silvestres, mientras que la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*) son especies domesticadas (Claverías y Jerí, 1990).

Los Camélidos Sudamericanos, son una de las especies de mayor versatilidad ecológica, dentro de los mamíferos que actualmente habitan la tierra, por el hecho de tener una gran capacidad de vivir en diferentes niveles altitudinales a partir de las lomas de la costa hasta las alturas colindantes con nevados de la cordillera de los andes por encima de los 5000 m.s.n.m. (Mendoza, 1993).

Los camélidos sudamericanos (CSA) representan un grupo de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú y algunos países de la región andina (Wheeler, 2006).

Gracias a su enorme poder de adaptación y a las características particulares de su anatomía, se diferencian de otras especies domésticas (ovinos y bovinos) y sobreviven en las praderas alto andinas en condiciones de hipoxia y escasos recursos.

La política del sector agrícola estatal, en cuanto a la producción de carne de camélidos sudamericanos se refiere, prioriza la producción de carne para la satisfacción de la demanda de un mercado local exigente (carne de textura suave y salubre).

## **2.2.2 Aspectos generales de la llama**

### **2.2.2.1 Origen de la llama**

La llama (*Lama glama*) es el camélido de mayor tamaño; puede alcanzar un peso adulto de 100 a 120 Kg. Las llamas son utilizadas tanto para el transporte y el abastecimiento de carne.

La domesticación de llamas y alpacas data hace unos seis a siete mil años; sin embargo el auge de su crianza y aprovechamiento se alcanzó durante el

imperio incaico del Tawantinsuyo. Se estima que la población de llamas y alpacas era de varios millones de cabezas, distribuidos a lo largo de su todo su territorio, incluyendo la costa (FAO, 2005).

Las llamas a diferencia de otras especies, como el guanaco y la vicuña, no constituyen un grupo natural ya que han sido “creadas” por los pobladores americanos, a partir del proceso de domesticación de guanacos hace aproximadamente 5000 años (Vilá, 2007).

#### **2.2.2.2 Habitación natural de la llama**

La llama se encuentra localizada en la zona andina de Bolivia, Perú, Chile, Argentina y Ecuador; entre altitudes entre 2800 y 5000 msnm (Campero, 2005). La llama está adaptada a zonas de forraje fibroso cuyos carbohidratos estructurales hacen difícil su digestión (Sumar, 2010).

#### **2.2.2.3 Características Morfológicas**

Calle (1982), describe la llama como la más grande y fuerte de las cuatro especies de camélidos sudamericanos. En términos generales sus características son las siguientes:

- Cabeza pequeña en relación al cuerpo.
- Las orejas son puntiagudas, normalmente son erectas y encorvadas hacia adentro.
- El labio superior es hendido, con sus dos mitades móviles y el labio inferior ligeramente colgante, característica esta que se manifiesta más pronunciada a medida que envejece la llama.
- Las ventanas de la nariz son muy dilatadas.
- El cuello es largo (55 a 60 cm) y está insertado a la cabeza en ángulo recto.
- El cuerpo es largo, superior en 15 a 20 cm. a la altura de la cruz.

#### **2.2.2.4 Población de llamas en el Perú**

Con el 89,9% de las alpacas y el 32,0% de las llamas, el Perú es considerado como el país con mayor población de camélidos sudamericanos en el mundo,

mientras que Bolivia posee el 63,8% de las llamas y el 8,9% de las alpacas (UNEPCA, 1999; FAO, 2005; INE, 2008; citados por Mamani-Linares *et al.*, 2014).

En la Tabla 1 se muestra el IV Censo Nacional Agropecuario del 2012, en el que se observa que en el Perú la población nacional de llamas se estima en 377 166 llamas lanudas y 369 103 llamas peladas, distribuidas desde Áncash en el Norte, hasta el departamento de Puno en el sur (INEI, 2012).

Tabla 1.

*Población de llamas por razas y sexo.*

Perú	Unidades Agropecuarias con llamas	Población de llamas		
		Total de Cabezas	Lanudas	Peladas
Machos	39,493	244,575	126,689	117,886
Hembras	49,070	501,694	250,477	251,217
Total	88,563	746,269	377,166	369,103

*Fuente:* INEI (2012).

En la Tabla 2 muestra la población y distribución geográfica de la llama en el Perú. La mayor concentración de llamas se encuentra en el departamento de Puno, seguido por Cusco y Huancavelica. La región Junín ocupa el cuarto lugar a diferencia de lo que ocurre en el caso de las alpacas, en que esta región ocupa uno de los últimos lugares. La mayor concentración de llamas en un determinado departamento depende de las necesidades de uso de estos animales para el transporte de insumos agrícolas y sus cosechas, al mismo tiempo que su carne constituye una fuente importante de vitaminas para su consumo.

Tabla 2.

*Existencia y distribución geográfica de llamas en el Perú.*

Región	Número	Porcentaje
Puno	359,786	36%
Pasco	178,040	18%
Junín	111,909	11%
Arequipa	96,963	10%
Ayacucho	57,003	6%
Apurímac	49,655	5%
Huancavelica	130,068	13%
Lima	23,190	2%
Total	1'006,614	100%

Notas: *Región Junín incluye departamentos de Pasco y Huánuco*  
*Región Huancavelica incluye Ica*  
*Región Lima incluye Ancash, Cajamarca y La Libertad*

*Fuente: INEI, CENAGRO (1995) y CONACS (2004) citado por la FAO, 2005.*

**2.2.2.5. Clasificación oficial de canales de llama en el Perú.**

En la Norma Técnica Peruana 201.043 (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, 2005), se recogen los factores de calidad utilizados para la clasificación de canales de camélidos sudamericanos domésticos (llama y alpaca) según se describe a continuación:

- Edad: se determina en base a la dentición y está relacionada con la terneza. En la Tabla 3, se puede apreciar las clases de edad en alpacas y llamas en base a su dentición.

Tabla 3.

*Determinación de la edad en alpacas y llamas en base a la dentición.*

Definición	Edad aproximada
Dientes de leche (DL)	Hasta 2 años
Dos dientes permanentes (2D)	2.5 – 3.5 años
Cuatro dientes permanentes (4D)	3.5 – 4.5 años
Boca llena (BLL)	Mayores de 4.5 años

*Fuente: INDECOPI (2005).*

- Sexo: machos enteros y/o castrados y hembras (que se retiran del rebaño por no ser aptas para la reproducción o al final de su vida productiva como reproductoras).

- Sanidad: sólo se clasificarán las canales que luego de la inspección veterinaria hayan sido admitidas para consumo humano en forma directa o indirecta y estén debidamente identificadas.

Asimismo, la norma establece que las canales de alpaca y llama aptas para su consumo se clasificarán de acuerdo a su edad, sexo, conformación y grado de engrasamiento, de la siguiente manera:

- Extra: Canales de machos enteros o castrados hasta dos dientes permanentes, de buena conformación (buen desarrollo y distribución muscular), buena configuración ósea, buena distribución del tejido adiposo de color blanco cremoso.

- Primera: Canales de machos castrados y de hembras no aptas para la reproducción con hasta cuatro dientes permanentes, con adecuada proporción ósea y desarrollo convexo de músculos en especial los de mayor valor comercial, buena distribución de grasa de manto de color blanco cremoso.

- Segunda: Canales de machos (castrados o no) y hembras (de saca) de regular desarrollo óseo y muscular; con incipiente grasa de cobertura.

- Procesamiento o industrial: Canales de alpacas y llamas, que no alcanzan las clasificaciones anteriores, considerándolas no 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.

#### **2.2.2.6 Datos biológicos de la especie**

Las llamas pueden vivir hasta 15 años dependiendo de la calidad de vida que se le brinde (Solís, 2000). Son denominados estoicos porque toleran situaciones de dolor y enfermedad sin dar señales aparentes externas (Ebel, 1989).

Al presentar tres estómagos C1, C2 y C3, los camélidos son considerados pseudo-rumiantes, a diferencia de los 4 pre-estómagos presentes en los rumiantes típicos, los pre-estómagos de los camélidos presentan una menor motilidad, tránsito más lento y sus movimientos tienen una dirección opuesta a los observados en bovinos (San Martín y Bryant, 1989).

Existen ciertas características fisiológicas de la llama, como la composición normal de la leche, que no han sido investigadas aún, características particulares, importantes para reducir la tasa de mortalidad de las crías frente a la posibilidad de muerte de la madres durante los primeros meses de vida, y se dispone de datos limitados según Fowler (1998).

Los camélidos sudamericanos a diferencia de los rumiantes, carecen de cuernos o astas y la reaparición de almohadillas callosas que terminan en garras (Novoa and Wheeler, 1984).

#### **2.2.2.7 Descripción de las razas**

Existen dos razas conocidas, Chaku (Lanuda) y K´ara (Pelada). Se diferencian una de otra por la magnitud de cobertura del cuerpo. (FAO, 2005).

Chaku tiene mayor cobertura de fibra, incluyendo las extremidades, K'ara tiene una apariencia de mayor fortaleza corporal con poca cobertura de cuerpo y extremidades, carece casi por completo de interés textil, por no contar con mechas diferenciables (Vila, 1996).

Raza, fenotipo y alimentación son factores que influyen en forma significativa en la ganancia de peso, peso final del periodo de engorda y el rendimiento de canal (Bustinza, 2001).

Los diámetros de finura oscilan entre 18 y 35 micras, ( $27 \pm 15.6$  micras para las K'caras y hasta  $35.3 \pm 17.8$  micras para las Chokos) (Rossi, 2004). En cuanto al pelaje de la llama es muy variables desde el blanco al negro y marrón, pasando por toda la gama de colores intermedios, con tendencia a manchas de varios colores en un mismo animal (Senasa, 2011).

#### **2.2.2.8 Diferencias metabólicas únicas de camélidos.**

Existe literatura sobre llamas, alpacas y rumiantes que revela que los CSA están mejor adaptados a ambientes hostiles y condiciones propias de la región andina a diferencia de los rumiantes.

Llamas y alpacas difieren de los rumiantes avanzados en la morfología de su estómago (camélidos solo tienen tres compartimentos distintos asociados al intestino anterior y el estómago diferenciándose así de los rumiantes que tienen cuatro) la digestión, selectividad de la dieta y la ingesta (San Martín, 1987).

Dentro de la cavidad bucal, los labios de los Camélidos Sud Americanos - CSA, son delgados, el labio superior está dividido por un surco medio (labio leporino) y el labio inferior es relativamente grande. Los labios son móviles y permiten una capacidad selectiva mejorada. Los incisivos en los CSA, como en ovejas y ganado, se encuentran en la parte frontal de la mandíbula inferior y tienen superficies de corte en forma de cuña que permiten el corte de las plantas y el movimiento horizontal de la mandíbula permite el uso eficiente de los

premolares y molares en cortes y triturado de fibra alimentaria de acuerdo a su proceso digestivo (San Martín, 1987).

Los CSA se diferencian de los rumiantes en cuanto a la anatomía y fisiología de su estómago. Presentando una alta retención entre la producción de saliva y el volumen estomacal. El C1 y C2 cuentan con la presencia de glándulas que remueven los Ácidos Grasos Volátiles - AGV y la secreción de bicarbonato, originando un adecuado ambiente neutral para la digestión del alimento (alimento fibroso). Todo ello lleva a la alta capacidad buffer en el contenido estomacal de los CSA (San Martín y Bryant, 1989).

Al comparar la digestibilidad de la dieta entre los CSA y rumiantes, son los camélidos que muestran ventaja a medida que disminuye la calidad de la dieta. Los CSA tienen una mayor retención de alimento en el tracto digestivo, que permite una mayor digestión microbiana de la fracción fibrosa del alimento por parte de las bacteritas que degradan la celulosa (San Martín y Van Saun, 2013; Davies, 2007).

El nitrógeno dietario se compone de una variedad de fuentes de nitrógeno proteico (aminoácidos y proteína verdadera) y nitrógeno no proteico (NPN). Cuando las fuentes de nitrógeno de la dieta disponible exceden la capacidad microbiana de incorporar el nitrógeno en la proteína bacteriana, este exceso pasa al sistema venoso portal y llega al hígado para la desintoxicación transformándola en úrea (Van Saun, 2006).

Los CSA presentan concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (NUS) superiores a 20 mg/dl, concentraciones superiores sugieren que están siendo sobrealimentados con proteína en relación a sus requerimientos; mientras que los rumiantes tienen niveles que van de 10 a 20 mg/dl, donde valores menores a 10 y por encima de 20 sugieren un bajo o excesivo suministro de proteína de la dieta respectivamente, trayendo serias consecuencias en la salud del animal. En los CSA este alto valor no se modifica por las cantidades de proteínas

consumidas y no se ha detectado su efecto sobre la salud del animal (Bach. *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2005).

Los CSA presentan un nivel de glicemia promedio de 126 mg/dl, con rangos que va de 103 a 160 mg/dl, elevándose a más de 200-300 mg/dl en condiciones mínimas de estrés. Los rumiantes posees niveles de 45 a 75 mg/dl, valores inferiores a los que presentan los CSA, mientras que los cerdos tienen entre 85-150 mg/dl, y los caballos entre 75 – 115 mg/dl. Los altos niveles de glucosa en los CSA están acompañados de una baja producción de insulina y débil respuesta a esta hormona (Araya *et al.*, 2000; Cebra *et al.*, 2001).

### **2.2.3 Dieta y nutrientes en llamas**

#### **2.2.3.1 Nutrientes necesarios en la dieta**

La base de la alimentación de los CSA en general lo constituyen las praderas de pastos naturales (predominio de gramíneas con escasa presencia de leguminosas).

Al observar el comportamiento en la alimentación de los camélidos en Norteamérica en 1998, Fowler sugirió que tienen un consumo de materia seca (CSM) entre 1,0 y 1,5 % del peso corporal. En promedio, se trata de una disminución del 30% en la capacidad de consumo en comparación con otros rumiantes (Fowler, 1998).

Al alimentar a llamas, alpacas y ovinos con la misma dieta, y comparar el consumo promedio de los tres, se obtuvo como resultado un consumo promedio de 2 y 1,8 % del peso corporal para llamas y alpacas respectivamente, siendo inferiores al que se observó en ovinos. Las alpacas comieron en promedio un 20% menos que las ovejas, mientras que las llamas un 30% menos que las ovejas (San Martin y Bryant ,1989).

El agua es indispensable en el desarrollo de todo ser viviente, constituyendo entre el 85-90% en los animales jóvenes, mientras que en los adultos constituye entre 60-70% dependiendo del contenido de grasa. El consumo de materia seca

de los animales depende de la disponibilidad de agua, sin embargo, no se ha demostrado una menor reducción en el consumo de materia seca en llamas en comparación con las cabras cuando se restringió el agua (Rübsamen y von Engelhardt, 1975).

Siendo un 87% agua en la leche de llama, por lo que el consumo de agua es crítica para los animales lactantes (Morín et al., 1995).

Son las llamas y alpacas las que tienen menores requerimientos de energía y proteína frente a los rumiantes. En ayuno, el gasto de energía de las llamas era 52 Kcal (Schneider et al., 1974) y 59 Kcal (Carmean et al., 1992) por Kg de peso corporal, siendo datos inferiores en comparación con otros rumiantes.

Según Huasaquiche (1974), al estudiar el balance de nitrógeno se estimó que el requerimiento de proteína de mantenimiento es 2,38 g de proteína digestible / Kg de peso corporal, equivalente a 3,5 g PC / Kg de peso corporal para alpacas. No hay datos específicos para las llamas por lo que se supone que sería equivalente al de las alpacas.

Las vitaminas son compuestos orgánicos que funcionan como co-factores en casi todos los procesos metabólicos, no es suficiente la síntesis de vitaminas de forma endógena para satisfacer las necesidades diarias de Los CSA. Las vitaminas A, D y E (vitaminas liposolubles) son las más importantes y deben complementarse en la dieta. Pastando los pastos frescos ricos en carotenoides y tocoferoles presentes en plantas verdes, las vitaminas A y E serán ingeridas de manera adecuadas por llamas y alpacas (Smith et al., 1998).

Por el contrario estos pastizales son muy bajos en vitamina D, sin embargo es más alta en los forrajes curados al sol, y la deficiencia de esta vitamina está relacionada con el síndrome de raquitismo hipofosfatémico durante el crecimiento de las crías jóvenes (Hill et al., 1994).

### **2.2.3.2 Pastizales Altoandinos y Producción Pecuaria**

Son los camélidos alto andinos los animales más numerosos a partir de los 3500 msnm, hasta más de los 5000 msnm (que comprenden los pisos altitudinales Suni 3 500 a 4 000 y Puna que está encima de 4 000 msnm).

En general la explotación ganadera se desarrolla de acuerdo a los pisos altitudinales. Así, en el piso Suni, las especies que predominan son los vacunos, ovinos y animales menores, mientras que en la zona Puna pastan los camélidos (FAO, 2009).

El Perú cuenta con el mayor número de camélidos sudamericanos del mundo con poco más de 5000 000 de cabezas entre las cuatro especies (llama, alpaca, vicuña, guanaco), de las cuales 3 596 753 son alpacas y representan más del 85 % de las existentes en el mundo (FAO, 2008).

La base de la alimentación de los camélidos sudamericanos en general lo constituyen las praderas de pastos naturales (en los que predominan las gramíneas con escasa presencia de leguminosas).

Las praderas naturales alto andinas han sido consideradas el segundo ecosistema en importancia ecológica después de los bosques tropicales no solo por su extensión, más de 10.5 millones de hectáreas, sino también por su capacidad para brindar servicios ambientales claves a la sociedad, como la regulación del ciclo hídrico, protección de cuencas y secuestro de carbono (FAO, 2009) y contribuir significativamente a la seguridad alimentaria, si se tiene en cuenta que más del 80% de la población ganadera del país utiliza este recurso natural renovable como fuente principal de alimento (Flores, 1996). Estudios recientes revelan que la producción de carne y leche de 4.5 millones de vacunos, 13.6 millones de ovinos, 4.2 millones de alpacas y 1.2 millones de llamas, que usan los pastizales alto andinos, estarían en capacidad de satisfacer 47% del consumo de carne y 24% del consumo de leche de la población a nivel nacional (Flores, 2012).

Hay una gran variación estacional tanto en la producción de biomasa como en el contenido de proteína, con relativa abundancia en la estación de lluvias y marcada escasez en la época seca. La precipitación pluvial varía de un año a otro, entre 900 a 1 200 mm y está circunscrita a 4 meses del año: diciembre a marzo; los ocho meses restantes son prácticamente de una sequía completa con un alto índice de evaporación. La temperatura ambiental varía de una máxima de 18 a 20° C en el día a -12° C durante la noche en los meses invernales. Con cierta frecuencia, la sierra alta es afectada por tormentas de nieve que al cubrir los pastos dejan sin alimento a los animales por varios días. Otros años hay sequías prolongadas que, igualmente, afectan la disponibilidad de forraje lo que repercute en el comportamiento productivo de los animales (FAO, 2005).

## **2.2.4 Calidad y Rendimiento de la carne de llama**

### **2.2.4.1 Factores que afectan el valor cuantitativo y cualitativo de la carne**

La alimentación, manejo, la raza y el sexo son factores que van a afectar el desarrollo y crecimiento del ganado, estos son los factores antemortem que van a incidir directamente en el rendimiento de las carcasas.

#### **A.- Factores genéticos y raciales**

La variabilidad genética y la composición racial son, en gran medida, responsables del rendimiento y de la calidad carnicera. Afortunadamente, las características de la carcasa responden a la selección genética, brindando a los criadores la oportunidad de mejorar el producto obtenido (Buxadé, 1998; Tellez, 1992).

Los animales de carne, presentan mayor proporción de grasa de cobertura en comparación con los animales de razas lecheras; estas últimas tienden a acumular una mayor proporción de grasa en las cavidades internas (Sánchez, 1999).

Las diferencias observadas entre razas estarían asociadas al tipo muscular característico de cada raza, ya que los músculos con mayor contenido de fibras blancas y más susceptibles a la degradación proteica durante la maduración de la carne presentan carne más tierna (Buxade, 1998; Tellez, 1992).

## B. Sexo

Téllez (1992) señala que en una carcasa influye mucho el factor sexo, las características sexuales secundarias, producen cambios manifiestos en el desarrollo histológico de los animales, como efecto del funcionamiento glandular y hormonal; así que se aprecia diferencias en el tamaño, en el desarrollo muscular y por lo tanto, se traducirán en conformaciones diferentes entre machos, hembras y en machos castrados.

A diferencia de las hembras, el macho tiene mayor desarrollo volumétrico predominando una musculatura fuerte en los cuartos anteriores, un pescuezo fuerte, cruz y espalda voluminosa, la testosterona incrementa los niveles de colágeno y con ello la dureza de su carne (Buxade, 1998; Tellez, 1992).

## C.- Edad.

Conforme avanza la edad en los animales, mayor será su peso tal como su cobertura de grasa. La carne de los animales viejos tiene la carcasa oscura dado que el nivel de mioglobina es alto y pierden las cualidades de sabor y olor (Buxade, 1998; Tellez, 1992).

## D.- Peso.

Este factor es importante para la venta al menudeo, ya que a mayor peso, mayor tamaño de cortes y mejor apariencia, sin embargo no se debe exceder el tamaño ya que no se tendría mayor cobertura de grasa.

## E.- Alimentación

El crecimiento y el óptimo desarrollo del organismo dependen básicamente del sistema de alimentación utilizado (alimentación balanceada).

## F.- Color.

El color incide directamente en la apariencia de la carne. El color rojizo en la carne se asocia a la presencia del pigmento mioglobina; por consiguiente los cambios de coloración están dados de acuerdo a la cantidad y composición química de la misma. Un color amarillento de la carne es producido por los

carotenos (precursores de la vitamina A), esto se refleja en la grasa, lo cual es un problema en la salida al mercado, ya que el consumidor tiene preferencia por una grasa blanca y cremosa (Buxade, 1998; Tellez, 1992).

#### G.- Ambientales

Los animales adaptados a condiciones climáticas particulares tienen una mejor eficiencia alimenticia que animales desadaptados. (Sánchez, 1999).

#### **2.2.4.2 Rendimiento de la carcasa y rendimiento de los cortes comerciales**

Ciertos parámetros como el peso de canal, composición física en términos de músculo, hueso, grasa y rendimiento de los cortes nobles y de grasa en distintos depósitos inciden directamente en la calidad de las canales, específicamente en el valor comercial o calidad composicional. (Mamani-Linares et al., 2014).

El rendimiento de la carcasa es calculada de la relación que existe entre el peso de carcasa y el peso vivo del animal al beneficio.

Cañeque y Sañudo (2001), señalan que lo más importante en una carcasa es la composición de su parte comestible, ya que la carcasa es el paso intermedio en la producción de la carne, que es el producto final. Determinar la composición de la carne carcasa puede realizarse mediante desposte (rendimiento al desposte).

En la tabla 4 se muestran datos relacionados con el peso vivo y el rendimiento de la canal de llamas, los cuales son resultados de trabajos realizados en Chile, Perú y Bolivia). En todos los casos, los animales fueron criados y alimentados en pastoreo en un sistema extensivo (Mamani-Linares *et al.*, 2014).

Tabla 4

*Peso vivo a la faena y rendimiento de canal caliente y frío en llamas en trabajos realizados en Bolivia, Chile y Perú.*

Llamas (n)	Edad (años)	Peso vivo (kg)	Peso de canal (kg)		Rendimiento de canal (%)	
			Caliente	Frío	Caliente	Frío
51	3	100.6 ± 19.4	56.2 ± 11.2	n/d <sup>9</sup>	55.8 ± 1,9	n/d
312	2	68.5 ± 9.9	35.7 ± 5.3	n/d	52.1	n/d
203	2.1	63.2 ± 2.9	31.2 ± 1.9	29.9 ± 1.9	52.4 ± 1.1	50.5 ± 1.2
604	2	76.8 ± 5.8	41.3 ± 4.2	n/d	53.7 ± 1.8	n/d
25	1.5	56.9 ± 4.8	31.1 ± 3.1	29.9 ± 3.0	54.6 ± 2.1	52.6 ± 2.7
206	2-3.5	80.4 ± 5.8	43.5 ± 2.9	n/d	54.1 ± 1.4	n/d
107	1.5-2	54.9 ± 5.4	29.2 ± 3.8	26.6 ± 3.9	53.1 ± 2.2	48.3 ± 1.1
108	3-3.5	78.6 ± 4.2	40.6 ± 3.1	40.0 ± 3.0	51.7 ± 1.6	50.9 ± 1.5

*Fuente:* <sup>1</sup> Pérez et al. (2000), <sup>2</sup> García (1995), <sup>3</sup> Cristofanelli et al. (2004), <sup>4</sup> Choque y Tapia (2003), <sup>5</sup> Arzabe et al. (2006), <sup>6</sup> Mamani-Linares y Gallo (2013a), <sup>7</sup> Mamani-Linares y Gallo (2013b), <sup>8</sup> Laura (2012), <sup>9</sup> No determinado, citado por Mamani - Linares et al. (2014)

El rendimiento en cortes (kilos de carne obtenidos sobre el peso total de la res) es una buena medida del porcentaje de carne deshuesada y lista para la venta. Este porcentaje está fuertemente afectado por la cantidad de grasa del animal - en especial la subcutánea e intermuscular (situada entre las principales masas musculares)- y en menor medida por la musculatura y el peso de la res (Fioretti, 2005).

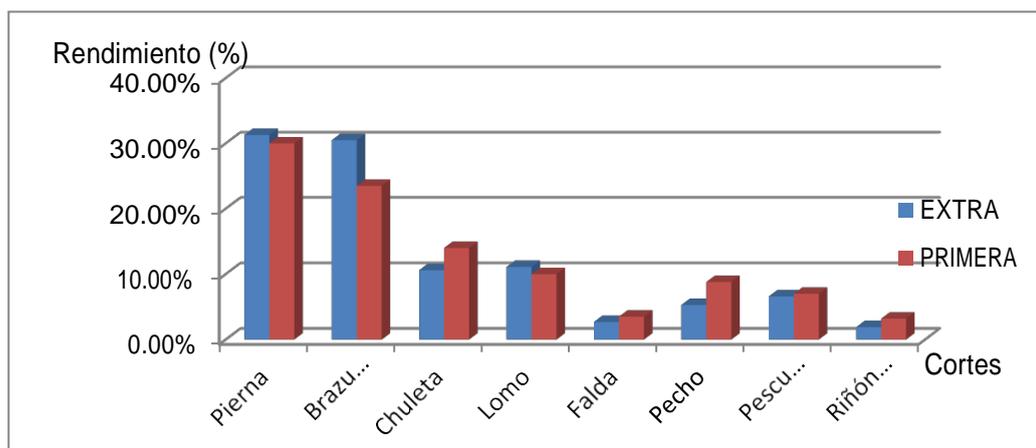
Por otro lado Fioretti (2005), señala que el peso de la carcasa es altamente heredable y es un buen estimador del peso total de los cortes despostados. El área de ojo de bife (musculo dorsal largo), por su parte, es un importante indicador del peso y rendimiento porcentual de cortes, es decir que a medida que aumenta el área de ojo de bife, también lo hace el rendimiento de cortes.

Aunque existe diversos sistemas de cortes que varía en detalles de mínima importancia, en la mayoría de los sistemas se practica las separaciones cortando

cuando es posible, a través de las uniones formadas por las articulaciones de un hueso con otro (Victoria grosso, 2002).

La técnica del trozado requiere conocimientos y destreza, conocimientos sobre los componentes histológicos, ellos sirven como puntos referenciales (huesos), líneas de corte (músculo y grasa) facilitando enormemente el trozado de carne, es utilizado instrumental adecuado, que no destruya las masas musculares, ni astille los huesos (Budaxé, 1998).

El sistema de corte se elige en base a las características anatómicas, químicas y sensoriales de la carne, las cuales son relacionadas a la raza, sexo, edad y el tipo de alimentación utilizada. En el Perú el corte más usado es el "Corte La Molina" (Téllez, 1992). En la figura 1, se muestra los cortes principales al beneficio.



**Figura 1.** Calidad de las carcasas en los cortes comercial  
Fuente: Téllez (1992).

En la tabla 5, muestra el peso y el porcentaje de rendimiento de los cortes de la canal en llamas criadas y engordadas a base de pastura nativa. El rendimiento de los cortes de la canal entre las especies de CSA es diferente (Mamani-Linares *et al.*, 2014).

Tabla 5.

*Peso de canal y rendimiento de los cortes mayores de llama según la edad de sacrificio.*

<b>Característica</b>	<b>&gt;3 años<sup>1</sup></b>	<b>3-3.5 años<sup>2</sup></b>	<b>25 meses<sup>3</sup></b>	<b>18 meses<sup>4</sup></b>
Peso de canal (kg)	56.2 ± 11.2	40.0 ± 3.0	31.2 ± 1.9	29.9 ± 3.0
Pierna (%)	33.1 ± 2.2	33.4 ± 0.8	35.7 ± 1.7	33.4 ± 1.1
Hombro (%)	20.9 ± 1.0	20.0 ± 1.1	20.2 ± 1.8	20.9 ± 1.0
Tórax o costilla (%)	17.1 ± 1.5	15.6 ± 1.0	18.5 ± 2.1	13.1 ± 1.3
Chuleta o lomo (%)	18.9 ± 1.7	20.0 ± 1.1	17.6 ± 2.9	19.3 ± 0.5
Cuello (%)	8.7 ± 2.3	8.6 ± 0.3	7.7 ± 1.1	9.7 ± 0.9
Cola (%)	0.3 ± 0.1	n/d	0.5 ± 0.0	n/d

Fuente: <sup>1</sup> Pérez *et al.* (2000), <sup>2</sup> Laura (2012), <sup>3</sup> Cristofanelli *et al.* (2004), <sup>4</sup> Arzabe *et al.* (2006).

### **2.2.5 Propiedades Tecnológicas de la carne de llama**

En los últimos años no solo se ha puesto interés en predecir rendimientos (rendimientos de cortes nobles, proporción de músculo y grasa), sino también en la búsqueda de métodos de evaluación de canales que permitan evaluar las características organolépticas y tecnológicas de la carne a fin de poder estimar la calidad final del producto a nivel de consumidor (Gallo, 2010).

Entre las propiedades tecnológicas de la carne tenemos el pH, la capacidad de retención de agua, la textura y el color.

#### **2.2.5.1. pH**

El pH es un parámetro importante y está relacionado con la susceptibilidad de la carne y su deterioro, se usa para decidir sobre el tipo de procesamiento al que se va a destinar la carne. El pH depende de factores tales como el estrés *ante-mortem* al que ha sido expuesto el animal, factores genéticos

predisponentes a dicho estrés, condiciones post-mortem, sexo, clase o categoría de animal, tipo de alimentación recibida en la finalización, y región anatómica en que se mide entre otros (Mamani-Linares *et al.*, 2014).

Después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 h post-mortem, Cristofanelli *et al.* (2004), midieron el pH en las canales de 20 llamas y 40 alpacas machos, alcanzándose finalmente valores de pH en torno a 5.5 a los 72 h en llamas.

Tabla 6.

*Valores de pH del músculo Longissimus dorsi en llamas y alpacas a distintos tiempos de sacrificio.*

Horas post-mortem	Edad (meses)			
	251 (alpacas)	251 (llamas)	16-31 <sup>2</sup> (llamas)	18-24 <sup>3</sup> (llamas)
1	6.86 ± 0.04	6.86 ± 0.05	6.78	6.80 ± 0.21
2	n/d <sup>4</sup>	n/d	n/d	6.79 ± 0.29
4	n/d	n/d	n/d	6.55 ± 0.29
6	6.64 ± 0.03	6.62 ± 0.03	6.62	6.39 ± 0.28
12	6.04 ± 0.02	6.06 ± 0.02	6.07	5.66 ± 0.15
24	5.57 ± 0.02	5.60 ± 0.01	5.6	5.47 ± 0.16
48	5.56 ± 0.01	5.57 ± 0.01	5.57	5.34 ± 0.12
72	5.56 ± 0.01	5.56 ± 0.01	5.58	5.47 ± 0.13

*Fuente:* <sup>1</sup> Cristofanelli *et al.* (2004), <sup>2</sup> Condori *et al.* (2003a), <sup>3</sup> Mamani-Linares y Gallo (2014), <sup>4</sup> No determinado, citado por Mamani-Linares *et al.* (2014).

### 2.2.5.2. Capacidad de Retención de Agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad de la carne para retener agua durante la aplicación de fuerzas extremas, tales como corte, calentamiento, trituración o prensado (Zhang et al., 2005).

La CRA es una propiedad tecnológica importante que determina las pérdidas de peso, principalmente por liberación de jugos, que se producen en toda la cadena de distribución y transformación de la carne. Los valores de CRA pueden ocasionar pérdidas económicas, al afectar la calidad de la carne y de sus productos (jugosidad, palatabilidad, etc.) (Mamani-Linares et al., 2014).

Como se muestra en la Tabla 7, Salvá et al. (2009), reportaron valores de CRA para carne de alpaca de 26.4% como expresión de jugosidad y 23.7% como la pérdida de cocción. En llamas se observan altos valores de pérdidas por descongelamiento, posiblemente debido al extremadamente bajo contenido de grasa intramuscular (Mamani-Linares y Gallo, 2014).

Tabla 7.

*Capacidad de retención de agua del músculo Longissimus dorsi de camélidos y otros rumiantes.*

Parámetros	Alpaca <sup>1</sup>	Llama <sup>1</sup>	Ovino <sup>3</sup>	Bovino criollo <sup>4</sup>
Pérdida por goteo (%)	n/d	6.5 ± 0.2	0.75 – 1.15	n/d
Pérdida de descongelado (%)	n/d	11.8 ± 1.1	n/d	3.2
Pérdida en la cocción (%)	23.7	19.2 ± 2.9	17.8 – 23.0	23.8
Expresión de jugosidad (%)	26.4	13.9 ± 1.5	n/d	20.4

Fuente: <sup>1</sup> Salvá et al. (2009), <sup>2</sup> Mamani-Linares y Gallo (2014), <sup>3</sup> Hoffman et al. (2003), <sup>4</sup> Orellana et al. (2009)

### 2.2.5.3. Terneza

La terneza puede ser definida como la facilidad con que la carne se deja masticar, que puede descomponerse en tres sensaciones por el consumidor: una

inicial o facilidad a penetración y corte, otra más prolongada que sería la resistencia que ofrece a la rotura a lo largo de la masticación, y una final que daría sensación de residuo más o menos importante (Osorio *et al.*, 2009). La fuente de variación de la terneza se puede atribuir a la edad, sexo, peso y raza del animal, músculo, marmoleo, tasa y extensión de glicólisis, y estrés *ante mortem* (Muchenje *et al.*, 2009).

En la Tabla 8 se muestran comparaciones de la fuerza de cizalla, valores de WBFS (valores de fuerza de corte), en la Llama, Alpaca, Bovinos (*Bos Taurus* y *Bos indicus*) y Ovinos,

Tabla 8.

*Evaluación de fuerza de cizalla (kg/cm<sup>2</sup>) del músculo Longissimus dorsi de llama y otros rumiantes a distintos días de almacenamiento post-mortem.*

Días	Llama <sup>1</sup>	Alpaca <sup>1</sup>	Bovino		Ovino <sup>4</sup>	Llama <sup>5</sup>
			<i>B. taurus</i> <sup>2</sup>	<i>B. indicus</i> <sup>3</sup>		
2	6,6 ± 0,7	6,1 ± 0,6	2,5	4,7	1,3	2,2 ± 0,4
7	4,8 ± 0,4	4,2 ± 0,2	2,2	3,1	n/d	n/d
14	n/d	n/d	2,1	2,8	n/d	n/d
28	n/d	n/d	2,0	n/d	n/d	n/d

Fuente: <sup>1</sup> Polidori *et al.* (2007b), <sup>2</sup> Monsón *et al.* (2004), <sup>3</sup> Hadlich *et al.* (2006), <sup>4</sup> Lee *et al.* (2008), <sup>5</sup> Mamani-Linares y Gallo (2013a), <sup>6</sup> No determinado, citado por Mamani-Linares *et al.* (2014).

#### 2.2.5.4. Color

El color de la carne es un factor importante que influye en la aceptación del consumidor, en las decisiones de compra y en la satisfacción proporcionada por los productos cárnicos (Lawrie y Ledward, 2006). El color está relacionado con la concentración de mioglobina y pigmentos proteicos presentes en el músculo. Entre los factores que pueden influir en el color de la carne se encuentran las enzimas, la dieta, la edad del animal e incluso la actividad realizada por el animal (Muchenje *et al.*, 2009).

En la Tabla 9 se muestran las características del color del Longissimus dorsi de los CSA y otros rumiantes. Tanto L\* y a\* se encuentran dentro de los valores reportados para carne de camello (32,7 a 37,7 para L\* y de 13,4 a 17,1 para a\*) por Babiker y Yousif (1990) y Kadim et al. (2006) e intermedios para la carne de cordero por Tschirhart-Hoelscher et al. (2006) y de vacuno por Muchenje et al, (2009).

Tabla 9.

*Color del músculo Longissimus dorsi de la llama y otros rumiantes.*

<b>Parámetros</b>	<b>Alpaca<sup>1</sup></b>	<b>Llama<sup>2</sup></b>	<b>Ovino<sup>3</sup></b>	<b>Bovino<sup>4</sup></b>
Luminosidad (L*)	36,17 ± 2,12	34,92 ± 2,77	36,65	33,80
Tenor de rojo (a*)	15,05 ± 1,44	11,73 ± 2,77	14,24	20,45
Tenor de amarillo (b*)	1,16 ± 2,30	9,75 ± 1,65	11,25	8,77

*Fuente:* <sup>1</sup> Salvá et al. (2009), <sup>2</sup> Mamani-Linares y Gallo (2013a), <sup>3</sup> Lee et al. (2008), <sup>4</sup> Realini et al. (2004).

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Según la orientación: Descriptivo (Deductivo) – Transversal.

#### **3.2 Población y Muestra**

**3.2.1 Población:** Las llamas se obtuvieron de criadores individuales de diferentes localidades de la provincia de Pasco (distrito: Simón Bolívar, sector 1, 2, 3 y 4) y Daniel Carrión (distrito: Santa Ana de Tusi).

**3.2.2. Muestra:** 32 machos diente de leche.

#### **3.3 Estructura del trabajo**

El presente trabajo se ha estructurado en dos partes:

En la primera parte experimental, se utilizaron 32 llamas machos de diente de leche, de la raza K'ara provenientes del distrito de Ninacaca, provincia de Pasco, departamento de Pasco (Perú), con una edad de 18 meses determinada mediante la cronología dentaria. Se ha realizado una determinación previa del peso de la canal caliente y peso de la canal fría, a fin de conocer los rendimientos de los cortes comerciales.

La segunda parte experimental, se ha evaluado las dimensiones del músculo Longissimus lumborum (LL). de las 32 llamas de raza K'ara de la primera parte experimental. Se ha determinado un parámetro tecnológico de la carne de llama: color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ).

#### **3.4 Localización del estudio**

Las llamas de la raza K'ara que se utilizaron en el presente estudio provinieron de la comunidad campesina de Ninacaca (4350 msnm), Provincia de Pasco,

departamento de Pasco (Perú) como se aprecia en la Figura 2, donde la temperatura media anual máxima es de 6 ° C y la media anual mínima, de -3.8 °C, el promedio máximo de precipitación total por año es de 1 088.5 milímetros y el promedio mínimo de 584.2 milímetros (Holdridge, 1982).



**Figura 2.** Mapa del Perú donde se resalta el departamento de Pasco.

*Fuente:* Elaboración propia

La segunda parte experimental, se desarrolló en el TAPA, en el Laboratorio de Análisis Físico-químico de los Alimentos, pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### **3.5 Material Animal**

Se han utilizado 32 llamas (Figura 3) que fueron criadas mediante un sistema extensivo tradicional, de las cuales se dividieron en cuatro grupos de ocho llamas cada uno, con un rango de edad de 18 meses aproximadamente. Estos animales pueden ser clasificados como dientes de leche y extra, según la Norma Técnica Peruana 201.043 - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 2005). Después de cien días bajo cuatro sistemas de alimentación diferentes, dichos animales fueron sacrificados para los análisis respectivos.



**Figura 3.** Llama utilizada en el presente estudio  
*Fuente:* Elaboración propia

Las 32 llamas fueron divididas en cuatro grupos de la siguiente manera:

- a. Tratamiento I (pastoreo en pradera natural)
- b.- Tratamiento II (pastoreo en pradera natural + suplemento vitamínico).
- c.- Tratamiento III (pastoreo en pradera natural + suplemento con heno de alfalfa)
- d.- Tratamiento IV (pastoreo en pradera natural + suplemento con heno de alfalfa + suplemento vitamínico).

### **3.6 Materiales y Equipos**

#### **3.6.1 Materia Prima**

- 32 carcasas de llama de 18 meses de edad.
- Cortes de carne de llama provenientes del músculo *Longissimus thoracis et lumborum*.

#### **3.6.2. Materiales y Equipos**

##### **3.6.2.1 Materiales**

- Tablas de picar.
- Cuchillos.
- Guantes.

##### **3.6.2.2. Equipos**

- Balanza analítica, marca OHAUS, modelo E12140.
- Calibrador Pie de rey.

- Colorímetro, marca MINOLTA, modelo CR-400.

### **3.7 Métodos y análisis**

#### **3.7.1 Determinación del rendimiento de la carcasa fría**

Se determinó el rendimiento de la carcasa fría y la carcasa caliente de las 32 llamas divididas en cuatro grupos por sistemas de alimentación diferentes.

Esta evaluación se realizó a los 100 días de iniciado el experimento, sacrificándose a todos los animales. El rendimiento de la carcasa es una relación porcentual calculada de la relación que existe entre el peso de carcasa y el peso vivo al beneficio.

$$RC = \frac{\text{Peso de Carcasa}}{\text{Peso Vivo}} \times 100$$

#### **3.7.2 Determinación del Diámetro mayor (a) y menor (b) del músculo largo dorsal (*Longissimus thoracis*)**

Se determinó el diámetro mayor (a) y el diámetro menor (b) en el músculo *Longissimus thoracis* de las 32 llamas, luego de seccionar las canales en dos mitades y al nivel de la treceava vértebra torácica de la media canal izquierda se tomaron las medidas con un calibrador pie de rey.

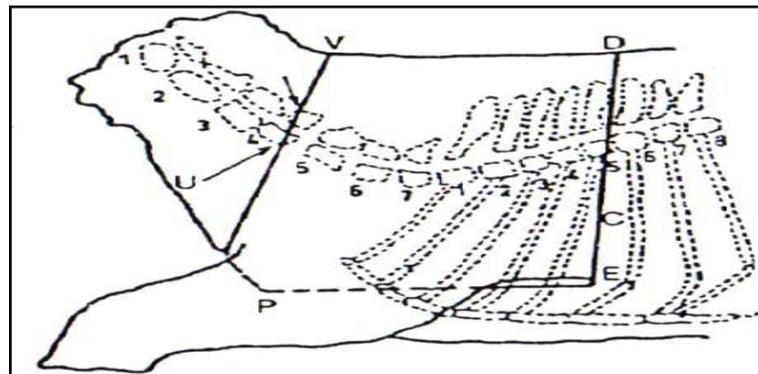
#### **3.7.3 Determinación del rendimiento de los cortes comerciales**

Para la determinación de los pesos y rendimientos de los cortes comerciales de las 32 llamas se procedió al despiece:

La primera pieza que se separó de la canal es la espalda, cuyas referencias anatómicas se detallan a continuación. La separación de dicha pieza se llevará a cabo siguiendo los mismos límites propuestos por Colomer-Rocher *et al.* (1988) citado por Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (2005).

**a) Espalda:** Las líneas de referencia para llevar a cabo la separación de esta pieza son las siguientes (Figura 4):

- Una línea posterior (D-E), perpendicular al dorso de la canal y que pasa por un punto (C), que queda determinado en la incisión realizada por la cara interna del costillar entre la 5ª y 6ª costilla y por otro (E) situado entre 5ª y 6ª articulación costo-condral.
- Una línea que marca el límite inferior (E-P), que es paralela al dorso que se inicia en el punto anterior (E), y termina en la punta del pecho (P).
- El límite superior (V-D) corresponde al dorso y siempre respetando el cartílago de prolongación de la escapula.
- La línea que marca el límite anterior comienza en el borde anterior de la apófisis espinosa de la cuarta vértebra cervical y pasa por el punto (U) a nivel del borde posterior del cuerpo de la cuarta vértebra cervical.



**Figura 4.** Esquema de corte de la espalda.

*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (2005).

Las referencias anatómicas y el orden que debe seguirse para la separación del resto de piezas son las siguientes (Figura 5):

**b) Faldas o bajos:** Se practicó un corte entre los puntos A y B. Dicho corte fue paralelo a la columna vertebral y comenzó en el ligamento inguinal. En esta pieza, quedaron incluidos el cordón testicular y el testículo, y la grasa inguinal en los machos y la grasa de la ubre en las hembras. El punto A corresponde a la intersección de la parte dorsal del m. *Rectus abdominis* y el límite ventral de la porción carnosa de m. *Obliquus internus abdominis*, en el plano de la articulación de la 6ª y 7ª vértebra cervical. El punto B corresponde a la extremidad craneal o manubrio del esternón.

**c) Pierna:** Se realizó un corte perpendicular al plano sagital de la canal que pasa por los puntos anatómicos A y C, donde C es la articulación entre la 6<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> vértebra lumbar.

**d) Cuello:** Se obtuvo realizando un corte que siga una línea que comience por los puntos D y termine en B, siendo D la articulación entre la 6<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> vértebra cervical.

**e) Costillar:** Se obtuvo al haber separado las tres piezas anteriores y la espalda. Los puntos de referencia serán C, A, B y D.

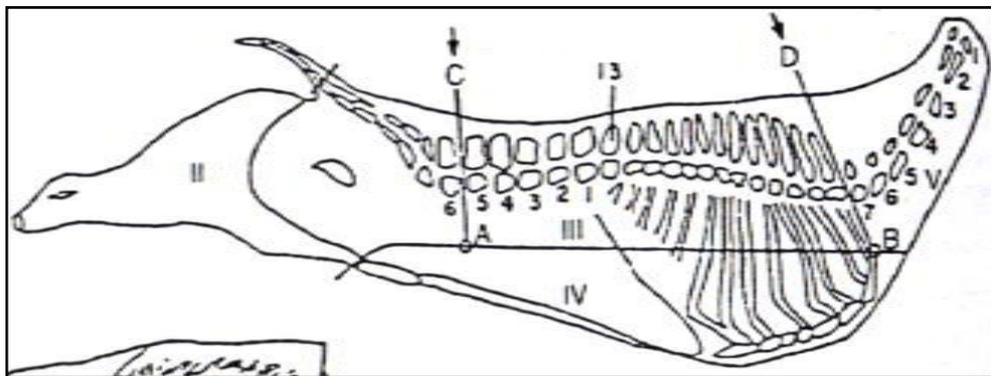


Figura 5. Esquema del despiece.

Fuente: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (2005).

Se registraron los pesos de los cortes comerciales de cada una de las 32 llamas (Figura 6) y se determinó el rendimiento de cada uno. Los cortes realizados fueron los siguientes:

- Brazuelo
- Falda con costilla
- Pierna
- Churrasco con chuleta
- Churrasco con lomo
- Cuello



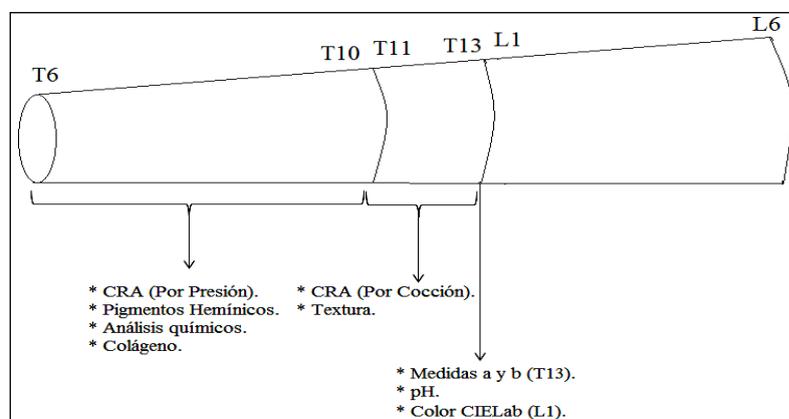
**Figura 6.** Esquema de cortes de las llamas

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.4 Determinación instrumental del color

Se determinó el color de la carne de las 32 llamas, sobre el sobre el corte del músculo entre las vértebras dorsales y lumbares, en la parte lumbar. El color se midió tres veces sobre la superficie de corte expuesta al aire con un colorímetro Minolta (CR-400) utilizando el iluminante D65 y 10° como ángulo del observador, usando el sistema CIELab.

Siguiendo el diagrama con la propuesta de muestreo (Figura 7), la media canal de elección fue la media canal izquierda. El músculo *Longissimus dorsi* (LD) debe ser retirado de la canal a las 24 horas tras el sacrificio (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005).



**Figura 7.** Propuesta de muestreo en el músculo *Longissimus dorsi*.

Fuente: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (2005).

Mediante disección se obtuvo el músculo *Longissimus thoracis* (LT) que fue dividido en las siguientes dos secciones para la toma de color de la carne de las 32 llamas.

Con la escala CIELab, y sus parámetros de color obtendremos las coordenadas de: luminosidad ( $L^*$ ), componente rojo-verde ( $a^*$ ) y componente amarillo-azul ( $b^*$ ). Según las recomendaciones de Honikel (1997), para la preparación y medida de las muestras.



*Figura 8.* Determinación del color de la carne de llama.

*Fuente:* Elaboración propia

### **3.7.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se usará un Diseño completamente al azar (DCA) con dos repeticiones y 8 animales por tratamiento. Para cada variable evaluada (rendimientos de canal y cortes comerciales, parámetros tecnológicos de la carne (color de la carne de llama) se aplicó una estadística descriptiva analizando el promedio y la desviación estándar. Mediante el coeficiente de correlación de Pearson, se determinó si existe relación entre cada variable evaluada con respecto al peso de la canal. El análisis estadístico para la estadística descriptiva se realizó mediante la prueba de Tukey (comparación de promedios).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Rendimientos del faenamiento de la llama

En la Tabla 10, se muestran las características de la canal de las 32 llamas provenientes de la comunidad campesina de Ninacaca - Perú luego del sacrificio (peso vivo, pesos de la canal y rendimiento de canal).

Tabla 10.

Características de la canal de la llama

Tratamientos	Registros	Promedio $\pm$ SD (n=8)
Trat-I	Peso vivo (Kg)	64.24 $\pm$ 9.37
	Peso de canal fría (Kg)	33.77 $\pm$ 5.43
	Rendimiento de canal fría (%)	52.57 $\pm$ 3.53
Trat-II	Peso vivo (Kg)	66,3 $\pm$ 16.39
	Peso de canal fría (Kg)	34.11 $\pm$ 9.78
	Rendimiento de canal fría (%)	51.07 $\pm$ 2.57
Trat-III	Peso vivo (Kg)	70.88 $\pm$ 15.09
	Peso de canal fría (Kg)	36.93 $\pm$ 7.75
	Rendimiento de canal fría (%)	52.19 $\pm$ 2.24
Trat-IV	Peso vivo (Kg)	65.11 $\pm$ 15.61
	Peso de canal fría (Kg)	34.25 $\pm$ 8.39
	Rendimiento de canal fría (%)	52.64 $\pm$ 2.97

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron valores promedios para el peso vivo ( Kg) de 64.24 , 66,3 , 70.88 y 65.11 para el Tratamiento I, II, III y IV respectivamente. Valores mayores a los que Cristofanelli et al. (2004), reportó (valor promedio de 59,4  $\pm$  2,1 Kg) para llamas con 22 meses criadas en la región Arequipa .No se obtuvo diferencias significativas con alguno de los cuatro tratamientos .El tratamiento III reportó el mayor promedio de peso vivo (Kg) al final de la investigación. Mamani-

Linares y Gallo (2013b) reportaron como valor promedio  $42,9 \pm 3,5$  Kg para llamas con 18-24 meses criadas con pasturas nativas en La Paz (Bolivia).

Los pesos obtenidos por los tratamientos para la canal fría (Kg) fue de 33.77 (Trat I), 34.11 (Trat II), 36.93 (Trat III), 34.25 (Trat IV), para los cuatro tratamientos, siendo mayor al valor promedio de  $29,96 \pm 1,93$  kg. reportado por Cristofanelli et al. (2004) en llamas con 25 meses criadas de forma tradicional en Arequipa (Perú). Mamani-Linares y Gallo (2013b) reportaron un valor de  $23,0 \pm 3,7$  Kg para llamas con 18-24 meses criadas en La Paz (Bolivia).Figura 9

Se obtuvieron valores promedios para el rendimiento de la canal fría 52.57, 51.07, 52.19 y 52.64 para el Tratamiento I, II, III y IV respectivamente, siendo mayores que 50,5% reportados por Cristofanelli et al. (2004). También superiores que 48,3% reportados por Mamani-Linares y Gallo (2013b).



*Figura 9. Canales de llamas*

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.2 Determinación del peso de la canal y dimensiones del músculo

### *Longissimus lumborum*

En la Tabla 11, se muestran los pesos y las dimensiones del músculo *Longissimus lumborum* (LL), diámetro mayor “a” y diámetro menor “b” de las 32 llamas provenientes de la comunidad campesina de Ninacaca luego del sacrificio. También, se muestran las correlaciones del peso de la canal fría con las variables mencionadas. En la figura 8 se observan los cortes utilizados para los análisis.

Tabla 11.

Peso de la canal y dimensiones del músculo *Longissimus lumborum* (LL) de llama.

Tratamientos	Variabes	Promedio $\pm$ SD(n=8)	Rango	EP
Trat-I	Peso de canal fría (Kg)	33.77 $\pm$ 5.43	28.74 - 4 1.98	
	a (cm)	10.26 $\pm$ 0.91	9-11,15	0.3
	b (cm)	7.99 $\pm$ 0.70	6,9 - 9	0.1
Trat-II	Peso de canal fría (Kg)	34.11 $\pm$ 9.78	24.26 - 50.46	
	a (cm)	9.96 $\pm$ 0.87	9 -11,15	0.46
	b (cm)	7.80 $\pm$ 0.86	6.2 - 9	0.41
Trat-III	Peso de canal fría (Kg)	36.93 $\pm$ 7.75	27.22 - 50.32	0.58
	a (cm)	10.33 $\pm$ 1.45	8.7 - 13.4	
	b (cm)	7.93 $\pm$ 1.60	5.2 - 9,8	0.1
Trat-IV	Peso de canal fría (Kg)	34.25 $\pm$ 8.39	25.52 - 46.9	
	a (cm)	10.36 $\pm$ 0.88	8.9 - 11.8	0.74
	b (cm)	7.41 $\pm$ 0.88	6,2 - 8,8	0.33

Fuente: Elaboración propia

EP: Efecto del Peso. Coeficiente de correlación de Pearson entre el peso de la canal y los diámetros del músculo.



*Figura 10.* Ojo de lomo de la carne de llama.  
*Fuente:* Elaboración propia

En cuanto a los diámetros mayor “a” (cm) se obtuvieron  $10.26 \pm 0.91$  (Trat I),  $9.96 \pm 0.87$  (Trat II),  $10.33 \pm 1.45$  (Trat III),  $10.36 \pm 0.88$  (Trat IV), y en el diámetro menor “b” (cm) se obtuvieron  $7.99 \pm 0.70$  (Trat I),  $7.80 \pm 0.86$  (Trat II),  $7.93 \pm 1.60$  (Trat III),  $7.41 \pm 0.88$  (Trat IV). En la literatura no se han reportado valores en llama. Salvá (2009), reportó valores a y b de  $6,03 \pm 1,38$  y de  $3,46 \pm 1,15$  cm, respectivamente para las alpacas.

### **4.3 Rendimiento de los cortes comerciales.**

En la Tabla 12, se consideran los diferentes cortes comerciales de la llama (Brazuelo, Falda con Costilla, Pierna, Churrasco con chuleta, Churrasco con lomo y Cuello).



*Figura 11. Corte pierna*  
Fuente: *Elaboración propia*



*Figura 12. Corte Churrasco con costilla*  
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 12.

Cortes comerciales de la canal de llama.

Tratamientos	Cortes	Promedio $\pm$ SD (n=8)
Trat – I	Brazuelo	20.14 $\pm$ 0.59
	Falda con Costilla	13.81 $\pm$ 1.31
	Pierna	36.98 $\pm$ 0.80
	Churrasco con chuleta	12.06 $\pm$ 0.76
	Churrasco con lomo	7.77 $\pm$ 0.52
	Cuello	8.90 $\pm$ 0.73
Trat-II	Brazuelo	20.54 $\pm$ 0.54
	Falda con Costilla	13.21 $\pm$ 0.90
	Pierna	36.76 $\pm$ 1.09
	Churrasco con chuleta	12.05 $\pm$ 0.76
	Churrasco con lomo	7.88 $\pm$ 0.58
	Cuello	9.25 $\pm$ 1.26
Trat-III	Brazuelo	20.12 $\pm$ 1.01
	Falda con Costilla	13.72 $\pm$ 1.72
	Pierna	36.33 $\pm$ 1.20
	Churrasco con chuleta	12.22 $\pm$ 0.89
	Churrasco con lomo	8.13 $\pm$ 0.50
	Cuello	9.14 $\pm$ 0.80
Trat-IV	Brazuelo	20.40 $\pm$ 0.62
	Falda con Costilla	12.9 $\pm$ 1.53
	Pierna	37.06 $\pm$ 1.66
	Churrasco con chuleta	11.97 $\pm$ 0.42
	Churrasco con lomo	7.93 $\pm$ 0.53
	Cuello	9.29 $\pm$ 0.77

Fuente: *Elaboración propia*

Se obtuvieron valores de 36.98  $\pm$  0.80 (Trat I), 36.76  $\pm$  1.09 (Trat II), 36.33  $\pm$  1.20 (Trat III), 37.06  $\pm$  1.66 (Trat IV) como rendimientos del corte de pierna para todos los tratamientos, siendo éste corte el de mayor proporción, Cristofanelli et al. (2005), reportó valores inferiores 35,7  $\pm$  1,7 %. Pérez et al. (2000), reportó valores de 33,4  $\pm$  2,4 % para llamas de 9 a 12 meses de edad en Chile y similar al 33,4  $\pm$  1,1 % reportado por Arzabe et al. (2006).

#### 4.4 Determinación instrumental del color

En la tabla 13, se muestran los datos obtenidos referentes al color de las 32 llamas en estudio, determinando una de las propiedades tecnológicas de la carne de llama

Tabla 13.

Cortes comerciales de la canal de llama.

Tratamiento	Color	Promedio $\pm$ SD(n=8)	Rango
Trat-I	L*	45.91 $\pm$ 1.10	43.84- 47.23
	a*	15.55 $\pm$ 0.65	14.65 - 16.83
	b*	8.79 $\pm$ 0.60	7.86 - 9.52
Trat-II	L*	45.42 $\pm$ 1.11	43.31- 46.91
	a*	15.94 $\pm$ 0.72	14.75 - 17.08
	b*	9.36 $\pm$ 0.47	8.67 - 10.13
Trat-III	L*	45.69 $\pm$ 0.56	45.09 - 46.57
	a*	15.61 $\pm$ 0.45	14.69 - 16.05
	b*	8.59 $\pm$ 0.86	6.9- 9.56
Trat-IV	L*	45.07 $\pm$ 0.89	43.89 - 46.23
	a*	16.11 $\pm$ 0.68	14.88 – 17
	b*	8.93 $\pm$ 1.09	6.96 - 9.92

Fuente: *Elaboración propia*

En lo referente al color, el músculo LL de llama mostró una luminosidad (L\*) de 45.91  $\pm$  1.10 (Trat I), 45.42  $\pm$  1.11 (Trat II), 45.69  $\pm$  0.56 (Trat III), y 45.07  $\pm$  0.89 (Trat IV). Mamani-Linares y Gallo (2013a), reportaron que la carne de llama presenta una luminosidad (L\*) de 34,92  $\pm$  2,77. Para los valores de a\*, se obtuvo 15.55  $\pm$  0.65 (Trat I), 15.94  $\pm$  0.72 (Trat II), 15.61  $\pm$  0.45 (Trat III), y 16.11  $\pm$  0.68 (Trat IV). Mamani-Linares y Gallo (2013a) reportaron como valor 11,73  $\pm$  2,77 para a\*. Para los valores de b\*, se obtuvo 8.79  $\pm$  0.60 (Trat I), 9.36  $\pm$  0.47 (Trat II), 8.59  $\pm$  0.86 (Trat III), 8.93  $\pm$  1.09 (Trat IV). Mamani-Linares y Gallo (2013a) reportaron como valor ,7.5  $\pm$  1,65 para b\*. De los

resultados obtenidos tenemos que las llamas procedentes de Ninacaca – Pasco presentan mayor luminosidad y mayor tendencia al color rojo y menor tendencia al color amarillo.

## CONCLUSIONES

La carne obtenida de llamas machos de la raza K'ara procedentes de la comunidad campesina de San Pedro de Ninacaca (Pasco), bajo cuatro sistemas de alimentación diferentes por un periodo de cien días, presentan las siguientes características físicas (rendimientos de canal y cortes comerciales) y tecnológicas (color de la carne).

- Se obtuvo buenos rendimientos de la carne de llama analizada (llamas dientes de leche) al comparar con otros valores reportados en la literatura con otras llamas de semejante edad con los cuatro sistemas de alimentación propuestos, por lo que se infiere que resultó ventajoso para su comercialización y consumo.
- Se registraron y evaluaron las medidas obtenidas de los el diámetro mayor (a) y el diámetro menor (b) en el músculo *Longissimus thoracis* de las 32 llamas. Se obtuvo valores mayores a los reportados en alpacas. No existe en la literatura datos referentes en carne de llama.
- Se registraron mayores rendimientos en los cortes comerciales respecto a otras llamas reexportadas en la literatura, presentando mayor porcentaje en el corte pierna. No hubo diferencias significativas en los cuatro tratamientos.
- En cuanto al color, la carne de llama reporto mayor luminosidad y mayor tendencia al color rojo y menor tendencia al color amarillo, en comparación a los valores reportados en la literatura. No hubo diferencias significativas en los cuatro tratamientos

## RECOMENDACIONES

Al analizar los resultados obtenidos en la investigación con carne de llama raza K'ara procedentes de la comunidad campesina de San Pedro de Ninacaca (Pasco), se recomienda para futuras investigaciones:

- Ampliar el período de suplementación en las llamas, más de cien días, con el propósito de obtener mejores resultados que los reportados.
- Ampliar la muestra de las poblaciones de llamas incluyendo ambos sexos (machos y hembras) y manejar diferentes rangos de edad para obtener diferencias significativas al finalizar la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atwater, I., Navia, M., Jeffs, S. 2000. Evaluation of insulin resistance in two kinds of South American Camelids: Llamas and alpacas. *Comparative Medicine* 50, 490-494.
- Araya, A., Atwater, I., Navia, M., Jeffs, S. 2000. Evaluation of insulin resistance in two kinds of South American Camelids: Llamas and alpacas. *Comparative Medicine* 50, 490-494.
- Arzabe C., Rodríguez T., Condori G., Claros A., Martínez Z., Cochi N., Quispe J. L. 2006. Determinación del rendimiento y la rentabilidad de los cortes menores de la carne de llama (*Lama glama*). En: Memoria de la XVI Reunión Nacional de ABOPA. Sucre, Bolivia. p 217-232.
- Bach, A., Calsamiglia, S., Stern, M. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *Jornal of Dairy Science* 88, E9-E21.
- Budaxé, C. 1998. *Ovinos de Carne Aspectos Claves*. Ediciones Mundipresnsa. Madrid-España.
- Bustinza, V.2001. *La alpaca*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.495
- Calle, R. 1982. *Ovinos para la Selva Peruana*. Informe Técnico N° 2 . Lima - Perú.
- Campero, J. R. 2005. Lama (*Lama glama*) and Guanaco (*Lama guanicoe* M.): General perspective. In Proceedings of the ICAR/FAO seminar ICAR Technical series no.11 (pp. 11-18). Sousse, Tunisia.
- Cañeque, V y Sañudo, C. 2001. Metodología para el estudio de la calidad de a canal de la carne en rumiantes. Miisterio de Ciencia y Tecnologia. INIA. Madrid. España.

- Carmean, B.R., Johnson, K.A., Johnson, L.W., 1992 .Maintenance energy requirement of llamas. Am j. Vet. Res. 53, 1696-1698.
- Cebra, C., Tornquist, S., Van Saun, R., Smith. B. 2001. Glucose tolerance testing in llamas and alpacas. American Journal of Veterinary Research 62, 682-686.
- Choque S., Tapia M. 2003. Aptitud productiva de ankuta q'ara, phulla, suxalli en iral y tolar del altiplano boliviano. En: Memoria III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí, Bolivia. p 479-483.
- Claudia María Luna Victoria Grosso (2002).Universidad Nacional Agraria La Molina –Lima elaboro una tesis denominada” Evaluación de las características de Carcasa y Cortes comerciales de Ovinos Blackbelly y Criollos Engordados en Sistemas Intensivo-Costa”
- Claverías, R., Jerí, A. 1990. Posibilidades de Desarrollo en las Comunidades Ganaderas de la región del sur (tipología y oportunidades de desarrollo para las comunidades de agricultores de la Región Sur). Seminario-Taller, Julio 18-20, Chucuito, Puno, Perú. Sección de la Economía. 268 p
- Condori G, Ayala C, Renieri C, Rodriguez T, Martinez Z. 2003 A. Evaluacion quimica de la carne en diferentes periodos del crecimiento. En Memoria III Congreso Mundial sobre Camelidos. Potosi, Bolivia. P 597-603
- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori. P. & Renieri, C. 2004. Meat and Carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). Meat Science, 66, 589-593.
- Ebel, S. 1989. The llama industry in the United States. In: The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice. Llama Medicine. Ed.W.B. Saunders 5-1.
- FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Disponible en:[http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia\\_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf). Consultado el 07 de abril de 2014.

FAO 2008 Análisis del impacto de los eventos fríos (fría) del 2008 en la agricultura y ganadería altoandina en el Perú. Lima. PERU

FAO, 2009. Situación de los Bosques del Mundo. Roma. Italia.

Fioretti, C. 2005. La composición de la res se controla genéticamente . [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar). Argentina

Flores E.R. 2012. Pastores de puna, cambio climático y seguridad alimentaria. En: Seminario Internacional Seguridad Alimentaria y Economía del Cambio Climático. Lima 6-7 setiembre.

Flores, E. R. 1996. Reality, limitations and research needs of the Peruvian livestock sector. Latin America Regional Livestock Assessment. Workshop Proceedings. IICA- SRCP. San José- Costa Rica. April 15-18: 83-99.

Fowler, M. 1998. Medicine and surgery of South American Camelids: Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco. Iowa State University Press, Ames, IA. GLP. 302 pp.

Gallo C. 2010. La calidad de las canales y su carne. Informativo sobre carne y productos cárneos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. N.º 39. p 74.

García C. 1995. Contribución al conocimiento del consumo de carne de camélidos sudamericanos (CSA) en Chile. Memoria de título. Valdivia, Chile: Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile. p 72.

Hadlich JC, Morales DC, Silveira AC, Oliveira HNd, Chardulo LAL. 2006. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. Acta Sci Anim Sci 28: 57-62.

- Hill, F.I., Thompson, K.G., Grace, N.D. 1994. Rickets in alpacas (*Lama pacos*) in New Zealand. *N.Z. Vet J.* 42,75 pp.
- Hoffman L C, Muller M, Cloete SWP, Schmidt D. 2003. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristic. *Meat Sci* 65: 1265-1274.
- Honikel, K.O. 1997. Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*, 9, 573-582.
- Huasaquiche, A. 1974. Nitrogen balance and digestibility in alpacas and sheep. B.S. Thesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, 49 pp.
- INEI, 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática- IV Censo Nacional Agropecuario- IV CENAGRO.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2005). Norma Técnica Peruana 201. 043: 2005 .Carne y productos cárnicos. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas. Lima. Perú.
- [INIA] Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Serie Ganadería No 3. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, España.
- Laura L. 2012. Alternativas de agregación de valor con la transformación de productos derivados de carne de llama (*Lama glama*) en la localidad de Curahuara de Carangas, Oruro. Tesis de grado. La Paz, Bolivia: Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés. p 157.
- Lawrie RA, Ledward DA. 2006. *Lawrie's meat science*. 7th ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing. 464 p.

- Leyva. 1991. Informe técnico III fase. Proyecto Camélidos Sudamericanos (IVITA-CIID).p.21
- Mamani-Linares L., Cayo F., Gallo C. 2014. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: Una revisión. Rev Inv Vet Perú, 25 (2), 123-150.
- Mamani-Linares L., Gallo C. 2013a. Meat quality attributes of the Longissimus lumborum muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. Meat Sci 94: 89-94.
- Mamani-Linares L., Gallo C. 2013b. Effects of supplementary feeding on carcass and meat quality traits of young llamas (*Lama glama*). Small Rumin Res 114: 233-239.
- Mamani-Linares, L.W., Gallo, C.B. 2014. Meat quality, proximate composition and muscle fatty acid profile of young llamas (*Lama glama*) supplemented with hay or concéntrate during the dry season. Meat Sci 96: 394-399.
- Mendoza, J. 2013. Medidas Corporales en la Selección de llamas Kara e Intermedio (*Lama glama*) de la Región de Pasco. Tesis de maestría UNALM.
- Monsón F., Sañudo C., Sierra I. 2004. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. Meat Sci 71: 471-479.
- Morín, D.E., Rowan, L.L., Hurley, W.L., Braselton, W.E. 1995. Composition of milk from llamas in the United States. J. Dairy Sci 78, 1713-1720 pp.
- Muchenje V., Dzama K., Chimonyo M., Strydom P., Hugo A., Raats J. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. Food Chem 112: 279-289.

- Muchenje V., Dzama K., Chimonyo M., Strydom P., Hugo A., Raats J. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chem* 112: 279-289.
- Novoa, C. y J.C. Wheeler. 1984. LLama and alpaca. En: MASON, I.L. Evolution of domestic animals. New York, Logtnan Inc.
- Osorio M., Zumalacárregui J., Alaiz-Rodríguez R., Guzman-Martínez R., Engelsen S., Mateo J. 2009. Differentiation of perirenal and omental fat quality of suckling lambs according to the rearing system from Fourier transforms mid-infrared spectra using partial least squares and artificial neural networks análisis. *Meat Sci* 83: 140-147.
- Pérez P., Maino M., Guzmán R., Vaquero A., Körih C., Pokniak J. 2000. Carcass characteristics of llamas (*Lama glama*) reared in Central Chile. *Small Ruminant Research*, 37, 93-97.
- Polidori P., Renieri C., Antonini M., Passamonti P., Pucciarelli F. 2007b. Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Science*, 75, 356-358.
- Radolf, M., Gutiérrez, g., & Wurzinger, M. (2014). Alpacas or Llamas? Management of Uncertainty Among Livestock Keepers in the High Andes. *Mountains and climate change: A global concern. Sustainable Mountain Development Series*. Bern, Switzerland, Centre for Development and Environment (CDE), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and Geographica Bernensia.
- René Antonio Hinojoza Benavides (2017). Universidad Nacional de Huancavelica-Huancavelica elaboro una tesis denominada "Caracterización estructural del sistema de producción de alpacas en el departamento de Huancavelica".

- Roberto Daniel Landa (2016). Universidad de León – España en la tesis doctoral denominada “Efecto del sistema de alimentación y del sexo sobre la ingestión, el rendimiento productivo y las características de la canal y de la carne de corderos de la raza Assaf y Merina.
- Robinson, T., Roeder, B., Schaalje, G.B., Hammer, J., Burton, S., Christensen, M. 2005. Nitrogen balance and blood metabolites of alpaca (*Lama pacos*) fed three forages of different protein content. *Small Ruminant Research* 58, 123-133.
- Rossi, C. 2004. *Camélidos Sudamericanos*. Monografía. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina.
- Rübsamen, K., von Engelhardt, W., 1975. Water metabolism in the llama. *Comp. Biochem. Physiol. A* 52, 595-598.
- San Martin, F. 1987. Comparative forage selectivity and nutrition of South American Camelids and Sheep. Ph. D. Diss., Texas Tech Univ., Lubbock.
- San Martin, F., Bryant, F.C. 1989. Nutrition of domestic South American llamas and alpacas. *Small Rumin. Res.* 2. 191-216 pp
- Salvá B. 2009. Caracterización de la Carne y Charqui de Alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis Doctoral. Universidad de León. León, España.
- San Martin, F., Bryant, F.C. 1989. Nutrition of domestic South American llamas and alpacas. *Small Rumin. Res.* 2. 191-216 pp.
- San Martin, F., Van Saun, R. 2013. Applied Digestive Anatomy and Feeding Behavior. In *Llama and Alpaca Care Medicine, Surgery, Reproduction,, Nutrition, and Herd Health* Ed. Elsevier.
- Sanchez, G. 1999. *Ciencia Basica de la carne*. Editora Guadalupe Ltda. Bogota-Colombia.

- Schneider, W., Hauffe, R., von Engelhardt, W. 1974. Energy and nitrogen Exchange in the llama. In: Proceedings of Sixth Symposium Energy Metabolism of Farm Animals, European Assoc. Anim. Pro. Pub. No.14. 127-130 pp.
- SENASA .2011. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Camélidos Sudamericanos. Historia, usos y sanidad animal. Cap. I. Nomenclatura, origen y evolución de los camélidos sudamericanos.13p.
- Smith, B.B., Van Saun, R.J., Reed, P.J., Craig, A.M., Youngberg, A. 1998. Blood mineral and Vitamin E concentrations in llamas. Am. J. Vet. Res. 59 (8), 1063-1070.
- Solis Hospinal, R. 2000. Producción de Camélidos Sudamericanos. 2da edición. Cerro de Pasco, Peru.
- Sumar, J. 2010. Nutrition in camelids. En : Wittwer F, et al. (eds). Updates on ruminant production and medicine. XXVI World Buiatric Congress. Santiago, Chile. P 343-357.
- Téllez, 1992.Tecnología e Industrias Cárnicas. Tomo I. Artes Graficas Espino. Lima – Perú.
- Van Saun, R. 2006.Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. SmallRuminant Research 61, 165-186.
- Vilá, B. 2007. Camellos sin joroba. Ediciones Colihue. Argentina.
- Vila, G. 1996. Producción y Manejo de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Asociación de criadores de camélidos de Argentina. 115 p.

Wheeler, J. C., Marín, J. C., Spotorno, A. E., (2006). Sistemática molecular y filogeografía de camélidos sudamericanos: Implicancias para su conservación y manejo. *Investigacion, conservacion y manejo de vicuñas*, 85-100.

Zea, M., Leyva, V., Wilber, V., Néstor, P. 2007. Evaluación de las medidas de grupa y muslo de la cría y ubre de la madre como indicadores fenotípicos en la selección temprana de llamas (*Lama glama*) para carne. *Vet Perú*; 18 (1): 40-50 p.

Zhang Sx, Farouk MM, Young OA, Wieliczko KJ, Podmore C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Sci* 69: 765-772.

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Manejo de dietas .....	59
<b>Anexo 2:</b> Análisis químico proximal del pasto natural y del heno de alfalfa suministrados en la dieta.....	59
<b>Anexo 3:</b> Resultados registrados del rendimiento de la canal fría de la carne de llama .....	60
<b>Anexo 4:</b> Resultados registrados de las dimensiones del músculo <i>Longissimus lumborum</i> diámetro mayor a (cm).....	60
<b>Anexo 5:</b> Resultados registrados de las dimensiones del músculo <i>Longissimus lumborum</i> diámetro menor b (cm) .....	60
<b>Anexo 6:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Brazuelo) .....	61
<b>Anexo 7:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Falda con costilla).....	61
<b>Anexo 8:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Pierna).....	61
<b>Anexo 9:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Churrasco con chuleta) .....	62
<b>Anexo 10:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Churrasco con lomo) .....	62
<b>Anexo 11:</b> Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Cuello).....	62
<b>Anexo 12:</b> Resultados registrados del color del músculo <i>Longissimus lumborum</i> ( $L^*$ ) (Luminosidad).....	63
<b>Anexo 13:</b> Resultados registrados del color del músculo <i>Longissimus lumborum</i> componente rojo-verde ( $a^*$ ) .....	63
<b>Anexo 14:</b> Resultados registrados del color del músculo <i>Longissimus lumborum</i> componente amarillo-azul ( $b^*$ ).....	63

## Anexo 1: Manejo de dietas

Los sistemas de producción convencional de llama se basan en el pastoreo de alimentación nativa. En este proyecto las 32 llamas fueron pastoreadas en las mismas parcelas de pasto natural durante 9 horas diarias desde las 8:00 a.m. hasta las 17:00 p.m. Constituyendo la dieta de las ocho llamas que agrupamos en el Tratamiento I.

El suplemento (heno de alfalfa) fue suministrado a las 5:00 pm a los animales del Tratamiento III y Tratamiento IV (en corrales separados). La cantidad de heno de alfalfa ofrecida fue del 30% de consumo de materia seca esperada (Van Saun, 2006).

Las vitaminas Vitangol DE (composición: Vit. A, 500000UI/ml; Vit. D, 75000 UI/ml; Vit. E, 50mg/ml) y Catosal + B12 (composición: butaplospan, 10g/100ml; Vit. B12, 0.005g/100ml), fueron suministradas a los animales del Tratamiento II y Tratamiento IV. La cantidad suministrada estuvo en función al peso vivo de los animales, siguiendo las indicaciones del fabricante.

## Anexo 2: Análisis químico proximal del pasto natural y del heno de alfalfa suministrados en la dieta

	Pasto Natural (inicio)	Pasto natural (final)	Heno de alfalfa (inicio)	Heno de Alfalfa (final)
Humedad (%)	8,62	5,3	10,77	10,45
Proteína Cruda (%)	7,48	3,58	15,97	15,8
Grasa (%)	1,66	1,54	1,74	1,7
Fibra Cruda (%)	28,68	40,2	24,77	25,85
Ceniza (%)	3,19	4,29	7,25	7,8
ELN (%)	50,37	45,09	39,5	38,40

Fuente: LENA-UNALM

Después de cien días bajo cuatro sistemas de alimentación diferentes, dichos animales fueron sacrificados para los análisis respectivos.

**Anexo 3: Resultados registrados del rendimiento de la canal fría de la carne de llama**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	52.565	48.32	59.57	8	3.531	1.248	a
T2	51.07	46.89	54.18	8	2.574	0.91	a
T3	52.189	49.13	55.7	8	2.244	0.793	a
T4	52.641	48.61	57.83	8	2.967	1.049	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 4: Resultados registrados de las dimensiones del músculo *Longissimus lumborum* diámetro mayor a (cm)**

Trat	Mean	Min	Max	R	Std	Ste	sg
T1	10.258	9	11.5	8	0.914	0.323	a
T2	9.963	9	11.5	8	0.872	0.308	a
T3	10.328	8.7	13.4	8	1.448	0.512	a
T4	10.363	8.9	11.8	8	0.881	0.312	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 5: Resultados registrados de las dimensiones del músculo *Longissimus lumborum* diámetro menor b (cm)**

Trat	Mean	Min	Max	R	Std	Ste	sg
T1	7.987	6.9	9	8	0.698	0.247	a
T2	7.8	6.2	9	8	0.855	0.302	a
T3	7.925	5.2	9.8	8	1.599	0.565	a
T4	7.412	6.2	8.8	8	0.877	0.31	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 6: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Brazuelo)**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	20.136	19.45	21.2	8	0.59	0.209	a
T2	20.544	19.42	21.1	8	0.538	0.19	a
T3	20.121	18.2	21.34	8	1.008	0.356	a
T4	20.396	19.56	21.23	8	0.618	0.219	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 7: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Falda con costilla)**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	13.811	11.41	15.85	8	1.311	0.463	a
T2	13.214	11.62	14.41	8	0.897	0.317	a
T3	13.715	11.87	17.25	8	1.716	0.607	a
T4	12.9	11.13	15.52	8	1.532	0.542	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 8: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Pierna)**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	36.976	36.06	38.41	8	0.799	0.283	a
T2	36.763	34.8	38.09	8	1.092	0.386	a
T3	36.326	34.18	38.06	8	1.195	0.422	a
T4	37.062	34.37	40.12	8	1.662	0.588	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 9: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Churrasco con chuleta)**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	12.055	10.96	13.15	8	0.761	0.269	a
T2	12.046	11.3	13.49	8	0.758	0.268	a
T3	12.221	11.04	13.59	8	0.885	0.313	a
T4	11.974	11.42	12.65	8	0.42	0.148	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 10: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Churrasco con lomo)**

Trat	Mean	Min	Max	R	Std	Ste	sg
T1	7.771	6.96	8.63	8	0.518	0.183	a
T2	7.875	7.23	8.76	8	0.58	0.205	a
T3	8.126	7.51	8.93	8	0.497	0.176	a
T4	7.925	7.34	8.72	8	0.526	0.186	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 11: Resultados del rendimiento de los cortes comerciales (Cuello)**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	8.904	8.3	10.41	8	0.726	0.257	a
T2	9.251	7.81	11.85	8	1.263	0.447	a
T3	9.143	7.92	10.02	8	0.795	0.281	a
T4	9.286	8.02	10.28	8	0.771	0.273	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 12: Resultados registrados del color del músculo *Longissimus lumborum* ( $L^*$ ) (Luminosidad)**

Trat	Mean	Min	Max	R	Std	Ste	sg
T1	45.913	43.84	47.23	8	1.101	0.389	a
T2	45.42	43.31	46.91	8	1.11	0.392	a
T3	45.693	45.09	46.57	8	0.558	0.197	a
T4	45.066	43.89	46.23	8	0.886	0.313	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 13: Resultados registrados del color del músculo *Longissimus lumborum* componente rojo-verde ( $a^*$ )**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	sg
T1	15.554	14.65	16.83	8	0.65	0.23	a
T2	15.939	14.75	17.08	8	0.718	0.254	a
T3	15.611	14.69	16.05	8	0.445	0.157	a
T4	16.108	14.88	17	8	0.676	0.239	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey

**Anexo 14: Resultados registrados del color del músculo *Longissimus lumborum* componente amarillo-azul ( $b^*$ )**

Trat	Mean	Min	Max	R	std	Ste	Sg
T1	8.794	7.86	9.52	8	0.601	0.212	a
T2	9.355	8.67	10.13	8	0.469	0.166	a
T3	8.591	6.9	9.56	8	0.857	0.303	a
T4	8.931	6.96	9.92	8	1.093	0.386	a

Valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey