

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**



**“RESPUESTA PRODUCTIVA Y RENDIMIENTO DE CARCASA DE  
LLAMAS (*Lama glama*) DIENTES DE LECHE SOMETIDAS A  
ENGORDE, CUATRO TIPOS DE ALIMENTACIÓN”**

**Presentada por:**

**RICARDO ROBLES DE LA ROSA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

**LIMA – PERU**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**“RESPUESTA PRODUCTIVA Y RENDIMIENTO DE CARCASA DE  
LLAMAS (*Lama glama*) DIENTES DE LECHE SOMETIDAS A  
ENGORDE, CUATRO TIPOS DE ALIMENTACIÓN”**

**Presentada por:**

**RICARDO ROBLES DE LA ROSA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN  
NUTRICION**

**Aprobado por el siguiente jurado evaluador:**

Ph.D. Mariano Echevarría Rojas  
PRESIDENTE

Mg.Sc. Víctor Hidalgo Lozano  
PATROCINADOR

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso  
CO-PATROCINADOR

Ph.D. Carlos Gómez Bravo  
MIEMBRO

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A Dios por bendecirme en cada paso hasta donde he llegado, porque se hizo realidad un sueño anhelado.

A mis abuelos VICTOR DE LA ROSA y LEONARDA BALDEON, quienes me enseñaron y me brindaron una vida plena y llena de aprendizaje en el campo en armonía con la naturaleza y los animales, que gracias a su sabiduría influyeron en la decisión de seguir esta hermosa carrera.

A mi madre TEMPORA y hermana NERIDA por su amor, sus consejos acertados y sobre todo por su apoyo incondicional en los momentos más críticos, en las adversidades y tropiezos. Gracias por el esfuerzo realizado, que sin ello no sería posible conseguir uno mas de mis objetivos, que también es suyo.

A mi padre EDGARDO por ser el pilar de la familia y demostrarme que uno siempre tiene que seguir a pesar de las adversidades. A mis hermanos, FRANKLIN, JESSI y JEFFERSON porque los amo infinitamente.

A mis sobrinos JHOMYRA, LEONEL, GIANLUIGI, ALEJANDRA y CHELO, quienes me brindaron su cariño y momentos llenos de felicidad lejos de los problemas y adversidades.

A mi novia Jessica C. Z., tu ayuda a sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Te lo agradezco muchísimo, amor.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación ha sido financiado por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (**Innovate Perú**), de acuerdo al contrato N° 129-PNICP-PIAP-2015 “Mejoramiento de la producción, calidad y procesamiento tecnológico de la carne de llama procedente de la sierra central del Perú”.

A la Dra. Bettit K. Salvá R., Coordinadora del proyecto “Mejoramiento de la producción, calidad y procesamiento tecnológico de la carne de llama procedente de la sierra central del Perú”, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Al PhD. Gustavo Gutiérrez R., por toda la colaboración brindada, durante la elaboración del proyecto y haber ayudado a enfocarme en la investigación.

Al Mg Sc. Víctor Hidalgo L., por su esfuerzo, quien, con su paciencia, su experiencia y orientación he podido terminar mis estudios de Maestría con éxito.

Al Mg. Sc. Jorge G. Mendoza D., por su contribución y cordialidad como persona y profesional.

A los Docentes de la E. P. G. de la U. N. A. L. M., en conjunto por todos los copiosos conocimientos que me han otorgado.

A todas mis amistades, en especial a mis amigas Genesis, Jessica y Raquel por estar ahí, cuando he querido rendirme y no permitirlo, por ayudarme a ver el lado bueno de las cosas, por escuchar mis quejas, por hacerme reír cuando no he podido, por darme ánimos, por buscar soluciones y sobre todo por haber compartido conmigo esta etapa de formación profesional.

A la comunidad campesina San Pedro de Ninacaca, por facilitarnos sus instalaciones y su campo para realizar el presente trabajo de investigación.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Los Camélidos Sudamericanos. ....	3
2.1.1 La Llama .....	5
2.1.2 Tipos de Llama.....	6
2.2 Características de la crianza de Llamas.....	7
2.2.1 Importancia Económica.....	9
2.2.2 Importancia Productiva. ....	10
2.3 Características digestivas de los Camélidos Sudamericanos.....	10
2.4 Selectividad de la dieta de los Camélidos Sudamericanos.....	12
2.4.1 Composición Botánica de la dieta. ....	12
2.4.2 Valor nutritivo de la dieta.....	13
2.5 Características Metabólicas de los Camélidos Sudamericanos.....	15
2.5.1 Metabolismo de la Urea .....	15
2.5.2 Metabolismo de la glucosa.....	16
2.6 Consumo de alimento.....	18
2.7 Períodos nutricionales críticos: disponibilidad y calidad nutricional.....	22
2.8 Estrategias de Suplementación.....	24
2.8.1 Suplementación energética y/o proteica.....	26
2.9 Peso vivo y ganancia de peso.....	27
2.9.1 Efecto de la alimentación sobre el peso vivo y la ganancia de peso. ....	27
2.9.2 Efecto de la edad sobre el peso vivo y la ganancia de peso. ....	28
2.10 Producción de carne de Llama .....	31
2.12.1 Estacionalidad de producción de carne. ....	32
2.11 Peso y rendimiento de la carcasa.....	32
2.11.1 Rendimiento de los cortes mayores de la carcasa. ....	35

2.12 Características de la carcasa.....	36
2.12.1 Características morfométricas o medidas objetivas.....	36
2.12.2 Composición tisular de cortes de la carcasa.....	37
2.12.3 Composición Química de la Carne.....	38
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	41
3.1 Ubicación del estudio.....	41
3.2 Tratamientos.....	41
3.3 Características de la Pastura del Área Experimental.....	42
3.4 Animales experimentales y utilización de la Pastura Natural.....	44
3.5 Periodo pre experimental.....	44
3.6 Periodo experimental.....	44
3.6.1 Periodos de Engorde.....	45
3.7 Colección y Tratamiento de Muestras.....	45
3.7.2 Suplemento (Heno de Alfalfa) .....	45
3.8 Parámetros Evaluados .....	46
3.9 Diseño experimental.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES .....	62
VI. RECOMENDACIONES .....	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
VIII. ANEXOS.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Pág.
Tabla 1:Poblacion Nacional de Llamas (en miles de cabezas) por regiones.....	5
Tabla 2:Contenido de nutrientes de pastos nativos en época seca y lluviosa (base seca) ...	14
Tabla 3 Comparación del consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo en alpacas y ovinos en condiciones controladas .....	19
Tabla 4:Comparacion del consumo diario de materia seca en llamas y ovinos bajo condiciones estabuladas.....	20
Tabla 5: Valores de ingesta diaria: llamas, alpacas y ovinos en pastoreo en el sur de Perú	22
Tabla 6: Relacion entre los cambios estacionales, el crecimiento de las plantas y las características del forraje de los pastizales altoandinas.....	23
Tabla 7: Peso vivo (Kg) promedio por edad en llamas K'ara criadas en el altiplano andino. ....	28
Tabla 8: Peso vivo (Kg) promedio por sexo en llamas K'ara. ....	29
Tabla 9: Peso vivo (kg) de llamas K'ara por edades y sexo en diferentes localidades del Perú y Bolivia. ....	30
Tabla 10: Peso vivo a la faena, peso y rendimiento de la canal caliente y frio en llamas en trabajos ralizadoss en Bolivia, Chile y Perú. ....	34
Tabla 11: Peso y rendimiento de los cortes mayores de la carne de llama.....	35
Tabla 12: Peso promedio de vísceras y apéndices de llamas (expresado en KG) de diferentes edades. ....	38
Tabla 13: Composición proximal y contenido de colesterol del musculo Longissimus dorsi de Llama y otros animales domésticos. ....	39
Tabla 14: Composición de las Vitaminas aplicados en los tratamientos T-2 y T-4 .....	42

Tabla 15: Composición botánica de la pastura natural en el área Experimental (Inicio de la época seca).....	43
Tabla 16: Clasificación de la condición de la pastura para Llamas en el área experimental (Inicio de la época seca). .....	43
Tabla 17: análisis químico proximal del pasto natural y heno de alfalfa, al inicio del periodo del experimento (base seca).....	48
Tabla 18: Peso vivo y ganancia de peso diario por tratamiento (tipo de alimentación).....	51
Tabla 19: Ganancia de peso (g/día) en diferentes tratamientos (tipos de alimentación) por periodo de engorde. ....	53
Tabla 20: Peso vivo final y rendimiento de carcasa de llamas diente de leche sometidas a engorde con cuatro tipos de alimentación. ....	56
Tabla 21: Peso promedio de vísceras y apéndices de llamas (expresado en kg) bajo cuatro tipos de alimentación. ....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	pág.
<b>Figura 1:</b> Periodos críticos alimentarios para los camélidos sudamericanos en sistemas de manejo extensivo en relación con la disponibilidad de forraje. Adaptado de : Cebra et al. (2014).....	24
<b>Figura 2:</b> Incremento de peso vivo por tipo de alimentación (Tratamientos) en diferentes periodos de engorde.....	54

## ÍNDICE ANEXOS

N°	pág.
<b>ANEXO 1:</b> Procedencia de los animales adquiridos en la Provincia de Pasco.....	79
<b>ANEXO 2:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 0 – 14 días.....	80
<b>ANEXO 3:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 15 – 28 días.....	81
<b>ANEXO 4:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 29 – 42 días.....	82
<b>ANEXO 5:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 43 – 56 días.....	83
<b>ANEXO 6:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 57 – 70 días.....	84
<b>ANEXO 7:</b> Suplementación con heno de alfalfa, periodo 71 – 84 días.....	85
<b>ANEXO 8:</b> Peso vivo final por tratamientos.....	86
<b>ANEXO 9:</b> Análisis estadístico de la variable Peso vivo Final.....	87
<b>ANEXO 10:</b> Análisis de variancia para peso final (kg).....	87
<b>ANEXO 11:</b> Análisis de variancia para ganancia total de peso (kg).....	87
<b>ANEXO 12:</b> Análisis de variancia para peso de carcasa caliente (kg).....	88
<b>ANEXO 13:</b> Análisis de variancia para peso vivo por periodos (kg).....	88
<b>ANEXO 14:</b> Fotos obtenidas durante el periodo experimental.....	89

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca-Pasco con el objetivo de evaluar la respuesta productiva de llamas machos diente de leche sometidas a engorde con cuatro tipos de alimentación (T1: Pastura natural; T2: T1 + dosificación vitamínica; T3: T1 + heno de alfalfa; T4: T2 + heno de alfalfa). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 (dos suplementaciones; y dos dosificaciones vitamínicas) con co-varianza (considerando al peso vivo inicial como co-variable). Se emplearon 32 llamas machos diente de leche (genotipo heterogéneo), y el engorde tuvo una duración de 84 días. La carga animal empleada fue de 1.3 unidades llama/ha. La ganancia diaria de peso (GDP) se evaluó en los periodos de engorde a: 0, 14, 28, 42, 56, 70 y 84 días. Al evaluar la GDP por periodo de engorde se hallaron diferencias altamente significativas entre periodos. Siendo los primeros tres periodos (14, 28 y 42 días) que mostraron mejor GDP (337, 237 y 160 g/d, respectivamente). Al evaluar la GDP por tipo de alimentación se observó mayor GDP ( $p < 0.01$ ) con el T3 (157 g/d) que en T1 (106 g/d). El mejor rendimiento de carcasa se obtuvo con el T4 (53.60%) seguido por el T3 (53.20%). Se concluye que la mayor GDP se logra hasta los 42 días y el mejor rendimiento de carcasa se logra en la pastura natural + suplementación con heno de alfalfa (T3).

**Palabras claves:** *Rendimiento de carcasa, Engorde, Llamas.*

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the productive response of male llamas, milk teeth, under a four-treatment feeding trial as it follows: T1: natural pasture; T2: T1 + vitamins; T3: T1 + alfalfa hay and T4: T2 + alfalfa hay, in a completely randomized design, 2x2 factorial arrangement (2 supplementations and 2 vitamin dosages) and covariance (initial weight as covariate). Thirty two male llamas (heterogeneous genotype) were fed the experimental diets for 84 days. The carrying capacity was 1.3 llama/ha. Daily weight gain (DWG) was measured at day 0, 14, 28, 42, 56, 70 and 84. The highest values for DWG (337, 237 and 160 g/d) were found at day 14, 28 and 42, respectively. In regard to the treatments, the highest value for DWG was found with treatment 4 (157 g/d) and the highest meat yield with treatment 4 and 3 (53.6 and 53.2%, respectively). In conclusion, the highest DWG can be obtained at day 42 and the best meat yield with a natural pasture supplemented with alfalfa hay.

**Keyword:** *Performance carcass, Fattening, Llamas.*

## I. INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos (CSA), constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú y en algunos de los países de la Región Andina. Esta importancia económica y social que tienen los camélidos sudamericanos está bien documentada en una amplia bibliografía que describen muy bien la realidad de la crianza de estos animales en la población de los altos Andes (FAO 2005). Se estima una población nacional de 746,269 llamas (INEI 2012), que 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).

El 99% de la población de llamas se encuentra en las comunidades campesinas (Bustanza, 2001), formando parte de rebaños mixtos con alpacas, ovinos y vacunos (Leyva 1991), sin tener un sistema de producción claramente definido. Se describen dos variedades de llamas: la Chaqu, caracterizada por tener mayor cobertura de vellón y la K'ara, por su mayor fortaleza es utilizada con frecuencia por el poblador andino como animal de carga (Leyva 1991). La carne de ambas variedades posee un alto contenido proteico (Cristofanelli et al. 2005) y constituye la principal fuente de alimento de origen animal para el poblador andino (Ruiz 2011).

Hay una tendencia creciente de incentivos a la producción de carne de camélidos sudamericanos, especialmente de llama, debido que representa la más importante fuente de proteína para la población andina (Pérez *et al.* 2000). Contiene alta biodisponibilidad de hierro y zinc (3.3 y 4.4 mg/100 g), siendo casi el doble que otras carnes rojas (Polidori *et al.* 2007a). Especies como la alpaca y llama producen carne con bajos niveles de grasa (0.49 - 2.05%) y colesterol (39.0 - 56.3 mg/100 g) comparada con otras carnes rojas (Cristofanelli *et al.* 2004; Mamani-Linares y Gallo 2013a). Además de la calidad de la carne, se suma el rendimiento de carcasa siendo en Llamas de 51 a 57 por ciento (Cristofanelli et al. 2004, FAO 2005, Mamani-Linares y Gallo 2013a, b). Pero Los animales que se venden en el mercado para el consumo de carne son mayormente adultos con alta incidencia de

sarcocystiosis (Castro *et al.* 2004) y de baja condición corporal, dado el tipo de alimentación basado en pasto nativo de baja calidad y producción; por tanto, un adecuado manejo de la alimentación de estos animales podría aumentar la producción y así aumentar los ingresos económicos del productor (Salvá 2000).

El mercado actual es exigente en calidad, palatabilidad y salubridad de la carne, requisitos que pueden ser cubiertos con el sacrificio de animales jóvenes y bien alimentados. Para esto, se requiere que posean una eficiente tasa de crecimiento y capacidad productiva para lograr un apropiado rendimiento de carcasa. El logro de estas cualidades dependerá, en parte, de su habilidad en utilizar forraje disponible para lograr una mayor ganancia de peso vivo. Cristofanelli *et al.* (2004) concluyen que, en las zonas alto andinas, la llama es la más adecuada para producir carne; de allí la importancia de ampliar los estudios sobre engorde de esta especie animal.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de cuatro tipos de alimentación, en el engorde de llamas diente de leche sobre los parámetros productivos de ganancia de peso y rendimiento de carcasa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Los Camélidos Sudamericanos.

Una pregunta que se hace constantemente es si los camélidos sudamericanos (CSA) son rumiantes (palabra que proviene del vocablo latino *ruminare* y que significa animal con la capacidad de regurgitar y volver a masticar el alimento consumido), y si lo son; sin embargo, existen especies que a pesar de rumiar no se les denomina rumiantes (ejem. canguro) (San Martín 2015). Los CSA pertenecen a la clase *Mammalia*, al orden *Artiodactyla*, al igual que vacunos, ovinos y caprinos, que pertenecen al suborden *Ruminantia*, y de allí la denominación de rumiantes, mientras que los CSA pertenecen al suborden *Tylopoda*. Las especies de ambos subórdenes tuvieron una co-evolución paralela con marcadas diferencias (Fowler 2008).

Por lo señalado en *stricto sensu* los CSA no deben ser denominados rumiantes y menos aún pseudos o falsos rumiantes, dándole a los rumiantes una connotación de superioridad que no es válida. Esta explicación no es por un prurito purista sino para resaltar que estamos frente a una especie que posee diferencias claras con los rumiantes, que muchas veces comparte y compite ambientes alimenticios, por ello, algunos programas que se implementan para producir más carne y fibra aplicando tecnologías exitosas en rumiantes no necesariamente funcionan en los CSA (San Martín 2015).

Los camélidos sudamericanos (CSA), constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú y algunos de los países de la Región Andina (FAO 2005). Las especies domésticas, alpaca y llama, constituyen el principal medio de subsistencia de un vasto sector de la población de las zonas alto andinas del Perú, a través del aporte de fibra, carne, energía de trabajo y otros subproductos. Es la ganadería más importante desde el punto de vista económico, en las zonas alto andinas del país distribuidas principalmente en los departamentos de Puno, Cuzco, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Junín y Pasco. Las especies silvestres, vicuña y guanaco, que se consideran antecesoras de estas especies domésticas, ofrecen igualmente un importante potencial de aprovechamiento sustentable dentro de los marcos legales establecidos (FAO 2005).

La domesticación de la llama y la alpaca data de hace 6 a 7 mil años. Sin embargo, el mayor auge de su crianza y aprovechamiento alcanzó durante el imperio incaico del Tawantinsuyo. Se estima que la población de estos camélidos en aquella época fue de varios millones de cabezas, distribuidos a lo largo de todo su territorio, incluyendo la costa. Las especies silvestres, en particular la vicuña, fueron objeto de cuidadosa protección aprovechándose su valiosa fibra para indumentarias de la realeza (FAO 2005).

La introducción en el nuevo mundo de especies foráneas de animales domésticos provenientes del viejo mundo, como los ovinos y bovinos, hizo que las especies nativas no sólo fueran descuidadas, sino desplazadas a las zonas más inhóspitas de los Andes donde sobrevivieron gracias a su enorme poder de adaptación (FAO 2005). Esto también trajo consigo la pérdida de los conocimientos tradicionales sobre la crianza de estas especies y, en su lugar, la adopción de prácticas de crianza similares a las del ganado ovino, por desconocimiento de las marcadas diferencias biológicas existentes entre estas dos especies de animales. Por otra parte, la caza indiscriminada de las especies silvestres, las condujo al borde de su extinción, en particular de las vicuñas, altamente deseada por su valiosa fibra (Fernández-Baca 2005).

En la actualidad, los CSA constituyen el único medio de utilización productiva de las extensas áreas de pastos naturales de las zonas alto andinas donde no es posible la agricultura ni la crianza económica de otras especies de animales domésticos. Los CSA convierten, con inusual eficiencia, los pastos naturales de bajo calidad nutricional en productos de alta calidad como son la fibra y la carne, además de los subproductos como las pieles que tienen múltiples usos industriales y artesanales. El estiércol es otro subproducto valioso que se usa como combustible para la cocción de los alimentos y como fertilizante para los cultivos. La llama, por otra parte, cumple una función muy importante como medio de transporte en los lugares carentes de una adecuada infraestructura vial que, desafortunadamente, son muchos (Fernández-Baca 2005).

El Perú tiene el privilegio de ocupar el primer lugar en el mundo en la tenencia de alpacas y vicuñas y el segundo lugar en llamas, después de Bolivia. El aprovechamiento racional de esta ventaja comparativa es el reto que el país encara como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria que afecta a las comunidades campesinas que viven de la crianza de estas especies (Fernández-Baca 2005).

Dentro de las características que identifican a los CSA están las adaptaciones nutricionales y metabólicas que han hecho posible su desarrollo en ambientes con periodos prolongados de pasturas de baja calidad nutricional (San Martín 2015).

### 2.1.1 La Llama

La llama (*Lama glama*) es el camélido doméstico de mayor tamaño, puede alcanzar una talla de 120 cm, y peso adulto de 100 a 120 kg (San Martín y Bryant 1989; Mendoza 2013), y es el camélido doméstico mejor adaptado a la diversidad de condiciones medio ambientales del territorio alto andino (Quina 2015). Es criada fundamentalmente para transporte y abastecimiento de carne y esta crianza se encuentran localizado en el medio ecológico alto andino situado entre 3600 y 5500 msnm, con predominancia de pastos naturales de bajo valor nutritivo (Leyva 1991 y Mendoza 2015). En muchos lugares alejados de los Andes, carentes de vías de comunicación, la llama sigue prestando valiosos servicios como animal de carga.

En la Tabla 1, podemos observar la dinámica poblacional dentro de los dos últimos censos nacionales según el CENAGRO (INEI 1994 y 2012), muestra que la población de Llamas tuvo una alarmante disminución de casi 26 %, pasando de 1'006,614 cabezas en el III CENAGRO del año 1994 a 746,269 cabezas en el IV CENAGRO del año 2012.

**Tabla 1: Población Nacional de Llamas (en miles de cabezas) por regiones**

Región	III CENAGRO	IV CENAGRO
	1994	2012
Puno	359,786	237,669
Cuzco	178,040	121,898
Arequipa	96,963	102,536
Huancavelica e Ica	130,068	54,648
Ayacucho	57,003	43,961
Junín, Pasco y Huánuco	111,909	85,797
Apurímac	49,655	36,042
Moquegua	-	26,493
Tacna	-	21,602
Lima, Ancash, Cajamarca y La Libertad.	23,190	14,681
Otros	-	942
<b>Total</b>	<b>1'006,614</b>	<b>746,269</b>

Fuente: INEI – III CENAGRO (1994) Y IV CENAGRO (2012).

### **2.1.2 Tipos de Llama**

En el Perú, se puede reconocer la existencia de los tipos denominados K'ara, Chaqu e Intermedio; los dos primeros denominados así según el documento oficial de los Registros Genealógicos de Alpacas y Llamas del Perú (RGALLP 2001) en su segundo artículo (Decreto Supremo N° 013 – 2011 – AG). La mayor población de llamas en el Perú son de tipo K'ara, la Chaqu por su parte se encuentra en menor población.

Tanto en el Perú y Bolivia, los tres tipos de llamas son descritos en su conjunto, mediante estudios de observaciones fenotípicas: Lanudas (Chaqu), que posee un vellón con considerable cantidad de fibra de regular finura y buena longitud, con pocas cerdas o pelos, y buena cobertura en el cuello, patas y copete; mientras que el tipo K'ara tiene escasa e irregular fibra fina, y posee gran cantidad de pelo que sobre sale; y los intermedios, que poseen vellón de cantidad regular, con finura aceptable y poco pelo (Bustinza et al., 1987; Maquera 1991; Blimingham y Tamayo 1993; Iñiguez et al. 1998 y Wurzinger et al. 2005). Estos tipos de Llamas pueden ser fácilmente diferenciados; apreciándose que el Intermedio es el más numeroso, mostrando menor cobertura de vellón que las Chaqu pero mayor que las K'aras, predominando vellones de fibras gruesas que forman una capa rala de aspecto poco uniforme (Yacobaccio 2010).

La carne de ambas variedades posee un alto contenido proteico (San Martín 1996) y constituye la principal fuente de alimento de origen animal para el poblador andino (Leyva 1991). En otros países se han encontrado otros usos de la llama, fuera de los mencionados; se les utiliza como mascotas y, en las excursiones, para el transporte del equipo de campo. También las llamas han demostrado ser excelentes guardianes para dar protección a las ovejas contra el ataque de predadores como el coyote y los zorros, cuyo control constituye un problema en las zonas de crianza de ovinos de los EE.UU. de Norte América (Franklin y Powell 1994).

Sin embargo, Cano (2009) observo, en el distrito de Marcapomacocha (Yauli, Junín), se crían llamas de características muy particulares, que si bien corresponden al tipo K'ara, tienen un patrón de color y conformación distintos a los generalmente descritos en la literatura disponible en el Perú y Bolivia. Su particularidad reside en el color uniforme que poseen, con tonalidades muy semejantes a su antecesor el guanaco, mayor alzada y mayor

peso, con un manto dorso/ventral que muestra tonalidades entre marrón a amarillenta; y, sobretodo, un color blanquecino en el pecho, abdomen y la parte interna de las piernas.

## **2.2 Características de la crianza de Llamas.**

Los camélidos sudamericanos (CSA) se manejan en una amplia gama de tipos de alimentación. En el Perú, el hábitat único de los camélidos es la cordillera, que se encuentra sobre los 3000 metros (m) de altitud; dicho hábitat se encuentra principalmente en las tierras altas del sur y es sostén del 88.9% de las llamas y el 80.7% de las alpacas. La región de Puno tiene la mayor proporción de alpacas (49%) y llamas (28.6%) (San Martín y Van Saun 2014).

Los camélidos están asociados con la zona de la puna que se encuentra en altitudes entre 3600 a 5000 m, con un aumento en la crianza de alpacas desde 4000 m y más. En el Perú, los sistemas de manejo se clasifican de acuerdo con su composición ganadera: (1) granjas donde las alpacas se manejan por separado de las ovejas y el ganado; (2) granjas donde las alpacas y las ovejas se manejan juntas; y (3) granjas donde se manejan alpacas, ovejas y ganado. El primero es característico de las cooperativas, y los dos últimos sistemas son más específicos para las comunidades, pequeños y medianos productores.

La capacidad de carga de la región altoandina en el Perú se estimó en 30.6 millones de unidades de ovejas por año. Sin embargo, la carga actual excede eso en más de 5 millones de unidades de ovejas por año (Flores y Malpartida 1992). Debido al pastoreo excesivo en más del 50% de los sitios ubicados en estos pastizales, que están en condiciones deficientes o muy malas. El sobrepastoreo es el resultado de malas prácticas en el manejo de los pastizales, principalmente debido a los sistemas de tenencia de la tierra, especialmente en tierras comunales (San Martín y Van Saun 2014).

El pastoreo en sistemas de producción extensivos, se asimila a una rutina que se mantiene durante todo el año, con variaciones en función de las horas luz y la temperatura ambiente (O’Ryan *et al.* 1992). De ahí que entre las 8:00 y 9:30 horas, cuando la temperatura ambiente comienza a subir, el ganado es conducido por los pastores hacia los sectores de pastoreo (Novoa 1986). En sistemas de crianza familiar en Bolivia, el área de pastoreo es por lo general de propiedad comunal, en la cual solamente el 75% de los ganaderos realiza rotación de praderas, pastoreando zonas distintas en época seca y de lluvia, originándose problemas

de sobrepastoreo; hecho que depende de las tierras disponibles de cada criador, variando estos porcentajes entre comunidades (Stemmer *et al.* 2005).

Las familias son propietarias de rebaños mixtos, encargándose de las decisiones de manejo y acceso a los campos de pastoreo. En muchas ocasiones contratan pastores, mientras que sus miembros desarrollan actividades complementarias fuera de sus comunidades (Mendoza 2015; Villanueva 2001; Rodríguez y Quispe 2007). Las tareas pecuarias las realizan mayormente los varones jefes del hogar, que desarrollan actividades diversas, tales como, pastoreo, empadre, venta de carne, selección de animales, entre otras. Las mujeres participan de la faena pecuaria con tareas relacionadas con la sanidad, parición, comercialización, empadre y esquila, conjuntamente con el esposo e hijos (Mendoza 2015; Villanueva 2001; Rodríguez y Quispe 2007; Paredes 2007).

El pastoreo rotacional es comúnmente puesto en práctica por medianos productores, disponiendo para ello áreas de pastura durante ciertos periodos de tiempo, las mismas que varían de acuerdo a la condición del pastizal, carga y categoría de animales. En este sistema, el "tiempo de pastoreo" por parcela debe ser lo suficientemente corto para que el animal no alcance a consumir la base de los rebrotes, para que de esta forma siempre tenga acceso a pasto limpio, fresco y recuperado (Rodríguez y Quispe 2007). Adicionalmente, en algunas zonas se pone en práctica el pastoreo complementario entre llamas y ovinos, el cual tiene como ventaja el incremento de la receptividad animal, permitiendo un mejor aprovechamiento de los pastizales (Flores y Malpartida 1992; San Martín 1987; Bryant *et al.* 1989; Stemmer *et al.* 2005; Genin y Alzérreca 2006 y Mendoza 2015)

Evaluando el efecto de los niveles tecnológicos en la cría de camélidos, se encontraron diferencias marcadas, especialmente entre los niveles altos o medios y el bajo nivel tecnológico (Bryant *et al.* 1989). Los altos aportes tecnológicos se definieron mediante el uso de maquinaria, fertilizantes, prácticas agronómicas mejoradas (semillas mejoradas, riego), prácticas mejoradas de manejo de animales (selección genética, empadre controlado y dirigido, sistemas de registros, atención médica, esquila anual) uso de instalaciones y equipos. El bajo nivel tecnológico se asoció con el no uso de estas prácticas.

En general, e independientemente del tamaño del rebaño, todos los camélidos se mantienen en un rebaño sin distinción de edad, sexo o color y no siguen un programa definido de

operación de campo (calendario). En otros, con un pequeño grado de organización, los animales se clasifican por edad, sexo y se sigue un programa de actividades, más o menos definidas. En este último tipo de granjas, el apareamiento se lleva a cabo entre diciembre y abril, a diferencia de aquellos que mantienen un rebaño donde el apareamiento tiende a ser continuo durante todo el año. Los bajos índices de producción de las comunidades rurales son un reflejo del bajo nivel de aplicación de tecnología a pesar de tener la mayor población de camélidos en el país (San Martín y Van Saun 2014).

En algunos casos, una marcada tendencia a mantener un alto número de machos castrados como productores de fibra (niveles de 35 a 40%) genera una baja proporción de hembras dentro de la manada. Esto, combinado con el retraso en el primer servicio de las hembras (2 años de edad), baja fertilidad (menos del 50%) con nacimientos a los 3 y 4 años de edad y alta mortalidad de las crías (50% -60%), limita el crecimiento de la población de rebaños (especialmente alpacas) dada la falta de hembras de reemplazo. Esta práctica también dificulta la cría de animales. Las bajas tasas de fertilidad se deben en parte a la alta mortalidad embrionaria que existe en estas especies, a la mala gestión reproductiva y, especialmente, al mal estado nutricional de los animales (San Martín y Van Saun 2014).

### **2.2.1 Importancia Económica.**

El objetivo productivo de la crianza de las llamas no estaba claramente definido, pero se le usaba extensivamente como animal de carga y solo se le beneficiaba a una edad avanzada (Leyva 1989 e IVITA 1990). En la actualidad, la llama suministra productos importantes como fibra, carne, estiércol y aún se le utiliza como medio de transporte (Guadalupe 1994). La carne es el producto principal, pero su comercialización presenta una dificultad para los criadores, dado el aislamiento en que se encuentran respecto a los centros de venta, y a la fuerte dependencia en las condiciones que establecen los intermediarios (Mendoza 2015).

Por esta causa muchos optan por realizar actividades complementarias a la ganadería, demostrando variaciones estacionales de ocupación en función a los recursos existentes en su comunidad y de la fuerza de trabajo que disponen (Gobierno Regional de Pasco 2010). Adicionalmente, los pequeños productores muestran una débil representatividad como miembros de la cadena de comercialización de productos derivados de las llamas; asimismo, enfrentan conflictos de intereses con una marcada intermediación que bloquea el trato

directo entre productores y compradores finales, lo que resulta en bajas ganancias para los primeros (INEI 2007a y Flores 2007).

### **2.2.2 Importancia Productiva.**

En el Perú, la crianza de llamas está insertada en un sistema extensivo que usa pocos insumos externos y no está sujeta a un calendario de manejo (Stemmer *et al.* 2005 y Mendoza 2013). Se manejan en sistemas de pequeños productores, la mayor parte de ellos de subsistencia, con escasos recursos económicos y naturales, confrontando la secuela de la marginalización. Estos productores explotan las praderas nativas comunitariamente, aunque con cargas animales que sobrepasan su oferta productiva, sin que tal desequilibrio haya sido revertido ni atendido adecuadamente por políticas a nivel nacional, regional y comunitaria, lo cual ha conllevado a la progresiva declinación de la productividad y degradación de las praderas (Stemmer *et al.* 2005).

Aun cuando el sistema de pastoreo tiende a ser moderadamente rotativo, trasladando los animales cada cierto tiempo de una cancha a otra, la receptividad promedio de las pasturas naturales es de 0.50 llamas/ha/año; teniéndose abundancia en la época de lluvia noviembre a marzo y escasez el resto de los meses del año (Guadalupe 1994), a lo cual se suma como problema principal el inadecuado manejo de las mismas (Mendoza 2013).

### **2.3 Características digestivas de los Camélidos Sudamericanos.**

Los CSA presentan una serie de particularidades anatómicas y fisiológicas que probablemente tienen que ver con su gran capacidad de adaptación a las condiciones de hipoxia y de escasez de recursos forrajeros en las alturas. Destacan entre ellas, la forma elíptica de los glóbulos rojos que supuestamente facilita el transporte de oxígeno en un medio hipóxico, mientras que la mayor capacidad de digestión de la fibra, les permite utilizar una mayor proporción de nutrientes de los pastos lignificados en los altos andes. Concomitante con esta mayor capacidad de digestión está la estructura anatómica peculiar de su tracto digestivo, aun cuando se desconoce la relación que pueda existir entre estas dos características. Por otro lado, la conformación anatómica del cuerpo y de las extremidades, les permite movilizarse con un consumo mínimo de energía, lo que es importante en las condiciones de hipoxia de las zonas alto andinas. La conducta de depositar los excrementos en lugares determinados, formando los llamados estercoleros o letrinas, juega un papel

importante en el control de las infestaciones parasitarias. La configuración de la porción distal de las extremidades que, en lugar de pezuñas propias de otros animales, termina en una almohadilla plantar, hace que las pisadas no maltraten el pasto ni causen erosión (Vilca 1991; citado por FAO 2005).

La anatomía y fisiología del estómago de los CSA son diferentes a los rumiantes. Una de estas notorias diferencias es la alta capacidad buffer en el contenido estomacal, ello debido: a) A la alta relación entre la producción de saliva y el volumen estomacal y, b) Presencia de glándulas secretoras en el compartimento 1 (C1) y compartimento 2 (C2). Remueven los AGV y la secreción de bicarbonato y sodio, originando un adecuado ambiente neutral para la digestión del alimento mayormente fibroso, toda vez que las bacterias celulolíticas son sensibles a condiciones ácidas. A esta capacidad buffer se puede agregar la continua actividad del estómago y el alto reciclaje de urea útil para el crecimiento microbiano bajo condiciones limitantes de nitrógeno (San Martín y Bryant 1989).

Otra característica en la fisiología digestiva de los CSA es su mayor tasa de dilución comparada a los rumiantes, es decir la mayor velocidad de pasaje de la fase líquida del contenido de los compartimentos C1 y C2 (Heller *et al.* 1986). Esta característica está relacionada con una mayor y más eficiente producción microbiana; situación que se debe tener en cuenta en el establecimiento de los requerimientos de proteína y el especial metabolismo de carbohidratos en estos animales (San Martín 2015).

Comparaciones en digestibilidad de dietas de diferente calidad entre CSA y rumiantes, muestran que a medida que la dieta disminuye en calidad, la diferencia a favor de los CSA se incrementa. A ello se debe sumarle el mayor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo de los CSA, que permite una mayor digestión microbiana de la fracción fibrosa del alimento por parte de las bacterias que degradan la celulosa (San Martín y Van Saun 2014; Davies *et al.* 2007).

Estas características digestivas también determinan el comportamiento selectivo de la dieta consumida, características que se hacen notar aún entre las diferentes especies de CSA (Genin *et al.* 1994).

## **2.4 Selectividad de la dieta de los Camélidos Sudamericanos**

### **2.4.1 Composición Botánica de la dieta.**

El conocimiento de la composición botánica de la dieta de los animales bajo condiciones de pastoreo es fundamental para el manejo del pastizal, en tanto que la producción animal es influenciada por las especies forrajeras consumidas. Las dietas seleccionadas por los animales al pastoreo principalmente son determinadas por la preferencia del animal que a su vez es el resultado de las interacciones entre la planta (como la especie forrajera es distribuida en el tiempo y espacio, los que influyen su accesibilidad y fácil aprehensión) y el animal (determinando la cantidad en la que la preferencia dietética es modificada por el tamaño de las partes de la boca y el modo de mordisco) (Grant et al. 1985 citados por San Martín 1987).

Se estudió la composición botánica de las dietas de llamas, alpacas y ovinos bajo condiciones de pastoreo en tres pasturas diferentes: pastura cultivada (*Festuca rubra*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens*), y dos pastizales nativos dominados por *Festuca dolicophylla* (Fedo) y *Festuca rigida* (Feri). En la pastura cultivada los ovinos consumieron alrededor de 2.6 veces más leguminosas que los camélidos sudamericanos. La menor selectividad de leguminosas por los camélidos sudamericanos podría explicar, en parte, al hecho de que en la literatura no se registran casos de timpanismo en estos animales pastoreando áreas con una alta proporción de leguminosas (San Martín 1987).

Es interesante anotar que las características selectivas en llamas, observadas por San Martín (1987), se asemejan a aquellas observadas en los camélidos del viejo mundo. Los camélidos del viejo mundo descartan la vegetación densa y succulenta y buscan pastos secos que generalmente son evitados por otros animales.

En el mismo estudio comparativo de la selectividad entre llamas, alpacas y ovinos, San Martín (1987) señala que los ovinos mostraron una mayor selección de gramíneas, que las alpacas y las llamas. Las alpacas, en general, tuvieron una selectividad intermedia entre llamas y ovinos para grupos y partes de planta, enfatizando que esta especie es más selectiva que la llama.

En otro estudio, San Martín (1987), evaluó dos sitios (1 y 2) de pastizales en puna seca durante el periodo de seco y determinó que la composición botánica de las dietas de las Alpacas, Llamas y Ovinos en época seca fue: especie predominante las gramíneas y dentro de estas es relevante la dominancia de *Festuca orthophylla* (58 % en agosto y 49% en octubre), en el sitio 1 y la *Festuca dolichophylla* (28% en setiembre) en el sitio 2; especies que por su dominancia caracterizan los dos tipos de pajonales del área de estudio. Otras gramíneas que siguieron en importancia tanto en los sitios 1 y 2, son la *Mulebergia peruviana*, *Stipa ichu*, y *Stipa brachyphylla*, entre otras.

Las observaciones anteriores sugerirían que, en un sistema de pastoreo complementario, llamas y ovinos ofrecen la mejor alternativa de utilizar eficientemente el recurso forrajero, mientras que las alpacas parecen ser más adecuadas para la utilización del pastizal como una sola especie animal.

#### **2.4.2 Valor nutritivo de la dieta.**

Información sobre la composición nutritiva de la dieta seleccionada por los rumiantes al pastoreo libre es una herramienta importante para mejorar las estrategias de manejo de pastizales y de los animales (San Martín 1987). Sin embargo, el conocimiento detallado de la calidad de la dieta en alpacas, llamas y ovinos bajo condiciones de pastoreo, es prácticamente limitado.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los trabajos realizados por Flores (1996) sobre el valor nutritivo en diferentes especies, y se concluye que las alpacas al pastoreo en el altiplano (Bofedales) pueden estar en déficit de proteína cruda (PC) durante toda la época seca. En las dietas de llamas, Fierro et al. (1986), mencionan que existe diferencia significativa en el contenido de PC entre periodos y/o meses, encontrándose niveles de proteína dietaria relativamente satisfactorios, excepto en los meses de agosto y noviembre (5.6% y 5.5% respectivamente). El valor más alto de PC fue observado en enero cuando toda la vegetación es verde, decreciendo estos valores cuando aumenta la madurez de la vegetación.

**Tabla 2: Contenido de nutrientes de pastos nativos en época seca y lluviosa (base seca)**

	Época lluviosa (N=27)		Época seca (N=17)	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Prot. Cruda %	9.15	4.9 – 26.8	4.32	1.7 – 7.6
Calcio %	0.44	0.12-3.03	0.28	0.07 – 1.8
Fosforo %	0.22	0.11 – 0.43	0.068	0.02 – 0.24
Cu. ppm.	5.9	1.5 – 14.1	3.13	1.7 – 9.2
Co. ppm.	0.21	0.04 – 0.83	0.2	0.07 – 0.64
Mn. ppm.	203	34 – 841	73	14 – 135
Mo. ppm.	0.15	0.02 – 3.5	0.25	0.06 – 0.42

Fuente: Flores (1996).

Con relación a la digestibilidad, investigaciones de digestibilidad in vivo han sido realizadas entre alpacas y ovinos, así como entre llamas y ovinos. En el caso de estudios comparativos de digestibilidad in vivo entre llamas y ovinos, se señalan mayores coeficientes de digestibilidad en llamas.

Las discrepancias en la digestibilidad entre especies de animales se atribuyen, en parte, al factor selectividad que no ha sido tomado en cuenta en algunos de los experimentos. San Martin (1987) menciona que aunque las pruebas de digestibilidad realizadas en condiciones estabuladas limita la selectividad, los ovinos son capaces de ejercer un mayor proceso selectivo que las alpacas bajo estas condiciones. Van Soest (1982) señala que el alimento rechazado por un animal selector usualmente contiene un mayor nivel de partes lignificadas, remarcando que, si este factor no es cuantificado y corregido, erróneamente podrían considerarse coeficientes de digestibilidad más altos en los animales que practican una mayor selección.

Otra razón para estas discrepancias encontradas en los coeficientes de digestibilidad entre estas especies se atribuye la calidad de los alimentos usados en los experimentos. Así en las dietas con menos de 7.5% de proteína cruda las diferencias en digestibilidad entre alpaca y ovino fueron mayores y favorables a la alpaca; mientras que en las dietas con niveles mayores de 10.5% de proteína cruda no hubo diferencias entre especies (San Martin 1987).

Estos datos sugieren que los CSA son más eficientes que los ovinos en la digestión de alimentos de mediana y baja calidad. Esta mayor eficiencia digestiva en los CSA está relacionada con el mayor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo (San Martín y Van Saun 2014).

Además del factor tiempo de retención, la mayor eficiencia de digestión en los CSA puede ser debida a la mayor frecuencia de contracciones del estómago y ciclos de rumia, la más amplia relación flujo salival y tamaño del estómago y presencia de sacos glandulares en el estómago y por último la habilidad de los CSA de mantener una mayor concentración de NH<sub>3</sub> en el C1-C2 comparado con el ovino, proveerían a los CSA más nitrógeno disponible para la síntesis microbiana, mejorando la fermentación microbiana, mezclado y absorción de la digesta (San Martín y Van Saun 2014).

## **2.5 Características Metabólicas de los Camélidos Sudamericanos**

### **2.5.1 Metabolismo de la Urea**

El nitrógeno dietario proviene de una variedad de fuentes de nitrógeno no proteico (NPN) y nitrógeno alfa-amino (aminoácidos y proteína verdadera). Las Bacterias son capaces de utilizar muchas fuentes de nitrógeno para producir proteína microbiana, mientras que el animal huésped tiene un requerimiento absoluto de aminoácidos para una adecuada función fisiológica. El animal huésped sintetiza urea en el hígado a partir de desechos nitrogenados generados por las bacterias y el mismo animal. Los Animales generan nitrógeno residual (amoníaco) a partir de la degradación de proteínas durante la renovación celular, así como el uso de aminoácidos para la producción de energía o glucosa. La generación de nitrógeno, usualmente en la forma de amoníaco, se da a partir de los resultados del sistema de fermentación de una compleja interacción entre la disponibilidad de nitrógeno en la dieta, la energía fermentable y las tasas de degradación de la proteína y la tasa de pasaje. Cuando las fuentes de nitrógeno en la dieta disponible exceden la capacidad microbiana de incorporar el nitrógeno en la proteína bacteriana, este exceso pasará al sistema venoso portal y llegará al hígado para la desintoxicación, transformándola en urea (Van Saun 2006).

Con respecto al metabolismo nitrogenado, los CSA presentan concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (NUS) superiores a 20 mg/dl, mientras que en rumiantes comunes estos niveles van de 10 a 20 mg/dl, valores menores a 10 y superiores a 20 sugieren un bajo o

excesivo suministro de proteína en la dieta, respectivamente; en ambos casos con serias consecuencias en la salud del animal. En los CSA este alto valor no se modifica por los niveles de proteína consumidos y no se ha detectado su efecto sobre la salud del animal (Bach *et al.* 2005; Robinson *et al.* 2005).

Concentraciones de NUS superior en camélidos sugiere que están siendo sobrealimentados con proteína en relación a sus requerimientos (3.53g PC/PVM) (San Martín y Van Saun 2014), y metabolizando la urea diferente a los rumiantes, con una inherente alta tasa metabólica del recambio proteico o alguna combinación de estos factores. Estas diferencias permiten a la llama a reciclar más urea hacia el compartimento 1 para ser usados por las bacterias y producir proteína microbiana. Además de reciclaje de urea para las bacterias, se ha demostrado que las llamas tienen una mayor actividad de la ureasa, que degrada la urea en el C1 y C2, en comparación con los rumiantes. Mayor reciclaje y utilización de urea junto con la tasa de pasaje más lenta en el C1 y C2 son adaptaciones fisiológicas críticas de los camélidos que les permiten sobrevivir en su entorno natural en condiciones muy críticas, que consumen forrajes de baja calidad durante mayor tiempo del año (Van Saun 2006).

### **2.5.2 Metabolismo de la glucosa.**

El metabolismo de la glucosa en los camélidos es un enigma. La glicemia en los CSA es en promedio 126 mg/dl de plasma, con rangos que van de 103 a 160 mg/dl, aunque se elevan a más de 200-300 mg/dl en condiciones mínimas de estrés. Estos valores son superiores a los rumiantes que poseen niveles de 45 a 75 mg/dl y son comparables a los cerdos que mantienen entre 85-150 mg/dl, y a los equinos entre 75-115 mg/dl. Estos 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).

¿Cómo pueden las llamas y alpacas mantener estas concentraciones de glucosa en sangre y mostrar dicha hiperglucemia con una dieta aparentemente pobre en glucosa o precursores de glucosa?. En los rumiantes comunes, la glucosa se deriva principalmente por la gluconeogénesis hepática utilizando principalmente propionato, producto de la fermentación ruminal de azúcares y almidones. Dadas las bajas cantidades de azúcares y almidones en la dieta típica de camélidos, la producción de glucosa a partir de propionato se considera mínima. Los aminoácidos también pueden ser un sustrato para la gluconeogénesis. Quizás los camélidos utilizan aminoácidos glucogénicos como fuente de glucosa, lo que

posiblemente también explicaría los valores altos en concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (Van Saun 2006).

El alto nivel de glicemia también se puede explicar en parte por la imposibilidad de la utilización de la glucosa en la sangre; también se sugiere que los CSA, por los alimentos que consume naturalmente, cubren sus requerimientos de glucosa a través del proceso de gluconeogénesis a partir de los aminoácidos de la proteína microbiana y no del propionato como ocurre en los rumiantes. Lo que exige a los CSA un mayor cuidado en el nutriente proteico y por ello el esquema dietético está basado en la relación proteína-grasa y no en la relación proteína-carbohidratos como en los rumiantes. La gluconeogénesis a partir de los aminoácidos en los CSA, explicaría también los altos niveles de NUS, descrito anteriormente (San Martín 2015).

Resistencia a la insulina también puede ser el resultado de concentraciones más altas de glucosa en la sangre, pero sería necesaria una fuente de energía alternativa. Los camélidos pueden metabolizar preferentemente ácidos grasos de cadena corta (acetato y butirato), lo que serían fácilmente disponibles a partir de la fermentación microbiana de las dietas a base de forraje. También podría deberse a una combinación de estos factores para explicar la mayor concentración de glucosa en sangre observado en los camélidos. Es evidente que una mayor investigación sobre el metabolismo de glucosa y proteínas en camélidos es justificable (Van Saun 2006).

Lo que sucede en los CSA con estos dos nutrientes en sangre, nitrógeno ureico y glucosa, llevan a pensar que los requerimientos de proteína serían más altos de lo que se estima en los rumiantes y no se necesita aumentar los niveles de proteína en la dieta por su eficiente reciclaje de nitrógeno y la alta capacidad de producir proteína microbiana en el estómago. Características digestivas a las que se debe prestar especial atención (San Martín y Van Saun 2014).

Por lo tanto, los aspectos anatómicos y fisiológicos digestivos, selectividad, niveles de consumo, metabolismo energético y proteico peculiares en estos animales son indicadores de que nos encontramos ante especies que ha evolucionado eficientemente (selección natural) en medios con serias limitaciones ambientales y nutricionales, pero sin embargo aún no se entiende bien. Por ello, algunos programas que se implementan para producir más

carne y fibra aplicando tecnologías exitosas en rumiantes no necesariamente funcionan por falta de este entendimiento (San Martín 2015).

## **2.6 Consumo de alimento.**

La medición del consumo de Materia seca (CMS) para un animal es un procedimiento difícil, si no está estabulado. Y la obtención de CMS para los animales al pastoreo es un verdadero reto. Se tienen varios estudios que han medido el CMS de los camélidos bajo diferentes condiciones de alimentación y de alojamiento en comparación con ovinos (San Martín 1987; Reiner 1985; San Martín y Bryant 1989). No hay acuerdo completo entre los hallazgos del estudio y algunos muestran niveles de consumo similares (en base al porcentaje del peso corporal), mientras otros muestran que los niveles de ingesta son ligeramente superiores. La mayoría de los trabajos confirman que los camélidos tienen niveles de ingesta inferiores en comparación con los ovinos (Tabla 3). Las diferencias en los resultados de CMS siempre son representativas de grandes diferencias en la calidad del forraje utilizado. Tanto la FDN (López et al. 1998) y la proteína (San Martín y Bryant 1989) tienen influencia en la capacidad de consumo, de manera algo diferente para camélidos y rumiantes.

Consumos comparativos entre los CSA y los rumiantes muestran que, en diferentes condiciones de manejo al pastoreo y en estabulación, el promedio del consumo en CSA es inferior en aproximadamente 30%. Este diferencial de consumo tiene una enorme repercusión en el cálculo de la carga animal sobre la pastura y en la estimación relativa de las concentraciones de nutrientes en los alimentos preparados para CSA (Lopez *et al.* 1998).

El estudio de consumo de materia seca entre CSA y ovinos (Tablas 3 y 4) han reportado un promedio general para la alpaca y la llama de 1,8 y 2,0% del peso corporal, respectivamente. El consumo diario de materia seca para la llama en función del peso metabólico ( $g / kg W^{0.75}$ ) fue menor que de los ovinos (Tabla 4).

Aun cuando la tasa de pasaje en C-1 / C-2 es lenta y tiene ventajas digestivas, viene con una consecuencia potencialmente negativo, reducción de la capacidad del consumo de alimento. Los vacunos, ovinos y caprinos en mantenimiento tienen una ingesta de materia seca (IMS) predicha entre 1,5 y 2,0% del peso corporal (NRC 1981a, 1985, 1996). Existe mucha variación individual, así como temas basados en ingredientes de alimentos que controlan el consumo de alimento. Para los rumiantes, la cantidad de fibra dietética medida como la fibra

detergente neutro (FDN) impacta directamente en la capacidad de ingesta. Cuando el contenido de FDN de los alimentos sube, la capacidad de la ingesta se reduce (Mertens 1987). Las observaciones de comportamiento de alimentación en América del Norte sugieren que los camélidos en mantenimiento tienen un CMS entre 1,0 y 1,5% del peso corporal, pudiendo ser factibles las ingestas superiores (Fowler 2008). En promedio, se trata de una disminución del 30% en la capacidad de consumo en comparación con los rumiantes.

**Tabla 3 Comparación del consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo en alpacas y ovinos en condiciones controladas**

Dieta	N <sup>1</sup>	Alpaca	Ovino	Diferencia (%) <sup>3</sup>
		%PV <sup>2</sup>	%PV <sup>2</sup>	
Heno de avena	2	1.60	2.27	30
Totora (Scirpus sp)	3	1.25	1.42	12
Silaje de avena	4	1.08	2.01	46
Totora (Scirpus sp)	4	1.31	2.09	37
Heno de alfalfa (entera)	2	2.38	3.34	29
Heno de alfalfa (picado)	2	2.40	2.35	-2
Heno de alfalfa (entera + supp.)	2	1.96	2.98	34
Heno de alfalfa (picado + supp.)	2	1.90	2.54	25
Maíz (forraje + supp.) CP = 6.5%	2	1.48	2.38	38
Maíz (forraje + supp.) CP = 10.5%	2	2.07	2.30	10
Maíz (forraje + supp.) CP = 14%	2	2.27	2.49	9
Maíz (forraje + supp.) CP = 17.5%	2	2.30	2.60	12
Pasto Natural (época seca)	6	1.29	1.15	-12
Pasto natural (temporada húmeda)	6	1.51	1.23	-23
Pasto cultivado	6	2.10	2.90	28
Pasto cultivado	6	2.30	2.60	12
Promedio ± SD		1.83	2.29	20
		±0.46	±0.61	

<sup>1</sup> Número de animales de cada especie; <sup>2</sup>%PV= Porcentaje del peso vivo; <sup>3</sup>(Consumo alpaca – consumo ovino / consumo ovino) × 100;

Fuente: San Martin y Bryant (1989).

**Tabla 4: Comparación del consumo diario de materia seca en llamas y ovinos bajo condiciones estabuladas.**

Dieta	N <sup>1</sup>	Llama	Ovino	N <sup>1</sup>	Diferencia (%) <sup>2</sup>
		%PV	%PV		
Heno de alfalfa	16	1.8	3.5	16	49
Ensilado de alfalfa	16	2.1	4.3	16	51
Heno de alfalfa	4	2.2	3.0	4	27
Heno de avena	4	1.9	2.5	4	24

Dieta	N <sup>1</sup>	Llama	Ovino	N <sup>1</sup>	Diferencia (%) <sup>2</sup>
		gMO/kgPV <sup>.75</sup>	gMO/kgPV <sup>.75</sup>		
Concentrado 7% PC, 69% FDN	5	55	95	5	42
Concentrado 11% PC, 55% FDN	5	58	103	5	44
Concentrado 11% PC, 58% FDN	5	50	76	5	34
Concentrado 12% PC, 68% FDN	5	47	69	5	32
Concentrado 13% PC, 42% FDN	5	53	77	5	31
Concentrado 15% PC, 27% FDN	5	54	79	5	32

<sup>1</sup> Número de animales de cada especie; <sup>2</sup> Consumo de Llama – consumo ovino / consumo ovino × 100.

%PV = porcentaje del peso vivo.

gMO/kgPV<sup>.75</sup> = gramos de materia orgánica por unidad de peso vivo metabólico.

PC = Proteína cruda.

FDN = Fibra detergente neutra.

Fuente: San Martin y Bryant (1989).

Estudios de consumo voluntario en condiciones de pastoreo son escasos (Tabla 5). El consumo en la estación seca, con algunas excepciones, es similar o mayor que en la temporada de lluvias. Un menor consumo en la temporada de lluvias es porque la calidad de la dieta es más alta, mientras que los animales aumentan la capacidad del intestino en respuesta a la baja calidad de la dieta durante la estación seca (Chesson y Orskov 1984; Kahn y Spedding 1984; McCollum y Galyean 1985; citados por San Martin y Bryant 1989). Otro factor puede ser el alto contenido de agua de las plantas durante la temporada de lluvias. Sin embargo, la adición de agua, per se, al rumen tiene poco efecto sobre la ingesta ya que en gran parte es absorbido y expulsado (Holmes y Lang 1963; citados por San Martin y Bryant 1989). La retención de agua por el "efecto esponja" de componentes estructurales gruesas de

forraje ingerido puede tener un efecto inhibitorio sobre la ingesta (Van Soest 1982), y puede ayudar a explicar por qué el consumo no es más alto en la temporada de lluvias que en la estación seca.

El consumo de materia seca en términos de kg por peso metabólico ( $\text{kg}/\text{kgPV}^{0.75}$ ) bajo condiciones de pastoreo de llamas y alpacas oscilan entre 38 y 67 g, dependiendo del tipo de pastos y la temporada de uso (San Martín 1987). Al igual que en estudios bajo condiciones de estabulación, el consumo en condiciones de pastoreo es menor en los CSA en comparación a los ovinos (Tabla 5). San Martín (1987) reportó que, en base al peso metabólico, las llamas y alpacas tenían el mismo nivel de ingesta con pasto mejorado y pastos nativos, pero los valores de ingesta fueron 36% menos comparados a los ovinos en pastos mejorados y un 26% menor en los pastos nativos.

Los valores más bajos de consumo en CSA probablemente resultan del mayor tamaño corporal y los requerimientos de energía relativamente más bajos (Schneider et al. 1974; Engelhardt y Schneider 1977; citados por San Martín y Bryant 1989). Esto permite a los CSA a ser menos selectivos que los animales más pequeños (Meyer et al. 1957; Jarman 1974; citados por San Martín y Bryant 1989). Los tallos, que son consumidos más por los CSA que por los ovinos, se conservan durante un mayor tiempo en el estómago que las fracciones de las hojas. Además, los CSA tienen menor volumen en el C-1 y tasas de pasaje de partículas más bajas que los ovinos (San Martín 1987), los cuales son alta y negativamente correlacionados con el consumo (Thornton y Minson 1972; Allison 1985; citados por San Martín y Bryant 1989).

**Tabla 5: Valores de ingesta diaria: llamas, alpacas y ovinos en pastoreo en el sur de Perú**

Tipo de Forraje	Época	Ingesta Diaria <sup>1</sup>		
		Llama	Alpaca	Ovino
Fedo – Mufa	Seca	-	50.5 <sup>2</sup>	
Fedo – Mufa	lluviosa	-	44.3 <sup>2</sup>	
Fedo – Cavi	Seca tardía	1.86 <sup>3</sup>	1.2 <sup>3</sup>	
Fedo – Cavi	Seca tardía	2.08 <sup>3</sup>	1.4 <sup>3</sup>	
Fedo – Plantago tubulosa	Seca	-	59.4 <sup>4</sup>	
Fedo – Plantago tubulosa	Lluviosa	-	51.7 <sup>4</sup>	
Fedo	Seca	40.3 <sup>4</sup>	35.8 <sup>4</sup>	54.8 <sup>4</sup>
Fedo	Lluviosa	38.6 <sup>4</sup>	54.0 <sup>4</sup>	61.2 <sup>4</sup>
Fedo - Cavi	Seca	-	1.4 <sup>3</sup>	1.6 <sup>3</sup>
Fedo – Cavi	Seca	-	-	85.4 <sup>2</sup>
Fedo - Cavi	Lluviosa	-	-	99.8 <sup>2</sup>
Festuca rígida	Seca	44.04 <sup>4</sup>	42.4 <sup>4</sup>	61.4 <sup>4</sup>

Fedo = Festuca dolichophylla, Mufa = Muhlenbergia fastigiata, Cavi = Calamagrostis vicunarum

<sup>1</sup>Todos los valores de ingesta fueron estimados a partir de la relación excreción fecal: indigestibilidad.

<sup>2</sup> g MO/kg W <sup>0.75</sup>

<sup>3</sup> kg MS/cabeza

<sup>4</sup> g MS/kg W <sup>0.75</sup>

<sup>5</sup> *Lolium perenne*, *Festuca rubra* y *Trifolium repens*.

Fuente: San Martin y Bryant (1989)

## 2.7 Períodos nutricionales críticos: disponibilidad y calidad nutricional

Los camélidos se enfrentan a serias limitaciones para satisfacer sus necesidades nutricionales a partir de los pastizales naturales andinos. Las limitaciones están asociadas con la disminución de la calidad nutricional y la disponibilidad de las especies consumidas durante la temporada seca prolongada; sin embargo, algunos productores en las zonas más altas hacen uso de los pastizales que crecen en los humedales para aliviar algunos de los problemas de calidad y disponibilidad de pastos durante la estación seca (San Martin y Van Saun 2014).

Los pastizales naturales muestran ligeras variaciones en las posibles deficiencias nutricionales durante el ciclo anual. Así, en el período I (noviembre y diciembre) la energía es potencialmente deficiente, en el período III (mayo, junio y julio) la proteína está en riesgo, y en el período IV (agosto, septiembre y octubre) tanto la energía como la proteína están en riesgo (Tabla 6).

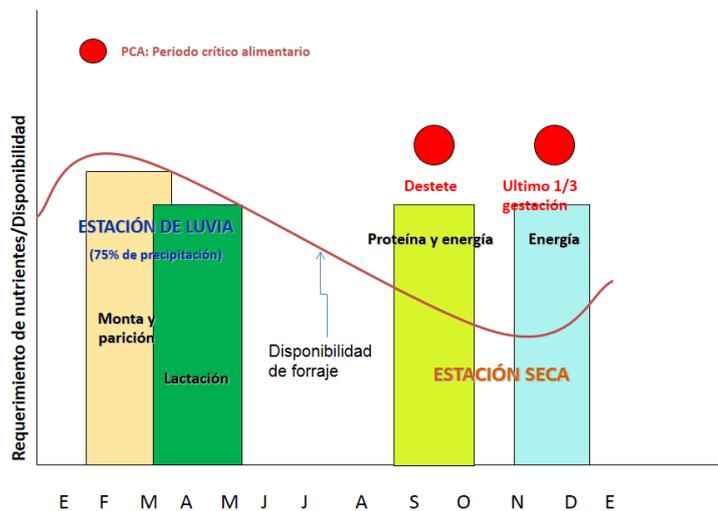
Para evaluar las diferentes fases de producción de alpacas y llamas y la estacionalidad, disponibilidad y calidad del pasto durante el año, es posible identificar etapas en las que los requerimientos nutricionales de los animales apenas están cubiertos. Estas etapas son el destete, que tiene lugar entre los meses de septiembre y octubre, y el último tercio de gestación, que ocurre de septiembre a diciembre (Figura 1).

Como se señaló anteriormente, para estos animales, es importante tener una estrategia de alimentación que les permita alcanzar el peso deseado durante el primer año de edad de crianza. Algunas de las estrategias efectivas serían el uso de pasturas cultivadas, la suplementación de proteínas y energía, la reserva de las mejores zonas de pastoreo o alguna combinación de todas estas estrategias.

**Tabla 6: Relación entre los cambios estacionales, el crecimiento de las plantas y las características del forraje de los pastizales altoandinos.**

Periodo	Etapa de Crecimiento del Forraje		Meses	Precipitación	Características del Forraje
I	Crecimiento (vegetativo)	Inicial	Nov - Dic	Principio de la temporada de lluvias	Verde, alta calidad, cantidad limitada
II	Crecimiento - floración (arranque temprano a etapa de arranque)		Ene - Abr	Temporada de lluvias	Verde, alta calidad, cantidad no limitada
III	Maduración		May – Jul	Principio de la estación seca	Seco, baja calidad, cantidad no limitada
IV	Dormancia		Ago - Oct	Temporada seca	Seco, baja calidad, cantidad limitada

Adaptado de: Cebra *et al.* (2014)



**Figura 3:** Periodos críticos alimentarios para los camélidos sudamericanos en sistemas de manejo extensivo en relación con la disponibilidad de forraje. Adaptado de : Cebra et al. (2014)

## 2.8 Estrategias de Suplementación

Diferentes estudios demuestran que es posible realizar el destete, tanto en llamas y alpacas, a una temprana edad, siempre y cuando se emplee estrategias de suplementación que permitan alcanzar el peso óptimo deseado, a fin de realizar el primer empadre al año de edad (San Martín 1996). Del mismo modo, es posible realizar el engorde de animales jóvenes, a fin de obtener carcasas de buena calidad. Dentro de estas estrategias tenemos el uso de pastos cultivados, suplementación energética-proteica y/o reservas de áreas de pastoreo, con pastos de buena calidad.

La suplementación es la adición de insumos alimenticios a la dieta base (pasto) con la finalidad de cubrir una deficiencia de nutrientes. La suplementación puede tener diferentes objetivos: a) Aumentar la carga animal en la superficie disponible para pastoreo; b) Aumentar la producción animal en una determinada carga; y c) Elevar el número de animales por área, así como la producción animal (a y b) (Flores Y Malpartida 1992),

El suplemento es un alimento o mezcla de alimentos que se utilizan para mejorar el valor nutritivo de los alimentos básicos (Ensminger 1993). También explica que la suplementación es una herramienta de producción utilizada para adicionar un faltante nutritivo en busca de una mayor performance individual y/o total, o bien para sustituir lo existente con el fin de lograr aumentar la producción y la carga animal, lo que se debe buscar es un efecto de adición y sustitución combinada.

Rizzo 2002, citado por Macuchapi 2006 menciona que, la suplementación puede iniciarse antes del destete, ya que los animales jóvenes tienen una buena eficiencia alimenticia. Además, esta práctica favorece la uniformidad de peso de las crías al destete. Al suplementar a las crías también se facilita el destete, y puede ser más temprano a los 5 meses de edad por ejemplo. Para que esta forma de alimentación tenga éxito, se debe buscar un método de suministro, para que solamente las crías puedan aprovechar el suplemento. El mismo autor indica que los forrajes suplementarios se adicionan cuando el pasto es pobre y seco, o cuando se trate de un animal en gestación, en lactancia o realiza un trabajo.

Los pastos cultivados irrigados son económicamente beneficiosos si se usan como un suplemento para las praderas y no como una base alimenticia. Algunas consideraciones de cómo implementar prácticas de suplementación incluyen (1) restringir el pastoreo de pasturas cultivadas, (2) cortar el pasto cultivado, hacer heno para usarlo durante la estación seca, (3) dar suplementos solo en el último tercio del período de gestación, (4) usar suplementos en el engorde de tuis durante la estación seca, y (5) la suplementación de la alpaca tuis hembra para inducir la maduración sexual temprana y producir una cría adicional en su vida productiva (Cardozo y Zapata 1999, citados por Macuchapi 2006). San Martín y Van Saun (2014), mencionan que un proceso de 21 días de revitalización o flushing previo a la reproducción en gramíneas cultivadas (hierba de centeno-trébol blanco) mostró una mayor fertilidad en comparación con aquellos que no recibieron tal suplementación.

Alternativamente, el uso de especies forrajeras introducidas es una mejora en el pastoreo excesivo de pastizales nativos. Se han logrado mejoras en la productividad mediante la fertilización nitrogenada con la introducción del trébol blanco y la fertilización con heces de alpaca y oveja. Cabe señalar que muchos de estos esfuerzos han sido limitados, especialmente en los campos de medianos y pequeños productores. Las causas de baja adopción pueden incluir la necesidad de áreas con buena humedad y suelo fértil para que la producción sea adecuada, los costos de establecimiento y, finalmente, los bajos precios de la fibra y carne de estos animales a nivel del productor, son los que podrían evitar la adopción de tecnologías (San Martín y Van Saun 2014).

Se sugiere la necesidad de suplementar a los animales en determinadas épocas y estados fisiológicos, así como tener la posibilidad de realizar el destete de las crías, con alimentación suplementaria a una edad temprana, ya que el estómago de los neonatos puede digerir

alimentos fibrosos a partir de los 4 meses de edad, debido que la actividad microbiana en el primer compartimiento estomacal es similar a la de los adultos; además el tubo digestivo de los camélidos es considerado funcionalmente maduro alrededor de 2 a 3 meses de edad (Pond 1994, citado por Macuchapi 2006),

### **2.8.1 Suplementación energética y/o proteica.**

Flores y Malpartida (1992), mencionan que la suplementación de energía y/o proteína en base a diferentes características del forraje será positiva en ausencia o baja disponibilidad de forraje, en especial cuando el contenido de fibra es alto. Por otro lado, bajo condiciones de alta disponibilidad, solo se obtendrá respuestas positivas a la suplementación energética cuando el contenido de fibra es elevado. Los mismos autores indican que la respuesta positiva al suplemento proteico se produce cuando el tenor proteico en el forraje es bajo, dicha respuesta es más significativa cuando existe alta disponibilidad del forraje. La suplementación con nitrógeno no proteico sigue la misma tendencia, aunque su efecto es menor o nulo con forrajes con alto contenido de fibra.

En praderas nativas de Bolivia y Chile, en promedio el 30% de pequeños productores, crían tropas de llamas macho hasta los 4 años, los cuales destinan al engorde y a la reproducción, en un sistema de alimentación a base de praderas altoandinas. En este sistema las llamas adultas, entre los 3 y 5 años, alcanzan pesos entre los 73 (Stemmer et al. 2005) y 100 kilogramos (Pérez et al. 2000), respectivamente. Los pesos bajos en sistemas de alimentación en praderas nativas, se deben a la menor calidad nutritiva que estas presentan, la cual es más crítica durante la estación seca (Flores y Malpartida 1992 y San Martín 1987).

En un estudio de suplementación a crías de alpacas destetadas a los cinco meses de edad, sometidos a tres tratamientos y/o suplementación alimenticia: a) sustituto lácteo; b) heno de alfalfa; c) alimento concentrado y el testigo (crías que permanecieron con la madre y fueron alimentadas exclusivamente de pradera nativa). Las crías suplementadas con alimento concentrado tuvieron mayor efecto en la mayoría de las variables (peso vivo, ganancia de peso vivo, perímetro torácico, largo de mecha), seguido del suplemento de heno de alfalfa y sustituto lácteo que influyeron significativamente en el destete, recuperación y la post-fertilidad de las madres, comparadas con el testigo (Mackfarlane 2001, citado por Macuchapi 2006).

Del mismo modo, se describe estudios realizados en el altiplano norte, centro y sur de Bolivia, sobre el efecto de la suplementación estratégica de llamas madres. Los tratamientos aplicados fueron originados, por dos factores; Factor correspondiente a la suplementación de llamas lactantes en los dos primeros tercios de lactación y un segundo factor fue la edad de las madres, concluyendo que, si bien es posible aumentar significativamente el peso final de las madres y mejorar la producción promedio de peso vivo del rebaño, el costo medio de producción tiende a subir conforme suba la suplementación (Macuchapi 2006).

## **2.9 Peso vivo y ganancia de peso.**

El peso vivo es un indicador ampliamente utilizado, pero no expresa necesariamente la aptitud cárnica, aun cuando está asociado a la condición corporal y refleja el estado nutricional de los animales (Johnson 1994 y Pugh 1997). Los pesos, por tipo y sexo, difieren entre las zonas/regiones de crianza en Puno, Cusco, Arequipa, Pasco y Junín. En estas regiones, incluso entre cooperativas, estaciones experimentales y el nivel de manejo genético y reproductivo que se realiza. Factores como la edad, la raza, el fenotipo y la alimentación influyen en forma significativa en la ganancia de peso, peso al final del periodo de engorda y el rendimiento de canal (Bustinza 2001).

### **2.9.1 Efecto de la alimentación sobre el peso vivo y la ganancia de peso.**

Se han llevado a cabo diversos estudios para mejorar la producción de carne en la K'ara y la fibra en el Th'ampulli (Chaqu). En las estaciones experimentales de Condoriri, Patacamaya, Choquenaira y otras granjas bolivianas (Mamani-Linares et al. 2014), así como en centros de investigación de Perú (La Raya, Chuquibambilla y otros), se han reportado buenos resultados en ganancia de peso y peso al final del periodo de engorda con diferentes tipos de alimentación (Mamani-Linares et al. 2014).

En el Perú, García *et al.* (2002) observaron mayores ganancias de peso en llamas de dos años (183 g/d) que en las de un año de edad (146 g/d) en un periodo de engorde de 90 d, así como mayores ganancias de peso en la estación de lluvia (171 g/d) que en la estación seca (136 g/d). Asimismo, se observó una mayor ganancia de peso en pastos cultivados como ryegrass + trébol (199 g/d) y phalaris + trébol (182 g/d) que en las praderas nativas (78 g/d). Por otro lado, animales alimentados a base de concentrado presentaron mejores respuestas en ganancia de peso y conversión alimenticia con respecto a los que consumieron ryegrass o

phalaris, y estos últimos, mejores respuestas productivas que aquellos que consumieron praderas nativas (García y San Martín, 1999).

En el caso de Bolivia, las llamas presentaron ganancias de peso de 122 a 238 g/día en pasturas nativas durante la época de lluvia (Choque y Tapia 2003). En tanto que en el Centro Experimental de Altura en Salta, Argentina, se lograron ganancias diarias de peso de 216 g/día en llamas alimentadas en pasturas cultivadas, mientras que con pastura nativa lograron 115 g/día (Rebuffi y Aguirre 1996). Por otro lado, la suplementación con concentrado en periodo seco permitió mayores ganancias de peso (203 vs. 106 g/d) y, consecuentemente, mayor peso a la faena (Mamani-Linares y Gallo 2013b; citados por Mamani-Linares 2014).

### 2.9.2 Efecto de la edad sobre el peso vivo y la ganancia de peso.

En la Tabla 7 se observa que las llamas machos llegan a alcanzar pesos vivos de 63.2 kg a los 25 meses de edad (Cristofanelli et al. 2004). Trabajos realizados en Bolivia (Condori et al. 2003b; Wurzinger et al. 2005; Choque y Tapia 2003) señalan pesos vivos de 73 a 79 kg en llamas machos a los 24 meses de edad. Asimismo, en condiciones ambientales alto andinas, las llamas alcanzan la madurez a los 5 años, donde las hembras Th'ampulli y Kh'aras obtienen pesos de 93 y 96 kg, respectivamente (Wurzinger et al. 2005).

**Tabla 7: Peso vivo (Kg) promedio por edad en llamas K'ara criadas en el altiplano andino.**

Edad (meses)	Llama <sup>1</sup>	Llama entera <sup>2</sup>	Llama castrada <sup>3</sup>	Llama <sup>4</sup>
Nac.	7.2 ± 1.4	7.9 ± 0.6	7.9 ± 0.6	7
6	28.2 ± 1.4	20.7 ± 1.3	26.4 ± 2.0	23
10	36.8 ± 1.4	35.0 ± 2.7	40.2 ± 2.4	n/d
12-13	46.9 ± 1.5	43.3 ± 4.1	46.2 ± 3.3	49
16	55.8 ± 1.7	58.0 ± 4.6	60.7 ± 3.9	n/d
19	56.3 ± 1.8	68.4 ± 4.9	68.7 ± 4.3	n/d
22	59.4 ± 2.1	71.0 ± 5.1	68.8 ± 4.8	n/d
24-25	63.2 ± 2.9	77.7 ± 10.4	79.0 ± 5.6	73
36	n/d <sup>5</sup>	n/d	n/d	83

Fuente: <sup>1</sup>Cristofanelli et al. (2004); <sup>2,3</sup>Condori et al. (2003b); <sup>4</sup>Wurzinger et al. (2005).

<sup>5</sup>No determinado.

En la Tabla 8 se presenta los pesos vivos por sexo en diferentes localidades del Perú y en la Tabla 9, los promedios por edades reportados por diferentes autores, donde podemos apreciar que las llamas más pesadas y de mayor fortaleza se encuentran en la sierra central del Perú, exactamente en Marcapomacocha – Junín, donde un animal adulto llega en promedio hasta los 157 Kg de peso vivo.

**Tabla 8: Peso vivo (Kg) promedio por sexo en llamas K'ara.**

Localidad	Macho	Hembra	Promedio
	Promedio $\pm$ DE <sup>5</sup>	Promedio $\pm$ DE	$\pm$ DE
Nuñoa – Puno <sup>1</sup>	-	-	86.6
CIP la Raya UNA – Puno <sup>2</sup>	84.8 $\pm$ 45.1	68.4 $\pm$ 31.6	76.6 $\pm$ 39.6
Marcapomacocha – Junín <sup>3</sup>	142.0 $\pm$ 17.7	146.0 $\pm$ 17.5	145.6 $\pm$ 17.4
Marcapomacocha – Junín <sup>4</sup>	86.7 $\pm$ 31.4	115.5 $\pm$ 32.3	108.6 $\pm$ 33.9

Fuente: <sup>1</sup>García y Franco (2006); <sup>2</sup>Villalta (2009); <sup>3</sup>Cano (2009); <sup>4</sup>Quina (2015).  
<sup>5</sup>Desviación estándar.

**Tabla 9: Peso vivo (kg) de llamas K'ara por edades y sexo en diferentes localidades del Perú y Bolivia.**

LOCALIDAD	0 – 22 meses		1.5 – 2 años		2 – 2.5 años		3 – 3.5 años		De 4 años a mas	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
Comunidad Santa Rosa Juli – Puno <sup>1</sup>	46.9	46.2	-	-	-	-	-	-	-	-
C.E. La Raya UNA - Puno <sup>2</sup>	55.8	60.0	87.8	83.5	-	-	-	-	-	90.0
CIP La Raya UNA – Puno <sup>3</sup>		45.3		77.6		102.6		109.6		113.9
Marcapomacocha – Junín <sup>4</sup>		122.6		137.7		149.5		152.5		156.5
Orinoca, Llica y Quetena – Bolivia <sup>5</sup>	-	-		71.4		77.2	-	-		-
Marcapomacocha – Junín <sup>6</sup>	-	-		76.0		-	-	-		119.3
Yantac – Junín <sup>6</sup>	-	-		83.3		107.9	-	-		128.3
Corpacancha – Junín <sup>6</sup>	-	-		103.9		129.6		120.9		133.3
Provincia de Pasco <sup>7</sup>	-	-	78.6	76.3	96.9	94.2	112.7	102.2	118.7	114.1
Pasco y Daniel Alcides Carrión – Pasco <sup>7</sup>	-	-	88.3	88.0	107.9	103.6	129.4	113.9	127.9	124.2

Fuente: <sup>1</sup>García y Franco (2006); <sup>2</sup>Maquera (1991); <sup>3</sup>Villalta (2009); <sup>4</sup>Cano *et al.* (2012); <sup>5</sup>Condori y Delgado (2012); <sup>6</sup>Méndez y Palomino (2001); <sup>7</sup>Mendoza (2013)

## 2.10 Producción de carne de Llama

Más del 80 por ciento de las alpacas y casi la totalidad de llamas son de propiedad de comunidades campesinas y pequeños productores de muy escasos recursos y carentes de servicios y vías de comunicación adecuados (FAO 2005). Las prácticas de manejo de las alpacas y llamas, en la mayoría de casos, son de tipo tradicional, carentes de innovaciones tecnológicas. Enfrentan problemas de diversa índole siendo las más relevantes la alta mortalidad de crías y baja calidad de la carne debido a la presencia de sarcocystes (Castro et al. 2004).

La llama tiene un gran potencial como fuente de carne en el altiplano, produciendo carcasas más grandes que las de alpacas (*Lama pacos*). Asimismo, el cuarto posterior presenta los cortes de mayor valor y una mayor proporción de músculo que la alpaca (Cristofanelli et al. 2005).

De los trece departamentos donde se crían alpacas, solo tres (Puno, Cusco y Arequipa) concentran el 77 por ciento del total de la población. En el caso de las llamas, su crianza es menos concentrada (la sierra central cuenta con un importante 27 por ciento). En términos de números de cabezas de alpacas y llama, la sierra sur concentra 3,47 millones; la sierra central 841,4 miles; y la sierra norte, 60,4 mil (Renieri et al. 2006).

La carne de los CSA es adecuada para el consumo humano, tanto por su composición química como desde el punto de vista de la calidad. La llama y la alpaca representan la más importante fuente de proteína para la población andina (Pérez et al. 2000). El contenido proteico promedio varía entre 21.5 y 23.88 por ciento en llamas adultas (>3 años) (perez et al. 2000 y Mamani-Linares y Gallo 2014), siendo superior a los valores encontrados en carne bovina (20%) y Porcina (17%); así mismo contiene alta biodisponibilidad de hierro y zinc (3.3 y 4.4 mg/100 g), siendo casi el doble que otras carnes rojas (Polidori et al. 2007a). Ambas especies producen carne con bajos niveles de grasa (0.49-2.05%) y colesterol (39.0-56.3 mg/100 g) comparada con otras carnes rojas (Cristofanelli et al. 2004; Mamani-Linares y Gallo 2013a).

El producto más comercializado, transformado a partir de la carne de llama, es el “charqui”, que es obtenido mediante su desecación al medio ambiente; en promedio contiene un 20% de humedad, contenido proteico de 45% y valores de grasa de aproximadamente 12%

(Norma Técnica Peruana 201.059) (Pérez et al. 2000; Mamani-Linares y Gallo 2014 e INDECOPI 2012).

### **2.12.1 Estacionalidad de producción de carne.**

La época de lluvia marca el inicio de la temporada de buenos pastos y, por lo tanto, de la mayor y mejor disponibilidad de alimentación para el ganado. Durante los siguientes meses, el incremento del peso de los animales juega a favor para que el productor decida vender al animal para carne. El aumento de la saca de los camélidos sudamericanos sucede entre abril y agosto. Una vez pasada la temporada de lluvias (diciembre a febrero), el pasto escasea y los animales pierden peso. Entonces el interés por vender disminuye. Esto sucede desde septiembre hasta febrero (Renieri et al. 2006).

La producción total de carne depende naturalmente de la saca anual, es decir, del número de animales que anualmente se descartan del rebaño para ser destinados al beneficio. Aunque no hay datos concretos, se estima que el porcentaje de saca anual, tanto en alpacas como en llamas, es del orden del 10 a 12 por ciento (FAO. 2005), y que esta saca está constituida por animales viejos, hembras y machos, que han llegado al final de su vida productiva. Esto hace que la presencia de sarcocystiosis en la musculatura sea elevada (Castro *et al.* 2004), y que la carne sea de inferior calidad.

### **2.11 Peso y rendimiento de la carcasa.**

El rendimiento es la proporción de la carcasa o carne propiamente dicha con respecto al peso vivo del animal (Bustinza 2001); y se calcula mediante la Fórmula (1):

$$RC = \frac{PC \text{ (Kg.)}}{PV \text{ (Kg.)}} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

RC = Rendimiento de la carcasa

PC = Peso de la carcasa

PV = Peso vivo del animal antes del beneficio

El rendimiento, tamaño y características de la carcasa, dependen del tipo, categoría del animal y de la alimentación; esta última determina el peso, la edad de faena, el grado de acabado del animal y, a su vez, la composición de la carcasa (Di Marco 2002, citado por Arzabe 2007). Si bien es cierto, que el rendimiento varía con las razas, el sexo y la edad de los animales, el factor de mayor efecto es el llenado del tracto gastrointestinal (contenido del aparato digestivo), este depende del peso de faena, tipo de alimentación y de la digestibilidad del alimento (Arzabe 2007).

Dentro de los factores que afectan el rendimiento de la carcasa, es importante considerar la evaporación con la consiguiente deshidratación de las canales durante el proceso de oreo (Arzabe 2007).

La edad del animal está ligada al peso de la carcasa, la consecuencia más directa de la edad, sobre la calidad de carcasa es el aumento de la deposición de grasa. Cada raza posee un peso adulto diferente, por lo que el genotipo determina diferencias en la velocidad del desarrollo de los tejidos (Cañeque y Sañudo 2000, citados por Arzabe 2007).

El peso de las carcasas es uno de los criterios importantes para valorar su calidad. Esta variable está relacionada con el peso vivo y con el rendimiento de la carcasa, entendido como el porcentaje que representa la carcasa sobre el peso del animal antes del sacrificio. El peso vivo del animal viene dado por el sistema productivo aplicado en la crianza (alimentación, edad al sacrificio, etc.). El rendimiento presenta importancia económica y técnica tanto para el matadero, como para la comercialización de los animales y sus carcasas (Salvá 2009).

En la Tabla 10, se presenta los datos relacionados con peso vivo y rendimiento de la carcasa de llamas, resultados de trabajos realizados en Chile, Perú y Bolivia (García 1995; Pérez *et al.* 2000; Choque y Tapia 2003; Cristofanelli *et al.* 2004; Arzabe *et al.* 2006; Mamani-Linares y Gallo 2013a, b; Laura, 2012; citados por Mamani-Linares *et al.* 2014). En todos los casos, los animales fueron criados y alimentados al pastoreo en un sistema extensivo.

**Tabla 10: Peso vivo a la faena, peso y rendimiento de la canal caliente y frio 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	Frio	Caliente	Frio
5 <sup>1</sup>	> 3	100.6 ± 19.4	56.2 ± 11.2	n/d <sup>9</sup>	55.8 ± 1.9	n/d
31 <sup>2</sup>	> 2	68.5 ± 9.9	35.7 ± 5.3	n/d	52.1	n/d
20 <sup>3</sup>	2.1	63.2 ± 2.9	31.2 ± 1.9	29.9 ± 1.9	52.4 ± 1.1	50.5 ± 1.2
60 <sup>4</sup>	2	76.8 ± 5.8	41.3 ± 4.2	n/d	53.7 ± 1.8	n/d
12 <sup>5</sup>	1.5	56.9 ± 4.8	31.1 ± 3.1	29.9 ± 3.0	54.6 ± 2.1	52.6 ± 2.7
20 <sup>6</sup>	2 – 3.5	80.4 ± 5.8	43.5 ± 2.9	n/d	54.1 ± 1.4	n/d
10 <sup>7</sup>	1.5 – 2	54.9 ± 5.4	29.2 ± 3.8	26.6 ± 3.9	53.1 ± 2.2	48.3 ± 1.1
10 <sup>8</sup>	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

En el trabajo de Pérez *et al.* (2000), realizado en Chile con llamas mayores de 3 años, presentaron un peso vivo de 100.6 kg con peso y rendimiento de la carcasa de 56.2 kg y 55.8%, respectivamente (Tabla 10). Bustinza (2001) por su parte, menciona que el rendimiento de carcasa es menor en animales de 2 años (56.2%) y mayor en animales de 3 y 4 años (59.5%).

Cristofanelli et al. (2004), Mamani-Linares y Gallo (2013 a,b); reportan rendimientos de carcasa en llamas de 51% a 57%, respectivamente, y que además, las llamas presentan una mayor eficiencia digestiva en la utilización de pastura de baja calidad y en la conversión del alimento consumido, con un menor requerimiento para mantenimiento, comparado con el ovino (San Martín 1996).

Las diferencias entre los resultados de los trabajos de investigación se podrían atribuir a las edades y tipos de animales, así como por la condición corporal y época del año, debido a la disponibilidad de alimentos en las diferentes ecorregiones (Mamani-Linares et al. 2014). Por lo tanto, las cualidades de mejor utilización de las pasturas de baja calidad, mayor rendimiento de carcasa frente a la alpaca y rumiantes, indican que esta especie posee capacidad para responder con eficiencia a programas de manejo nutricional para producción de carne.

### 2.11.1 Rendimiento de los cortes mayores de la carcasa.

El rendimiento de los cortes, es la relación porcentual existente entre el peso del corte y el peso de la carcasa fría de los animales. Varios estudios, encontraron el peso y rendimiento, con relación al peso de la carcasa, de los diferentes cortes mayores de llama, los cuales se resumen en la Tabla 11.

**Tabla 11: Peso y rendimiento de los cortes mayores de la carne de llama**

		Cortes Mayores									
		Pierna		Brazo		Lomo		Costillar		Cuello	
Fuentes <sup>1</sup>	Edad llamas	Peso (kg)	Rdto. (%)	Peso (kg)	Rdto. (%)	Peso (kg)	Rdto. (%)	Peso (kg)	Rdto. (%)	Peso (kg)	Rdto. (%)
Cochi et al. 2004	3 años	6.25	15.89	4.36	11.09	6.71	18.77	4.36	11.09	1.74	4.92
Jimenez 2003	2 años	5.62	17.03	3.33	10.01	6.05	18.33	5.80	17.58	3.00	9.09
Condori 2000	19 meses	6.03	16.87	3.48	9.73	4.96	13.85	1.30	3.64	3.25	9.09

Rdto. (%): Valores calculados sobre la base de los datos obtenidos de los autores.

<sup>1</sup>Fuente: Arzabe (2007).

El rendimiento de los cortes de la carcasa entre las especies de CSA es diferente. Cristofanelli *et al.* (2005) evaluaron 20 llamas y 40 alpacas machos en Arequipa, criados extensivamente y sacrificadas a los 25 meses de edad. Reportaron que el porcentaje de la pierna con respecto al peso de la carcasa fue significativamente menor para las alpacas que para las llamas, concluyendo que la llama tiene mayor potencial intrínseco como productor de carne en la zona alto andina. Las grandes diferencias entre cortes que se emplean en cada país o región dificulta la comparación entre carcasas sobre la base de los cortes; sin embargo, el corte pierna es uno de los más valiosos (corte de primera).

Bustinza (2001), indica que el objetivo de los cortes, es trozar para disminuir el tamaño de la carcasa en volúmenes menores y facilitar su comercialización, acción que requiere del conocimiento de los componentes anatómicos de la carcasa, articulaciones y puntos de unión de los músculos con los huesos, existiendo dos tipos de cortes:

- Corte horizontal, consiste básicamente en separar los componentes de la carcasa, tratando de separar los músculos hasta dejar prácticamente descarnado el tejido óseo, lo que facilita la venta de carne en pulpa, disminuida de excesos de tejido adiposo (Bustinza *et al.* 1993).

- Y corte transversal, consiste en realizar cortes en sentido transversal a los huesos, de tal forma que en cada corte están los componentes de la carcasa (tejido muscular, adiposo y óseo) (Bustinza *et al.* 1993).

Bustinza *et al.* (1993), manifiesta que los cortes tradicionales, realizados en carcasas de alpaca, son los siguientes:

- a) Cuello, la zona anatómica comprendida desde la articulación atlantooccipital a la séptima vértebra cervical.
- b) Agujas, la zona anatómica dorsal desde la 1ra a la 12va vértebra torácica.
- c) Lomo, comprende la zona anatómica lumbar, sacra y coccígea; teniendo como referencia las 7 vértebras lumbares, las vértebras sacras y coccígeas, separadas de la articulación ileosacro.
- d) Ozobuco anterior, comprende la zona inferior de las extremidades anteriores, específicamente desde la articulación carpo-cubito-radial hasta la articulación humero-cubito-radial.
- e) Ozobuco posterior, comprende la zona inferior de las extremidades posteriores, desde la articulación tarso-tibial hasta la articulación tibiofemoral.
- f) Pecho falda, comprende toda la zona del esternón y los cartílagos costales y, la mayor parte de la falda (músculos abdominales).
- g) Brazuelo, comprende la zona anatómica desde la articulación humerocubito- radial hasta la escápula.
- h) Costillar, comprende la zona anatómica de la región de las costillas separadas del pecho y las articulaciones costo-vertebrales.
- i) Pierna, comprende la zona anatómica del muslo, desde la articulación tibio-femoral hasta la articulación iliosacro y la sínfisis pubiana, a nivel del isquium situado en la pelvis.

## **2.12 Características de la carcasa.**

### **2.12.1 Características morfométricas o medidas objetivas.**

Estas medidas tienen una estrecha relación con el buen rendimiento cárnico y la conformación. Algunas medidas objetivas de la carcasa son influenciadas por la edad y otras por el sistema de alimentación o engorde. Según Yáñez *et al.* (2004), citados por Mamani-

Linares *et al.* (2014), el perímetro torácico es una medida afectada por su base ósea, músculo y deposición de grasa. La deposición de tejido adiposo, principalmente en la región esternal, está relacionada con el grado de acabado. Asimismo, el largo del cuerpo en animales de la misma edad usualmente no difiere cuando son engordados con diferentes dietas, dado que esta medida morfométrica está relacionada a la estructura ósea, la cual no está directamente afectada por la alimentación del animal a esas edades. Por otro lado, el perímetro de grupa es la variable que muestra mayor diferencia en animales engordados con diferentes dietas, debido a que es una medida basada en la cantidad de masa muscular. Esta medida, según Araujo Filho *et al.* (2007), citados por Mamani-Linares *et al.* (2014), es indicador de la deposición de carne de primera calidad. En concordancia con esta información, Mamani-Linares y Gallo (2013b) reportaron que las carcasas de animales suplementados con concentrado presentaron valores más altos en perímetro del tórax, perímetro de pierna y perímetro de grupa.

### **2.12.2 Composición tisular de cortes de la carcasa.**

La composición de la carcasa, es influenciada por la alimentación, ya que el nivel nutricional produce variaciones en el crecimiento del animal y por lo tanto en la composición de los tejidos (Cañeque y Sañudo 2000, citados por Arzabe 2007).

La composición tisular junto con el rendimiento de la carcasa han sido los criterios más utilizados para evaluar la calidad de la carcasa. La composición tisular abarca todos los tejidos del animal desde el punto de vista histológico; nervioso, óseo, muscular, adiposo, conjuntivo y epitelial (Mamani-Linares *et al.* 2014).

La proporción de músculo de los cortes pierna y chuleta de la llama es significativamente mayor que en otros cortes, mientras la proporción de grasa y hueso en el corte de la paleta es el más elevado. Por otro lado, de acuerdo a Cristofanelli *et al.* (2005), la proporción de músculo en el corte paleta y pierna de la llama es significativamente más alto que en el de la alpaca (Mamani-Linares *et al.* 2014).

El peso promedio de vísceras y apéndices de llamas de diferentes edades se muestran en la Tabla 12. Con excepción del peso de bazo, corazón y patas, el peso de las demás vísceras se incrementa proporcionalmente con la edad de los animales (Mamani-Linares *et al.* 2014).

**Tabla 12: Peso promedio de vísceras y apéndices de llamas (expresado en KG) de diferentes edades.**

Tejido	25 meses <sup>1</sup>	>3 años <sup>2</sup>	>2 años <sup>3</sup>	>2 años <sup>4</sup>
Sangre	2.28 ± 0.15	2.7 ± 0.9	2.7 ± 0.4	n/d
Cabeza	2.38 ± 0.10	2.8 ± 0.5	2.1 ± 0.4	1.9 ± 0.2
Patas	1.75 ± 0.11	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.3	1.3 ± 0.2
Piel	6.22 ± 0.98	10.4 ± 2.0	7.8 ± 1.3	5.1 ± 0.9
Corazón	0.44 ± 0.02	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.15	0.5 ± 0.1
Pulmón y Tráquea	0.57 ± 0.006	1.9 ± 0.4	1.2 ± 0.4	0.7 ± 0.1
Hígado	1.07 ± 0.07	1.6 ± 0.2	0.9 ± 0.3	1.2 ± 0.2
Bazo	0.12 ± 0.01	0.1 ± 0.0	n/d	0.1 ± 0.0
Riñón	0.10 ± 0.03	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0
Páncreas	n/d <sup>5</sup>	n/d	n/d	0.04 ± 0.02
Contenido Digestivo	5.51 ± 1.96	11.8 ± 3.5	n/d	0.04 ± 0.02
Tubo digestivo	n/d	6.1 ± 2.1	3.4 ± 0.3	2.8 ± 0.5

Fuente: <sup>1</sup> Cristofanelli et al. (2005), <sup>2</sup> Pérez et al. (2000), <sup>3</sup> García (1995), <sup>4</sup> Mamani-Linares y Gallo (2013b), <sup>5</sup> No determinado

### 2.12.3 Composición Química de la Carne.

El conocimiento de la composición química de la carne de llamas es importante para el entendimiento de su valor nutricional, así como también para interpretar su calidad sensorial y aptitud para el tratamiento industrial. En la literatura científica internacional se encuentra amplia información sobre los componentes de la carne de alpaca, especialmente del músculo Longissimus dorsi. Así, por ejemplo, se dispone de los trabajos de Cristofanelli et al. (2004), Polidori et al. (2007b) y Salvá et al. (2009) con animales criados de forma tradicional en el Perú (Tabla 13). En el caso de la llama, solo se encuentra información relacionada a los componentes químicos mayoritarios de la carne. En general, la carne de alpaca y llama es baja en grasa.

**Tabla 13: Composición proximal y contenido de colesterol del musculo *Longissimus dorsi* de Llama y otros animales domésticos.**

Tipo de animal	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Colesterol (mg/100g)
Llama <sup>1</sup>	73.3	23.9	1.6	1.2	39.0
Llama <sup>2</sup>	73.9	23.1	0.5	2.4	56.3
Llama <sup>3</sup>	72.8	24.3	3.3	1.4	57.7
Alpaca <sup>2,4</sup>	74.1	22.7	2.1	1.1	51.1
Oveja <sup>5</sup>	68.9	18.8	8.5	1.0	66.9
Cabra <sup>6</sup>	76.5	20.8	1.6	0.9	56.6-64.6
<i>Bos indicus</i> <sup>8</sup>	72.2	25.1	1.7	1.0	27.5
<i>Bos Taurus</i> <sup>7</sup>	76.1	22.4	1.3	1.1	49.7
Conejo <sup>9</sup>	74.6	22.4	1.8	1.2	47.9

Fuente: <sup>1</sup>Mamani-Linares y gallo (2013a), <sup>2</sup>Cristofanelli et al. (2004), <sup>3</sup>Condori et al. (2003a), <sup>4</sup>Salva et al. (2009), <sup>5</sup>Costa et al. (2009), <sup>5,7</sup>Goncu Karakok et al (2010), <sup>6</sup>Madruda e al. (2009), <sup>6</sup>Marinova et al (2001), <sup>7</sup>Cifuni et al. (2004), <sup>8</sup>Maggioni et al. (2010), <sup>9</sup>Dalle Zotte y Szendro (2011); citados por Mamani-Linares *et al.* 2014.

La composición química del músculo *L. dorsi* de la alpaca entre 18 a 24 meses de edad tiene un contenido promedio de humedad, proteína, grasa intramuscular y minerales de 74.17, 22.7, 2.1 y 1.1%, respectivamente (Tabla 13). El contenido de humedad y proteína es bastante similar a los valores reportados por Cristofanelli *et al.* (2004); sin embargo, con un mayor contenido de grasa intramuscular, aunque inferior al hallado por Polidori *et al.* (2007b) para *L. dorsi* de llamas del Perú. Asimismo, hubo discrepancia en el contenido de cenizas encontrado por Salvá *et al.* (2009) y Cristofanelli *et al.* (2004).

Cristofanelli *et al.* (2004) determinaron valores de 51 y 56 mg/100 g de colesterol en carne (*L. dorsi*) de alpacas y llamas, respectivamente (Tabla 13). El contenido de colesterol es más alto en carne de llama que alpaca; sin embargo, ambas carnes presentan valores más altos que en la carne de conejos y bovinos (Tabla 13). Por otro lado, los ovinos presentan los valores más altos (65.9 a 67.9 mg/ 100 g).

Los niveles de proteína de la carne de llamas criadas en Chile, reportaron valores de 21.8 y 19.9 % en machos y hembras, respectivamente (Pérez et al. 2000), en tanto que en animales de Bolivia se hallaron niveles ligeramente más elevados (23.5 a 24.3 %) (Condori et al. 2003a). Asimismo, la concentración de lípidos en la carne de llamas criadas en Chile (Pérez et al., 2000), tanto en machos como hembras, fue mayor en comparación con los resultados obtenidos por Cristofanelli et al. (2004, 2005), posiblemente debido a los diferentes métodos empleados para la de extracción de grasa. La suplementación alimenticia con concentrado tiende a incrementar el contenido de grasa intramuscular del músculo *L. dorsi*; sin embargo, estos valores son bajos en comparación a la carne de otras especies (Mamani- Linares y Gallo 2013b).

Coates y Ayerza (2004) evaluaron en llamas argentinas el contenido de colesterol en el músculo *L. dorsi* (52 mg/100 g) y en grasa renal (93 mg/100 g), estableciendo así la diferencia en el contenido de colesterol entre ambos tejidos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del estudio.**

El estudio se realizó en la Unidad de Producción Galaamarca, propiedad de la Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca, localizado a 4350 msnm y 10°45.524" latitud Sur y 76°3.338" longitud oeste, en el distrito de Ninacaca, Provincia de Pasco, Región Pasco. La Unidad de Producción presenta un clima frígido o tundra (4000 a 5000msnm), con temperatura promedio anual de 4°C (15°C de día, por las noches menor a 0°C) y una temperatura mínima promedio de -11°C, con una precipitación anual más frecuente entre los meses de noviembre a marzo, que fluctúa entre 650 a 900mm.

#### **3.2 Tratamientos.**

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T-1): Pasto Natural

Tratamiento 2 (T-2): Pasto Natural + Aplicación de Vitaminas

Tratamiento 3 (T-3): Pasto Natural + Suplemento con Heno

Tratamiento 4 (T-4): Pasto Natural + Suplemento con Heno + Aplicación de Vitaminas.

Con los tratamientos descritos se establecieron cuatro tipos de alimentación y se evaluó el efecto de la aplicación de vitaminas y de la suplementación con heno de alfalfa sobre los parámetros productivos de Llamas diente de leche bajo los cuatro tipos de alimentación.

La cantidad del suplemento de heno de alfalfa picada ofrecido diariamente fue el 30% del consumo de Materia Seca esperado (Van Saun 2006). Además, en la Tabla 14 se presenta la composición de las vitaminas.

La suplementación en el Tratamiento 3 (Pasto Natural + Suplemento con Heno) y Tratamiento 4 (Pasto Natural + Suplemento con Heno + Aplicación de Vitaminas) fue considerado por resultados reportados en otros ensayos anteriores (García et al. 2002; Turín 1999), que tiene efectos positivos sobre los parámetros productivos. El aporte de nutrientes del Heno de Alfalfa suplementado, toma en cuenta la posible carencia de nutrientes en la pastura natural, y la suplementación se hizo en cantidades que logre cubrir los requerimientos establecidos para camélidos (Van Saun 2006) y una asignación adicional mayor.

**Tabla 14: Composición de las Vitaminas utilizados en los tratamientos T-2 y T-4**

	Vitaminas ADE*	Vitaminas B12*
Vitamina A (UI/ml)	500000	-
Vitamina D3 (UI/ml)	75000	-
Vitamina E (mg/ml)	50	-
Vitamina B12 (g/100ml)	-	0.005
Butaphosphan (g/100ml)	-	10
Cantidad Promedio /animal (ml/dosis)	2	5

\* Composición y cantidad de dosis por animal, según lo indicado por el laboratorio

En el Tratamiento 2 (Pasto Natural + Aplicación de Vitaminas) y Tratamiento 4 (Pasto Natural + Suplemento con Heno + Aplicación de Vitaminas), incluyen la aplicación de vitaminas A, D, E y B12, que se considera que es deficiente en la pastura y en la suplementación con heno (Van Saun 2014), para que estos nutrientes no sean limitantes en los animales.

### 3.3 Características de la Pastura del Área Experimental

En la Tabla 15 se presenta la composición botánica de la pastura. La composición botánica de la pradera mostró una alta heterogeneidad de especies, predominando *Festuca humilior*, *Calamagrostis vicunarium* y *Carex sp.*

**Tabla 15: Composición botánica de la pastura natural en el área Experimental (Inicio de la época seca).**

Espece	Porcentaje
<i>Alchemilla pinnata</i>	12
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	30
<i>Festuca dolichophylla</i>	3
<i>Carex sp.</i>	13
<i>Poa sp.</i>	12
<i>Festuca humilior</i>	28
Otras especies	2

En la Tabla 16, se presenta la clasificación por tipo de condición, obtenida a partir de los censos de vegetación por el método de Parker al inicio de la prueba experimental y durante el inicio de la época seca, indicando que la pastura es de condición buena para llamas; correspondiéndole una capacidad de carga estimada de 1.30 unidades llama/hectárea/año (15.6 unidades llama mes).

**Tabla 16: Clasificación de la condición de la pastura para Llamas en el área experimental (Inicio de la época seca).**

Indicadores	Puntaje
Composición de Especies decrecientes	71
Índice Forrajero	86
Cobertura	93
Índice de Vigor	67.04
Total	78.00
Condición del Pastizal <sup>a</sup>	Buena
Capacidad de carga estimada <sup>b</sup>	1.3 unidades Llama/ha/año (15.6 unidades Llama mes)

Fuente: <sup>a</sup> LUP; Laboratorio de Utilización de Pastizales – UNALM

<sup>b</sup> Florez y Malpartida (1987); San Martin y Bryant (1989)

### **3.4 Animales experimentales y utilización de la Pastura Natural.**

Se utilizaron 32 Llamas machos diente de leche determinados mediante cronología dentaria y de genotipo heterogéneo, provenientes de pequeños productores y comunidades de diferentes localidades de la provincia de Pasco y Daniel Alcides Carrión (Anexo 1). Los animales fueron distribuidos al azar en los cuatro tratamientos (tipos de alimentación).

### **3.5 Periodo pre experimental.**

El trabajo de campo se inició en abril 2016 (inicio de la época seca), la fase de ajuste y acostumbramiento tuvo una duración de tres semanas, donde se realizaron los tratamientos sanitarios preventivos de desparasitación interna y externa (Ivermectina) a todos los animales. Posteriormente los animales fueron trasladados al cobertizo donde estaban los corrales individuales y grupales, para iniciar el proceso de adaptación al nuevo régimen alimenticio.

### **3.6 Periodo experimental**

Todos los animales ocuparon el mismo campo de pastoreo de aproximadamente 5.5 hectáreas, durante 84 días, equivalente a una carga animal de 15.6 unidades Llama mes (Tabla 16). El área de pastura natural utilizado fue cercada con postes de eucalipto de 10 cm de diámetro y 2.20m de altura con cerco de alambre de púas con tendido de 6 hilos.

La permanencia de los animales en el campo de pastoreo fue 9 horas diarias (08:00 a 17:00). Por la tarde los animales fueron llevados al cobertizo ubicado en la misma Unidad de Producción de Galaamarca. En el interior se acondicionó un corral de 40 m<sup>2</sup> para los 16 animales, del Tratamiento 1 (Pasto Natural) y Tratamiento 2 (Pasto Natural + Aplicación de Vitaminas) y 16 corrales individuales de 4.5m<sup>2</sup>/animal para el Tratamiento 3 (Pasto Natural + Suplemento con Heno de alfalfa) y Tratamiento 4 (Pasto Natural + Suplemento con Heno de alfalfa+ Aplicación de Vitaminas).

El suplemento (heno de alfalfa) se suministró diariamente a las 17:00 horas y de forma individual para cada uno de los 16 animales de los tratamientos 3 y 4, la cantidad ofrecida fue el 30% del consumo de materia seca esperado (Van Saun 2006) (Anexos 3 – 8).

### **3.6.1 Periodos de Engorde.**

Se consideró seis periodos de evaluación con intervalos de 14 días por periodo en la cual se registró el peso vivo y la ganancia de peso diario, descritos de la siguiente manera:

- Periodo 1: de cero a 14 días.
- Periodo 2: de 15 a 28 días.
- Periodo 3; de 29 a 42 días.
- Periodo 4: de 43 a 56 días.
- Periodo 5: de 57 a 70 días.
- Periodo 6: de 71 a 84 días.

Del mismo modo se consideró un periodo de evaluación general de 0 a 84 días que corresponde a toda la prueba experimental en la cual se registró el peso vivo inicial y peso vivo final y se calculó la ganancia de peso, en base esta información.

## **3.7 Colección y Tratamiento de Muestras**

### **3.7.1 Pastos**

Para el muestreo de pasto del área experimental se consideraron al azar 15 pequeñas parcelas de 0.5 m<sup>2</sup> cada una, el pasto se cortó con una tijera a ras del suelo todas las plantas que se encontraban dentro de la parcela. Constituyéndose el conjunto de las muestras en una sola de naturaleza mixta y representativa del total de plantas presentes en la pastura. En el Laboratorio de Utilización de Pastizales, Facultad de Zootecnia – UNALM, se evaluó la composición florística encontrando la predominancia de *Festuca humilior* y *Calamagrostis vicunarum*. En el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos, Facultad de Zootecnia – UNALM, se analizaron las muestras para determinar el contenido de Proteína total, Fibra cruda, materia seca (MS), cenizas, extracto etero (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN), de acuerdo al método establecido por la AOAC (2014).

### **3.7.2 Suplemento (Heno de Alfalfa)**

El heno de alfalfa fue adquirido en pacas de 52 kg promedio, picado y ensacado en la Granja RIGORANCH, del Programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos – UNALM. De cada saco se extrajo una muestra representativa. En el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Zootecnia – UNALM,

se analizaron las muestras para determinar el contenido de Proteína total, Fibra cruda, materia seca (MS), cenizas, extracto etero (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN), de acuerdo al método establecido por la AOAC (2014).

### **3.8 Parámetros Evaluados**

Se evaluaron:

- a. Contenido de Proteína cruda, fibra cruda y Materia seca en las muestras de pastos y del suplemento (heno de alfalfa), según la AOAC (2014).

- b. Peso vivo y Ganancia de peso diario.

Para este registro se utilizó una balanza ganadera digital electrónica de plataforma (sistema con Barras Nacionales de Carga Modelo BR-2000 – 2000 Kg x 1 Kg, sistema de barras Modelo: BR4000 e indicador digital de peso Modelo: XK315A de precisión 1Kg).

Se registró el peso vivo y la ganancia de peso diario, al inicio, por periodo de engorde y al final de la prueba experimental.

- c. Peso y Rendimiento de carcasa (%).

Para este registro se utilizó una romana digital (300 Kg de capacidad y precisión 0.5 kg).

Después del sacrificio, realizado al final de la prueba experimental, se llevaron a cabo registros de rendimiento de carcasa. El rendimiento, expresado en porcentaje se determinó por la relación entre el peso de la carcasa (caliente y frío) y el peso vivo al sacrificio.

- d. Pesos de vísceras y apéndices.

Para este registro se utilizó una balanza digital electrónica tipo plataforma con capacidad de 30 kg y precisión de 1g.

### **3.9 Diseño experimental**

Los datos de ganancia de peso total, peso vivo al sacrificio, peso de la carcasa caliente y fría, fueron analizados con un Diseño Estadístico Completamente Aleatorizado con arreglo factorial 2x2 considerándose el peso vivo inicial como covariable. Los factores fueron el tipo de suplementación (con suplementación y sin suplementación) y dosificación (sin dosificación y con dosificación), dando lugar a cuatro tratamientos. Las diferencias de medias entre tratamientos se determinaron mediante la prueba de diferencias de límite de significación (DLS).

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_{ij} + \beta (X - \bar{X})_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de ganancia de peso total (kg), peso vivo final (kg), peso de carcasa caliente (kg) y peso de carcasa fría (kg).

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto de la suplementación con heno de alfalfa

$B_j$  = Efecto de la dosificación de vitaminas

$(A*B)_{ij}$  = Efecto de la interacción

$B$  = Coeficiente de la regresión

$X_{ijk}$  = Co-variable peso vivo inicial (kg)

$\bar{X}...$  = Media General del peso vivo inicial (kg)

$E_{ijk}$  = Error experimental

Los datos de ganancia de peso diario fueron analizados por periodos de engorde utilizando un modelo estadístico longitudinal.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (T*P)_{ij} + \beta_0 + \beta_1 * PCov_k + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de peso vivo (kg).

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto fijo del tratamiento

$P_j$  = Efecto fijo del periodo de engorde

$(T*P)_{ij}$  = Efecto fijo de la interacción entre tratamiento y periodo de engorde.

$\beta_0$  = Valor aleatorio del intercepto

$\beta_1$  = Valor aleatorio de la pendiente

$PCov_k$  = Valor aleatorio del periodo de engorde como co-variable

$E_{ijk}$  = Error experimental

Las diferencias del promedio entre periodos de engorde se determinaron mediante la prueba de diferencias de límite de significación (DLS).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Contenido de materia seca de: Pasto Natural y heno de alfalfa

Durante el período de evaluación (inicio de la época seca), la pastura del área experimental tuvo un rendimiento de 4 990.70 kg MS/ha (dato obtenido en el Laboratorio de Utilización de Pastizales, LUP – UNALM).

**Tabla 17: análisis químico proximal del pasto natural y heno de alfalfa, al inicio del periodo del experimento (base seca).**

	Pasto Natural	Heno de alfalfa
Materia Seca (%)	91.38	89.23
Proteína Cruda (%)	8.19	17.90
Grasa (%)	1.82	1.95
Fibra Cruda (%)	31.36	27.80
Ceniza (%)	3.49	8.12
ELN (%)	55.14	44.27

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos. LENA-UNALM

Si bien no se midió la ingesta al pastoreo, este probablemente dio como resultado en una ingesta moderada de pasto por los animales, dado que la evaluación del pastizal resultó ser de “condición buena” para llamas (Tabla 16). En el presente estudio la producción de materia seca (MS) para la pastura natural fue mayor que lo descrito por Genin y Alzérreca (2006), ellos mencionan que la disponibilidad de MS de chillihuales (pastura nativa compuesta en mayor proporción por *F. dolichophylla*) varía entre 550 kg/ha para la estación seca y 2000 kg/ha para la temporada de lluvias. Los resultados obtenidos también son superiores a datos reportados por Castellaro *et al.* (2004), que en dietas de alpacas y llamas en bofedales (pradera altiplánica dominadas gramíneas - *festuca nardifolia*) en dos épocas del año tanto en el periodo invernal y estival, reporto una disponibilidad de MS de 1860 y 2940 kg MS/ha, respectivamente. Asimismo, en una pradera constituida por *Festuca – Calamagrostis* Flores (2006) registró una producción de 2816.6 kg MS/ha/año.

Los rangos obtenidos y reportados por los diferentes autores, son variables, esto es atribuido al tipo y condición de los pastizales (Tabla 16), a la época (seca o lluviosa) en el que se determinó el contenido de materia seca. Al respecto Castellaro et al. (2004) y Sumar (2010) confirman lo indicado, y que en la época lluviosa estival predominan mejores condiciones ambientales que favorecen el crecimiento vegetal, lo que se traduce en mayores disponibilidades de MS para los animales en pastoreo. Blaser (1981), citado por Gómez (1984) menciona que la producción animal tiende a seguir la variación estacional en calidad y cantidad de las pasturas principalmente debido al bajo consumo de materia seca y energía.

En la Tabla 17, se muestran los resultados del análisis proximal de la pradera natural y del suplemento (heno de alfalfa). Donde el contenido de PC fue de 8.19%, fibra cruda de 31.36% y de ELN de 5.14% para el pasto natural; mientras que para el suplemento (heno de alfalfa) un contenido de PC de 17.90%, Fibra cruda 27.80% y de ELN de 44.27%, valores expresados en base seca.

Como se aprecia en la Tabla 17, el pasto natural y el suplemento empleados reflejan la variación del contenido de nutrientes, especialmente en el contenido proteico. Según literatura consultada, los niveles de proteína cruda para pastura natural varía desde 1,4% en una pradera de *Festuca orthophylla* (Genin et al. 1994) hasta 7.1% en una pradera de *Fedo – Cavi* (Flores 2006). Así mismo, para forrajes empleados como suplementos, los niveles de proteica cruda varían desde 11.2% en una asociación *dactylis-trebol* (Flores 2006) hasta 19,4%, con heno de alfalfa (López et al. 2000).

La importancia del contenido proteico radica en que el nutriente proporciona el nitrógeno necesario para la formación de los tejidos corporales y para nutrir los microorganismos del estómago, los cuales a su vez ayudan a la transformación de la energía proveniente de las plantas (Flórez et al. 1986 citado por Flores 2006). Estos mismos autores, mencionan que niveles de proteína por debajo de 7% son considerados niveles críticos para el mantenimiento del peso corporal del animal. El NRC (1975) citado por Gómez (1984), menciona que un consumo proteico insuficiente ocasiona una reducción en el apetito, bajo consumo de alimento y menor eficiencia en su utilización, lo que a su vez origina pobre crecimiento y pérdida de peso, también reduce la eficiencia reproductiva y la producción de fibra. Estos bajos niveles están asociados con una reducción de la actividad de la microflora ruminal.

De las literaturas consultadas, se podría afirmar que la pradera natural *Fehu - Cavi* utilizado en el pastoreo de los animales durante las condiciones de la prueba experimental, se encontraría por encima (8.19% PC) de los límites inferiores críticos (7% PC) considerado para mantenimiento. Por lo tanto, la contribución de nutrientes de los pastos naturales, por sí sola (Tratamientos T-1 y T-2) es generalmente insuficiente para satisfacer los requerimientos para crecimiento (ganancia de peso) de las llamas en la estación seca. Entonces el aporte nutricional del heno como suplemento es importante en términos de PC y energía (Tabla 17) para complementar el aporte de nutrientes de los pastos naturales y asegurar el rendimiento productivo durante los períodos críticos en donde se encuentran los animales.

#### **4.2 Peso vivo y ganancia diaria de peso por tipo de alimentación.**

En la Tabla 18 se presentan los resultados de ganancia de pesos vivo de las llamas con los cuatro tipos de alimentación. Se observa que existe diferencias altamente significativas entre Tratamientos para las variables: peso vivo final, ganancia de peso total, ganancia de peso diario y porcentaje de ganancia de peso a favor del T 3. Lo que indica que la suplementación es muy importante en la época crítica cuando los animales se alimentan con pasto natural de baja calidad nutricional. Las llamas alimentadas con pastura natural + suplementación con heno de alfalfa (T-3) mostraron un promedio más alto para el peso vivo final, ganancia diaria de peso y porcentaje de ganancia de peso ( $p < 0.01$ ).

Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas para peso vivo final por efecto de la dosificación vitamínica (Tratamiento 2: pastura natural + dosificación vitamínica) y de la interacción Suplementación y dosificación vitamínica (Tratamiento 4: pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica), observándose resultados similares.

Sin embargo, según el análisis de variancia para ganancia de peso total, existen diferencias ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos, mostrando mayores resultados el Tratamiento 3 (pastura natural + suplementación con heno de alfalfa). Sin embargo, no se encontró diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) para ganancia de peso total por efecto de la dosificación vitamínica (Tratamiento 2: pastura natural + dosificación vitamínica) y de la interacción Suplementación y Dosificación vitamínica (Tratamiento 4: pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica).

**Tabla 18: Peso vivo y ganancia de peso diario por tratamiento (tipo de alimentación)**

Tratamientos*	Peso vivo inicial (kg)	Peso vivo final (kg)	Ganancia de peso Total (kg)	Ganancia diaria de peso (kg)	Porcentaje de ganancia de peso (%)
T – 1	55.24 <sup>a</sup>	64.24 <sup>b</sup>	9.00 <sup>b</sup>	0,106 <sup>b</sup>	16.29 <sup>ab</sup>
T – 2	57.55 <sup>a</sup>	66.30 <sup>b</sup>	8.75 <sup>b</sup>	0,103 <sup>b</sup>	15.20 <sup>b</sup>
T – 3	57.53 <sup>a</sup>	70.88 <sup>a</sup>	13.35 <sup>a</sup>	0,157 <sup>a</sup>	23.21 <sup>a</sup>
T – 4	54.06 <sup>a</sup>	65.11 <sup>b</sup>	11.05 <sup>ab</sup>	0,131 <sup>ab</sup>	20.44 <sup>ab</sup>

a, b Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) a la prueba de DLS.

\*T – 1: Pastura natural

\*T – 2: Pastura natural + dosificación vitamínica

\*T – 3: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa.

\*T – 4: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica

Asumiendo que no hubo diferencias en el consumo de los pastos naturales, las diferencias en los pesos vivo finales encontrado en el presente estudio están relacionados con el mayor aporte de nutrientes por parte del suplemento con heno de alfalfa, con un consumo diario promedio del 30% del consumo diario de MS estimado (Van Saun 2006) (Anexo 3 – 8).

Al analizar la ganancia diaria de peso, las llamas alimentadas con pastura natural durante el periodo de evaluación, mostraron incrementos de peso vivo menores ( $p < 0.01$ ) que las alimentadas con suplemento y aplicación vitamínica.

Sin embargo, la ganancia diaria de peso vivo (106 g/ día) con pastura natural durante el inicio de la época seca, es superior (78 g/día) a lo reportado por García et al. (2002), que trabajaron con llamas de uno a dos años de edad, alimentadas con pasto nativo durante la época seca. Al respecto Mamani-Linares y gallo (2012) trabajando con llamas en pastoreo de pradera nativa en los meses de setiembre a noviembre con 4.80% de proteína cruda (PC) y caracterizado por *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Muhlenbergia spp*, *Bromus unioloides*, *Calamagrotis spp*, *Festuca orthophylla*, reportaron ganancias diarias de peso similares (105.56g/día) a los obtenidos en el presente trabajo. Cabe indicar que Condori (2003b), reporta ganancia de peso de 180 y 120 g/día para llamas y alpacas, respectivamente, alimentados con pastos naturales durante la época lluviosa, ganancia muy superior a lo obtenido (106 g/día; inicio de la época seca) en la presente investigación (Tabla 18).

Las llamas con el Tratamiento 3 (pastura natural + suplementación de heno de alfalfa) mostraron en promedio una ganancia de peso mayor (157gr/día,  $p < 0.01$ ) que los demás tratamientos (Tabla 18). Al respecto, Macuchapi (2006), reporta ganancia de peso de 233g/día para llamas de 10 meses de edad en etapa de crecimiento y engorde, ganancia que es superior a lo obtenido en la presente investigación. Igualmente, García *et al.* (2002) obtuvieron valores superiores (199g/día y 182g/día) comparado a lo obtenido en la presente investigación. Esta respuesta se explica por el régimen alimenticio utilizado por el mencionado autor, que fue con pastos cultivados como ryegrass + trébol y falaris + trébol, respectivamente, como dieta única. Los pastos cultivados irrigados son económicamente beneficiosos si se usan como un suplemento para las praderas nativas y no como una base alimenticia por su mayor costo (San Martín y Van Saun, 2014).

Cabe mencionar que la ganancia diaria de peso en la presente investigación, se encuentra dentro del rango reportado por Mamani-Linares y Gallo (2013), en un estudio de suplementación a llamas de 18 a 24 meses de edad en la Paz-Bolivia, reportando valores de 103.0g/día y 203.3g/día, para los regímenes alimenticios con pasto natural + heno (cebada y alfalfa) y pasto natural + concentrado (sorgo y afrecho de trigo), respectivamente. Resultados que indican respuestas positivas a la suplementación cuando está acompañada con una adecuada disponibilidad de pastos de buena condición. Indicativos de la necesidad de evaluar algún cambio en los sistemas extensivos tomando en cuenta varios factores ambientales. Las diferencias de estos resultados respecto a la presente investigación se deberían a factores como: La edad del animal, peso inicial al destete que tiene cierta influencia en el peso final, tipo y condición de la pradera nativa, tipo de tratamiento a los animales, capacidad de carga animal, medio ambiente, sanidad animal, alimentación y nutrición.

La aplicación de vitaminas (Tratamientos T-2 y T-4) tienen comparativamente un mayor efecto sobre el incremento de peso ( $p < 0.01$ ) con respecto al tratamiento T-1 (pastura natural). Estos tratamientos (T-2 y T-4) están caracterizados por tener una aplicación de vitaminas exógenas, por lo que estaría cubriendo un requerimiento de vitaminas no satisfecho por el heno de alfalfa o por la pastura natural solamente, mejorando la nutrición de los animales y posibilitando un mayor incremento de peso vivo.

No se podría establecer si la mejora en el estado vitamínico logrado con la aplicación de la vitamina exógena (vitaminas A, D, E y B12) tuvo como efecto, bajo las condiciones de la

investigación, una mejora en el incremento de peso vivo de los animales debido a un mayor consumo de la pastura y/o una mejora en la utilización de los nutrientes absorbidos.

#### 4.3 Peso vivo y ganancia diaria de peso por periodo de engorde.

Al evaluar la ganancia diaria de peso por tipo de alimentación en los diferentes periodos de engorde (Tabla 19), se observa que los animales que pastorearon solamente praderas naturales (T – 1) tuvieron menores ganancias de peso que los animales que lo hicieron en pradera naturales más la adición de suplemento de heno de alfalfa (T – 3), ( $P < 0.01$ ). Esta respuesta se explica por la mayor oferta de nutrientes en el suplemento (heno de alfalfa) (Tabla 17), que permitió cubrir los requerimientos de mantenimiento y las ganancias de pesos obtenidas (Leyva 1991; Gómez 1984; García 2002).

**Tabla 19: Ganancia de peso (g/día) en diferentes tratamientos (tipos de alimentación) por periodo de engorde.**

Tratamientos*	Periodos (días)						
	1	2	3	4	5	6	7
	(0 – 14)	(15 – 28)	(29 – 42)	(43 – 56)	(57 – 70)	(71 – 84)	(0-84)
T – 1	270 <sup>ab</sup>	194 <sup>b</sup>	118 <sup>b</sup>	7 <sup>a</sup>	20 <sup>b</sup>	33 <sup>c</sup>	107 <sup>b</sup>
T – 2	250 <sup>b</sup>	075 <sup>c</sup>	138 <sup>ab</sup>	-40 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	142 <sup>a</sup>	103 <sup>b</sup>
T – 3	334 <sup>a</sup>	237 <sup>a</sup>	138 <sup>ab</sup>	29 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	105 <sup>b</sup>	157 <sup>a</sup>
T – 4	337 <sup>a</sup>	183 <sup>b</sup>	160 <sup>a</sup>	-15 <sup>b</sup>	101 <sup>a</sup>	23 <sup>c</sup>	131 <sup>ab</sup>

a,b,c Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) a la prueba de DLS.

\*T – 1: Pastura natural

\*T – 2: Pastura natural + dosificación vitamínica

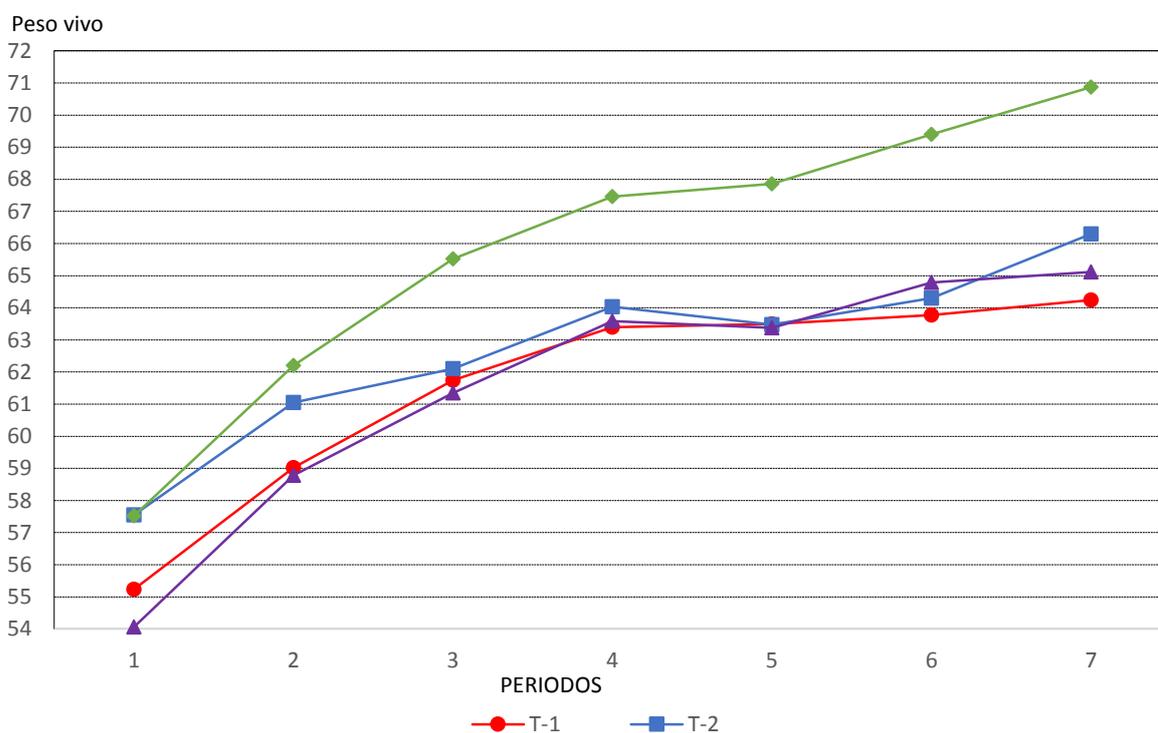
\*T – 3: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa.

\*T – 4: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica

La menor ganancia de peso de las llamas con el tipo de alimentación con solo pastura natural (T - 1) es debido a la menor oferta desde el punto de vista de la calidad nutritiva que presenta el pasto natural en el presente trabajo, la que es más crítica en la estación seca (Florez y Malpartida, 1992; San Martín, 1987; Genin y Villca, 1994). Por lo tanto, la menor ganancia de peso evaluados por periodos de engorde se observa entre el periodo 4 (43 – 56 días) y periodo 5 (57 – 70 días) que comprende los meses de Junio y Julio, donde la época seca se acentúa con mayor intensidad.

En el Figura 2 se presenta el incremento de peso vivo para cada tipo de alimentación (Tratamientos) y en diferentes periodos de engorde. Se hallaron diferencias altamente significativas entre los pesos vivos registrados por periodo de engorde. Siendo los primeros tres periodos de engorde (14, 28 y 42 días) que muestran diferencias altamente significativas respecto a los demás periodos.

Las llamas suplementadas con heno de alfalfa (T-3) mostraron mayor respuesta de peso vivo a lo largo de los periodos evaluados.



**Figura 4: Incremento de peso vivo por tipo de alimentación (Tratamientos) en diferentes periodos de engorde**

Los tres primeros periodos de engorde, muestran una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en la ganancia de peso, estas respuestas concuerda con valores obtenidos por otros autores, tanto en llamas como en alpacas (Turín *et al.* 1999 y García *et al.* 2002), y se explica por la mayor disponibilidad y calidad de pasto de las praderas naturales al inicio de la prueba experimental (Florez y Malpartida, 1987; San Martín, 1996) que fue a final de la época de lluvias (Marzo – Abril), cuando las praderas naturales utilizadas en el presente trabajo durante el pastoreo se mostraban aun verdes y contenían un valor de proteína cruda (8.19 %, en base seca) mayor al requerimiento mínimo para mantenimiento, de acuerdo a los análisis realizados al inicio de la prueba experimental. Flórez *et al.* (1986) citados por Flores (2006),

menciona que niveles de proteína por debajo de 7% son considerados niveles críticos correspondientes a la necesidad mínima de proteína para el mantenimiento del peso corporal del animal.

Sumado a ello, las llamas utilizadas en el presente estudio, se adquirieron de pequeños productores donde el manejo de la tierra es de tipo comunal, con frecuencia con una fuerte tendencia al sobrepastoreo lo que va en detrimento de una producción sostenible (FO 2005). Entonces el mayor incremento de peso vivo en los primeros periodos de engorde (Tabla 19), puede ser explicada por el efecto del crecimiento compensatorio en las llamas empleadas en el presente trabajo (Maynard *et al.* 1986; Bondi, 1988; Wilkinson y Tayler 1983; San Martín 1992; Rosemberg 1993 Citados por Garcia et al. 2002).

#### **4.4 Peso vivo al sacrificio y rendimiento de carcasa.**

Según el análisis de varianza para peso vivo al sacrificio, se encontró diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) por efecto de la suplementación con heno de alfalfa (T-3). Sin embargo, no se hallaron diferencias para peso vivo al sacrificio por efecto de la dosificación vitamínica (T-2), así mismo no se hallaron diferencias por efecto de la interacción suplementación y dosificación vitamínica (T-4) (Tabla 20).

De la misma manera, según el análisis de varianza para el peso de la carcasa caliente y peso de carcasa fría se encontraron diferencias altamente significativas por efecto de la suplementación con heno de alfalfa (T-3). Sin embargo, no se hallaron diferencias para peso de carcasa fría por efecto de la dosificación vitamínica (T-2), así mismo no se hallaron diferencias por efecto de la interacción suplementación y dosificación vitamínica (T-4). Las llamas suplementadas con heno de alfalfa mostraron mayor peso de vísceras y apéndices (Tabla 21).

**Tabla 20: Peso vivo final y rendimiento de carcasa de llamas diente de leche sometidas a engorde con cuatro tipos de alimentación.**

	<b>T – 1</b>	<b>T – 2</b>	<b>T – 3</b>	<b>T – 4</b>
	Prom. ± DS	Prom. ± DS	Prom. ± DS	Prom. ± DS
Peso vivo final (Kg.)	64.24 <sup>b</sup> ± 9.37	66.30 <sup>b</sup> ± 16.39	70.88 <sup>a</sup> ± 15.09	65.11 <sup>b</sup> ± 15.61
PCC (Kg.)	34.46 <sup>b</sup> ± 5.51	34.84 <sup>b</sup> ± 9.85	37.63 <sup>a</sup> ± 7.94	34.89 <sup>b</sup> ± 8.66
PCF (Kg.)	33.41 <sup>b</sup> ± 5.44	33.33 <sup>b</sup> ± 10.26	36.51 <sup>a</sup> ± 8.07	33.86 <sup>b</sup> ± 8.61
RCC (%)	53.60 <sup>a</sup> ± 3.50	52.2 <sup>ab</sup> ± 2.40	53.2 <sup>a</sup> ± 2.40	53.60 <sup>a</sup> ± 3.10
RCF (%)	52.00 <sup>a</sup> ± 2.90	49.7 <sup>ab</sup> ± 3.40	51.5 <sup>a</sup> ± 2.20	51.90 <sup>a</sup> ± 3.20
Pérdida Peso (Kg.)	1.05 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>
Pérdida de peso (%)	3.05 <sup>a</sup>	4.33 <sup>b</sup>	2.97 <sup>a</sup>	2.95 <sup>a</sup>

**PCC:** Peso carcasa caliente; **RCC:** Rendimiento carcasa caliente; **PCF:** Peso carcasa fría; **RCF:** Rendimiento carcasa fría.

**T – 1:** Pastura natural; **T – 2:** Pastura natural + dosificación vitamínica; **T – 3:** Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa; **T – 4:** Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica.

#### 4.4.1 Peso vivo al sacrificio

Se puede observar que el promedio de peso vivo (kg) antes del sacrificio, fueron 64.24±9.37; 66.30±16.39; 70.88±15.09 y 65.11±15.61, para los tratamientos T-1, T-2, T-3 y T-4, respectivamente (Tabla 20).

Los valores reportados en la presente investigación fueron superiores a los reportados por Torrez (2000), Antonini *et al.* (2006a) y Arzabe (2007), quienes encontraron pesos vivos promedio al sacrificio de 56.03 Kg.; 56.12 Kg. y 56.94 Kg respectivamente, en llamas peruanas y bolivianas de edades similares a la presente investigación y alimentadas en praderas naturales. Así también, son superiores a los pesos vivos finales reportados por Mamani-Linares y Gallo (2013), quienes encontraron pesos vivos promedios de 52.4±5.4 Kg.; 50.4±4.8 Kg. y 60.4±3.4 Kg. bajo los regímenes alimenticios de pasto nativo; pasto nativo + heno (cebada-alfalfa) y pasto nativo + concentrado (salvado sorgo- trigo), respectivamente, en el altiplano de Bolivia.

Entre tanto que, el peso vivo al sacrificio por tratamiento en la presente investigación, resultó similar a lo reportado por Condori (2000), citado por Arzabe (2007), Gonzalo (2010), Condori et al. (2003b), y Cristofanelli et al. (2005), quienes reportaron valores promedio de peso vivo al sacrificio de 67.32 kg; 75.43 kg; 68.4 kg; 63.22 kg, respectivamente, en llamas de 18 y 25 meses de edad evaluadas en el altiplano de Argentina, Bolivia y en la zona altoandina de Perú. En todos los casos, los animales fueron criados y alimentados en pastoreo en un sistema extensivo.

Las diferencias entre los trabajos se podrían explicar por el efecto del medio ambiente (variable cada año), las diferencias en edades, efecto del peso al nacimiento y peso al destete (efecto genético) y tipos de animales (en la presente investigación fue de un genotipo heterogéneo), así como por la condición corporal y época del año, debido a la disponibilidad de alimentos en las diferentes ecorregiones.

Por otra parte, la desviación estándar indica que existió una variabilidad, biológicamente aceptable, en el peso vivo de los animales en cada uno de los tratamientos. Los rangos de pesos fueron de 56.3.00 a 80.80 kg. para el tratamiento T-1; con rangos de peso de 48.8.00 kg. a 94.6.00 kg. para el tratamiento T-2; con rangos de peso de 52.1 kg. a 96.9 Kg. para el tratamiento T-3 y con rangos de peso de 47.9 kg. a 90.7 kg. para el tratamiento T-4 (Anexo 8 y 9).

Al respecto, esta variabilidad se podría explicar por efecto de la edad, si bien es cierto la presente investigación se realizó con llamas diente de leche determinados mediante cronología dentaria, dicha edad es considerada desde el destete (8 – 10 meses) según Macuchapi (2006) hasta los 2 años de edad, teniendo un rango considerable de variabilidad de edad, dicho parámetro guarda una relación directa positiva con el peso vivo hasta un determinado tiempo. Así mismo, Cooper y Willis (1978) y el PRORECA e IBTA (1994) citados por Arzabe (2007), manifiestan que el peso vivo guarda relación directa con el peso de la carne en carcasa. Cuanto más pesado es el animal más elevado será el peso de carcasa.

#### **4.4.2 Rendimiento de Carcasa**

Las Llamas suplementadas con heno de alfalfa (T-3) presentaron pesos promedios más altos al beneficio como peso de carcasa caliente y peso de la carcasa fría ( $p < 0,01$ ) (Tabla 20). Las llamas alimentadas con pasto natural + dosificación vitamínica (T-2), presentaron los valores

más bajos para el rendimiento de carcasa caliente y rendimiento de la carcasa fría ( $52.2 \pm 2.4$  % y  $49.7 \pm 3.40$  %, respectivamente), con respecto a los demás tratamientos (Tabla 20).

Los valores de peso vivo, peso de las carcasas y rendimiento de las mismas se encontraron dentro del rango para las llamas, reportado por Pérez *et al.* (2000) y Mamani Linares *et al.* (2014). Los animales suplementados con heno de alfalfa presentaron carcasas más pesadas que los alimentados con pasto natural (T-1) y los dosificados con vitaminas (T-2 y T-4) (Tabla 20).

Estos valores de la presente investigación resultaron superiores a los reportados por Mamani-Linares y Gallo (2013), quienes encontraron valores de 23.8 kg, 24.8 kg y 29.7 kg como peso promedio de la carcasa caliente y 23.0 kg, 23.8 kg y 28.6 kg como peso promedio de la carcasa fría, para llamas de la misma edad alimentadas con pasto natural (GR), GR + heno y GR + concentrado, respectivamente. Cabe mencionar que los valores de la presente investigación también son superiores a lo reportado por Mamani-Linares y Gallo (2013), en cuanto a rendimiento de carcasa se refiere (46.2, 49.2 y 49.8 %) para las dietas con pasto natural (GR), GR + heno y GR + concentrado, respectivamente. Las diferencias observadas pueden atribuirse al peso vivo de los animales antes del sacrificio que en la presente investigación también fue superior.

Sin embargo, los datos de rendimiento de carcasa caliente fueron similares a los reportados por García (1995) 52.4%, Choque y Tapia (2003) 52.4%, Mamani-Linares y Gallo (2013a) 54.1%, Cristofanelli *et al.* (2004) 52.4% y Laura (2012) 51.7%. Pero fueron inferiores a los reportados por Pérez *et al.* (2000) 55.8% y Arzabe (2007) 54.6%. Así mismo, los valores del rendimiento de carcasa fría, fueron similares a los reportados por Cristofanelli *et al.* (2004) 50.5%, Arzabe (2007) 52.6% y Laura (2012) 50.9%. Pero fueron superiores al valor reportado por Mamani-Linares y Gallo (2013b) 48.3%. Las diferencias entre los trabajos se podrían explicar por las diferencias en edades y tipos de animales, así como por la condición corporal y época del año, debido a la disponibilidad de alimentos en las diferentes ecorregiones (Mamani-Linares 2014).

Finalmente, se observó que no hubo diferencia significativa para la pérdida de peso por enfriamiento (Tabla 20) para todos los tratamientos. Sin embargo, si hubo diferencia significativa en cuanto al porcentaje de pérdida de peso por enfriamiento, siendo el

Tratamiento 2 (pastura natural + dosificación vitamínica) que mostró el mayor valor de pérdida de peso (4.33%) de la carcasa caliente (Tabla 20). Este porcentaje concuerda con el encontrado por Condori (2000) citado por Arzabe (2007), quien reportó 3.95% de pérdida de peso; pero fue superior al obtenido por Antonini *et al.* (2006a) citado por Arzabe (2007), quienes indican que la pérdida de peso de la carcasa, debida al enfriamiento, representa el 1.84%.

Al respecto, Manso *et al.* (1998) citados por Arzabe (2007), expresan que las pérdidas por refrigeración de las carcasas (en ovinos de raza Manchega) disminuyen al aumentar el peso al sacrificio. Un mayor peso de los animales lleva implícito una disminución relativa de la superficie de las canales y un aumento del estado de engrasamiento que, al proteger las canales, evita las pérdidas de agua.

La pérdida debido al enfriamiento está directamente relacionada con la cobertura de grasa en la canal y la grasa subcutánea (grasa de cobertura) que actúa como aislante térmico reduciendo las pérdidas de agua durante el enfriamiento de la carcasa (Fernández y Vieira 2012). La canal de la llama se caracteriza por ser magra y con baja cobertura grasa, debido a que la mayor concentración de grasa se encuentra alrededor de los órganos internos (Mamani-Linares, 2014). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la grasa es un componente importante de la canal de los animales criados para la producción de carne, ya que tiene funciones importantes, tales como el aislamiento térmico de la canal, reduciendo la caída brusca de temperatura durante el enfriamiento *post-mortem* (acortamiento por frío) y por estar asociada con el sabor, textura y jugosidad de la carne (Gallo 2010).

Otra consecuencia de la pobre cobertura de grasa subcutánea y conformación de las canales de llama es que las hace susceptibles a pérdidas elevadas de humedad durante la refrigeración. Estas pérdidas tienden a ser más altas en las canales pequeñas que en las grandes; por ejemplo, canales con menos de 33 kg pierden el 3% de peso, mientras que canales más pesadas pierden el 2.3% (Mamani-Linares y Gallo 2013b).

Como las carcasas de llamas tienen poca grasa subcutánea, se espera grandes pérdidas. Sin embargo, las carcasas de llamas de la presente investigación perdieron entre 2.98 y 4.33% de su peso durante el enfriamiento, que es similar a las pérdidas por evaporación que se encuentran durante el enfriamiento convencional de los corderos (Bianchi *et al.*, 2006).

#### 4.4.3 Peso de las vísceras.

El peso promedio de las vísceras y apéndices de los animales se muestran en la Tabla 21. El peso de todas las vísceras se incrementa proporcionalmente por efecto de la suplementación con heno de alfalfa (T-3). La proporción de las diferentes partes del cuerpo de la llama, correspondientes a la sangre, cabeza, patas, pulmón, tráquea y riñón de los animales suplementados con heno de alfalfa (T-3), resultaron ser superiores; la proporción del corazón y el hígado resultaron ser similares y la proporción de la piel (incluido la fibra) y el Bazo, fueron inferiores, a los datos reportados por Cristofanelli et al. (2005) en llamas de 25 meses de edad.

**Tabla 21: Peso promedio de vísceras y apéndices de llamas (expresado en kg) bajo cuatro tipos de alimentación.**

Tejido	T – 1	T – 2	T – 3	T – 4
	Prom. $\pm$ DS	Prom. $\pm$ DS	Prom. $\pm$ DS	Prom. $\pm$ DS
Sangre	2.325 $\pm$ 0.45	2.063 $\pm$ 0.52	2.375 $\pm$ 0.41	2.175 $\pm$ 0.43
Cabeza	2.425 $\pm$ 0.24	2.463 $\pm$ 0.31	2.488 $\pm$ 0.32	2.425 $\pm$ 0.33
Patas	1.963 $\pm$ 0.35	2.050 $\pm$ 0.30	2.100 $\pm$ 0.27	1.900 $\pm$ 0.35
Piel	4.700 $\pm$ 1.31	4.700 $\pm$ 1.05	4.850 $\pm$ 1.15	4.338 $\pm$ 0.73
Corazón	0.420 $\pm$ 0.04	0.416 $\pm$ 0.07	0.455 $\pm$ 0.08	0.399 $\pm$ 0.12
Pulmón y Tráquea	0.743 $\pm$ 0.08	0.740 $\pm$ 0.12	0.801 $\pm$ 1.24	0.708 $\pm$ 0.23
Hígado	1.006 $\pm$ 0.11	0.981 $\pm$ 0.19	1.093 $\pm$ 0.21	0.936 $\pm$ 0.25
Bazo	0.063 $\pm$ 0.01	0.065 $\pm$ 0.02	0.073 $\pm$ 0.03	0.139 $\pm$ 0.18
Riñón	0.177 $\pm$ 0.04	0.171 $\pm$ 0.06	0.192 $\pm$ 0.05	0.172 $\pm$ 0.06
Diafragma	0.219 $\pm$ 0.03	0.219 $\pm$ 0.03	0.235 $\pm$ 0.04	0.216 $\pm$ 0.08
Trac. Digestivo Lleno	15.038 $\pm$ 1.94	16.450 $\pm$ 3.64	16.550 $\pm$ 5.06	16.050 $\pm$ 4.67

T – 1: Pastura natural; T – 2: Pastura natural + dosificación vitamínica; T – 3: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa; T – 4: Pastura natural + suplementación con heno de alfalfa + dosificación vitamínica.

Sin embargo, la proporción de los pesos de la sangre, cabeza, piel (incluido a fibra), corazón, pulmón, tráquea e hígado (Tabla 21), fueron marcadamente inferiores a la proporción de las vísceras y apéndices, reportados por García (1995), Mamani-Linares y Gallo (2013b) y Pérez (2000), en llamas mayores de 2 años. Con excepción del peso de bazo, corazón y patas, el

peso de las demás vísceras se incrementa proporcionalmente con la edad de los animales. Así mismo, las diferencias probablemente pueden atribuirse al tiempo de desangre utilizado, la manera en la que se separaron los componentes corporales, y el tiempo de ayuno al cual fueron sometidos los animales.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados experimentales, bajo las condiciones en que se desarrolló el estudio han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- Las llamas engordadas con pastura natural y suplementadas con heno de alfalfa tuvieron una mayor ganancia de peso vivo, peso de carcasa caliente y fría que aquellas alimentadas con solo pastura natural y pastura natural más dosificación vitamínica.
- La dosificación vitamínica no tuvo efecto significativo sobre la ganancia de peso vivo, peso al beneficio, peso y rendimiento de carcasa y el peso de las vísceras y apéndices.
- Las mayores ganancias de peso vivo ( $p < 0.01$ ) se obtuvieron hasta los 42 días de engorde

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos permiten hacer las siguientes recomendaciones:

- Utilizar los mismos tipos de alimentación en animales específicamente tipo k'ara, jóvenes y adultos, para determinar una edad óptima de beneficio, un periodo de engorde optimo y comparar el rendimiento y el margen de rentabilidad del engorde.
- Evaluar la dosificación vitamínica en época seca y época lluviosa en llamas machos jóvenes y adultos (descartes).
- Evaluar la suplementación con heno de alfalfa en época seca y época lluviosa en llamas machos jóvenes y adultos (descartes).
- Evaluar el rendimiento de la carcasa y la rentabilidad (por cortes mayores y menores) de la carne de llama, en animales jóvenes y adultos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVA, J., ROJAS, M., NÚÑEZ, A. 1980. Decomisos por parasitosis y su importancia económica en alpacas (*Lama pacos*). Rev. Inv. Pec., IVITA 5: 61-63.

ÁLVAREZ, G. 2001. Morfometría y sus relaciones en llamas Ccara de la empresa Comunal los Andes Palcán - Pasco. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú. 82 p.

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. 2007. Determinación del Rendimiento y la Rentabilidad de los Cortes Menores de la Carne de Llama (*Lama glama*). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andres. La Paz – Bolivia.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 2014. Official Methods of analysis of the Association Agricultural Chemists. 18° Edición. Gaithersburg, USA.

BACH, A., CALSAMIGLIA, S., STERN, M. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science 88, E9-E21.

BLIMINGHAM, M. y TAMAYO, J. 1993. Manual de crianza de camélidos. Edit. Ministerio de Agricultura. Lima – Perú. 140 p.

BRAVO, W., FRANCO, E., SUMAR, J. 1981. Rendimiento de canal en llamas. IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas, Chile.

BRYANT, F., FLÓREZ, A., PFISTER, J. 1989. Sheep and alpaca productivity on high andean rangelands in Peru. *Journal of Animal Science*. 67: 3087-3095.

BUSTINZA, V., SUCAPUCA, V. 1987. Situación de las llamas en Puno. En: *Revista ALLPAKA*. Puno – Perú.1:1-15.

BUSTINZA, V. 2001. *La alpaca*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 495 p.

BUSTINZA, V., GARNICA, J., MAQUERA, Z., MEDINA, G., APAZA, E., FORAQUITA, S. y CARRIÓN, O. 1993. *Carne de alpaca*. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú. 140 p.

CALDERÓN, W., FERNÁNDEZ-BACA, S. 1972. Peso vivo y rendimiento de canal en la alpaca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* .IVITA 1(1): 5-9.

CANO, L. 2009. “Estudio fenotípico y genotípico de una población de llamas de Marcapomacocha caracterizada por “coloración ancestral” Guanaco”. Tesis Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria, Univ. Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 62 p.

CANO, L., ROSADIO, R., MATURRANO, L., DAVALOS, R. y WHEELER, J. 2012. Caracterización fenotípica y análisis de ADN mitocondrial de llamas de Marcapomacocha, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*; 23(3): 388-398.

CASTELLARO, G.; ULLRICH, T.; WACKWITZ, B.; RAGGI, A. 2004. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*) en dos estaciones del año, en praderas Altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile *Agricultura técnica*. Chillán, Chile : Vol. 64, 4, págs. 353-363.

CASTRO, E., SAM, R., LÓPEZ, T., GONZÁLEZ, A., SILVA, M. 2004. Evaluación de la edad como factor de riesgo de seropositividad a *Sarcocystis* sp. En alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 15(1): 83- 86.

CEBRA, C.; ANDERSON, D.; TIBARY, A.; VAN SAUN, R.; JOHNSON, L. 2014. Llama and Alpaca Care. Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health. First Edition. Editorial ELSEVIER.

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.

COATES, W., AYERZA, R. 2004. Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Research*. 52: 231-238.

CONDORI, G., AYALA, C., RENIERI, C., RODRÍGUEZ, T., MARTÍNEZ, Z. 2003a. Evaluación química de la carne de llama en diferentes periodos de crecimiento. En: Memoria III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí, Bolivia. p 597-603.

CONDORI, G., AYALA, C., RENIERI, C., RODRÍGUEZ, T., MARTÍNEZ, Z. 2003b. Evaluación biométrica de llama macho en crecimiento. En: Memoria III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí, Bolivia. p 611-617.

CONDORI, S. y DELGADO, P. 2012. Índices productivos y reproductivos de llamas (*Lama glama*) en región de Orinoca (Oruro), Llica y Quetena (Potosi). En: Memoria del VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. 131. Arica- Chile.

CRISTOFANELLI, S., ANTONINI, A., 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.

CRISTOFANELLI, S., ANTONINI, A., TORRES, D., POLIDORI, P., RENIERI, C. 2005. Carcass characteristics of Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*. 58: 219-222.

DAVIES, H.L., ROBINSON, T.F., ROEDER, B.L., SHARP, M.E., JOHNSTON, N.P., CHRISTENSEN, A.C., SCHAALJE, G.B. 2007. Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) fed barley or barley alfalfa diets. *Small Ruminant Research*. 73: 1-7.

ESPINOZA, W. 1997. Los incas. Economía, sociedad y estado en la era del Tahuantinsuyo. 3ra Edición. Editorial Amaru. Lima-Perú. 507 p.

FAO. 2003. Conservación de heno y Paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Producción y Protección Vegetal. N°29. Roma, Italia.

FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia. TCP/RLA/2914. Roma, Italia. 56 p.

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

FERNANDEZ-BACA, S. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la Región Andina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) -TCP/RLA/2914-. Roma-Italia. 62 p.

FIERRO, L. C., HUISA, T., ROSALES, A. Y SCHREIBER, C. 1986. Valor nutricional de la dieta de llamas (*Lama glama*) en pastoreo durante la época de sequía y la época de lluvias en el sur del Perú. In: Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú. pp 119-122. L.C. Fierro and R. Farfan (eds.). Technical Article T-9-468. Col. Agric. Sci., Texas Tech Univ., Lubbock.

FLORES, A. y E. MALPARTIDA. 1992. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina del Perú. Tomo I. Banco Agrario. Lima-Perú.

FLORES, D., 2006. Producción primaria y flujo de energía en praderas naturales de *Festuca* – *Calamagrostis* y cultivados de *Dactylis* – trébol rojo. Tesis de Maestría. Escuela de Pos Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina.

FLORES, D. 2007. Desarrollo económico de las familias altoandinas en base a la cadena productiva de la alpaca en las provincias de Huancavelica y Angaraes”. Informe técnico ONG “Madre Coraje” y Consultoría CEPES. 94 p.

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.

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.

FRANCO, J. 2009. Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. En: Bianchi G, Feed O (ed). Introducción a la ciencia de la carne. Buenos Aires: Hemisferio Sur. p 303-352.

FRANKLIN, W.L. Y POWELL, K.J. 1994. Guard llamas: a part of integrated sheep protection. Iowa State University. University Extensión. Ames, IA, USA.

FOWLER, M. E. 2008. Camelids are not ruminants In: Zoo and Wild Animal Medicine Current Terapy. Murray Fowler y Eric Miller Vol VI. 375-385.

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. 74 p.

GARCÍA, CA. 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. 72 p.

GARCÍA, W., FRANCO, E. 2006. Estudio de las principales medidas biométricas y desarrollo de modelos de predicción de peso vivo en llamas. En Memorias del IV Congreso Mundial sobre camélidos. 47. Catamarca – Argentina.

GARCÍA W., SAN MARTÍN F. 1999. Efecto de cuatro tipos de alimentación sobre la ganancia de peso en llamas de uno y dos años de edad durante el periodo de seca. En: Resúmenes II Congreso Mundial sobre Camélidos. Cuzco, Perú.

GARCIA, W., SAN MARTÍN, F., NOVOA, C., Y FRANCO, E. 2002. Engorde de llamas bajo diferentes regímenes alimenticios. *Revistas de Investigaciones Veterinarias del Perú*; 13 (2): 1-9.

GENIN, D., ALZERRECA, H. 2006. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina. *Revista Science et changement splanétaires / Sécheresse*. 17(1): 265-74.

GENIN, D., VILLCA, Z., ABASTO, P. 1994. Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitude-arid rangeland in Bolivia. *Journal of Range Management* 47, 245-248.

GOBIERNO REGIONAL DE PASCO. 2010. Dirección Regional Agraria Pasco – Dirección de información Agraria. Pasco - Perú.

GOMEZ, C. 1984. Efecto de la Suplementación con harina de pescado, urea y minerales sobre la respuesta de ovinos en pasturas naturales alto andinas. Tesis de Maestría. Escuela de Pos Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina.

GONZALEZ, F., SMULDERS, F.J.M., PAULSEN, P., SKEWES, O., KONIG, H.E. 2004. Anatomical investigations on meat cuts of guanacos (*Lama guanicoe*, Muller, 1776) and chemical composition of selected muscles. *Wien Tierärztl Monat* 91: 77-84.

GUADALUPE, M. 1994. Diagnóstico de la producción de llamas en el nivel tecnológico medio y bajo en las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 198 p.

HELLER, R., CERCASOV, V., VON ENGELHARDT, W. 1986. Retention of fluid and particles in the digestive tract of the llama (*Lama glama*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 83A, 687-691.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2012. Normas técnicas peruanas. Carne y productos Cárnicos.

INEI, 2007a. Instituto Nacional de Estadística e Informática: Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda. Consultado el día 30 de Octubre del 2014. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>

INEI, 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática – IV Censo Nacional Agropecuario – IV CENAGRO.

IÑIGUEZ, L., ALEM, R., WAUER, A. y MUELLER, J. 1998. Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from southern Bolivia. *Small Rum Res.* 30 (1), 57–65.

IVITA. 1990. Proyecto camélidos sudamericanos. Informe técnico Fase III del Convenio entre el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (IVITA – UNMSM) y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (CIID-Canadá). UNMSM. Lima-Perú. 57 p.

JOHNSON, W. 1994. Llama nutrition. Review: Update on llama medicine. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.* 10: 187-201.

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. 157 p.

LEYVA, V. 1989. Sistemas de producción de alpacas. En: Simposio Producción de Alpacas y Llamas. XII Reunión Asoc. Per. Prod. Anim. Lima-Perú. p 157-168.

LEYVA, V. 1991. Informe técnico III fase. Proyecto Camélidos Sudamericanos (IVITA - CIID). p.21.

LLACSA, J., URVIOLA, M. y LEYVA, V. 2007. Evaluación de indicadores biométricos en llamas (*Lama glama*) de las variedades Ch'acu y K'ara. *Rev. Inv. Vet., Perú* 18: 1-10.

LOPEZ, A., MAIZTEGUI, J., CABRERA, R. 1998. Voluntary intake and digestibility of forages with different nutritional quality in alpacas (*Lama pacos*). *Small Ruminant Research*. 29: 295-301.

LÓPEZ, A.; Morales, R.; Cabrera, X. 2000. Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*). I. heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y paja de trigo (*Triticum aestivum*.) en diferentes proporciones. *Arch. Med. Vet.* 32: 201-208.

MACUCHAPI, D. 2006. Comparación de la Suplementación Alimenticia al Destete con la Crianza Tradicional de Llamas en Praderas Nativas. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

MAMANI-LINARES, L.W., CAYO, F., GALLO, C. 2014. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 2014. 25(2): 123-150.

MAMANI-LINARES, L.W., GALLO, C.B. 2013a. Meat quality attributes of the Longissimus lumborum muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. *Meat Science*. 94: 89-94.

MAMANI-LINARES, L.W., GALLO, C.B. 2013b. Effects of supplementary feeding on carcass and meat quality traits of young llamas (*Lama glama*). *Small Ruminant Research*. 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 concentrate during the dry season. *Meat Science*. 96: 394-399.

MAMANI-LINARES, L.W., CAYO, F., GALLO, C.B. 2013a. Calidad tecnológica de doce músculos de llama jóvenes (Lama glama) bajo un sistema de crianza extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 24: 168-175.

MAMANI-LINARES, L.W., CAYO, F., GALLO, C. 2013b. Efecto de estación del año sobre la composición proximal y perfil de ácidos grasos de carne de llamas en crianza extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 24: 417-424.

MAQUERA, F. 1991. Características y persistencia fenotípica en llamas K'cara y Lanudas del Centro Experimental La Raya - Puno. Tesis Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 81 p.

MENDEZ, F., PALOMINO, L. 2001. Caracterización fenotípica de la llama Ccara y Chacu en las Comunidades Campesinas de Marcapomacocha, Yantac y Corpacancha de la Provincia de Yauli – La Oroya Junín. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú. 195 p.

MENDOZA, A. 2015. Situación de la crianza y manejo genético de llamas en las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión en la Región de Pasco. Tesis Magister Scientiae. En Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 105 p.

MENDOZA, J. 2013. Medidas corporales en la selección de llamas K'ara e Intermedio (Lama glama) de la Región de Pasco. Tesis Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 74 p.

MERTENS, D. R., 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of rumen function. *Journal Animal Science*. 64: 1548–1558.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1981a. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press, Washington, DC, 91 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1985. Nutrient Requirements of Sheep, sixth revised ed. National Academy Press, Washington, DC, 99 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle, seventh revised ed. National Academy Press, Washington, DC, 242 pp.

NOVOA, C. 1986. Improvement of Andean camelids. En: J. Hodges (ed), FAO Animal Production and Health Paper (FAO). 2nd Meeting of the FAO/UNEP Joint Panel of Experts on Animal Genetic Resources Conservation and Management, 13-18 June, Warsaw, Poland. 1(66):140-149.

O'RYAN, A., RAGGI, O. y ALBERTO, L. 1992. Estudio comparativo de la conducta de pastoreo de alpacas en el altiplano chileno durante las épocas seca y lluviosa. Tesis Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 100 p.

PANTOJA, A., CAJACURI, P. y CURI, C. 2012. Estudio de las características reproductivas en llamas, Pasco Perú. En: Memorias del VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. 153. Arica- Chile. Resumen.

PAREDES, M. 2007. Contribución de la mujer andina en el sistema productivo de camélidos sudamericanos domésticos en el distrito de Callalli Caylloma, Arequipa. Tesis Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 100 p.

PARRA, G. 1999. Evaluación del potencial productivo de las llamas en la quinta sección municipal Chacaraña. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba – Bolivia. 65 p.

PÉREZ, P., MAINO, M., GUZMAN, R., VAQUERO, C., KOBRICH, 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. 2007a. Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Science*. 75: 356-358.

PUGH, D. 1997. Nutrition and feeding of South American camelids. En: Proc. Central Veterinary Conference. Kansas City, Mo-USA. p 150-153.

QUINA, E. 2015. Diagnóstico de la crianza y la caracterización fenotípica de las Llamas K'ara (*Lama glama*) en Marcapomacocha, Región Junín. Tesis Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 107 p.

REBUFFI, G. Y AGUIRRE, D. 1996. Efecto del plano nutricional sobre la ganancia de peso post-destete de llama (*Lama glama*) en pastoreo. *ALLPAK'A* 5: 21-24.

REINER, J. R., 1985. Nutrition of alpacas grazing high altitude rangeland in southern Peru. Ph. D. Diss. Texas Tech University. 94 p.

RENIERI, C., FRANK, E., TORO, O. 2006. Camélidos Sudamericanos Domésticos. Investigaciones Recientes. En: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO). Lima.

RGALLP, 2011. En su segundo artículo (Decreto Supremo N° 013-2011-AG). Consultado 22 Abr. 2015. Disponible en:  
[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2012/llamas\\_alpacas\\_24\\_jul.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2012/llamas_alpacas_24_jul.pdf)

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.

RODRIGUEZ, C. y QUISPE, J. 2007. Domesticated camelids, the main animal, genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, Bolivia. *People and Animals, Traditional Livestock Keepers: Guardians of Domestic Animal Diversity*. pp. 33 - 45.

RUIZ, J. 2011. Producción y Tecnología en Camélidos Sudamericanos. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. 285 p.

SALVÁ, B. 2000. Utilización de Proteína de soya y Carragenina en salchichas tipo Huacho con bajo tenor graso. Tesis de Industrias Alimentarias. Lima: Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. 164 p.

SALVA, B. 2009. Caracterización de la carne y charqui de alpaca (vicugna pacos). Tesis doctoral en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad de León – España.

SALVÁ, B.K., ZUMALACÁRREGUI, J.M., FIGUEIRA, A.C., OSORIO, M.T., MATEO, J. 2009. Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. Meat Science. 82: 450-455.

SAN MARTIN, F. 1987. Comparative forage selectivity and nutrition of South American Camelids and Sheep. Ph.D. Diss., Texas Tech Univ., Lubbock.

SAN MARTÍN, F. 1996. Nutrición en alpacas y llamas. Publicación Científica N° 27. Facultad de Medicina Veterinaria. UNMSM. Lima. 29 p.

SAN MARTIN, F. 2015. Adaptación nutricional y metabólica de los Camélidos Sudamericanos. En: Memoria VII Congreso Mundial sobre Camélidos. Puno, Perú. p 407- 410.

SAN MARTIN, F. AND BRYANT, F.C. 1989. Nutrition of Domesticated South American Llamas and Alpacas. Small Ruminant Research. 2: 191-216.

SAN MARTÍN, F., VAN SAUN, R. 2014. Applied Digestive Anatomy and Feeding Behavior. In Llama and Alpaca Care Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health Ed. Elsevier.

STEMMER, A., VALLE ZÁRATE, A., NÜRNBERG, M., DELGADO, J., WURZINGER, M. y SOELKNER, J. 2005. La llama de Ayopaya: Descripción de un recurso genético autóctono. Archivos de zootecnia. 1(54):206-207.

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.

TURÍN, C. 1999. Influencia de la alimentación con pastos naturales y cultivados en alpacas tuis Huacaya de 6 y 18 meses de edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. 110 p.

VAN SAUN, R. 2006. Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. *Small Ruminant Research*. 61: 165-186.

VAN SOEST. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books, Corvallis, OR, 374 pp.

VILCARA, E. 2009. Estudio de la viabilidad económica, técnica y financiera de la instalación de alfalfa (*Medicago sativa*) en la costa norte del Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 121p.

VERA, R. 2008. Medidas biométricas in vivo de llamas Kh'ara según: tipo de pradera en la cual fueron criados, sexo y categoría de edad en el municipio de Santiago de Machaca, La Paz-Bolivia. Tesis de grado. La Paz, Bolivia: Universidad Católica Boliviana. 172 p.

VILLALTA, R. 2009. Predicción del peso vivo sobre la base de las principales medidas biométricas para llamas del CIP la Raya. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. 83 p.

VILLANUEVA, D. 2001. Diagnóstico agropecuario de la comunidad campesina de Laramate, sector de las cabezadas provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú. 90 p.

WHEELER, J. 2012. Diversidad y conservación de Camélidos Sudamericanos (Diapositivas). UNMSM. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima. Perú. 72 diapositivas.

WURZINGER, M., DELGADO, J., NÜRNBERG, M., VALLE ZÁRATE, A., STEMMER, A., UGARTE, G. y SÖLKNER, J. 2005. Growth curves and genetic parameters for growth traits in Bolivia llamas. *Livestock production Science*.

YACOBACCIO, H. 2010. Osteometría de llamas (*Lama glama* L.) y sus consecuencias arqueológicas. UBA. Buenos Aires. Argentina. 10 p.

ZEA, O., LEYVA, V., GARCÍA, W. y FALCÓN, N. 2007. Evaluación de las medidas de la grupa y muslo y de cría y ubre de la madre como indicadores fenotípicos en la selección temprana de llamas (*Lama glama*) para Carne. *Rev. Inv. Vet., Perú* 18: 40-50.

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1: Procedencia de los animales adquiridos en la Provincia de Pasco**

<b>N</b>	<b>Arete</b>	<b>Nº Corporal</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>
1	50423	20	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
2	50421	1	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
3	50419	5	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
4	50429	31	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
5	50417	30	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
6	50431	16	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
7	50425	3	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
8	50483	19	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
9	50415	32	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
10	50437	29	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
11	50427	21	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
12	50435	28	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
13	50433	27	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
14	061	15	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
15	062	6	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
16	063	18	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
17	064	7	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
18	068	8	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
19	069	23	Iscaycocha	Chacayán	Daniel Alcides Carrión
20	051	24	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
21	052	22	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
22	059	16	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
23	060	10	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
24	065	13	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
25	067	12	Pampas Galeras	Santa Ana de Tusi	Daniel Alcides Carrión
26	057	14	Rancas Rector 2	Simón Bolívar	Pasco
27	055	25	Rancas Sector 2	Simón Bolívar	Pasco
28	056	4	Rancas Sector 2	Simón Bolívar	Pasco
29	058	11	Rancas Sector 2	Simón Bolívar	Pasco
30	066	9	Rancas Sector 3	Simón Bolívar	Pasco
31	054	17	Rancas Sector 4	Simón Bolívar	Pasco
32	053	2	Rancas Sector 4	Simón Bolívar	Pasco

**ANEXO 2: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 0 – 14 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	55.4	1.108	0.332	0.373
3	16	49.2	0.984	0.295	0.331
3	31	42.9	0.858	0.257	0.288
3	9	68.9	1.378	0.413	0.463
3	7	52.4	1.048	0.314	0.352
3	22	47.9	0.958	0.287	0.322
3	15	43.1	0.862	0.259	0.290
3	29	79.5	1.59	0.477	0.535
4	18	46.8	0.936	0.281	0.315
4	20	63.9	1.278	0.383	0.430
4	5	75.5	1.51	0.453	0.508
4	12	42.8	0.856	0.257	0.288
4	30	65.4	1.308	0.392	0.440
4	11	50.8	1.016	0.305	0.342
4	6	45.8	0.916	0.275	0.308
4	4	41.5	0.83	0.249	0.279

**ANEXO 3: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 15 – 28 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	59	1.180	0.354	0.397
3	16	51.6	1.032	0.310	0.347
3	31	68.9	1.378	0.413	0.463
3	9	75.8	1.516	0.455	0.510
3	7	55.7	1.114	0.334	0.375
3	22	52.2	1.044	0.313	0.351
3	15	47.9	0.958	0.287	0.322
3	29	86.5	1.730	0.519	0.582
4	18	52.5	1.050	0.315	0.353
4	20	70.2	1.404	0.421	0.472
4	5	78.6	1.572	0.472	0.529
4	12	46.3	0.926	0.278	0.311
4	30	70.8	1.416	0.425	0.476
4	11	55.5	1.110	0.333	0.373
4	6	49.6	0.992	0.298	0.334
4	4	46.8	0.936	0.281	0.315

**ANEXO 4: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 29 – 42 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	61.7	1.234	0.370	0.415
3	16	55.4	1.108	0.332	0.373
3	31	74.1	1.482	0.445	0.498
3	9	78.3	1.566	0.470	0.527
3	7	57.8	1.156	0.347	0.389
3	22	55.5	1.110	0.333	0.373
3	15	47.6	0.952	0.286	0.320
3	29	93.8	1.876	0.563	0.631
4	18	52.7	1.054	0.316	0.354
4	20	75.1	1.502	0.451	0.505
4	5	82.8	1.656	0.497	0.557
4	12	51.8	1.036	0.311	0.348
4	30	74.3	1.486	0.446	0.500
4	11	56.3	1.126	0.338	0.379
4	6	50.6	1.012	0.304	0.340
4	4	47.2	0.944	0.283	0.317

**ANEXO 5: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 43 – 56 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	66.0	1.320	0.396	0.444
3	16	55.1	1.102	0.331	0.371
3	31	75.2	1.504	0.451	0.506
3	9	79.8	1.596	0.479	0.537
3	7	60.8	1.216	0.365	0.409
3	22	57.5	1.150	0.345	0.387
3	15	51.7	1.034	0.310	0.348
3	29	93.6	1.872	0.562	0.629
4	18	56.6	1.132	0.340	0.381
4	20	75.5	1.510	0.453	0.508
4	5	85.1	1.702	0.511	0.572
4	12	50.9	1.018	0.305	0.342
4	30	78.3	1.566	0.470	0.527
4	11	58.4	1.168	0.350	0.393
4	6	53.6	1.072	0.322	0.360
4	4	50.3	1.006	0.302	0.338

**ANEXO 6: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 57 – 70 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	66.4	1.328	0.398	0.446
3	16	55.6	1.112	0.334	0.374
3	31	75.5	1.510	0.453	0.508
3	9	79.1	1.582	0.475	0.532
3	7	61.3	1.226	0.368	0.412
3	22	60.7	1.214	0.364	0.408
3	15	51.8	1.036	0.311	0.348
3	29	92.5	1.850	0.555	0.622
4	18	57.6	1.152	0.346	0.387
4	20	75.1	1.502	0.451	0.505
4	5	86.0	1.720	0.516	0.578
4	12	48.2	0.964	0.289	0.324
4	30	79.2	1.584	0.475	0.533
4	11	57.8	1.156	0.347	0.389
4	6	52.5	1.050	0.315	0.353
4	4	50.6	1.012	0.304	0.340

**ANEXO 7: Suplementación con heno de alfalfa, periodo 71 – 84 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>Peso vivo (PV) Kg.</b>	<b>Consumo Materia Seca (2%PV) Kg.</b>	<b>30 % (Consumo Materia Seca) Kg.</b>	<b>Heno de alfalfa (tal como ofrecido) Kg.</b>
3	19	69.4	1.388	0.416	0.467
3	16	56.1	1.122	0.337	0.377
3	31	78.2	1.564	0.469	0.526
3	9	83.2	1.664	0.499	0.559
3	7	62.6	1.252	0.376	0.421
3	22	61.7	1.234	0.370	0.415
3	15	48.0	0.960	0.288	0.323
3	29	96	1.920	0.576	0.646
4	18	58.7	1.174	0.352	0.395
4	20	76.9	1.538	0.461	0.517
4	5	87.4	1.748	0.524	0.588
4	12	48.2	0.964	0.289	0.324
4	30	81.2	1.624	0.487	0.546
4	11	59.0	1.180	0.354	0.397
4	6	54.8	1.096	0.329	0.368
4	4	52.1	1.042	0.313	0.350

**ANEXO 8: Peso vivo final por tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Corporal</b>	<b>ARETE</b>	<b>COLOR</b>	<b>PESO VIVO FINAL</b>
1	26	50431	Bayo Claro	58.8
1	24	051	Bayo	80.8
1	21	50427	Plomo	60.8
1	13	065	Castaño	68.3
1	32	50415	Blanco	57.4
1	17	054	Blanco	56.3
1	3	50425	Plomo	74.9
1	25	055	Café	56.6
2	23	069	Plomo	50.3
2	1	50421	Aguanacado	68.2
2	14	057	Chegche	48.8
2	2	053	Blanco	55.1
2	10	060	Blanco	94.6
2	27	50433	Bayo claro	74.4
2	28	50435	Aguanacado	81.8
2	8	068	Bayo	57.2
3	19	50483	Bayo Claro	72.5
3	16	059	Blanco	55.9
3	31	50429	Plomo	78.9
3	9	066	Plomo	83.7
3	7	064	Cenizo	63.7
3	22	052	Bayo	63.3
3	15	061	Castaño	52.1
3	29	50437	Café	96.9
4	18	063	Aguanacado	59.4
4	20	50423	Huacho	76.5
4	5	50419	Castaño	90.7
4	12	067	Blanco	47.9
4	30	50417	Plomo	80.4
4	11	058	Plomo	60.8
4	6	062	Blanco	56.2
4	4	056	Huacho	49.0

### ANEXO 9: Análisis estadístico de la variable Peso vivo Final

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
1	8	64.24	9.36	56.30	80.80
2	8	66.30	16.39	48.80	94.60
3	8	70.87	15.09	52.10	96.90
4	8	65.11	15.60	47.90	90.70

### ANEXO 10: Análisis de variancia para peso final (kg)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F	Significancia
Suplementación	1	91.28	91.28	8.06	0.0085	**
Dosificación vitamínica	1	11.96	11.96	1.06	0.3132	NS
Suplementación*Dosificación vitamínica	1	4.62	4.62	0.41	0.5284	NS
Peso vivo inicial	1	5488.06	5488.06	484.47	<.0001	**

\* p<0.05 valor de diferencia estadística significativa

\*\* p<0.01 valor de diferencia estadística altamente significativa

NS no significativa

### ANEXO 11: Análisis de variancia para ganancia total de peso (kg)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F	Significancia
Suplementación	1	82.41	82.41	12.34	0.0016	**
Dosificación vitamínica	1	25.31	25.31	3.79	0.0620	NS
Suplementación*Dosificación vitamínica	1	0.003	0.003	0.00	0.9823	NS
Peso vivo inicial	1	47.21	47.21	7.07	0.0130	**

\* p<0.05 valor de diferencia estadística significativa

\*\* p<0.01 valor de diferencia estadística altamente significativa

NS no significancia

**ANEXO 12: Análisis de variancia para peso de carcasa caliente (kg)**

Fuente de variación	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F	Significancia
Suplementación	1	31.34	31.34	12.79	0.0013	**
Dosificación vitamínica	1	5.42	5.42	2.21	0.1486	NS
Suplementación*Dosificación vitamínica	1	0.46	0.46	0.19	0.6677	NS
Peso vivo inicial	1	1791.70	1791.70	731.22	<.0001	**

\* p<0.05 valor de diferencia estadística significativa

\*\* p<0.01 valor de diferencia estadística altamente significativa

NS no significancia

**ANEXO 13: Análisis de variancia para peso vivo por periodos (kg)**

Fuente de variación	GL	Valor de F	Pr > F	Significancia
Tratamiento	3	0.20	0.8982	NS
Periodo de engorde	8	74.73	<.0001	**
Tratamiento *Periodo de engorde	24	1.43	0.0980	NS

\* p<0.05 valor de diferencia estadística significativa

\*\* p<0.01 valor de diferencia estadística altamente significativa

NS no significancia

**ANEXO 14: Fotos obtenidas durante el periodo experimental.**



**Foto 1:** Adquisición de los animales. Rancas Sector 2 – Simón Bolívar – Pasco



**Foto 2:** Embarque de los animales. Rancas Sector 2 – Simón Bolívar – Pasco



**Foto 3:** Adquisición de los animales y traslado a la carretera para el embarque.  
Iscaicocha – Chacayan – Daniel Alcides Carrión



**Foto 4:** Embarque de los animales. Iscaicocha – Chacayan – Daniel Alcides Carrión



**Foto 5:** Vista Panorámica del lugar de la prueba experimental. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



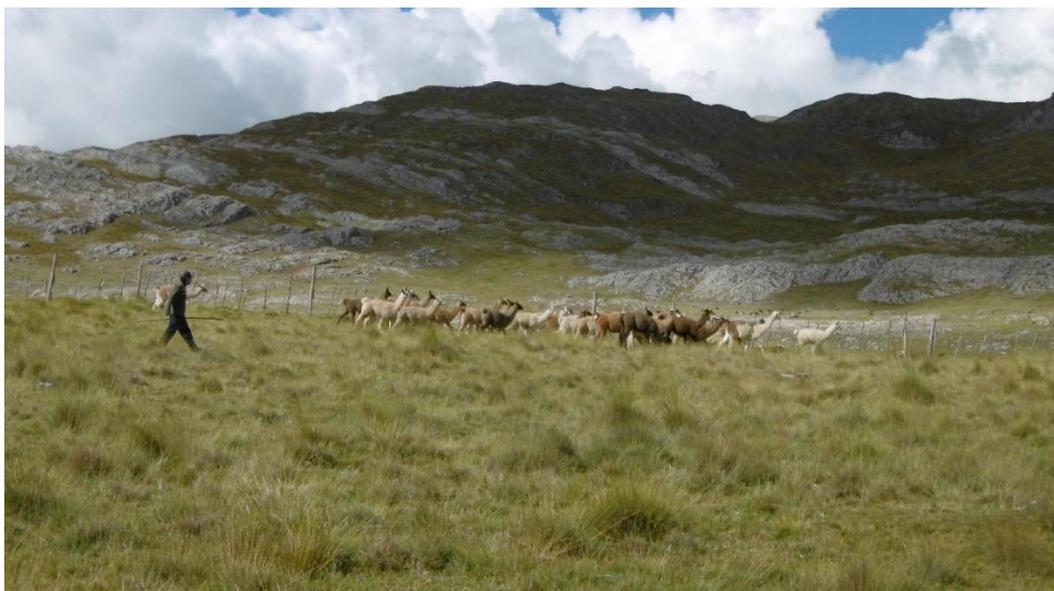
**Foto 6:** Vista Panorámica Del Cobertizo Para La Prueba Experimental. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro De Ninacaca – Pasco



**Foto 7:** Desembarque de los animales. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 8:** Reparación del cerco perimétrico del área de pastoreo. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 9:** Traslado de los animales al lugar de pastoreo. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 10:** Retorno de los animales al cobertizo, después del pastoreo. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 11:** Registro de peso vivo por periodos de engorde. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 12:** Registro de peso vivo por periodos de engorde. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 13:** Embarque de los animales hacia el camal. Galaamarca – Comunidad Campesina San Pedro de Ninacaca – Pasco



**Foto 14:** Descanso de los animales por 24 Horas, previo al Sacrificio. Ninacaca – Pasco



**Foto 15:** Registro de peso de carcasa. Ninacaca – Pasco



**Foto 16:** Registro de Peso de Carcasa. Ninacaca – Pasco