

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**INFLUENCIA DE LA CASTRACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE
CARCASA, COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE Y COMPONENTES
NO CÁRNICOS DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos* L.)**

TESIS

PRESENTADA POR:

PERCY EFRAÍN CALIZAYA RODRÍGUEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA

PUNO - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

INFLUENCIA DE LA CASTRACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE CARCASA,
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE Y COMPONENTES NO CÁRNICOS DE
ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos* L.)



PRESENTADA POR:

PERCY EFRAÍN CALIZAYA RODRÍGUEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO
CON MENCIÓN EN ZOOTECNIA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

.....
Ing. D. Sc. Javier MAMANI PAREDES

PRIMER MIEMBRO

.....
Ing. M. Sc. Luis Amílcar BUENO MACEDO

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Ing. M. Sc. Jesús SÁNCHEZ MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS

.....
Ing. M. Sc. Julio Macario CHOQUE LÁZARO

Área: Ciencias Agrícolas
Tema: Producción Animal

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 DE JULIO DE 2019

DEDICATORIA

A mi padre Agustín Calizaya Quenaya, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy y por haberme apoyado incondicionalmente en la etapa de mis estudios superiores.

Con mucho cariño y dedicación especial para mi madre añorada Sabina Pastora Rodríguez Torres, por su esfuerzo y apoyo incondicional demostrado y por ser el ejemplo constante de esmero, superación y progreso.

Con mucho cariño y eterna gratitud a Marybel Quispe Cáceres, quien con su apoyo y comprensión hizo lo posible para alcanzar y concretizar mi realización como profesional.

A mi querida hija Dafnhe Sunny, por ser mi eterna preocupación, inspiración y alegría, y por ser el motor principal para concretizar mis sueños.

A mi hermano: José Antúnez Calizaya Rodríguez, por sus buenos consejos durante mi formación profesional.

A mis queridos sobrinos: Reynaldi y María Jesús, por la alegría y apoyo demostrado.

Percy Efraín

AGRADECIMIENTO

- Expreso un profundo agradecimiento a Dios Jesucristo, a quien le tengo mucha fe, por haberme dado la vida, salud y seguir adelante, por ser el que me da la fortaleza y sabiduría para alcanzar las metas propuestas
- A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y su plana docente quienes, con sus conocimientos científicos, experiencias y enseñanzas nos han motivado a seguir siempre adelante, cuyo resultado se ve plasmado en la calidad de sus profesionales
- Al Ing. M. Sc. Julio Macario Choque Lázaro, por compartir sus experiencias y sapiencias, por brindarme su confianza y guiarme eficientemente en la ejecución de esta investigación; además de ser mi guía, fue un amigo más que desprendió su tiempo para conmigo
- A los distinguidos miembros del Jurado: Ing. D. Sc. Javier Mamani Paredes, Ing. M. Sc. Luis Amílcar Bueno Macedo e Ing. M. Sc. Jesús Sánchez Mendoza, que además de ser mis maestros durante mi formación profesional, tuvieron sus acertadas observaciones para la mejora del trabajo de investigación y por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la finalización de este trabajo.
- A los compañeros y amigos que conformaron parte de mi familia durante mi vida universitaria, a ellos por compartir diversas experiencias y los gratos momentos que forjaron mi formación académica integral.
- Un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente me apoyaron para poder plasmar el presente trabajo de investigación.

Percy Efraín

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. LA ALPACA.....	14
2.1.1. Taxonomía.....	15
2.1.2. Razas de alpacas.....	15
2.1.3. Sistemas de crianza de alpacas.....	16
2.2. EL TESTÍCULO, ESTRUCTURA Y FUNCIONES.....	17
2.2.1. La testosterona y sus acciones fisiológicas.....	18
2.3. CASTRACIÓN EN ALPACAS.....	20
2.3.1. Finalidad de la castración en machos.....	20
2.3.2. Castración y testosterona.....	21
2.4. PESO VIVO DE ALPACAS.....	21
2.5. PESO Y RENDIMIENTO DE CARCASA.....	22
2.5.1. Peso carcasa de alpacas.....	22
2.5.2. Rendimiento de carcasa.....	22
2.6. PRODUCCIÓN DE CARNE.....	23
2.6.1. Factores que afectan a la calidad de la carne.....	24
2.6.2. Componentes principales de la carne.....	25
2.6.4. Vísceras, apéndices y despojos.....	30
2.7. CORRELACIONES.....	32
2.8. MARCO CONCEPTUAL.....	34
2.8.1. Vísceras.....	34
2.8.2. Composición nutricional.....	34
2.8.3. Valor nutritivo.....	34
2.8.4. Humedad.....	34
2.8.5. Proteína.....	34
2.8.6. Cenizas.....	34

2.8.7. Grasa.....	35
2.8.8. Subproductos	35
2.8.9. Carcasa.....	35
2.8.10. Castración	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	36
3.1.1. Localización.....	36
3.1.2. Condiciones ecológicas	36
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
3.2.1. Animales en estudio.....	36
3.2.2. Sistema de manejo y alimentación	36
3.2.3. Materiales, equipos e instrumentos	37
3.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	37
3.3.1. Elección e identificación de alpacas	37
3.3.2. Pesaje de alpacas	37
3.3.3. Castración	38
3.3.4. Pesaje de alpacas antes del beneficio	38
3.3.5. Beneficio de alpacas	38
3.3.6. Registro de peso de carcasa	39
3.3.7. Obtención de muestras.....	39
3.3.8. Análisis de composición químico de muestras.....	39
3.3.9. Rendimiento de carcasa	39
3.3.10. Rendimiento de componentes no cárnicos	40
3.3.11. Correlación entre rendimiento de carcasa y los componentes no cárnicos	40
3.3.12. Análisis estadístico	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. RENDIMIENTO DE CARCASA DE ALPACAS	41
4.1.1. Peso vivo y peso de carcasa.....	41
4.1.2. Rendimiento de carcasa	41
4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE ALPACA	43
4.3. PESO DE LOS COMPONENTES NO CÁRNICOS DE ALPACAS	49
4.4. CORRELACIONES DE LOS PRODUCTOS DE LA ALPACA.....	54
V. CONCLUSIONES	59



VI. RECOMENDACIONES	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química de la carne de alpaca de 2.5 años de edad	28
Tabla 2. Composición química de la carne de llamas y alpacas (en base fresca)	28
Tabla 3. Composición química del músculo Longissimus thoracis y lumborum de alpacas y llamas.....	29
Tabla 4. Composición química de la pierna de alpaca, cerdo y cordero	29
Tabla 5. Rendimiento de la carcasa de alpacas según su estado reproductivo	42
Tabla 6. Composición química porcentual de la carne de alpacas tuis macho, según estado reproductivo, en base húmeda	44
Tabla 7. Peso de los componentes no cárnicos de la alpaca, según estado reproductivo	51
Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson del peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis castrados	54
Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson del peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis enteros.....	55
Tabla 10. Coeficiente de correlación de Pearson del rendimiento de carcasa (%) y la composición química de la carne de alpacas castrados	56
Tabla 11. Coeficiente de correlación de Pearson del rendimiento de carcasa (%) y la composición química de la carne de alpacas enteros	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Peso al sacrificio, peso y rendimiento de la carcasa de alpacas castrados.....	65
Anexo 2. Peso al sacrificio, peso y rendimiento de la carcasa de alpacas enteros	65
Anexo 3. Composición química proximal de la carne de alpacas tuis castrados	65
Anexo 4. Composición química proximal de la carne de alpacas tuis enteros.....	66
Anexo 5. Peso de los componentes no cárnicos de alpacas tuis castrados	66
Anexo 6. Peso de los componentes no cárnicos de alpacas tuis enteros	66
Anexo 7. Análisis de varianza para el peso del corazón de alpacas	67
Anexo 8. Análisis de varianza para el peso del pulmón de alpacas	67
Anexo 9. Análisis de varianza para el peso del hígado de alpacas.....	67
Anexo 10. Análisis de varianza para el peso del bazo de alpacas	67
Anexo 11. Análisis de varianza para el peso del riñón de alpacas	67
Anexo 12. Análisis de varianza para el peso de carcasa de alpacas	68
Anexo 13. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de la carne de alpaca	68
Anexo 14. Análisis de varianza para el porcentaje de proteína cruda de la carne de alpaca	68
Anexo 15. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de la carne de alpaca	68
Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de ceniza total de la carne de alpaca ...	68
Anexo 17. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de humedad de la carne	69
Anexo 18. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de proteína de la carne	69
Anexo 19. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de grasa de la carne.....	69
Anexo 20. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para porcentaje de ceniza de la carne	69
Anexo 21. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del corazón de alpaca.....	69
Anexo 22. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del pulmón de alpaca	69
Anexo 23. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del hígado de alpaca	70

RESUMEN

El presente estudio se ejecutó en el CIP La Raya - UNA Puno, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar y región de Puno, a una altitud de 4200 msnm a 10° 13' 33" de latitud Sur y a 20° 57' 12" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con el objetivo de evaluar la influencia de la castración en el rendimiento de carcasa, composición química de la carne y componentes no cárnicos de alpaca Huacaya. Para el estudio se utilizó 14 alpacas de 2 años de edad, los mismos que fueron identificados registrando su código de arete y peso, luego el grupo experimental (7 animales) fueron castrados mediante la técnica de orquiectomía bilateral a testículo abierto; las alpacas tuis en estudio, después de 7 meses de crianza bajo el sistema extensivo fueron pesadas antes del beneficio por el método de aturdimiento por desmedulación utilizando la técnica de puntilla a nivel de la articulación atlanto-occipital y posterior desuello y evisceración; la carcasa y los componentes no cárnicos se pesaron inmediatamente después del sacrificio y utilizados para determinar el rendimiento de carcasa y sus correlaciones; la toma de muestras de tejido muscular (50 g) se realizó de la región Longissimus dorsi, para el análisis químico. Los datos obtenidos fueron procesados con el programa estadístico SAS®, versión 9.4 haciendo el uso del PROC GLM, aplicando el DCA con 2 tratamientos y 7 repeticiones por tratamiento y para comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Los resultados muestran que la castración no influye sobre el rendimiento de carcasa de alpacas, siendo en alpacas castrados 57.15 % y en enteros 57.09), con una relación directa entre el peso al sacrificio y el peso de carcasa caliente; el análisis proximal del tejido muscular Longissimus dorsi, evidencia una mejor calidad de carne en alpacas castrados (20.37 % de proteína, 2 % de grasa, 1.09 % de ceniza y 0.7 % de nifex) en comparación a alpacas enteros (20.35 % de proteína, 1.51 % de grasa, 1.12 % de ceniza y 0.69 % de nifex); el peso de los componentes no cárnicos representa casi la mitad del peso vivo del animal (42 %), en el que los pesos de vísceras con excepción del bazo y riñón son superiores en alpacas castrados que enteros, y es similar los pesos de apéndices y despojos en ambos estados reproductivos; y los coeficientes de correlación de Pearson, indican que el peso vivo de alpacas al sacrificio guarda un grado de asociación positiva y alta ($r=0.987$; $p<0.0001$) con el peso de carcasa y un grado de asociación negativa y alta entre los componentes químicos de humedad y proteína cruda, tanto en animales castrados ($r=-0.874$; $p<0.015$) y enteros ($r=-0.81$; $p<0.026$). Se concluye que, la castración influye en la mejora del peso vivo del animal al sacrificio, peso de carcasa caliente y calidad nutritiva de la carne de alpacas.

Palabras clave: Canal, carne, carcasa, castración, composición química y rendimiento.

ABSTRACT

The present study was carried out at the CIP La Raya - UNA Puno, located in the district of Santa Rosa, province of Melgar and Puno region, at an altitude of 4200 meters above sea level at 10° 13' 33" south latitude and at 20° 57' 12" West longitude of the Greenwich meridian, with the objective of evaluating the influence of castration on the performance of the carcass, chemical composition of meat and non-meat components of Huacaya alpaca. For the study 14 alpacas of 2 years of age were used, the same ones that were identified by registering their code of arete and weight, and then the experimental group (7 animals) to be castrated by means of the technique of bilateral orchietomy to open testis; the alpacas under study, after 7 months of breeding under the extensive system were weighed before the benefit by the method of stunning by demeaning using the technique of lace at the level of the atlanto-occipital joint and subsequent skinning and evisceration; the carcass and non-meat components were weighed immediately after slaughter and used to determine the channel yield and its correlations; Sampling of muscle tissue (50 g) was performed from the Longissimus dorsi region, for chemical analysis. The data obtained were processed with the SAS® statistical program, version 9.4 using the PROC GLM, applying the DCA with 2 treatments and 7 repetitions per treatment and for comparison of means the Tukey test was used. The results show that castration influences the alpacas carcass yield, being higher in castrated alpacas 57.15% compared to non-castrated alpacas 57.09%, with a direct relationship between slaughter weight and warm carcass weight; the proximal analysis of Longissimus dorsi muscle tissue, shows a better quality of meat in castrated alpacas (20.37% protein, 2% fat, 1.09% ash and 0.7% nifex) compared to non-castrated alpaca (20.35% protein, 1.51% fat, 1.12% ash and 0.69% nifex); the weight of the non-meat components represents almost half of the live weight of the animal (42%), in which the weights of viscera with the exception of the spleen and kidney are higher in castrated alpacas than in whole ones, and the weights of appendages and spoils in both reproductive stages; and the Pearson correlation coefficients, indicate that the live weight of alpacas at sacrifice keeps a high and positive association degree ($r = 0.987$, $p < 0.0001$) with the carcass weight and a degree of negative and high association between the components moisture chemicals and crude protein, both in castrated ($r = -0.874$; $p < 0.015$) and non-castrated animals ($r = -0.81$; $p < 0.026$). It is concluded that castration influences the improvement of the animal's live weight at slaughter, warm carcass weight, carcass yield and nutritional quality of alpaca meat.

Key words: Canal, meat, casing, castration, chemical composition and yield.

I. INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos constituyen una riqueza pecuaria nacional, su conservación, preservación y desarrollo debe merecer la atención no sólo del Estado peruano, sino también de los organismos privados dedicados a la actividad agropecuaria, debido a que estas especies representan, primeramente una fuente de alimentación y segundo como fuente generadora de trabajo para la subsistencia de un vasto sector de la población, destacándose su eficiencia en el uso de la tierra en un ambiente adverso (incluso en lugares donde la agricultura no prospera) como lo son las frágiles praderas de los páramos andinos.

La alpaca, es fuente importante de la producción de tipo primario como la fibra y carne, y muchos productos de tipo secundario como cuero, piel, estiércol, sebo, hueso, entre otros. En el contexto andino alcanza gran importancia social, económica, ecológica, estratégica, cultural y científica, no solo para el criador sino también para el consumidor o la sociedad urbana de diferentes estratos que conlleva a tener una ventaja comparativa y competitiva.

La carne de alpacas presenta cualidades nutritivas como son el bajo porcentaje de grasa (3.69 a 4.13 %) y colesterol (0.16 a 0.20 %), un nivel de proteína alto (20.33 a 24.82 %), además de fácil digestibilidad en comparación con las demás especies como vacuno, ovino y otros (Mamani, 2012). Pero también, se obtiene un remanente de despojos clasificados como subproductos, alcanzando muchas veces un 50 % del peso vivo del animal, que no se le da un valor económico ni nutritivo; estos residuos, presentan una diversidad de características físico-químicas las cuales se desconocen.

La producción anual de carne de alpaca es de 8,271 t, la producción de carne /animal es de 33 kg, con rendimiento de carcasa de 55 % (MINAGRI, 2018). Las vísceras son adecuadas en los niños que inician su alimentación complementaria (a partir de los seis meses de edad). El bazo y el hígado tienen una contextura blanda y son ricos en hierro y en proteínas que pueden complementar la leche materna (Delgado 2008).

Muchos de estos subproductos son comestibles para el hombre, teniendo también al igual que la carne un valor nutricional considerable como el aporte importante de vitamina A y con un menor precio que la carne, los mismos que no son aprovechados debido a que la

población consumidora ha perdido la confianza en este tipo de alimentos, por el incremento de diferentes enfermedades, el aspecto físico y organoléptico, entre otros. El conocimiento del valor nutritivo que aporta cada una de las vísceras puede mejorar la demanda por el consumo humano, también se puede aprovechar como alimento animal de excelente calidad e incrementar los precios de venta y compensar los costos de producción de la alpaca que beneficiaría con mayores ingresos económicos a los productores.

La castración de animales machos es una actividad ampliamente practicada en la producción animal de diversas especies, por ser un medio efectivo para controlar problemas conductuales del macho (agresividad, preñeces no deseadas, etc.), remoción de olores indeseables y mejorar la textura de la carne, etc. En la producción de alpacas, también se realiza la castración en las diferentes unidades agropecuarias de la región; sin embargo, es escasa o incompleta la información que se tiene acerca del efecto de la castración sobre las características productivas y calidad nutritiva de carcasa, además se carece de reportes de investigaciones sobre las vísceras rojas y blancas.

Por lo que, es necesario conocer la influencia de la castración sobre el rendimiento de carcasa y composición química de la carne a fin de desarrollar una tecnología adecuada de la carne, así como los distintos componentes no cárnicos de la alpaca; de tal modo, que el producto pueda introducirse a un mercado regional, nacional e internacional y lograr que los productores tengan un mercado asegurado y un alto nivel de tecnificación en cuanto a carne de alpaca se refiere. Sobre la base de estas consideraciones, el presente estudio tuvo los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el rendimiento de carcasa de alpacas Huacaya castrados y enteros.
2. Establecer la composición química de la carne de alpacas Huacaya según tratamientos.
3. Determinar el peso de los componentes no cárnicos (corazón hígado, pulmones, riñones, cuero, cabeza, patas, bazo y sistema digestivo) de alpacas Huacaya castrados y enteros.
4. Estimar la correlación que existe entre el peso vivo y peso de carcasa con el peso de los componentes no cárnicos (corazón hígado, pulmones, riñones, cuero, cabeza, patas, bazo y sistema digestivo) de alpacas castrados y enteros.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA ALPACA

Los camélidos sudamericanos, representan una de las principales fuentes de recursos económicos para las poblaciones alto andinas de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador; en la cual, la producción más importante es la fibra, seguida de carne, también se utiliza para carga y ritos religiosos. Los camélidos sudamericanos están conformados por cuatro especies, dentro de ella dos domesticas (alpacas y llamas) y dos especies silvestres (vicuña y guanaco). La mayor población de camélidos (alpacas y llamas) se encuentran en Perú y Bolivia (Huanca, 2011).

No se sabe cuántos siglos, la alpaca ha permanecido en estado silvestre, pero se supone que muchos siglos, porque recién aproximadamente desde 5,000 años a.C., ingresa al proceso de la domesticación; en cuyo período estos camélidos han pasado su vida en la zona montañosa de los andes, expuestos a todos los factores negativos o inconvenientes que afectaron su biología. Estos factores, en orden de importancia serían los siguientes: existencia de varias enfermedades, las variaciones del clima, baja concentración de oxígeno, alta radiación solar, baja precipitación pluvial general, inundaciones y sequías esporádicas, pastizales con escasos recursos forrajeros y topografía agreste y accidentada de los Andes (Bustinza, 2001).

La alpaca, mamífero sudamericano es la especie doméstica más pequeña que la llama, raramente es utilizada como animal de carga, siendo más bien criada para la producción de fibra y carne; es la más numerosa de los cuatro camélidos sudamericanos. Se alimenta, al igual que la vicuña, de plantas suculentas, pero a diferencia de ésta es más afecto hacia las plantas herbáceas que a las gramíneas. Sólo ramonea cuando hay extrema necesidad (Mamani, 2012).

La alpaca produce principalmente fibra, carne y piel para el mercado local y mundial, a través de los cuales el alpaquero recibe dinero para su sustento y el país capta divisas; pero no menos importantes son las producciones de crías y leche para el sustento de las mismas;

finalmente son también importantes la producción de abono para la agricultura, sebos y huesos para diferentes usos (Bustinza, 2001).

2.1.1. Taxonomía

La alpaca se encuentra ubicado dentro de la siguiente clasificación taxonómica (Mamani, 2012):

Reino:	Animal (obtienen energía mediante digestión de alimentos)
Sub reino:	Metazoos (organismo multicelular que digieren comida)
Tipo:	Mamífero herbívoro (se alimentan de pastos y forrajes)
Phyllum:	Cordados (presentan notocorda, vailla esquelética rígida)
Sub phyllum:	Vertebrados (columna vertebral)
Super clase:	Tetrápodos (vertebrados terrestres)
Clase:	Mammalia (glándula mamaria)
Sub clase:	Euteria (crías desarrolladas en aparato genital)
Orden:	Artiodactyla (tercer o cuarto dedo termina en par)
Sub orden:	Tylopoda (patas con almohadillada plantar)
Familia:	Camelidae (metacarpos y metatarsos unidos)
Tribu:	Lamini (distribuidas en América del Sur)
Género:	Vicugna
Especie:	<i>Vicugna pacos</i> (Linneaus)

2.1.2. Razas de alpacas

Existen dos razas de alpaca bien definidas: Huacaya y Suri. La primera, se diferencia por sus características fenotípicas y se caracteriza por tener un vellón denso, de apariencia esponjosa parecido al vellón del ovino de la raza Corriedale, compuesto por fibras finas de menor longitud y con presencia de ondulaciones llamados rizos, dispuestas perpendicularmente al cuerpo, lo que da una apariencia más voluminosa al animal; es la más numerosa en el Perú, tal como lo manifiesta (Bustinza, 2001).

Las alpacas primitivas tenían una cobertura diferente a las que poseen las razas Suri y Huacaya, se constituía de dos capas o tipos de fibra: una representada por pelos largos y gruesos y otras por fibra muy fina y corta. Este tipo de cobertura en dos capas, aún se encuentra en la vicuña, guanaco y llama, que no han experimentado

mayor perfeccionamiento en este sentido. En este tipo de vellón, el pelo impide la penetración del agua de lluvia y la fibra corta actúa como aislante térmico (Solís, 2000).

2.1.3. Sistemas de crianza de alpacas

A grandes rasgos pueden distinguirse dos tipos de establecimientos dedicados a la cría de alpacas. En primer lugar, tenemos un tipo bastante tecnificado, con subdivisiones del campo que permiten la separación de las distintas categorías de animales, y una alimentación que incluye acceso a pasturas mejoradas. En estos establecimientos, los rebaños son grandes, alcanzando a menudo tamaños del orden de 300 a 2500 o más animales. En segundo lugar, tenemos los establecimientos de pequeños productores; en estos, los animales se crían con un mínimo de insumos, mano de obra casi siempre familiar y alimentación exclusivamente en base a pasturas naturales. Los rebaños, son de menor tamaño que en el caso anterior, con frecuencia del orden de 15 a 80 animales. Naturalmente, la clasificación recién hecha es una sobre simplificación de la realidad, encontrándose en la práctica una variedad de situaciones intermedias. Se estima que alrededor del 90 % de las alpacas de la región alto andina están en manos de pequeños productores (FAO, 1996).

Se conoce que los sistemas de crianza ganadera que predominan en el Perú son: sistema extensivo, intensivo y el sistema mixto. En la crianza de camélidos sudamericanos predomina casi en un 100 % el sistema de crianza extensivo; el sistema intensivo sólo se practica con fines de investigación de las características anatómicas, productivas y reproductivas (Mamani, 2012).

En el sistema de crianza pastoril o extensivo, los animales son pastoreadas en pastos naturales, puede ser libre o controlado, no se maneja en instalaciones, los niveles de producción son bajos, existe confinamiento por las noches para el descanso, existe una inversión mínima o casi nula, la producción está en relación directa a la presencia de lluvias y disponibilidad de pastos, climas desfavorables, en altitudes, muchas veces no hay control reproductivo, productivo y poco uso de mano de obra (Rojas, 2007).

2.2. EL TESTÍCULO, ESTRUCTURA Y FUNCIONES

Los testículos producen andrógenos y estrógenos que promueven el crecimiento muscular al incrementar la retención de nitrógeno. Cuando los testículos son removidos (castración), la producción de esteroides naturales anabólicos en machos se reduce. La testosterona en particular, está asociada con un balance positivo de nitrógeno, un incremento en el contenido de proteína de la canal y una disminución en su contenido de grasa. Estas hormonas endógenas sirven como coordinadores de la partición de nutrientes que soportan las demandas inmediatas para mantenimiento (homeostasis) y las demandas para funciones de producción (Unruh, 1986).

En alpacas, los testículos son órganos pares, de forma ovoide-redondeada, se encuentran en las bolsas escrotales localizadas en la región perineal. En la alpaca adulta, el peso promedio es de 18 g y mide de 3.5 a 4.5 cm de largo por 2.5 a 3 cm de ancho. En los machos tuis, uno de los testículos los puede tener de menor tamaño lo que generalmente se normaliza a partir del tercer año de edad. Los testículos funcionan tanto en la espermatogénesis como en la secreción de hormonas esteroides, principalmente testosterona, pero también algo de estrógenos (Hafez y Hafez, 2002).

Las gónadas en el macho tienen la función exocrina o espermatogénica y la endocrina o producción de andrógenos, siendo ambas controladas por las gonadotropinas hipofisarias: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). Se encuentra recubierto por el peritoneo y tiene una abundante irrigación e inervación y está dividido en lóbulos separados por septos que se proyectan hacia la porción más profunda del órgano donde se localiza el mediastino, mientras que el parénquima del órgano lo integran un gran número de túbulos seminíferos presentes en cada uno de los lóbulos (Pérez, 1999).

De esta forma, el testículo se compone básicamente de tubos seminíferos y tejido intersticial. Los tubos seminíferos son muy sinuosos, desembocan en la red de tesis o red de Hallery están formados por varias capas de células superpuestas, limitando externamente con una membrana basal que se encuentra directamente en contacto con los capilares sanguíneos que aportan los nutrientes necesarios y son los encargados de elaborar y segregar los espermatozoides y las células intersticiales o de Leydig tienen la función endocrina de producir andrógenos, de los cuales el más representativo es la testosterona

(Hafez y Hafez, 2002). La producción hormonal de los testículos es de vital importancia para la adecuada formación de los espermatozoides y el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios (Pérez, 2009).

2.2.1. La testosterona y sus acciones fisiológicas

La testosterona es un esteroide producido por las células intersticiales de Leydig de los testículos. Una pequeña cantidad lo producen las cortezas adrenales. Entre las funciones que cumplen se encuentran: estimula la espermatogénesis y prolonga la vida de los espermatozoides epididimarios; promueven el crecimiento, desarrollo y actividad secretoria de los órganos sexuales accesorios del macho, como próstata, glándulas vesiculares, glándula bulbouretral, conducto deferente y genitales externos pene y escroto; es responsable del mantenimiento de las características sexuales secundarias y del comportamiento sexual o libido del macho (Hafez y Hafez, 2002).

Las hormonas tienen efectos complejos en diferentes tejidos que intervienen en la reproducción, el crecimiento y el desarrollo, mantienen el medio interno y la producción, utilización y depósito de la energía. Las hormonas viajan en el plasma sanguíneo en forma libre en menor cantidad y representa su forma activa, o unidas a transportadores, como la albúmina (Jácome, 2005).

Las hormonas peptídicas se unen a receptores situados en la membrana de la célula; este complejo hormona-receptor se "internaliza" por endocitosis y va al núcleo, donde se activan los mecanismos necesarios para que se exprese el efecto hormonal; por su parte, las hormonas esteroideas (testosterona y estradiol) penetran de forma pasiva a través de la membrana citoplasmática, se unen a un receptor citosólico, este complejo se liga al ADN y origina la activación de genes. Según Malgor y Valsecia (2000), la testosterona cumple una variedad de funciones, entre las que se mencionan a:

2.2.1.1. Acciones sexuales

La testosterona es necesaria para el normal desarrollo de los genitales externos. Produce los siguientes efectos sobre los órganos sexuales primarios: promueve el crecimiento del escroto, pene y glándulas secretorias sexuales;

aumenta el peso y crecimiento testicular; estimula la espermatogénesis en los túbulos seminíferos; incrementa la libido. Además, la testosterona produce los siguientes efectos sobre las características sexuales secundarias: incremento de la masa muscular (acción anabólica); proliferación de las glándulas sebáceas, engrosamiento de la piel; hipertrofia de la laringe; distribución pilosa; aumento del ritmo de crecimiento de los huesos largos en la pubertad, y aumento de estatura; cierre de las placas epifisarias y cartílago de conjunción; comportamiento más agresivo y mayor vigor físico y muscular que la hembra. Estas acciones anabólicas son también evidentes en otros órganos y sistemas: hígado, riñón, corazón, médula ósea, entre otras.

2.2.1.2. Acciones sobre la hipófisis

Por retroalimentación negativa la testosterona inhibe la secreción de las gonadotrofinas hipofisarias, en el hipotálamo inhiben la producción de los factores de liberación de gonadotrofinas hacia el sistema portal hipotálamo hipofisario.

2.2.1.3. Acciones metabólicas

Los andrógenos y la testosterona producen en general efectos anabólicos y de tipo mineral o corticoide, tales como:

- Aumento de la síntesis de proteínas.
- Incremento de la retención de nitrógeno y balance de nitrógeno positivo.
- Acción miotrófica: Aumento de la masa muscular.
- Aumento de la estatura corporal: Efecto sobre huesos largos.
- Aumento del peso corporal.
- Retención de sodio, cloro y agua: acción mineralocorticoide.
- Retención de fósforo y potasio.
- Estímulo de la eritropoyesis: Los efectos eritropoyéticos de los andrógenos son plenamente conocidos. La concentración de hemoglobina es mayor en el macho adulto que en las hembras y animales jóvenes.

2.3. CASTRACIÓN EN ALPACAS

2.3.1. Finalidad de la castración en machos

La castración en los animales, es la técnica quirúrgica destinada a retirar los órganos sexuales, los testículos de un macho; es decir, consiste en la eliminación de las gónadas con el objeto de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales. Según Bavera y Peñafort (2006), la castración tiene como objetivos:

- Esterilidad permanente.
- Ausencia de la manifestación de los caracteres sexuales secundarios.
- Mejorar la aptitud para el engorde y la calidad de la carne (mayor grasa).
- Pérdida o reducción de la libido (ausencia de apetito sexual).
- Modificaciones síquicas: temperamento del animal más tranquilo, por la falta de las hormonas sexuales.
- Disminución del metabolismo basal.
- Menor agresividad.
- mejorar su producción, al lograr que desarrollen más las regiones de las cuales se obtienen cortes valiosos.
- Eliminar la reproducción de animales no aptos y
- Facilitar el manejo del rodeo.

Sin embargo, la castración es una de las medidas de manejo más estresante para el ganado, en donde el animal puede ser castrado mediante procedimientos cruentos (producen pérdida de sangre por corte) o incruentos (sin sangrado). Durante el estrés se produce un incremento en los niveles sanguíneos de cortisol, una hormona con propiedades inmuno supresivas que predispone a enfermedades infecciosas. En este sentido, la severidad de la castración ha sido asociada con la edad a la cual el ganado es castrado. La información revisada indica que el nivel de cortisol en sangre aumenta a medida que se incrementa la edad de castración. Por otro lado, aunque ambos métodos de castración reducen por igual la ganancia diaria de peso, la castración a cuchillo es más estresante (Bretschneider, 2009).

2.3.2. Castración y testosterona

En 10 alpacas adultas se midieron las concentraciones de testosterona sérica antes y después de la castración, determinándose que los niveles de testosterona circulante disminuyen alrededor del 91 % en la primera hora post-castración, hasta 94 % a las 6 horas, siendo el 3 % el decremento entre las 1 y 6 horas, tiempo a partir del cual no se encuentra variación significativa alguna. Esto daría un índice de la velocidad y secuencia del proceso y del tiempo de vida media en la sangre; aproximadamente el 95 % de la testosterona total sería producida por el testículo, correspondiendo presumiblemente el 5 % restante a la secreción adrenal (Losno *et al.*, 1977).

Se estudió el efecto de la castración sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de Cebones de raza Rubia Gallega, concluyéndose que la carne de los animales castrados es más grasa que la de los enteros, pero no se observaron diferencias en la dureza de la carne ni en las pérdidas de jugo por goteo y presión. Tampoco hubo diferencias en el color de la carne a las 24 h post mortem. La castración provocó un incremento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (especialmente el oleico) y saturados, y un descenso de poliinsaturados (Varela *et al.*, 2003). Debido a la mayor cantidad de testosterona, los animales enteros presentan mayor hipertrofia muscular, resultando en 7 % más músculo que los novillos (Bavera y Peñafort, 2006).

2.4. PESO VIVO DE ALPACAS

Varios estudios del pasado para la alpaca, reportaron pesos vivos muy diversos y aún contradictorios que, en el animal adulto van desde 55 kg hasta 110 kg, el promedio general de peso vivo de la alpaca aumenta rápidamente en los primeros estadios de vida del animal. Nace con 9 kg y al destete (8-9 meses de edad) llega a 28.5 kg con ligeras diferencias entre sexos y razas; este peso, continúa aumentando hasta los cuatro años de edad (61.58 kg en machos y 59.40 kg en hembras; a partir de esta edad los incrementos se producen en tasas menores, llegando a su máximo peso a los 7 u 8 años de edad, no obstante se han reportado incrementos hasta más de 70 kg de peso vivo en reproductores machos adultos (Bustanza, 2001). Según De Carolis (1987), el peso vivo de las alpacas jóvenes puede variar de 45 a 69.8 kg.

2.5. PESO Y RENDIMIENTO DE CARCASA

2.5.1. Peso carcasa de alpacas

De Carolis (1987), sostiene que la alpaca tui un peso carcasa promedio de 22.1 kg, y tomando en cuenta el efecto de la edad se puede reportar que a los dos años (edad en que se puede iniciar el beneficio de la alpaca), la carcasa de la alpaca pesa cerca de 23 kg, sigue aumentando considerablemente hasta la edad de 4 años, de aquí en adelante los aumentos son menores y parece detenerse a partir de los 6 años de edad. Por los que, se puede usar para diferentes cálculos, un peso promedio de 35 kg de carcasa, en la alpaca adulta y en condiciones buenas de explotación (Bustinza, 2001).

2.5.2. Rendimiento de carcasa

El rendimiento es la proporción de la carcasa o carne propiamente dicha con respecto al peso vivo del animal. No hay diferencias importantes entre rendimiento de hembras y machos enteros, tampoco con castrados en diferentes edades. Por consiguiente, se da en valores porcentuales en promedio general de la alpaca. El rendimiento porcentual presenta menos variación, con cifras que van entre 53 y 57 %, por lo que se puede usar el promedio de 55 % (Mamani, 2012).

Según De Carolis (1987) el rendimiento canal de las alpacas oscila entre 45.7 y 61 % (por ejemplo, de un animal de 45 kg de peso vivo se obtiene un peso canal de 22.1 kg que equivale a 48.8 % de rendimiento canal).

El mismo autor, reporta para vísceras y otros 19.8 kg (43.7 %), desechos y cuero 3.4 kg (7.5 %), carne sin hueso 19.1 kg (86.4 %), huesos 3 kg (13.6 %), carne deshidratada a partir de carne sin hueso 7 kg (36.6 %) y agua 22.1 kg (63.4%). La proporción de componentes anatómicos de canal de alpacas de peso vivo promedio de 48 kg y de rendimiento promedio de 52 %, es el siguiente: músculo 18.4 kg (73.62 %), hueso 5.2 kg (21.03 %), grasa 6.23 kg (0.95 %), que hacen un peso total de 23.9 kg (95.6 %).

Estos datos, tanto de los pesos vivos, así como del rendimiento de la carcasa, indican en forma indiscutible que la alpaca, tienen una buena producción y muy especialmente el rendimiento de la carcasa es alto y más alto que en los ovinos y

vacunos de esta región (Bustinza, 2001). Se llama rendimiento al peso que se obtiene de la carcasa con relación al peso vivo del animal después del beneficio y post una hora de oreo de la carcasa, generalmente se expresa en porcentajes (Rojas, 2007).

Apaza y Málaga (1996), al evaluar la ganancia de peso vivo de 50 alpacas y 30 llamas entre machos y hembras de cada especie animal del anexo Quimsachata, alimentadas a base de alfalfa y dactylis, bajo sistema de crianza intensivo durante 60 y 90 días de engorde, reportaron un rendimiento de carcasa de 55.33 % en llamas, el mismo que fue mayor respecto a las alpacas (52.77%).

Bustinza *et al.* (1993), realizaron la evaluación del rendimiento de la carcasa, peso y rendimiento de vísceras, apéndices y despojos en alpacas Huacaya macho del Centro Experimental La Raya, sometidas a dos condiciones de alimentación (40 animales en forma tradicional, es decir alimentadas en pasturas naturales y 40 animales sobre pasturas cultivadas ad-libitum). Concluyeron que la alimentación en pastos cultivados influye en los mayores pesos de carcasa y vísceras (pulmones, corazón, hígado, bazo, estómago e intestinos) estudiadas, en comparación a las vísceras de alpacas alimentadas en pastos naturales; así el peso total de las vísceras para alpacas que provienen de pastos cultivados fue de 5.52 kg, superior en 0.9 kg al peso total de las vísceras del grupo de alpacas que proceden de pastos naturales (4.62 kg).

2.6. PRODUCCIÓN DE CARNE

La carne tiene una estructura formada por fibras musculares que son como hebras que se mantienen unidas por un tejido proteico conjuntivo que las ordena en “paquetes” llamados fascículos (rodeados por una vaina llamada perimio), estos forman miofibrillas, los cuales están unidos por tejido que forma tendones los cuales a su vez se unen a los huesos. Las miofibrillas son atravesadas por filamentos, los cuales dividen o forman sectores llamados sarcómeros. Este tejido contiene dos proteínas: colágeno y elastina. El colágeno al calentarse se convierte en gelatina (Ponce, 2010).

La carne, como tal, puede subdividirse en diversas categorías generales. La mayor, en términos de consumo, es la roja. Las carnes rojas más corrientes son: las de vacunos,

porcino, ovino, pero sin embargo en muchos países se consumen también los procedentes de equinos, cabras, antílopes, alpacas, llamas, camellos, búfalos y conejos (Solís, 2000).

El comercio de la carnicería tiene un concepto mucho más amplio de la carne, muchas piezas comerciales se integran de masas musculare y de huesos, el carnicero no separa los músculos y los huesos, trozos que llegan en esta forma a la mesa del consumidor. En todo caso, la carne representa únicamente la parte mollar, comestible, nutritiva; los huesos son impropios para el consumo humano, aunque son excelentes condimentos; los mismo ocurre con el tejido conjuntivo; que no se consume y, sin embargo, contribuye a la preparación de gustosas composiciones culinarias (Solís, 2000).

La producción de carne es un renglón importante en la crianza de camélidos. Primero, porque se trata de un alimento de alto valor nutritivo que contribuye de manera importante a la nutrición de los pueblos alto andinos, segundo, porque con un debido reordenamiento de la estructura de los rebaños y mejora del manejo y la sanidad, es posible obtener beneficios económicos comparables con el aporte de la fibra (Mamani, 2012).

2.6.1. Factores que afectan a la calidad de la carne

La calidad de la carne depende de diversos factores intrínsecos propios del animal (raza, genotipo, sexo y edad) y extrínsecos o ligados al proceso productivo (alimentación, castración), además de otros relacionados con el manejo del animal y la canal en los momentos previos y posteriores al sacrificio (transporte, tiempo de espera, ayuno, estrés, método de aturdimiento, sangrado, enfriamiento de la canal, tiempo de maduración, envasado, etc.), tal como lo sostiene Sierra (2010).

Existen diferencias musculares entre sexos que se muestran de forma notable tras la pubertad del animal y que pueden deberse a la producción de hormonas sexuales, en concreto la testosterona. Estas diferencias hormonales afectan a la composición del musculo, de modo que en los machos la testosterona favorece una rápida formación de musculo en contra de la deposición de grasa, haciendo que la carne de machos presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados, lo que afectara a las características fisicoquímicas y sensoriales de la carne (Schreurs *et al.*, 2008). Por otro lado, la carne de los animales machos tiene mayor tendencia a incrementar su dureza con la edad que las hembras, lo que podría deberse en parte al

posible efecto estimulador de la testosterona sobre el contenido de colágeno (Gerrard *et al.*, 1987).

2.6.2. Componentes principales de la carne

2.6.2.1. Humedad

El agua es el componente químico más abundante de la carne, pues puede considerarse el nutrimento más esencial para la vida del animal y del ser humano. El contenido de agua de los recién nacidos es de 75 – 80 % y en animales adultos varía en forma inversa con respecto al contenido de grasa y representa un 75% en base libre de grasa (Schreurs *et al.*, 2008).

El tejido graso tiene muy poca o ninguna humedad por lo cual, mientras mayor sea el contenido de grasa en un corte o canal, menor será el contenido de agua. Durante el prerigor, cerca del 5 % es inmovilizada por la configuración física (grupo hidrofílico) de las proteínas. Durante el establecimiento del rigor la capacidad de retención de agua (CRA) disminuye en la medida en que el glucógeno se convierte a ácido láctico y se libera mayor agua causando una exudación visible (Carvajal, 2001).

2.6.2.2. Proteína

Las proteínas son sustancias complejas, formados por aminoácidos. Las proteínas son fuente de aminoácidos esenciales para la resistencia corporal ante las enfermedades infecciosas, para la digestión de las sustancias nutritivas, para la acción glandular endocrina y como los componentes de los anticuerpos, de las enzimas digestivas y de las hormonas. Estas en conjunto con el agua, no sólo son la base de la estructura corporal y tisular, sino también enzimas, hormonas y tienen funciones de agentes transportadores entre otros procesos. La carne es, una importante fuente de proteínas esenciales. El complejo comestible consiste principalmente de las proteínas actina y miosina juntas con pequeñas cantidades de colágeno, reticulina y elastina (Schreurs *et al.*, 2008).

2.6.2.3. Grasa

Las funciones de los lípidos en el cuerpo humano son, dar soporte y aislar órganos internos de choques térmicos, eléctricos y físicos. La lecitina y otros fosfolípidos son componentes de la membrana celular. El colesterol es un precursor de hormonas, sales biliares y vitamina D. Las grasas son una fuente importante de energía en la dieta humana pues aportan 2.25 veces más energía por unidad de masa que los carbohidratos y proteínas (Carvajal, 2001).

El organismo puede almacenar glucosa (el principal combustible metabólico) en el hígado en forma de glucógeno, que es liberada al torrente sanguíneo en caso necesario. Las grasas animales son totalmente digeribles, proveen el aminoácido esencial ácido linoléico y son vehículos para las vitaminas solubles en grasa (A, D, E, K). Otra ventaja del consumo moderado de grasas es que reduce el volumen de la dieta (pues tienen poca agua), aumentan el tiempo de digestión y aportan sabor a los alimentos (Schreurs *et al.*, 2008).

2.6.2.4. Cenizas

El método consiste en la medición de la masa de residuo inorgánico que queda después de quemar la muestra a 600 °C. El residuo está formado por óxidos, sales con aniones: fosfatos, cloruros, sulfatos, haluros y cationes: sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso (Carvajal, 2001).

2.6.3. Carne de alpaca

La carne de alpaca cuya producción total es consumida en el país está relegada a un plano inferior entre las categorías de carnes rojas. Una demostración clara de esta situación se observa en el precio que se paga por esta carne, que siempre es inferior al de las otras carnes; unas veces está a 1/2 y otras a 2/3 del precio de la carne de vacunos y ovinos. Esta situación es un reflejo de los prejuicios que se crearon desde hace siglos por las culturas europeas invasoras a Sudamérica (Bustinza *et al.*, 1993).

En la región de Puno la producción de carne de alpaca y llama, está directamente relacionada a la población animal, siendo la provincia de Lampa con mayor

producción de carne de alpaca el mismo que representa el 16.28 % de producción de carne en el 2009, seguido por las provincias de Melgar, Carabaya y Azángaro con producciones de 15.5, 12.4 y 10.46 % respectivamente (Mamani, 2012).

La producción total de carne depende naturalmente de la saca anual (número de animales que anualmente se descartan del rebaño para ser destinados a sacrificio). Se estima que el porcentaje de saca anual en el Perú, tanto en alpacas como en llamas, es del orden del 10 al 12%; ello se debe al bajo porcentaje de hembras que se suele mantener en los rebaños, así como a las bajas tasas de natalidad y altos índices de mortalidad de crías. Se recomienda una saca del 100% de capones (Bustinza, 2001).

2.6.3.1. Composición química de la carne de alpaca

La carne es un alimento cuya composición química es muy variada por los diversos componentes que ella contiene como el mayor componente es el agua alrededor del 76 %, las proteínas en un rango de 18 a 25 % vale decir en un promedio de 18 %, la grasa se encuentra en reducido porcentaje de 1 a 13 % en promedio y de 3 a 3.5 % de sustancias no proteicas (Tellez, 1994).

En el organismo animal se encuentra diversos tipos de lípidos, en los depósitos grasos, en cuanto a los carbohidratos, las carnes son pobres en este componente químico, en promedio representa el 1 %, entre ellos se tiene glucógeno, en la carne se encuentran diversos compuestos nitrogenados además de las proteínas, entre ellos se tiene a los polipéptidos, aminoácidos, aminas, purina, creatina, urea y amoniaco. Los minerales que se encuentran en las carnes alcanzan alrededor del 1% siendo los elementos más importantes el Na, K, Ca, Mg, y Fe (Bustinza *et al.*, 1993).

La composición química de la carne de alpaca es un tema de extrema importancia para el entendimiento de su valor nutritivo, en general los componentes mayoritarios en promedio son de 76.08 % de humedad, 20.48 % de proteínas, 1.40 % de grasa, 1.14 % de cenizas y 0.97 % de glúcidos (Tabla 1), encontrándose algunas diferencias entre animales de distintas edades y

regiones anatómicas, edad y el régimen alimenticio, tal como lo sostienen Bustinza *et al.* (1993).

Tabla 1. Composición química de la carne de alpaca de 2.5 años de edad

Región	Composición química, %				
	Agua	Proteína	Grasa	Cenizas	Glúcidos
Pierna	76.29	20.62	1.40	1.14	0.81
Brazuelo	76.29	20.35	1.37	1.14	0.87
Pecho	76.03	20.47	1.44	1.15	0.92
Cuello	75.69	20.48	1.39	1.14	1.29
Promedio	76.08	20.48	1.40	1.14	0.97

Fuente: Bustinza, 1993.

La cantidad de proteínas tanto en carne procedente de empresas como de comunidades alcanza en promedio a la cifra de 20.3 %, la proporción de agua a 75.8 %, la de grasa a 1.33 % y la de cenizas a 1.09 %. No se encontró diferencias para raza, sexo y edad, para las características mencionadas, por lo que se concluye que la carne de alpaca es de alta calidad nutritiva por su alto contenido proteico y bajo contenido de grasa, siendo similar a las demás carnes rojas en contenido de agua y cenizas (Novoa y Flores, 1991).

Se han realizado estudios sobre las características de la carne de los camélidos sudamericanos domésticos, que presenta valores nutricionales mostrados en la Tabla 2, pero aun así mucha de la información existente es incompleta o no está respaldada adecuadamente (Raggi, 2000).

Tabla 2. Composición química de la carne de llamas y alpacas (en base fresca)

Componentes	Llamas	Alpacas
Agua, %	70.2 ± 4.3	68.7 ± 7.5
Proteína, %	20.6 ± 2.4	20.7 ± 3.5
Extracto etéreo, %	8.2 ± 3.4	11.5 ± 8.2
Cenizas, %	1.0 ± 0.2	1.1 ± 0.2

Fuente: Raggi, 2000.

La carne de alpaca, es recomendada como una de los alimentos más nutritivos pues posee 22 % de proteínas, 56 miligramos de colesterol por cada 100 g de

carne y un contenido graso de 3 % por lo que es considerado “light”. Como producto deshidratado y seco, es decir charqui (56 % de proteína), que constituye una alternativa en dietas hiperprotéicas, además es una materia prima de alta calidad para elaborar embutidos como hot dog, salchichas, jamonadas, mortadela, ahumados y conservas entre otros (CONACS, 2006). Asimismo, según De Carolis (1987), la carne de alpaca presenta 72.48 % de humedad, 18.93 a 19 % de proteína cruda, 1.06 a 7.2 % de grasa y 1.11 a 1.21 % de ceniza.

Tabla 3. Composición química del músculo Longissimus thoracis y lumborum de alpacas y llamas

Componentes	Alpacas (n=20)	Llamas (n=40)
Humedad, %	73.64 ± 1.66 ^a	73.94 ± 1.87 ^a
Proteína, %	23.33 ± 0.69 ^a	23.12 ± 0.88 ^a
Extracto etéreo, %	0.49 ± 0.01 ^a	0.51 ± 0.01 ^a
Cenizas, %	2.54 ± 0.20 ^a	2.43 ± 0.25 ^b

Fuente: Cristofanelli *et al.*, 2004.

La carne de alpaca es baja en grasa y presenta un contenido de proteínas elevado con respecto a carne de rumiantes más convencionales y de cerdo. Se observa una composición similar entre la carne de alpaca y de llama, a excepción de las cenizas que son mayores para la alpaca (Tabla 3).

En la Tabla 4, se observa la composición química de la carne proveniente de la pierna (sin considerar la grasa subcutánea) de alpaca, cerdo y cordero, donde resalta el bajo contenido graso de la carne de alpaca y mayor contenido de proteínas, que la carne de las otras especies (Cristofanelli *et al.*, 2004).

Tabla 4. Composición química de la pierna de alpaca, cerdo y cordero

Componente	Alpaca	Cerdo	Cordero
Humedad, %	73.1	71.1	75.2
Proteína, %	24.0	19.4	20.3
Extracto etéreo, %	1.8	7.8	3.1
Cenizas, %	1.0	1.1	1.0
Carbohidratos, %	0.1	0.3	0.4

Fuente: Salvá, 2000; Zorogastúa, 2004; citado por Cristofanelli *et al.*, 2004

Cruz (2015), reporta los resultados del efecto de la castración en la composición química de la carne, corazón e hígado de la alpaca que en el tejido muscular (músculo Longissimus thoracis), el análisis proximal indica que el contenido de humedad, proteína y cenizas es similar en castrados y enteros ($P>0.05$), siendo los promedios de 73.69, 22.58 y 1.09 %, respectivamente. Pero, el contenido de grasa es mayor en castrados (2.16 %) que en los enteros (1.57 %) con evidencias estadísticas significativas ($P\leq 0.05$).

2.6.4. Vísceras, apéndices y despojos

Bautista *et al.* (2008), clasifican como componentes no cárnicos al aparato respiratorio (pulmón), corazón, hígado, bazo, aparato digestivo (estomago e intestinos), sangre, piel, patas y cabeza. Las vísceras y apéndice (pulmón, corazón, hígado, bazo, estomago, intestinos), son utilizados en su totalidad para la alimentación humana en los andes; y finalmente la piel con fibra (cuero), también es utilizada para diferentes labores artesanales o para la industria. Según Castillo (2004), los subproductos del sacrificio de alpacas adicionalmente a la carne comercializada por canales en el proceso de beneficio, se obtienen diversos productos que complementan la comercialización de la alpaca y se clasifican en comestibles y no comestibles.

2.6.4.1. Comestibles

Se consideran a las vísceras rojas y blancas. Las primeras están constituidas por el corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones; mientras las segundas incluyen a la panza, librillo, cuajar, intestino delgado, intestino grueso, patas, sesos, cola, lengua, cabeza y órganos genitales. Otros restos cárnicos: esófago y músculo subcutáneos, son empleados en la fabricación de embutidos.

Pulmones. Los pulmones conocidos también como bofes son vísceras ricas en albuminoides y muy consumida en la alimentación humana. Encontrándose pesos de 0.83 y 0.75 kg para pulmones de alpacas (Bustinza *et al.*, 1993).

Corazón. El corazón de alpacas es una víscera muy utilizada en la alimentación humana como en los anticuchos, plato muy apetecible por la población, al igual que el de los vacunos, ovinos y porcinos. El peso promedio del corazón en alpacas que provienen de pastos naturales es de 0.37 kg (Bustinza *et al.*, 1993), comparando con otras especies de animales es inferior al peso del corazón (equinos 4.0, kg y vacunos, 2.5 kg) y es superior al peso de ovinos (0.25 kg), tal como lo sostiene Sison (1969). También se reportaron pesos del corazón de 0.26 kg en alpacas adultas procedentes de la alimentación en pastos naturales (Téllez, 1992).

Hígado. El hígado de alpaca es comestible y rica en proteínas, minerales y vitaminas; su peso promedio para alpacas provenientes de la alimentación en pastos naturales el peso promedio es de 0.92 kg (Bustinza *et al.*, 1993). También encontraron pesos de 0.63 kg (Téllez, 1992).

Bazo. El bazo de alpacas es un órgano rico como fuente de proteína, hierro y vitaminas, tiene un peso promedio de 0.06 kg para alpacas provenientes de pastos naturales (Bustinza *et al.*, 1993). También existen reportes de pesos de 0.053 kg del bazo para animales adultos provenientes también de pastos naturales (Téllez, 1992).

Aparato digestivo. Son viseras utilizadas para la alimentación humana, en alpacas provenientes de pastos naturales se encontró un peso de 1.52 kg (Bustinza *et al.*, 1993).

Cabeza y patas. Los apéndices cabeza y patas tienen un peso promedio de 4.87 kg y 3.98 kg, respectivamente (Téllez, 1992).

Piel con fibra (cuero). El promedio de peso para las alpacas procedentes de pastos naturales fue de 5.94 kg, esto se atribuye a la influencia de muchos factores como el tamaño del crecimiento de la fibra, la calidad de la alimentación y el desarrollo corporal, entre otros (Bustinza *et al.*, 1993). Las pieles y cueros de los camélidos se comercializan en forma fresca o salada.

Sin embargo, el recurso no es adecuadamente aprovechado, pues se pierde grandes cantidades de cueros por mal manejo de los mismos, al tener animales con sarna y en la post cosecha de fibra (Mamani, 2012).

2.6.4.2. No comestibles

Cueros. Es el subproducto de mayor valor; se ejerce estricto control de calidad en su procesamiento para evitar cortes y rasgaduras que pudieran disminuir su valor comercial es enviado descarnado a las tenerías (curtidurías).

Sangre. Es refrigerada y sometida a un proceso de centrifugación para separar la hemoglobina del plasma sanguíneo y someterlos a tratamientos térmicos mediante los cuales son desecados, y respectivamente empleados en la fabricación de alimentos concentrados para animales y embutidos. Además, por ser fuente incalculable de proteínas, la hemoglobina y el plasma sanguíneo son utilizados para la formulación de productos importantes en la industria farmacéutica.

Cascos. De ellos se obtiene la denominada cacharían, producto rico en nitrógeno proteico, empleado en la industria de los fertilizantes.

Sebo. Es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Se utiliza en la fabricación de alimentos concentrados para animales.

Huesos y restos de carne. Son sometidos a un complejo proceso que los transforma en harina de grano muy fino, la cual es utilizada en la fabricación de alimentos concentrados para animales

2.7. CORRELACIONES

Medidas del grado de relación (lineal) entre dos variables; se dice que están correlacionadas positivamente si varían en la misma dirección, esto es: cuando aumenta una variable también aumenta la otra, o cuando una disminuye la otra

también. Se dice que están correlacionadas negativamente si varían en direcciones opuestas, esto es: cuando una aumenta la otra disminuye. Así el coeficiente de correlación nos dice como dos variables se encuentran entre cero y ± 1 . Aunque el coeficiente de correlación nos dice como dos variables tienden a moverse en la misma o en opuesta dirección, esto no siempre significa que el movimiento de una es la causa o el efecto del movimiento de la otra. La relación de causa y efecto debe ser deducida, si es posible, de otros hechos conocidos relacionados con estas dos variables. Se dice que el coeficiente de correlación es significativo, altamente significativa o no significativa, según su valor cuantitativo y el número de individuos observados para calcularlo (Canales, 2011).

El valor de la correlación oscila entre -1 y 1. Si este es 0, significa que los caracteres son independientes y no tienen genes en común. Si es positivo indica que la dependencia es tal que al aumentar el valor genético de uno también lo hace el otro en el mismo sentido. Sin embargo, no todas las relaciones son tan ideales, en el común de los caso $-1 < r < 1$. Empíricamente se afirma que:

- Si $r = 1$ correlación perfecta
- Si $0.9 \leq r < 1$ ó $-1 < r \leq -0.9$ correlación excelente
- Si $0.8 \leq r < 0.9$ ó $-0.9 < r \leq -0.8$ correlación buena
- Si $0.6 \leq r < 0.8$ ó $-0.8 < r \leq -0.6$ correlación regular
- Si $0.3 \leq r < 0.6$ ó $-0.6 < r \leq -0.3$ correlación mala o mínima
- Si $-0.3 < r < 0.3$ no hay correlación

El comportamiento de un factor o variable rara vez ocurre de manera marginal o aislada de otros factores o variables; es decir lo usual es que las 25 variables tengan efectos que interactúan entre sí para producir diversos resultados. En estos casos nacen interrogantes acerca de la forma en que las variables se relacionan e interactúan entre sí, es decir, de qué manera el comportamiento de una variable factor está relacionado con o depende del comportamiento de otras variables (Toma y Rubio, 2008).

2.8. MARCO CONCEPTUAL

2.8.1. Vísceras

Son despojos que se encuentran en las cavidades torácicas, abdominales y pélvicas, incluyendo la tráquea y el esófago. Las vísceras rojas son los órganos con tonalidad del color rojo de los animales como el corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones.

2.8.2. Composición nutricional

Es el conjunto de elementos que conforman una sustancia.

2.8.3. Valor nutritivo

Este viene dado por la cantidad de nutrientes que aportan a nuestro organismo cuando son consumidos. Estos nutrientes pueden ser lípidos, glúcidos, proteínas, vitaminas y minerales. El valor nutritivo es diferente en cada grupo de alimentos, algunos alimentos poseen más o menos nutrientes que otros.

2.8.4. Humedad

Presencia de agua u otro líquido en un cuerpo o en el ambiente. Agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.

2.8.5. Proteína

Las proteínas son compuestos químicos muy complejos que se encuentran en todas las células vivas: en la sangre, en la leche, en los huevos y en toda clase de semillas y pólenes. Hay ciertos elementos químicos que todas ellas poseen, pero los diversos tipos de proteínas los contienen en diferentes cantidades. En todas se encuentran un alto porcentaje de nitrógeno, así como de oxígeno, hidrógeno y carbono.

2.8.6. Cenizas

Polvo mineral de color gris claro que queda como residuo de una combustión completa.

2.8.7. Grasa

Sustancia animal o vegetal que se encuentra en los tejidos orgánicos y que forma las reservas de energía de los seres vivos, ya que tiene gran poder calorífico.

2.8.8. Subproductos

Son cuerpos enteros (o partes) de animales o productos de origen animal no destinados al consumo humano, incluidos óvulos, embriones y esperma, derivados del procesado de los mismos para la obtención de alimentos para consumo humano u otro uso.

2.8.9. Carcasa

La carcasa es el producto primario del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades; es un paso intermedio en la producción de carne, que es el producto terminado. La carcasa es un continente cuyo contenido es variable y su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa.

2.8.10. Castración

La técnica de la castración consiste en una intervención quirúrgica en la cual se produce la extirpación de los testículos en las alpacas machos. La castración es una cirugía que tiene como fin eliminar los órganos sexuales del macho, para impedir la reproducción del animal. Esta faena debe ser realizada por una persona capacitada para este tipo de cirugía

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

3.1.1. Localización

El periodo de ejecución del presente estudio estuvo comprendido entre enero a diciembre de 2018, en el Centro de Investigación y Producción (CIP) “La Raya”, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, ubicado a la altura del Km 190 de la carretera asfaltada Puno – Cusco, en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar y región de Puno, situado a una altitud que varía entre 4200 a 5470 msnm, a 10° 13’ 33” de latitud Sur, 20° 57’ 12” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

3.1.2. Condiciones ecológicas

El CIP La Raya, cuenta con una superficie total de 5095.87 hectáreas y corresponde a la zona agro ecológica de puna húmeda con un clima semi seco y frío, donde las temperaturas varían de -12 a 18°C, con una precipitación pluvial promedio de 932 mm/año. Durante el año se presenta 2 épocas bien definidas, noviembre a abril corresponde a la época de lluvias y los meses de mayo a octubre a la época de estiaje.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Animales en estudio

Para el presente estudio, los animales en estudio fueron las alpacas machos tui mayor de 2 años de edad, pertenecientes al Instituto de Investigación y Producción de Camélidos Sudamericanos (IIPC), los cuales se encuentran en el Centro de Investigación y Producción (CIP) La Raya, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

3.2.2. Sistema de manejo y alimentación

El sistema de crianza de los animales fue de tipo pastoril o extensivo, los animales seleccionados para el estudio pernoctaban en sus corrales durante la noche, y durante el día salían a pastar en las praderas naturales existentes en el CIP La Raya, en

igualdad de condiciones tanto los animales experimentales como los animales de control (enteros) junto al resto del rebaño, durante 7 meses. Todos los animales estuvieron en aparente buen estado sanitario, dado a que los animales son conducidos bajo un control sanitario de acuerdo al calendario alpaquero.

3.2.3. Materiales, equipos e instrumentos

Los diversos materiales, equipos e instrumentos utilizados en el presente estudio fueron los siguientes:

- Sala de cirugía (adaptada)
- Equipo de cirugía menor
- Balanza tipo plataforma para registro de peso vivo
- Libreta de campo
- Equipo de faenado de ganado
- Pintura
- Balanza tipo reloj con capacidad de 10 kg.
- Cámara fotográfica
- Tablero de campo
- Envases de muestreo de polietileno
- Caja teknoport con hielo

3.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.3.1. Elección e identificación de alpacas

Para la investigación se utilizaron 14 alpacas Huacaya de 2 años de edad (tuis mayores), elegidas en forma aleatoria del hato de tuis. De los 14 animales, 7 fueron castrados (grupo experimental) y 7 eran enteros o no castrados (grupo control). Los animales seleccionados fueron identificados con marcas de pintura en la grupa, además de registrar su código de arete.

3.3.2. Pesaje de alpacas

El peso vivo inicial antes del castrado de cada animal, se registró utilizando una balanza tipo plataforma, previa identificación correspondiente.

3.3.3. Castración

Las alpacas tuis machos fueron acorralados un día anterior de la castración, para iniciar con la actividad al día siguiente desde las 6:00 am, los animales fueron inmovilizados completamente utilizando soguillas. Antes de proceder con la cirugía, la zona del escroto y su entorno han sido lavados con agua y jabón carbólico y luego desinfectado con yodo al 7 %.

La técnica utilizada para la orquiectomía bilateral fue la castración a testículo abierto o método quirúrgico, que es el más fácil y común en nuestro medio. La técnica consistió en extraer los testículos haciendo una incisión en el escroto utilizando un equipo de cirugía menor y con anestesia local.

Se realizaron cortes en cada bolsa testicular (escroto) dividiendo cada uno de los planos anatómicos a fin de extraer los testículos con la menor sangría posible y cuidando que el cordón espermático quede bien sellado. Luego de extraído los testículos, la bolsa escrotal abierta fue lavada con yodo al 7 %. Se hicieron revisiones periódicas a fin de evitar infecciones secundarias.

3.3.4. Pesaje de alpacas antes del beneficio

Las alpacas tuis tanto del grupo experimental como del grupo testigo fueron pesados y registrados el peso vivo al sacrificio antes del degüello, debidamente identificadas.

3.3.5. Beneficio de alpacas

El beneficio de los animales se realizó 7 meses después de la castración. El faenado se efectuó en horas de la mañana y estando el animal en ayunas. El método de aturdimiento fue por desmedulación utilizando la técnica de puntilla a nivel de la articulación atlanto-occipital y la muerte del animal por sangría cortando los vasos sanguíneos del cuello (degüello).

Posteriormente se procedió al izamiento de los animales, sujetándolos de los tendones y las articulaciones de los corvejones a un sistema de trípode. Luego, fueron bajados y se procedió al desuello, momento en que se separó la cabeza, las patas y el cuero; posteriormente, se procedió a la evisceración tanto de las vísceras

abdominales como torácicas. El tracto digestivo total se pesó lleno y vacío y por diferencia se estimó el peso del contenido digestivo. Finalmente, se realizó el izamiento de la carcasa o canal para el lavado y oreado.

3.3.6. Registro de peso de carcasa

La carcasa se pesó inmediatamente después del sacrificio (peso de carcasa caliente, PCC). El peso de la canal o carcasa húmedo, peso de cuero, cabeza, patas, corazón, hígado, pulmones (incluido la tráquea), riñones, bazo y sistema digestivo lleno y vacío, se registró utilizando una balanza tipo reloj de 50 kg de capacidad.

3.3.7. Obtención de muestras

La toma de muestras de tejido muscular (carne) se realizó en la misma zona del beneficio, de la región longissimus dorsi. La cantidad de muestra fue de aproximadamente 50 g por región anatómica, la cual fue depositada en bolsas de polietileno y colocada en caja refrigerante, para su posterior análisis químico.

3.3.8. Análisis de composición químico de muestras

Los contenidos de humedad y materia seca, se determinaron mediante el método tradicional de secado de muestras en estufa de circulación forzada a 60°C por 48 horas o hasta lograr un peso constante (Roque, 2012). Posteriormente, las muestras desecadas fueron pulverizadas en un molino Wiley® con malla de 1 mm, cuyo material sirvió para la determinación del análisis proximal o de Weende.

A las muestras molidas, se les determinó ceniza total (CT) mediante el método de incineración directa en una mufla a 600°C; proteína cruda (PC) por el método estándar de Kjeldahl, calculándose la proteína a partir del valor de nitrógeno multiplicado por el factor de corrección (6.25); y extracto etéreo o grasa (EE) por extracto soluble en éter sobre la muestra seca en el extractor Soxhlet y se calculó por diferencia de peso. El contenido de nifex o extracto libre de nitrógeno se calculó mediante la diferencia de 100 y los valores de humedad, CT, PC, EE y FC.

3.3.9. Rendimiento de carcasa

El rendimiento de carcasa se determinará aplicando la fórmula siguiente:

$$RC = \left(\frac{\text{peso de carcasa}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

Donde: RC = Rendimiento de carcasa

3.3.10. Rendimiento de componentes no cárnicos

El rendimiento de los componentes no cárnicos se determinará mediante la fórmula siguiente:

$$Rcnoc = \left(\frac{\text{peso componente no cárnico}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

Donde: $Rcnoc$ = rendimiento de componente cárnico o no cárnico

3.3.11. Correlación entre rendimiento de carcasa y los componentes no cárnicos

Para la determinación de la correlación entre el peso de la canal o carcasa y el peso de los componentes no cárnicos, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, cuya fórmula es:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} * \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

3.3.12. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados aplicando el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 2 tratamientos (enteros y castrados) y 7 repeticiones por tratamiento, cuyo modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Variable de respuesta.
- μ = Media general
- τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento ($i= 1, 2$).
- ε_{ij} = Error experimental ($j=1, 2 \dots 7$)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO DE CARCASA DE ALPACAS

4.1.1. Peso vivo y peso de carcasa

Los resultados de peso vivo y peso de carcasa de las alpacas en estudio, según su estado reproductivo se observan en la Tabla 5 (Anexos 1 y 2), los mismos que evidencian una relación directa entre el peso vivo y el peso de la carcasa de las alpacas, que en promedio los tuis castrados de dos años de edad y con un peso de 52 kg lograron un peso de carcasa de 29.71, frente a los tuis enteros de 45.5 kg que obtienen 25.93 kg de carcasa, con un promedio general de 27.82 kg.

Los pesos promedios de carcasa caliente obtenidos en este estudio son superiores a los reportes de De Carolis (1987), quien en alpacas tui logró un peso de carcasa promedio de 22.1 kg e indica que tomando en cuenta el efecto de la edad se puede reportar que a los dos años (edad en que se puede iniciar el beneficio de la alpaca), la carcasa de la alpaca pesa cerca de 23 kg. Esta diferencia se debe a que los animales del presente estudio estuvieron ubicados en la zona agroecológica de puna húmeda que favorece una mayor cobertura vegetal, el mismo que permite un mayor desarrollo corporal con mayor ganancia de peso vivo y un mayor peso de carcasa.

El peso de la carcasa de los animales varía con la edad del animal, su incremento va considerablemente hasta la edad de 4 años, de aquí en adelante los aumentos son menores y parece detenerse a partir de los 6 años de edad. Por lo que, se puede usar para diferentes cálculos, un peso promedio de 35 kg de carcasa, en la alpaca adulta y en condiciones buenas de explotación (Bustanza, 2001).

4.1.2. Rendimiento de carcasa

El rendimiento de carcasa, que es la proporción de la carcasa o canal propiamente dicha con respecto al peso vivo del animal después del beneficio y post una hora de oreo de la misma (Rojas, 2007), en las alpacas tuis en estudio y según su estado reproductivo, se observa en la Tabla 5 (Anexos 1 y 2), donde el promedio global es de 57.12 %, siendo el rendimiento de carcasa para tuis castrados de 57.15 % frente a

los enteros que poseen un 57.09 %; los mismos que, no difieren estadísticamente entre ellos. Este resultado evidencia que la castración no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de carcasa de las alpacas tuis de dos años de edad, aunque haya una superioridad de 0.06 % de rendimiento de carcasa a favor de las alpacas tuis castrados.

El ligero rendimiento superior de carcasa en alpacas tuis castrados respecto a los enteros, se atribuye a la ausencia de testículos, ya que al castrarse a los tuis, se suprime la síntesis de testosterona en los conductos seminíferos de los testículos, hormona que cumple muchas acciones fisiológicas en el macho entero; es decir en animales castrados, los niveles de testosterona se reducen al mínimo, con lo que el metabolismo del animal cambia ostensiblemente, el mismo que se refleja en esterilidad permanente y supresión de los caracteres sexuales secundarios del macho, mejorando la aptitud de engorde y calidad de la carne por el mayor depósito de grasa (Bavera y Peñafort, 2006).

Tabla 5. Rendimiento de la carcasa de alpacas según su estado reproductivo

Estado reproductivo	Peso, kg		Rendimiento de carcasa, %
	Vivo al sacrificio	Carcasa caliente	
Castrado	52.00	29.71	57.15 ^a
Entero	45.50	25.93	57.09 ^a
Promedio	48.75	27.82	57.12

a, Promedios con la misma letra minúscula, no muestran diferencia estadística significativa

Sobre el particular Schreurs *et al.* (2008), indican que las diferencias hormonales (entre castrados y enteros) afectan a la composición del musculo, de modo que en los machos enteros la testosterona favorece una rápida formación de musculo en contra de la deposición de grasa, haciendo que la carne de machos enteros presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados. Por lo tanto, es conveniente realizar la castración en alpacas ya que mejora el peso vivo final al beneficio y su rendimiento de carcasa.

Asimismo, Bavera y Peñafort (2006) señalan que la castración modifica la conducta del animal, por disminución de la testosterona, haciéndolo más tranquilo. De modo que el animal castrado hace menos esfuerzo muscular y su energía disponible se

almacena como triglicéridos en los distintos niveles del tejido adiposo (subcutánea, alrededor de los órganos, entre y dentro las fibras musculares), por esta razón, los niveles de grasa se incrementan (lipogénesis).

Los rendimientos promedios obtenidos es este estudio, superan a los valores citados por Mamani (2012), quien señala que el rendimiento de carcasa de alpacas para la región Puno se encuentra dentro de los parámetros que oscila entre 53 y 57 %, pudiendo utilizarse como promedio 55 %; este valor, es inferior en 2.15 y 2.09 % con relación al presente estudio en alpacas castrados y enteros, respectivamente; lo que evidencia que los resultados del presente estudio, superan a los valores promedios citados para la región de Puno.

Del mismo modo, supera a los resultados obtenidos por Apaza y Málaga (1996), quienes al evaluar la ganancia de peso vivo de alpacas machos y hembras del anexo Quimsachata, alimentadas a base de alfalfa y dactylis, bajo sistema de crianza intensivo, reportaron un rendimiento de carcasa de 52.7 %. No obstante, los valores hallados tanto para tuis castrados y enteros, se encuentran dentro de los valores citados por De Carolis (1987), quien sostiene que la variación del rendimiento de carcasa para alpacas varía entre 45.7 y 61 %.

Los resultados, tanto de los pesos de carcasa, así como del rendimiento de la misma, indican en forma indiscutible que la alpaca, tienen una buena producción cárnica y muy especialmente el rendimiento de carcasa es alto y mejor en comparación a los ovinos y vacunos de esta región que tienen un menor rendimiento de carcasa, cuya afirmación es corroborado por Bustinza (2001).

4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE ALPACA

Los resultados individuales de la composición química de la carne del músculo Longissimus dorsi de la alpaca tui de dos años de edad, obtenidos en el presente estudio, se encuentran en el Anexo 3, y sus promedios se observan en la Tabla 6, en el que se evidencia que la carne de alpaca tiene un contenido promedio global de 76.08; 20.36; 1.76; 1.11 y 0.7 % de humedad, proteína, grasa, ceniza y nifex respectivamente, con valores promedios de 75.83; 20.37; 2; 1.09 y 0.7 % para

alpacas tuis castrados frente a los enteros que tienen valores de 76.33; 20.35; 1.51; 1.12 y 0.69 % para el contenido de humedad, proteína cruda, grasa total, ceniza y nifex,; estos resultados son de extrema importancia para el entendimiento de su valor nutritivo.

El resultado del análisis de variancia de los datos evidencia una diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre tuis castrados y enteros (no castrados) para los componentes de humedad, proteína cruda, grasa y cenizas, mas no existe diferencia estadística significativa para el componente nifex, llamados también extracto no nitrogenado (ENN) o extracto libre de nitrógeno (ELN). En consecuencia, se asevera que la castración de alpacas tiene efecto sobre la composición química de la carne, con un mayor contenido de proteína y grasa totales en los tuis castrados (20.37 y 2 %) que los enteros (20.35 y 1.51 %), con una clara relación inversa con el contenido de humedad y ceniza de animales castrados (75.83 y 1.09) y los enteros (76.33 y 1.12 %), respectivamente.

Estos resultados evidencian que la carne de los tuis castrados tienen un mayor contenido de proteína y grasa, este último puede ser visible o invisible (grasa interfascicular), cuya cantidad influye en su valor nutritivo y en la digestibilidad; mientras que la carne de los tuis enteros, poseen un mayor contenido de agua y ceniza, este último se debe a la mayor actividad física y el ejercicio que haya realizado el animal entero, haciendo que la carne sea más dura y con mayor contenido de ceniza. Es menester resaltar, que los resultados alcanzados muestran que la carne alpaca tui tiene un menor contenido de agua a mayor contenido graso, el mismo que es corroborado por Mena (2012).

Tabla 6. Composición química porcentual de la carne de alpacas tuis macho, según estado reproductivo, en base húmeda

Estado reproductivo	Composición proximal, %				
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Nifex
Castrado	75.83 ^b	20.37 ^a	2.00 ^a	1.09 ^b	0.70 ^a
Entero	76.33 ^a	20.35 ^b	1.51 ^b	1.12 ^a	0.69 ^a
Promedio	76.08	20.36	1.76	1.11	0.70

a, b. Promedios con diferente letra minúscula, muestran diferencia estadística significativa

Este cambio en la composición química de la carne de alpaca, sin duda, se debe a la ausencia de la testosterona, ya que esta hormona cumple muchas acciones fisiológicas en el macho entero y que, al castrarse a los animales, se suprime la síntesis de testosterona en las células de Sertoli de los testículos. Al respecto Bavera y Peñafort (2006), señalan que la castración modifica el temperamento del animal, por disminución de la testosterona, haciéndolo más tranquilo; de modo que el animal castrado hace menos esfuerzo muscular y su energía disponible se almacena como triglicéridos en los distintos niveles del tejido adiposo (subcutánea, alrededor de los órganos, entre y dentro las fibras musculares), por esta razón, los niveles de grasa se incrementan (lipogénesis).

Al respecto, Schreurs *et al.* (2008) indican que las diferencias hormonales (entre castrados y enteros) afectan a la composición del musculo, de modo que en los machos la testosterona favorece una rápida formación de musculo en contra de la deposición de grasa, haciendo que la carne de machos enteros presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados, lo que afecta a las características fisicoquímicas y sensoriales de la carne. Por otro lado, la carne de los animales machos enteros tiene mayor tendencia a incrementar su dureza con la edad, en comparación con las hembras, lo que podría deberse en parte al posible efecto estimulador de la testosterona sobre el contenido de colágeno, tal como lo precisan Gerrard *et al.* (1987).

La afirmación descrita es corroborada con lo sostenido por Varela *et al.* (2003), quienes al estudiar el efecto de la castración sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de cebones de raza Rubia Gallega, concluyen que la carne de los animales castrados es más grasa que la de los enteros, aunque no se observaron diferencias en la dureza de la carne ni en las pérdidas de jugo por goteo y presión. Además, la castración provocó un incremento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y saturados, y un descenso de poliinsaturados.

Asimismo, Mabry y Bass (1998) sostienen que el contenido de grasa total en la carne tal vez sea el parámetro de la composición proximal con mayor efecto sobre la calidad de la carne, considerando que en general mejora dicha calidad y que una

cantidad por debajo del 2 % en el músculo podría ser responsable de rechazo en el consumidor, ya que las grasas son una fuente importante de energía en la dieta humana pues aportan 2.25 veces más energía por unidad de masa que los carbohidratos y proteínas (Carvajal, 2001). Por lo tanto, es conveniente realizar la castración en alpacas ya que mejora su calidad; sin embargo, se debe considerar que existen otros factores que influyen sobre el contenido de grasa en la carne y el comportamiento productivo de los animales de abasto incide directamente en la calidad de carcasas (valor comercial).

Por ejemplo, Sierra (2010) indica que la calidad de la carne depende de diversos factores intrínsecos propios del animal (raza, genotipo, sexo y edad) y extrínsecos o ligados al proceso productivo (alimentación, castración, entre otros), además de otros relacionados con el manejo del animal y carcasa en los momentos previos y posteriores al sacrificio (transporte, tiempo de espera, ayuno, estrés, método de aturdimiento, sangrado, enfriamiento de carcasa, tiempo de maduración, envasado, etc.).

Los resultados promedios obtenidos en este estudio, son bastante similares a los reportes de Bustinza *et al.* (1993) quienes, tras analizar la composición química de la carne de alpaca, obtuvieron un promedio de 76.08 % de humedad, 20.48 % de proteína cruda, 1.40 % de grasa, 1.14 % de cenizas y 0.97 % de glúcidos, encontrando algunas diferencias entre animales de distintas edades y regiones anatómicas. Asimismo, son similares a los reportes de Salvá *et al.* (2009), quienes aseveran que la carne de alpaca tiene un contenido promedio de humedad, proteína, grasa intramuscular y minerales de 74.17, 22.7, 2.1 y 1.1%, respectivamente.

Por otro lado, se encuentran dentro de los rangos señalados por Farmer (1994), quien manifiesta que en general, la carne contiene entre 71 y 75 % de humedad, 20 a un 23 % de proteína cruda, 1 a 6 % de grasa, 1 % de sustancias minerales y menos de 1 % de hidratos de carbono. De igual forma, Pearson y Young (1989), establecen que el músculo de los animales adultos contiene 70 a 78 % de agua, 15 a 22 % de proteínas, 1 a 13 % de grasa, 1 % minerales y menos de 2 % de hidratos de carbono, rangos en lo que también se encuentra la carne de alpaca.

Sobre el particular Novoa y Flores (1991), manifiestan que la cantidad de proteínas tanto en carne procedente de empresas como de comunidades alcanza en promedio a la cifra de 20.3 %, la proporción de agua a 75.8 %, la de grasa a 1.33 % y la de cenizas a 1.09 %. La carne de alpaca, es recomendada como una de los alimentos más nutritivos pues posee 22 % de proteínas, 56 miligramos de colesterol por cada 100 g de carne y un contenido graso de 3 %, por lo que es considerado “light” (CONACS, 2006). Asimismo, según De Carolis (1987), la carne de alpaca presenta 72.48 % de humedad, 18.93 a 19 % de proteína cruda, 1.06 a 7.2 % de grasa y 1.11 a 1.21 % de ceniza; estos valores son muy cercanos a los resultados del presente estudio.

Resultados similares, aunque con ligeras diferencias fueron reportados en alpacas por Cruz (2015), quien detalla los efectos de la castración en la composición química de la carne, corazón e hígado, haciendo notar que el tejido muscular Longissimus thoracis, en base al análisis proximal presenta un contenido de humedad, proteína y cenizas similares entre los animales castrados y enteros ($P > 0.05$), siendo los promedios de 73.69, 22.58 y 1.09 %, respectivamente. Pero, el contenido de grasa fue mayor en castrados (2.16 %) que en los enteros (1.57 %) con evidencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

Es necesario resaltar lo indicado por Cristofanelli *et al.* (2004), quien refiere que la carne de alpaca tiene un bajo contenido de grasa y presenta un contenido de proteínas elevado con respecto a carne de rumiantes más convencionales como el vacuno, el ovino y de cerdo; el mismo que es corroborado por el presente estudio, tanto en alpacas tuis castrados y enteros. Las proteínas son fuente de aminoácidos esenciales para la resistencia corporal ante las enfermedades infecciosas, para la digestión de las sustancias nutritivas, para la acción glandular endocrina y como los componentes de los anticuerpos, de las enzimas digestivas y de las hormonas (Schreurs *et al.*, 2008).

El hecho de que la carne de alpaca tenga un mayor contenido de proteína y bajo contenido de grasa permite atribuir, que esta carne posee mejores cualidades nutritivas, relacionadas con bajo contenido de colesterol, es así que Cristofanelli *et al.* (2004) determinaron valores de 51 mg/100 g de colesterol en carne (L. dorsi) de alpacas y muy parecido al contenido de colesterol de 42-47 mg/100 g encontrados

en carne de camellos (RIRDC, 2007; Duckett *et al.*, 2009). Del mismo modo, Coates y Ayerza (2004) estudiaron 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.

Al comparar los resultados del presente estudio con otros realizados en alpacas, concuerdan con la mayoría de ellos; aunque, los resultados de Cristofanelli *et al.* (2004) muestran un contenido de 73.64 % de humedad, 23.33 % de proteína total, 0.49 % de grasa y 2.54% de cenizas, tras haber analizado el músculo Longissimus thoracis y lumborum de alpacas, que comparados con los resultados del presente estudio evidencian un contenido menor de agua, un contenido mayor de proteína y cenizas totales, los mismos que se atribuyen además de la región anatómica de muestreo de la carne, a la mayor edad del animal.

Del mismo modo Salvá (2009), al estudiar la composición química del músculo Longissimus thoracis de 20 canales de alpacas Huacaya de Junín y Puno con un rango de edad entre 18 a 24 meses, encontró los siguientes resultados: humedad 74.07 %, proteína 22.69 %, grasa 2.01 % y ceniza 1.1 %; como se aprecia, los resultados son similares al presente estudio, y las pequeñas diferencias observadas se deben a la edad, sexo, época, alimentación, etc. así como a factores no controlados de laboratorio.

En lo referente al contenido de cenizas, el porcentaje hallado en el presente estudio fue menor al 2.54 ± 0.20 % reportado por Cristofanelli *et al.* (2004) para carne de alpaca. Sin embargo, fue similar al 1.10 ± 0.05 % encontrado por Kadim *et al.* (2006) en otras especies de camélidos como los camellos árabes con una edad promedio de 24 meses y al respecto hubo discrepancia entre Salvá *et al.* (2009) y Cristofanelli *et al.* (2004).

El conocimiento de la composición química de la carne de alpacas es muy importante para el entendimiento de su valor nutricional, así como también para interpretar su calidad sensorial y aptitud para el tratamiento industrial (Mamani, 2012). La carne es un alimento cuya composición química es muy variada por los diversos componentes

que ella contiene como el mayor componente es el agua alrededor del 76 %, las proteínas en un rango de 18 a 25 % vale decir en un promedio de 18 %, la grasa se encuentra en reducido porcentaje de 1 a 13 % en promedio y de 3 a 3.5 % de sustancias no proteicas (Tellez, 1994).

En términos generales, se puede afirmar que la composición proximal del músculo Longissimus de las alpacas en estudio fueron similares a la observada en otros estudios, incluso en otros camélidos con un mayor contenido de grasa intramuscular, aunque inferior a lo reportado por Polidori *et al.* (2007) para L. dorsi de llamas del Perú y en camellos de Arabia reportados por Kadim *et al.* (2006) y Hoffman (2008), quienes encontró un 71 % de humedad, 21.4 % de proteínas, 4.4 % de grasa y 1.1 % de cenizas.

4.3. PESO DE LOS COMPONENTES NO CÁRNICOS DE ALPACAS

El peso promedio de vísceras, apéndices y despojos de alpacas tuis de dos años de edad se muestran en la Tabla 7, en el que se evidencia que el peso de los componentes no cárnicos representa en promedio un total de 21.53 kg (42.02 %) en alpacas castrados, el mismo que es superior que los animales enteros que tiene un peso promedio de 18.68 kg que constituye el 41.87 %. El porcentaje promedio global de los componentes no cárnicos representa el 41.96 %; es decir, casi la mitad del peso vivo de las alpacas (42 %), lo constituyen los componentes no cárnicos y el restante 58 % represente el componente cárnico (peso carcasa), que en si represente al rendimiento de carcasa de los animales. El conocimiento de estos subproductos puede aumentar su valor comercial de las alpacas.

Los pesos promedios de las vísceras en alpacas castrados fueron 0.43, 0.50, 1.37, 0.06 y 0.24 kg para el corazón, pulmón, hígado, bazo y riñón, respectivamente y que representan 0.84, 0.98, 22.67, 0.12 y 0.47 % del peso vivo de los animales, haciendo en total 2.6 kg (5.07 %); mientras en alpacas enteros, los pesos promedios de las vísceras fueron 0.34, 0.41, 1.14, 0.06 y 0.20 kg para el corazón, pulmón, hígado, bazo y riñón, respectivamente, cuyos valores constituyen el 0.76, 0.92, 2.56, 0.13 y

0.45 %, que en total representan el 4.82 % (2.15 kg) del peso vivo de los animales, siendo el hígado el que tiene un mayor peso.

Respecto al peso promedio de apéndices o despojos, los resultados encontrados indican que las alpacas tuis castrados de dos años de edad tienen pesos de 2.08, 1.51, 3.58, 9.47 y 2.3 kg, que representan 4.06, 2.95, 6.99, 18.48 y 4.49 % para la cabeza, patas, cuero, sistema digestivo con contenido y sangre de manera respectiva; en cambio para alpacas enteros se ha encontrado valores de 1.83, 1.35, 2.82, 8.53 y 2 kg, que constituyen 4.1, 3.03, 6.32, 19.12 y 4.48 % para la cabeza, patas, cuero, sistema digestivo con contenido y sangre, respectivamente. El peso total de los despojos de las alpacas castrados (18.93 kg) es superior en 2.4 % al peso de los despojos de las alpacas enteros (16.53 kg), reflejándose que el mayor peso lo constituyen el sistema digestivo con contenido y el cuero de los animales, frente a los otros componentes, que representan un menor porcentaje.

Con excepción de bazo y riñón, los resultados del peso de las vísceras muestran una diferencia estadística significativa entre alpacas castrados y enteros; es decir, el corazón, pulmón e hígado de alpacas castrados (0.43, 0.50 y 1.37 kg) fueron superiores significativamente que los enteros (0.34, 0.41 y 1.14 kg), ello significa que el tamaño y peso de estas vísceras se incrementaron como efecto de la castración de los animales, manteniéndose iguales y similares en el peso del bazo (0.06 kg) y riñones (0.24 y 0.20 kg) tanto animales castrados y enteros, respectivamente. En el caso del peso de apéndices y despojos, si bien estas tienen un mayor peso numérico en los animales castrados frente a los enteros; sin embargo, estadísticamente no presentan diferencias significativas entre ellas, a excepción del peso de la cabeza que es mayor en castrados.

Tabla 7. Peso de los componentes no cárnicos de la alpaca, según estado reproductivo

Componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas	Castrados		Enteros		Promedio	
	Peso	%	Peso	%	Peso	%
Peso de cárnicos, kg	29.71	57.98	25.93	58.13	27.82	58.04
Peso de no cárnicos, kg	21.53	42.02	18.68	41.87	20.11	41.96
Peso de las vísceras, kg	2.60	5.07	2.15	4.82	2.38	4.97
Corazón	0.43 ^a	0.84	0.34 ^b	0.76	0.39	0.81
Pulmón	0.50 ^a	0.98	0.41 ^b	0.92	0.46	0.96
Hígado	1.37 ^a	2.67	1.14 ^b	2.56	1.26	2.63
Bazo	0.06 ^a	0.12	0.06 ^a	0.13	0.06	0.13
Riñón	0.24 ^a	0.47	0.20 ^a	0.45	0.22	0.46
Peso de los despojos, kg	18.93	36.94	16.53	37.05	17.73	36.99
Cabeza	2.08 ^a	4.06	1.83 ^b	4.10	1.96	4.09
Patatas	1.51 ^a	2.95	1.35 ^a	3.03	1.43	2.98
Cuero	3.58 ^a	6.99	2.82 ^a	6.32	3.20	6.68
Sistema digestivo contenido	9.47 ^a	18.48	8.53 ^a	19.12	2.16	18.78
Sangre	2.30 ^a	4.49	2.00 ^a	4.48	2.15	4.49
Total	51.24	100.0	44.61	100.00	47.93	100.0

a, b. Promedios con diferente letra minúscula, muestran diferencia estadística significativa

Los resultados encontrados en este estudio son superiores a los reportados por De Carolis (1987), quien evidencia para vísceras y otros un peso de 19.8 kg (43.7 %), desechos y cuero 3.4 kg (7.5 %), carne sin hueso 19.1 kg (86.4 %), huesos 3 kg (13.6 %), carne deshidratada a partir de carne sin hueso 7 kg (36.6 %) y agua 22.1 kg (63.4%). Asimismo, indica que la proporción de los componentes anatómicos de carcasa de alpacas de peso vivo promedio de 48 kg y de rendimiento promedio de 52 %, es el siguiente: músculo 18.4 kg (73.62 %), hueso 5.2 kg (21.03 %), grasa 6.23 kg (0.95 %), que hacen un peso total de 23.9 kg (95.6 %). Las diferencias encontradas, se debe al sexo, clase o edad del animal, desarrollo corporal y tipo de alimentación.

Al respecto, Bustinza *et al.* (1993) al realizar la evaluación del rendimiento de la carcasa, peso y rendimiento de vísceras, apéndices y despojos en alpacas Huacaya macho del Centro Experimental La Raya, sometidas a dos condiciones de alimentación (40 animales en forma tradicional, es decir alimentadas en pasturas naturales y 40 animales sobre pasturas cultivadas ad-libitum), concluyeron que la alimentación en pastos cultivados influye en los mayores pesos de carcasa y vísceras (pulmones, corazón, hígado, bazo, estómago e intestinos) estudiadas, en comparación a las vísceras de alpacas alimentadas en pastos naturales; así el peso total de las vísceras para alpacas que provienen de pastos cultivados fue de 5.52 kg, superior en

0.9 kg al peso total de las vísceras del grupo de alpacas que proceden de pastos naturales (4.62 kg), encontrando una media de 77.94, 77.57, 69.89, 76.43 y 77.32 g para bazo, corazón, hígado, pulmón y riñón respectivamente, cuyos valores son similares a los encontrados en el presente estudio.

El peso promedio del corazón en alpacas que provienen de pastos naturales fue de 0.37 kg (Bustinza *et al.*, 1993), es muy similar al resultados del presente estudio tanto en animales castrados (0.43 kg) y enteros (0.34); no obstante, al comparar con otras especies animales es inferior tales como al peso del corazón de los equinos (4 kg) y vacunos (2.5 kg) y es superior al peso del corazón de los ovinos (0.25 kg), tal como lo sostiene Sison (1969).

También se reportaron pesos del corazón de 0.26 kg en alpacas adultas procedentes de la alimentación en pastos naturales (Téllez, 1992), este valor es muy inferior a lo encontrado en el presente estudio. De esta forma, se atribuye que el peso del corazón depende de la especie animal, edad, sexo, tamaño del animal y demás factores ambientales como alimentación, lugar de procedencia, entre otros. El corazón de alpacas es una víscera muy consumida en la alimentación humana como en los anticuchos, plato muy apetecible por la población, al igual que el de los vacunos, ovinos y porcinos.

Los pulmones conocidos también como bofes son vísceras ricas en albuminoides y es muy utilizada en la alimentación humana, encontrándose pesos de 0.83 y 0.75 kg para pulmones de alpacas (Bustinza *et al.*, 1993), los mismos que son superiores a los encontrados en este estudio tanto en alpacas castrados (0.50 kg) y enteros (0.41 kg). El hígado es comestible y rica en proteínas, minerales y vitaminas; su peso promedio para alpacas provenientes de la alimentación en pastos naturales fue de 0.92 kg (Bustinza *et al.*, 1993), encontrándose también pesos de 0.63 kg (Téllez, 1992), los mismos que son muy inferiores a los resultados obtenidos en este estudio para alpacas castrados (1.37 kg) y enteros (1.35 kg).

El bazo de alpacas es un órgano rico como fuente de proteína, hierro y vitaminas; su peso encontrado en este estudio (0.06 kg) es coincidente al peso promedio de 0.06 kg

para alpacas provenientes de pastos naturales (Bustinza *et al.*, 1993) y es similar a 0.053 kg peso del bazo para animales adultos provenientes también de pastos naturales (Téllez, 1992). El hígado y el bazo tienen una textura blanda y son ricos en hierro y en proteínas que pueden complementar la leche materna (Delgado 2008). En lo referente al riñón de las alpacas, no se le da la debida importancia en la alimentación humana, a falta del estudio de su valor nutricional.

Los resultados del peso de los apéndices de la cabeza y patas de las alpacas encontrados en este estudio difieren de los valores promedios encontrados por Téllez (1992), quien reporta valores de 4.87 kg y 3.98 kg, para la cabeza y las patas, respectivamente. Las diferencias encontradas se atribuyen a la influencia de muchos factores como la clase o edad del animal, la calidad de la alimentación y el desarrollo corporal, entre otros (Bustinza *et al.*, 1993).

El peso promedio del cuero para las alpacas procedentes de pastos naturales fue de 5.94 kg, cuyo valor es superior al resultado obtenido en este estudio, ya sea para animales castrados (3.58 kg) como para los enteros (2.82 kg); esta diferencia, se atribuye a la influencia de muchos factores como el tamaño del crecimiento de la fibra en el animal, sexo, edad, la calidad de la alimentación y el desarrollo corporal, entre otros (Bustinza *et al.*, 1993). Las pieles y cueros de los camélidos, se comercializan en forma fresca o secada; sin embargo, el recurso no es adecuadamente aprovechado, pues se pierde grandes cantidades de cueros por mal manejo de los mismos, al tener animales con sarna y en la post cosecha de fibra (Mamani, 2012).

Por otro lado, el aparato digestivo es también utilizada en la alimentación humana, estas presentan pesos de 9.47 y 8.53 kg con contenido de digesta y sin ella los pesos son de 2.27 y 2.05 kg para alpacas tuis castrados y enteros respectivamente; estos resultados obtenidos, son ligeramente superiores a las alpacas provenientes de pastos naturales en la que se encontró un peso de 1.52 kg (Bustinza *et al.*, 1993). Finalmente, la sangre además por ser fuente incalculable de proteínas, la hemoglobina y el plasma sanguíneo son utilizados para la formulación de productos importantes en la industria farmacéutica; asimismo, ser empleados en la fabricación de alimentos concentrados para animales y embutidos.

4.4. CORRELACIONES DE LOS PRODUCTOS DE LA ALPACA

En la Tablas 8 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson para el peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis castrados, en la que se aprecia que estadísticamente sólo tres coeficientes de correlación fueron significativos ($p < 0.05$), positivas y altas por encima de 0.8; los mismos que son peso vivo y peso del hígado ($r = 0.933$; $p < 0.002$), peso vivo y peso de la carcasa ($r = 0.987$; $p < 0.0001$) así como el peso de la carcasa y el peso del hígado ($r = 0.888$; $p < 0.007$), los mismos que representan coeficientes de correlación alta y positiva de 93.3, 98.7 y 88.8 % de manera respectiva.

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson del peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis castrados

Características	PV	PC	PH	PB	PP	PR	PC
Peso corazón (PC), kg.	0.554 0.196						
Peso hígado (PH), kg.	0.933 0.002	0.568 0.183					
Peso bazo (PB), kg.	0.212 0.647	0.617 0.139	0.007 0.986				
Peso pulmón (PP), kg.	0.427 0.339	0.504 0.247	0.671 0.098	-0.336 0.460			
Peso riñón (PR), kg.	0.277 0.547	0.731 0.061	0.307 0.502	0.673 0.096	0.075 0.872		
Peso carcasa (PC), kg.	0.987 <.0001	0.552 0.198	0.888 0.007	0.224 0.628	0.404 0.368	0.211 0.649	
Rdto canal (RC), %	-0.126 0.7873	-0.038 0.934	-0.335 0.461	0.071 0.878	-0.177 0.703	-0.420 0.347	0.029 0.950

PV = Peso vivo, kg.

El valor de correlación de Pearson de 0.933 ($p < 0.002$), precisa el peso de la alpaca tui castrado tiene una relación directa con el peso del hígado con un grado de asociación de 93.3%, lo que significa que a mayor peso vivo del animal habrá siempre un mayor peso del hígado en el animal. Este resultado, se atribuye a que el hígado es uno de los órganos más importante del aparato digestivo para el organismo, debido a la actividad metabólica que desempeña, principalmente en la digestión, porque ejerce la función de metabolizar y almacenar nutrientes que sólo pueden ser utilizados por el organismo una vez que son procesados por él.

Por otro lado, los valores encontrados en el presente estudio, muestran que el peso vivo del animal guarda una relación directa con el peso de carcasa con un grado de asociación positiva y alta ($r=0.987$; $p<0.0001$), lo que fue de esperar este resultado. Estos resultados, permiten atribuir que las alpacas tuis con mayor peso al sacrificio tendrán también un peso mayor de carcasa con un coeficiente de correlación de 98.7%

Respecto al coeficiente de correlación de Pearson para peso de carcasa y peso del hígado, se ha encontrado un grado de asociación de $r=0.888$ ($p<0.007$), lo que indica que a mayor peso de carcasa habrá un mayor peso de hígado. Sobre la base de estos resultados, se atribuye con certeza que las alpacas tuis castrados de dos años de edad que tienen un mayor peso tendrán un mayor peso de carcasa y un mayor peso de hígado de los animales.

Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson del peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis enteros

Características	PV	PC	PH	PB	PP	PR	PC
Peso corazón (PC), kg.	0.585 0.167						
Peso hígado (PH), kg.	0.742 0.056	0.722 0.066					
Peso bazo (PB), kg.	0.738 0.057	0.528 0.222	0.721 0.067				
Peso pulmón (PP), kg.	0.777 0.039	0.660 0.106	0.928 0.002	0.739 0.057			
Peso riñón (PR), kg.	0.599 0.155	0.413 0.356	0.507 0.244	0.879 0.009	0.449 0.311		
Peso carcasa (PC), kg.	0.992 <.0001	0.565 0.185	0.760 0.047	0.742 0.055	0.785 0.036	0.565 0.185	
Rdto canal (RC), %	-0.435 0.328	-0.468 0.289	-0.193 0.678	-0.297 0.516	-0.259 0.574	-0.521 0.229	-0.326 0.475

PV = Peso vivo, kg.

Los coeficientes de correlación de Pearson para el peso vivo y los componentes cárnicos y no cárnicos de alpacas tuis enteros se muestran en la Tabla 9, en el que se refleja que a diferencia de los animales castrados fueron seis características las que presentaron coeficientes de correlación positiva y alta, al menos tienen un valor de correlación por encima de 0.76, el mismo que indica una colinealidad entre esas variables. Las características de peso vivo y peso de carcasa caliente fueron las que

presentaron mayores correlaciones con los principales pesos de los componentes no cárnicos (pulmón, hígado, bazo y riñón).

El peso vivo de los animales en estudio tuvo un mayor grado de asociación con el peso de la carcasa ($r=0.992$; $p<0.0001$), este resultado coincide plenamente con los animales castrados; es decir, tanto en animales castrados y enteros que tienen un mayor peso vivo al sacrificio se tendrá un mayor peso de carcasa. Estas correlaciones indican claramente que al seleccionar una de las medidas también se está seleccionando la otra, debido a la alta asociación de 99.2 % que se encontró entre éstas dos variables en estudio, cuyo resultado es corroborado por Bustinza (2001), lo cual demuestra la utilidad de las mediciones de peso, especialmente del peso vivo del animal como predictores del peso de carcasa de los mismos.

Tabla 10. Coeficiente de correlación de Pearson del rendimiento de carcasa (%) y la composición química de la carne de alpacas castrados

Características	RC	H°	PC	GT	CT
Humedad (H°), %	0.705 0.076				
Proteína cruda (PC), %	-0.476 0.280	-0.847 0.015			
Grasa total (GT), %	-0.017 0.971	-0.567 0.184	0.637 0.123		
Ceniza total (CT), %	0.230 0.618	-0.015 0.973	0.089 0.848	0.240 0.603	
Nifex (Nf), %	-0.604 0.150	-0.337 0.459	-0.156 0.738	-0.328 0.471	-0.446 0.315

RC = Rendimiento de carcasa, %

Según los resultados del coeficiente de correlación de Pearson, se observa que a mayor peso vivo del animal hay un mayor peso del pulmón ($r=0.777$; $p<0.039$) y un mayor peso de carcasa caliente; este último tiene un alto grado de asociación con el peso del hígado ($r=0.76$; $p<0.047$) y con el peso del pulmón ($r=0.785$; $p<0.036$); el mayor peso de los pulmones, se atribuye a que los tuis machos enteros al cumplir una mayor actividad física por la presencia de los testículos y testosterona, permite un mayor desarrollo de los pulmones en el animal. Asimismo, el peso del hígado tiene un grado de asociación considerable con peso del pulmón ($r=0.928$; $p<0.002$), mientras que el peso del bazo tiene una relación directa con el peso del riñón

($r=0.879$; $p<0.009$). Estos coeficientes de correlación indican una fuerte relación entre estas características.

Los resultados de los coeficientes de correlación de Pearson del rendimiento de carcasa (%) y la composición química de la carne de alpacas tuis castrados y enteros se observan en las Tablas 10 y 11, respectivamente. Se evidencian que existe un grado de asociación alta y negativa por encima de 0.8 entre los componentes químicos de humedad y proteína cruda tanto en animales castrados ($r=-0.874$; $p<0.015$) y no castrados o enteros ($r=-0.81$; $p<0.026$), cuyos resultados permiten establecer que cuando la humedad de la carne de alpaca sea alto, los contenidos de proteína cruda son bajos o viceversa; esta aseveración, es corroborada por Bustinza (2001) y CONACS (2006), quienes sostienen que la carne deshidratada y seca, es decir la charqui de alpaca tiene un 56 % de proteína total, que constituye una alternativa en dietas hiperprotéicas, además es una materia prima de alta calidad para elaborar embutidos como hot dog, salchichas, jamonadas, mortadela, ahumados y conservas.

Tabla 11. Coeficiente de correlación de Pearson del rendimiento de carcasa (%) y la composición química de la carne de alpacas enteros

Características	RC	H°	PC	GT	CT
Humedad (H°), %	-0.536 0.214				
Proteína cruda (PC), %	0.615 0.141	-0.810 0.026			
Grasa total (GT), %	-0.710 0.073	0.245 0.595	-0.715 0.070		
Ceniza total (CT), %	0.172 0.710	0.577 0.174	-0.301 0.510	-0.301 0.511	
Nifex (Nf), %	0.818 0.024	-0.495 0.258	0.299 0.514	-0.291 0.526	-0.104 0.824

RC = Rendimiento de carcasa, %

A diferencia de los animales castrados en alpacas tuis enteros, los resultados del coeficiente de correlación de Pearson indican que existe una relación directa entre las características del rendimiento de carcasa y el contenido de nifex (carbohidratos solubles) o extracto libre de nitrógeno, con lo que se atribuye que las carnes de alpacas con un mayor rendimiento de carcasa tendrán también un mayor contenido

de extractos no nitrogenados (ENN) o extracto libre de nitrógeno (ELN), esta asociación entre estas características llega hasta un 81.8 % en los animales enteros.

El extracto libre de nitrógeno es una categoría del sistema Weende que se encuentra por diferencia; $ELN = 100 - (\text{ceniza} + \text{extracto etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra})$. Esta fracción no contiene ninguna celulosa, pero puede contener hemicelulosa y algo de lignina, además puede contener todos los productos solubles en agua, que son insolubles en éter como por ejemplo vitaminas hidrosolubles. La mayor parte del ELN se compone de almidón y azúcares.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La castración no influye sobre el rendimiento de carcasa de alpacas tuis de dos años de edad, siendo ligeramente superior en alpacas castrados (57.15 %) frente a los enteros (57.09), con una relación directa entre el peso al sacrificio y el peso de carcasa caliente.
2. El análisis proximal del tejido muscular Longissimus dorsi según su estado reproductivo, evidencia una mejor calidad de carne en alpacas castrados (20.37 % de proteína, 2 % de grasa, 1.09 % de ceniza y 0.7 % de nifex) que en alpacas enteros (20.35 % de proteína, 1.51 % de grasa, 1.12 % de ceniza y 0.69 % de nifex).
3. El peso de los componentes no cárnicos representa casi la mitad del peso vivo del animal (42 %), en el que los pesos de vísceras con excepción del bazo y riñón son superiores en alpacas castrados que los enteros, y es similar los pesos de apéndices y despojos en ambos estados reproductivos.
4. Los coeficientes de correlación de Pearson, evidencian que el peso vivo de alpacas al sacrificio guarda un grado de asociación positiva y alta ($r=0.987$) con el peso de carcasa y un grado de asociación negativa y alta entre los componentes químicos de humedad y proteína cruda, tanto en alpacas castrados ($r=-0.874$) y no castrados o enteros ($r=-0.81$).

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones arribadas, se recomienda lo siguiente:

1. Es conveniente castrar alpacas, ya que influye en la mejora de la aptitud de engorde por el mayor depósito de grasa en los músculos y órganos, y por tanto el peso vivo del animal al sacrificio, peso de carcasa caliente y rendimiento de carcasa, calidad nutritiva y digestibilidad de la carne.
2. Se recomienda el consumo de la carne de alpaca, por sus mejores cualidades nutritivas relacionadas con el alto porcentaje de proteína, bajo contenido de ceniza, grasa y colesterol, en comparación con la carne de otras especies domésticas.
3. Es recomendable el aprovechamiento de los componentes no cárnicos de la alpaca, ya que representan casi el 50 % del peso vivo del animal; además, se conoce que estas son ricos en hierro, proteína y otros componentes.
4. Por su alto grado de correlación, usar los pesos vivos de alpacas al sacrificio como predictores del peso de carcasa o como referencia para aproximar pesos de carcasas para la comercialización de animales en pie; así como de los componentes químicos de humedad y proteína cruda.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, N.; Málaga, J. 1996. *Engorde de llamas y alpacas en pastos cultivados (Alfalfa-Dactylis)*. Alpaka revista de investigación sobre camélidos sudamericanos. Vol. 5 N° 2. Editorial Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. PUNO-PERÚ.
- Bautista, H.; Gómez, A.; Núñez, F.; Ríos, F.; Mendoza, M.; García, M. 2008. *Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes Pardo Suizo X Cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo*. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México.
- Bavera, G. A y Peñafort, C. 2006. *Castración de Machos y Hembras*. Curso de Producción Bovina de Carne. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba-Argentina.
- Bustinza, V. 2001. *La Alpaca, conocimiento del gran potencial andino*. Editorial universitaria. Puno-Perú.
- Bustinza, V., Garnica, J., Maquera, Z., Larico, J., Apaza, E., Foraquita, S. 1993. *Carne de alpaca*. Puno, Perú: Editorial Universidad Nacional del Altiplano.
- Canales, A. (2011). *Bioestadística: Herramienta para la investigación*. Primera Edición. Editorial Corporación Merú EIRL. Puno, Perú. 217 pp.
- Carvajal, G. 2001. *Valor Nutricional de la Carne de: res, cerdo y pollo*. Corporación de Fomento Ganadero.
- Castillo T. Jorge. 2004. *Proceso de beneficio de ejemplares bovinos en el matadero industrial - Fricosa*. Madrid, España.
- Coates W, Ayerza R. 2004. *Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds*. Small Rum Res 52: 231-238.
- CONACS (Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos). 2006. *Plan Estratégico Nacional de Camélidos Sudamericanos*. Lima Perú.
- Cristofanelli S., M. Antonini, D. Torres, P. Polidori. & C. Renieri 2004. *Meat and Carcass quality from Peruvian llama (Lama glama) and alpaca (Lama pacos)*. Meat Science, 66, 589-593.
- Cruz, E. W. 2015. *Efecto de la castración en la composición química de la carne, corazón e hígado de la alpaca*. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UNA. Puno, Perú.
- De Carolis, G. 1987. *Descripción del sistema ganadero y hábitos alimenticios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Chile.
- Delgado, J. V. 2008. *La conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible*. Archivos de Zootecnia, 49, 317-326.

- Duckett, S.K.; Neel, J.P.S.; Fontenot, J.P. and Clapham, W.M. 2009. *Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: III. Tissue proximate, fatty acid, vitamin, and cholesterol content.* J Anim Sci 87: 2961-2970.
- FAO.1996. *Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas.* Roma – Italia.
- Farmer, L.J. 1994. *The role of nutrients in meat flavour formation.* Proceedings of the Nutrition Society, 53, 327-333.
- Gerrard, D.E.; S.J. Jones, E.D.; Aberle, R.P.; Lemenager, M.A.; Diekman, M.D. Judge. 1987. *Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers.* Journal of Animal Science, 65, 1236-1242.
- Hafez E. S. E. y Hafez B. 2002. *Reproducción e inseminación artificial en animales.* Séptima edición. McGraw Hill.
- Hoffman L. 2008. *The yield and nutritional value of meat from African ungulates, camelidae, rodents, ratites and reptiles.* Meat Sci 80: 94-100.
- Huanca, W. 2011. *Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos.* XXII Reunión ALPA. Uruguay.
- Jácome A. 2005 *Fisiología endocrina.* Tercera edición. Academia Nacional de Medicina, Bogotá, Colombia.
- Kadim I.T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. Al-Zadjali, K. Annamalai & Mansour M. H. 2006. *Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian Camel (Camelus dromedaries).* Meat Science, 73, 619-625.
- Losno W., J. Sumar y J. Coyotupa, 1977. *Testosterona sérica post castración en alpacas.* VII Jorn. Per. Endocrinol. Ica.
- Mabry J. W. and Baas T. J. 1998. *The impact of Genetics on pork quality (Revised).* Pp. 1-12. American Meat Science. National pork board, Des Moines, IA.USA.
- Mamani, J. 2012. *Producción de camélidos sudamericanos.* Editado por Universidad Nacional del Altiplano, Oficina Universitaria de Investigación. Puno-Perú.
- Mena, E. 2012. *Estudio investigativo de la carne de alpaca e introducción a la gastronomía ecuatoriana. Tesis de Administrador Gastronómico.* Carrera de Gastronomía, Facultad de Hotelería, Gastronomía, Turismo y Preservación Ambiental. Universidad Tecnológica Equinoccial
- Novoa, C. y A. Florez, 1991. *Producción de Rumiantes Menores: Alpacas.* Impresión Resumen. Lima. Perú.
- Pearson A. M., R, B. Young, 1989. *Composition and structure. In: Muscle and Meat Biochemistry.* Cap. 1. pp 1-33.
- Pérez H. 2009. *Fisiología Animal.* Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Pérez, H. 1999. *Fisiología reproductiva del macho.* Apuntes de endocrinología.

- Polidori P, Antonini M, Passamonti P, Pucciarelli F. 2007. *Meat fatty acid composition of llama (Lama glama) reared in the Andean highlands*. Meat Sci 75: 366-368.
- Ponce, E. 2010. *Composición de los productos cárnicos*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Raggi, L. 2000. *Camélidos en Chile situación actual y perspectivas*. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago de Chile.
- RIRDC, Rural Industries Research and Development Corporation. 2007. *Composition of new meats, analyses and nutrient composition of innovative meat industries*. Australia: RIRDC Publication N.º 07/036. 51 p.
- Rojas, R. 2007. *Producción de bovinos*. Primera edición. Editorial Universitaria. Puno-Perú.
- Roque, B. (2012). *Nutrición animal*. Texto de formación universitaria. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Editorial Centro papelerero de norte S.A. 198 pp.
- Salvá, B. 2009. *Caracterización de la carne y charqui de alpaca (Vicugna pacos)*. Memoria para optar el grado de Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Fac. de Veterinaria, Universidad de León, España.
- Schreurs, N.M., F. Garcia, C. Jurie, J. Agabriel, D. Micol, D. Bauchart, A. Listrat, B. Picard, 2008. *Meta-analysis of the effect of animal maturity on muscle characteristics in different muscles, breeds, and sexes of cattle*. Journal of Animal Science, 86, 2872-2887.
- Sierra V. 2010. *Evolución post-mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.
- Sison, S.1969. *Anatomía de los animales domésticos*. Cuarta edición. Salvat. Barcelona-España.
- Solís, R. 2000. *Producción de camélidos sudamericanos*. Editorial IMPRENTA RIOS S.A. Segunda edición. Huancayo, Perú.
- Téllez, J. 1992. *Tecnología de industrias cárnicas*. Tomo I. Editorial Artes Gráficas Espino. Lima-Perú.
- Téllez, V. 1994. *Composición química de la carne de alpaca*. UNALM. Lima, Perú.
- Toma, J. y Rubio, J. L. 2008. *Estadística aplicada*. Segunda Parte, Books, Fondo Editorial, Universidad del Pacífico, edición 1, volumen 2, número 08-06.
- Unruh, J. A. 1986. *Effects of endogenous and exogenous growth-promoting compounds on carcass composition, meat quality and meat nutritional value*. J. Anim. Sci. 62:1441-1448.
- Varela A, B. Oliete, C. Moreno, C. Portela, J.A. Carballo, L. Sánchez y L. Monserrat 2003. *Calidad de la carne de machos enteros y castrados de raza rubia gallega sacrificados con 24 meses*. Arch. Zootec. 52: 347-358. 2003.

- Bretschneider, G. 2009. *Castración de terneros: tradición versus eficiencia*. REDVET Rev. electrón. vet. Vol. 10, N° 7, Julio 2009. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709.html>
- Malgor L.A. y Valsecia, M.E. 2000. *Farmacología médica (libro en 5 volúmenes)*. Disponible en <http://med.unne.edu.ar/posgrado/farmacología/temasfarm.htm>.
- MINAGRI, 2018. *Situación de las actividades de crianza y producción de los camélidos*, disponible en <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/cam%C3%A9lidos-sudamericanos?start=4> (consulta: 12 de marzo 2018).

ANEXOS

Anexo 1. Peso al sacrificio, peso y rendimiento de la carcasa de alpacas castrados

Repeticiones	Peso, kg		Rendimiento de carcasa, %
	Vivo	Carcasa	
1	61.50	35.50	57.72
2	51.50	30.00	58.25
3	45.00	26.00	57.78
4	53.00	29.50	55.66
5	55.00	31.00	56.36
6	50.00	28.50	57.00
7	48.00	27.50	57.29
Promedio	52.00	29.71	57.15

Anexo 2. Peso al sacrificio, peso y rendimiento de la carcasa de alpacas enteros

Repeticiones	Peso, kg		Rendimiento de carcasa, %
	Vivo	Carcasa	
1	64.00	35.50	55.47
2	44.00	25.50	57.95
3	47.00	27.50	58.51
4	40.00	22.00	55.00
5	38.00	22.00	57.89
6	38.50	22.50	58.44
7	47.00	26.50	56.38
Promedio	45.50	25.93	57.09

Anexo 3. Composición química proximal de la carne de alpacas tuis castrados

Repeticiones	Composición proximal, %				
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Nifex
1	76.44	20.01	1.85	1.21	0.49
2	76.20	19.90	1.96	1.05	0.89
3	76.10	20.53	2.10	1.08	0.19
4	75.66	20.30	1.87	0.98	1.19
5	74.83	21.10	2.15	1.17	0.75
6	75.80	20.20	2.10	1.12	0.78
7	75.80	20.58	1.97	1.01	0.64
Promedio	75.83	20.37	2.00	1.09	0.70

Anexo 4. Composición química proximal de la carne de alpacas tuis enteros

Repeticiones	Composición proximal, %				
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Nifex
1	76.54	20.43	1.40	1.10	0.53
2	76.77	19.98	1.30	1.21	0.74
3	76.04	20.88	1.25	1.15	0.68
4	76.47	19.94	1.90	1.12	0.57
5	76.16	20.49	1.50	1.07	0.78
6	75.90	20.87	1.32	1.08	0.83
7	76.40	19.88	1.90	1.10	0.72
Promedio	76.33	20.35	1.51	1.12	0.69

Anexo 5. Peso de los componentes no cárnicos de alpacas tuis castrados

Rep.	Vísceras					Despojos				
	Corazón	Pulmón	Hígado	Bazo	Riñón	Cabeza	Patas	Cuero	Digestivo	Sangre
1	0.53	0.50	1.55	0.08	0.25	2.35	1.85	5.00	2.42	2.60
2	0.35	0.50	1.35	0.05	0.18	2.05	1.70	3.25	2.18	2.70
3	0.40	0.47	1.13	0.08	0.25	1.91	1.30	2.75	1.96	1.95
4	0.35	0.49	1.42	0.06	0.23	2.11	1.58	3.75	2.39	2.73
5	0.53	0.51	1.50	0.07	0.31	2.14	1.45	3.58	2.66	2.05
6	0.47	0.52	1.37	0.06	0.23	1.98	1.36	3.40	2.13	2.10
7	0.42	0.50	1.30	0.06	0.22	2.00	1.30	3.30	2.16	2.00
̄	0.43	0.50	1.37	0.06	0.24	2.08	1.51	3.58	2.27	2.30

Anexo 6. Peso de los componentes no cárnicos de alpacas tuis enteros

Rep.	Vísceras					Despojos				
	Corazón	Pulmón	Hígado	Bazo	Riñón	Cabeza	Patas	Cuero	Digestivo	Sangre
1	0.38	0.50	1.30	0.08	0.25	2.12	1.71	4.27	3.12	3.00
2	0.35	0.39	1.20	0.05	0.18	1.79	1.30	2.25	2.10	1.90
3	0.39	0.45	1.23	0.07	0.20	1.88	1.35	3.03	1.84	2.42
4	0.37	0.35	1.00	0.05	0.20	1.84	1.40	2.45	1.81	1.95
5	0.30	0.42	1.10	0.05	0.12	1.65	1.10	2.20	1.64	1.72
6	0.25	0.30	0.88	0.05	0.18	1.70	1.10	2.53	1.64	1.30
7	0.34	0.45	1.25	0.08	0.30	1.85	1.49	3.05	2.18	1.70
̄	0.34	0.41	1.14	0.06	0.20	1.83	1.35	2.82	2.05	2.00

Anexo 7. Análisis de varianza para el peso del corazón de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.012	0.012	0.01	0.929
Error	12	17.558	1.463		
Total corregido	13	17.570			

CV = 2.12 %

Anexo 8. Análisis de varianza para el peso del pulmón de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.001	0.001	0.04	0.839
Error	12	0.002	0.001		
Total corregido	13	0.002			

CV = 21.19 %

Anexo 9. Análisis de varianza para el peso del hígado de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.033	0.033	8.46	0.013
Error	12	0.047	0.004		
Total corregido	13	0.080			

CV = 16.20 %

Anexo 10. Análisis de varianza para el peso del bazo de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.196	0.196	9.25	0.010
Error	12	0.254	0.021		
Total corregido	13	0.449			

CV = 11.59 %

Anexo 11. Análisis de varianza para el peso del riñón de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.028	0.028	11.74	0.005
Error	12	0.029	0.002		
Total corregido	13	0.057			

CV = 10.85 %

Anexo 12. Análisis de varianza para el peso de carcasa de alpacas

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	0.004	0.004	1.46	0.250
Error	12	0.030	0.002		
Total corregido	13	0.033			

CV = 22.56 %

Anexo 13. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de la carne de alpaca

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	20653.825	20653.825	124351.2	<.0001
Error	12	1.993	0.166		
Total corregido	13	20655.818			

CV = 1.07 %

Anexo 14. Análisis de varianza para el porcentaje de proteína cruda de la carne de alpaca

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	1446.784	1446.784	6100.65	<.0001
Error	12	2.846	0.237		
Total corregido	13	1449.630			

CV = 4.78 %

Anexo 15. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de la carne de alpaca

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	3.641	3.641	37.01	<.0001
Error	12	1.181	0.098		
Total corregido	13	4.822			

CV = 31.37 %

Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de ceniza total de la carne de alpaca

Fuente	FV	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	1	4.617	4.617	619.17	<.0001
Error	12	0.089	0.007		
Total corregido	13	4.708			

CV = 15.87 %

Anexo 17. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de humedad de la carne

Nº	Estado reproductivo	n	Media	Significancia
1	Entero	7	76.326	a
2	Castrado	7	75.833	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 18. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de proteína de la carne

Nº	Estado reproductivo	n	Media	Significancia
1	Castrado	7	20.374	a
2	Entero	7	20.353	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 19. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para % de grasa de la carne

Nº	Estado reproductivo	n	Media	Significancia
1	Castrado	7	2.000	a
2	Entero	7	1.510	B

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 20. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para porcentaje de ceniza de la carne

Nº	Estado reproductivo	n	Media	Significancia
1	Entero	7	1.119	a
2	Castrado	7	1.090	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 21. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del corazón de alpaca

Nº	Estado reproductivo	n	Media	Significancia
1	Castrado	7	0.434	a
2	Entero	7	0.337	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 22. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del pulmón de alpaca

Nº	Estado reproductivo	n	media	Significancia
1	Castrado	7	0.498	a
2	Entero	7	0.408	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo

Anexo 23. Prueba múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para el peso del hígado de alpaca

Nº	Estado reproductivo	N	Media	Significancia
1	Castrado	7	1.373	a
2	Entero	7	1.136	b

n=número de alpacas según su estado reproductivo