TESIS UNA-PUNO

Universidad Nacional del Altiplano

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"Efecto de la castración en la composición química de la carne, corazón e hígado de alpaca"

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. MVZ EDWIN WINGSTON CRUZ QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2015

Repositorio institucional UNA - PUNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS

"EFECTO DE LA CASTRACIÓN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE, CORAZÓN E HÍGADO DE ALPACA"

PRESENTADO POR EL:

Bach. EDWIN WINGSTON CRUZ QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PRESIDENTE	:	Dr. CEFERINO UBERTO OLARTE DAZA
PRIMER MIEMBRO	:	M. Sc. BILO WENCESLAO CALSÍN CALSÍN
SEGUNDO MIEMBRO	:	M.V.Z. SIMÓN FORAQUITA CHOQUE
DIRECTOR DE TESIS	:	M. Sc. PEDRO UBALDO COILA AÑASCO
ASESOR DE TESIS	:	Dr. JULIO MÁLAGA APAZA
ASESOR DE TESIS	:	M.V.Z. FREDDY GUERRA AGUILAR
ASESOR DE TESIS	:	Mg. Sc. CLEMENTE VILCA CASTRO

ÁREA : Morfología animal

TEMA : Fisiología

DEDICATORIA

A mis queridos padres Rogelio Cruz Astete y Máxima Quispe Choque, por su apoyo incondicional, su orientación constante y acertada durante los años de mi formación profesional.

A dios y los santos por haberme acompañado, protegido y permitido realizar este sueño prometido.

Con mucho cariño y eterna gratitud a Felipa Llanqui Argollo quien con su apoyo y comprensión hizo lo posible para alcanzar y concretizar mi realización como profesional

A mi hijo Máximo Rafael Cruz Llanqui, por ser el motor principal para concretizar mis sueños.

Repositorio institucional UNA - PUNO

TESIS UNA-PUNO

Universidad Nacional del Altiplano

AGRADECIMIENTO

Mi más sinceros agradecimiento y reconocimiento:

A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a la escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes a través de los docentes y personal administrativo imparten enseñanza y formación a sus alumnos para formar profesionales integrales, cuyo resultado se ve plasmado en la calidad de sus profesionales

Mis sinceros agradecimientos al director de esta tesis Mg. Sc. Pedro Ubaldo Coila Añasco, por ser mi maestro durante mi formación profesional y brindarme su confianza, y guiarme eficientemente en la ejecución de este proyecto de investigación.

A mis asesores, por compartir sus experiencias y conocimientos en el desarrollo del proyecto de investigación, que además de ser mis guías fueron un amigo más que desprendieron su tiempo para conmigo

A los miembros del jurado, al Dr. Ceferino Ubaldo Olarte daza, Mg.Sc. Bilo Wenceslao Calsin Calsin MVZ Simón Foraquita Choque, q además de ser mis maestros durante mi formación profesional agradezco sus acertadas observaciones para la mejora del trabajo de investigación.

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

Repositorio institucional UNA - PUNO

TESIS UNA-PUNO

Universidad Nacional del Altiplano

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la castración sobre la composición química del músculo, corazón e hígado en alpacas, se castraron 06 alpacas tuis de más de un año de edad mediante cirugía y como testigos de mantuvieron 06 animales enteros. Los animales fueron pertenecientes al Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC), criados en el Centro de Investigación y Producción (CIP) "La Raya" de la UNA-Puno bajo un sistema de crianza extensivo tradicional y alimentados en base a pasturas naturales de la zona. El beneficio de los 12 animales se realizó en la ciudad de Puno en un matadero acondicionado para el caso. Se tomaron muestras de tejido muscular (*Longissimus thoracis*), tejido cardíaco (miocardio derecho) y tejido hepático (lóbulo apical derecho) las que inmediatamente fueron pesadas y colocadas en bolsas de polietileno. El análisis proximal de las muestras se realizó en los laboratorios de Bioquímica de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. y de Pastos y Forrajes de la Fac. de Ciencias Agrarias de la UNA-Puno. Los resultados son los siguientes: En tejido muscular, el contenido de humedad, proteínas y cenizas es similar en castrados y no castrados ($P>0,05$), 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 no castrados (1,57%) ($P\leq0,05$). En tejido cardíaco, el contenido de humedad, proteínas y cenizas es similar en castrados y no castrados ($P>0,05$), siendo los promedios de 78,42%, 17,12% y 0,97%, respectivamente; pero, el contenido de grasa es mayor en castrados (2,98%) que en los no castrados (2,41%) ($P\leq0,01$). En tejido hepático, el contenido de proteínas (19,6%) y cenizas (1,26%) son semejantes en castrados y no castrados ($P>0,05$), pero la humedad es mayor en no castrados (74%) que en castrados (73,59%) ($P\leq0,05$), y la grasa es mayor en castrados (3,69%) que en no castrados (3%) ($P\leq0,01$). Se concluye que existe efecto de la castración sobre la composición química de la carne, corazón e hígado de alpacas.

Palabras claves: Alpaca, castración, composición química, carne, corazón, hígado.

Repositorio institucional UNA - PUNO

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCION 1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA 4
2.1. Aspectos generales de la crianza de alpacas 4
2.2. Producción de carne y fibra de alpaca 6
2.3. El testículo: Estructura y funciones 7
2.4. La testosterona y sus acciones fisiológicas 10
2.5. Castración 12
2.6. Castración y testosterona 13
2.7. Composición química de la carne 14
2.8. Factores que afectan a la calidad de la carne 18
2.9. Carne de alpaca 19
2.10. Composición química de corazón e hígado 22
2.11. Antecedentes 23
III. MATERIALES Y MÉTODOS 25
3.1. Localización y temporalización. 25
3.2. Material experimental 26
3.3. Métodos 27
3.4. Diseño experimental 38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 39
4.1. Composición química de la carne de alpaca 39
4.2. Composición química del corazón de alpaca 43
4.3. Composición química del hígado de alpaca. 44
V. CONCLUSIONES 47
VI. RECOMENDACIONES 48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49
VIII. ANEXOS

Repositorio institucional UNA - PUNO

I. INTRODUCCIÓN

El panorama actual de las actividades agrarias y ganaderas predominantes en el sistema pecuario peruano parece insostenible. El proceso de globalización en el país ya está en marcha, vistos los tratados de libre comercio que se evalúan en la actualidad. En este contexto, el país debe buscar un desarrollo apropiado, como el que persiguen diversas iniciativas para propiciar una serie de cambios en la producción animal relacionadas con el desarrollo sostenible de las explotaciones pecuarias y el aprovechamiento integral de los recursos naturales. Algunas de estas iniciativas se basan en la explotación de plantas y animales de razas o tipos rústicos adaptados a medios adversos (Chou, 2006). Los animales autóctonos o introducidos hace ya mucho tiempo han estado ligados por siglos a medios ambientes característicos que han hecho que se adapten y seleccionen, creándose en éstos aptitudes que aportan un desarrollo económico sostenido y sostenible, asegurando el arraigo de los pueblos a su tierra, evitando la transculturación y la implantación de modificadores de las más ancestrales tradiciones (Delgado, 2000). En este sentido, el Perú cuenta con una gran riqueza de animales autóctonos completamente adaptados al medio ambiente en sus ocho regiones naturales, que tienen características altitudinales y meteorológicas completamente diferentes (Gómez, 2005); entre estos animales, se encuentra, indudablemente, la alpaca.

Se estima que en el Perú el 90% de las alpacas y la totalidad de las llamas se encuentra en manos de pequeños productores de subsistencia (FAO, 2005); razón por la cual, el rol de estos animales en la seguridad alimentaria es fundamental para las poblaciones de las zonas alto-andinas, por ser la única fuente de proteínas de

Repositorio institucional UNA - PUNO

alto valor biológico (de origen animal). Más aún, si se tiene en cuenta que en zona superiores a los 4000 m de altitud, la producción agrícola es mínima.

La castración de 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, remoción de olores indeseables, mejorar la textura de la carne, etc. (Teye, 2009). Muchos criadores y empresas alpaqueras también realizan la castración con estos mismos fines para producir los denominados "capones". La castración produce cambios metabólicos en el animal debido a que la supresión de los testículos, principal lugar de síntesis de testosterona, disminuye la cantidad de esta hormona a niveles ínfimos, repercutiendo directamente en su comportamiento y conducta sexual (Bretscheneider, 2009).

Los efectos de la castración determinadas características de la carne (veteado o marmorización) son conocidos en distintas razas y cruces raciales de vacunos, ovinos y porcinos. Sin embargo, es muy escasa la información que se tiene acerca del efecto de la castración sobre la calidad de carne y, sobre todo, vísceras de alpacas. En ese sentido, el propósito del presente estudio fue evaluar los cambios que ocurren en la composición química del músculo, corazón e hígado por efecto de la castración en tuis machos, considerando que es la principal clase que es destinada al camal. Además, la composición química, tiene gran relevancia sobre la calidad, ya que la carne y vísceras es un componente importante de la dieta humana y aporta un amplio rango de nutrientes: proteínas, grasas, agua, minerales y vitaminas.

La utilidad del presente estudio redunda directamente en los productores de alpacas, ya que cuenta con un instrumento informacional para decidir si es conveniente o no

Repositorio institucional UNA - PUNO

realizar la castración en sus animales, desde el punto de vista de composición química. Últimamente, debido la mayor utilidad que se obtiene por la venta de carne de alpacas entre 1,5 y 2 años de edad, con respecto a los obtenidos por la venta de animales mayores, justificado en una mayor calidad de la carne de los animales jóvenes, se muestra un interés creciente en promover la venta de alpaca joven para carne y fomentar el consumo de su carne, fresca o transformada.

Los objetivos específicos del presente estudio fueron determinar el contenido de humedad, proteínas totales, grasas totales (extracto etéreo) y cenizas en músculo, corazón e hígado mediante el análisis proximal en animales castrados y en no castrados a fin de determinar su efecto.

Repositorio institucional UNA - PUNO

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aspectos generales de la crianza de alpacas

La crianza de animales ha sido siempre un aspecto importante en la economía campesina, especialmente en los sistemas de manejo integral de recursos. Desde los sistemas de pastoreo hasta los sistemas de crianza intensiva, el componente animal ha sido un factor esencial para el desarrollo. La importancia de la crianza animal en una visión de manejo sostenible de los agro-ecosistemas reside principalmente en la capacidad de los animales de transformar la biomasa que el ser humano no puede utilizar directamente (Preston, 2005).

La actividad pecuaria constituye un componente importante de la economía peruana. La importancia radica en que los animales son un producto de subsistencia usado para el consumo familiar y otros propósitos domésticos, son utilizados para el control de la vegetación, representan un medio de ahorro, requiere una inversión baja y bajos riesgos financieros, y son una fuente de liquidez inmediata para el productor (Arroyo, 1998; Preston, 2005). En muchos lugares de América Latina los animales son considerados como ‘el banco del campesino’, pues en situaciones de emergencia se constituyen en un bien de intercambio, ya sea por trueque o por venta. La crianza de especies menores es de vital importancia para los campesinos y criadores latinoamericanos. Estos animales se caracterizan por su rusticidad, capacidad de adaptación, contribuyen al sustento de las familias es un medio de diversificación genética y contribuye a aumentar los ingresos familiares (Preston, 2005).

Repositorio institucional UNA - PUNO

La alpaca (*Vicugna pacos*) es uno de los camélidos sudamericanos domésticos, cuyo hábitat natural se localiza en la zona altoandina de Bolivia, Perú, Argentina y Chile. Las alpacas son criadas para aprovechar, principalmente, su fibra y su carne. El sistema de producción tradicional de estos animales es extensivo y poco especializado, siendo este sistema el más conocido y el que comúnmente se lleva a cabo por las comunidades campesinas (Aréstegui, 2005). Las alpacas se crían a base de pastos en zonas por encima de los 3800 m sobre el nivel del mar, caracterizándose por sus condiciones geográficas difíciles, clima variable, dispersión de las viviendas, carencia de vías de comunicación y servicios, en los cuales las alpacas se alimentan con la vegetación característica (pastizales nativos de condición pobre) presente en dichas zonas (Neely *et al.*, 2001). En algunas regiones, el manejo inadecuado de pastizales y el sobrepastoreo están generando un proceso de degradación de los mismos, lo que se traduce en bajos índices de producción y productividad (Ruiz *et al.*, 2004).

Se estima que al menos un millón y medio de personas (hombres, mujeres y niños), agrupadas en 120,000 familias se dedican a la crianza de camélidos sudamericanos domésticos, en las regiones altoandinas del Perú. En zonas superiores a los 4000 m sobre el nivel del mar la producción agrícola es mínima constituyéndose la actividad pecuaria como la principal, desarrollándose la crianza de alpacas Huacaya y llamas. Los ingresos *per capita* en las zonas rurales productoras de alpacas son los menores del país. Estos ingresos proceden principalmente de la venta de fibra (55%) y de la venta del animal para carne (45%), proporciones que pueden variar principalmente en función de los precios de los productos (Gómez y Gómez, 2005).

De acuerdo a las posibilidades económicas, el grado de organización, la posibilidad o no de acceso a los diversos pisos ecológicos de esas regiones y a las formas de

Repositorio institucional UNA - PUNO

propiedad de la tierra, podemos encontrar comunidades campesinas, asociaciones empresariales y productores individuales que se dedican a la crianza de camélidos, siendo en su mayoría pequeños y medianos productores (hasta 50 a 100 cabezas de ganado. Aproximadamente, el 90% de las alpacas de los rebaños peruanos pertenece a la raza Huacaya y el 10% es de raza Suri. (Bustinza *et al*., 1993).

La historia reciente de la alpaca y de sus pastores está asociada al fracaso de intervenciones y políticas económicas y sociales, elaboradas sin mayor conocimiento de la realidad y desde los niveles centrales del Estado y sin la participación de los actores directamente involucrados. Es por esto que actualmente la pobreza sigue siendo el rasgo más característico de los miles de productores alpaqueros de los altos Andes (CONACS, 2006).

La mayor población de alpacas en Perú se concentra en el departamento de Puno, con alrededor de 2 millones de cabezas (55%), seguido por Cusco con 438 mil cabezas (12%), Arequipa con 358 mil cabezas (10%), y el resto en otros departamentos (INEI, 2007).

2.2. Producción de carne y fibra de alpaca

En el Perú, el número de alpacas que se sacrifican anualmente está alrededor al medio millón destacando una tendencia creciente en la producción de carne de alpaca, que alcanza alrededor de 9000 TM en el año 2006. La producción de carne de llama, aunque ha mostrado también una tendencia creciente, no llega a ser ni la mitad de la producción de carne de alpaca (INEI, 2007).

El sacrificio de la alpaca presenta cierta estacionalidad y se realiza especialmente durante los meses de abril y mayo, cuando se inicia el período seco en la zona alta.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Debido a la escasez de alimentos, los animales viejos machos y hembras y defectuosos, son destinados a este fin para compensar al resto del rebaño que está compuesto en su mayoría por hembras o vientres que acaban de salir del período de monta (Borda *et al*., 2007).

Lo que tal vez sea más relevante para la subsistencia y bienestar de las familias rurales andinas es que la carne de alpaca es una importante fuente de proteína en la dieta de las familias. Últimamente, debido la mayor cantidad de dinero que se obtiene por la venta de carne de alpacas entre 1,5 y 2 años de edad, con respecto a los obtenidos por la venta de animales mayores – justificado en una mayor calidad de la carne de los animales jóvenes; por parte del sector productivo y de diversas organizaciones, se muestra un interés creciente en promover la venta de alpaca joven para carne y fomentar el consumo de su carne, fresca o transformada (en preparados o productos cárnicos) (Farfield, 2006).

2.3. 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).

Repositorio institucional UNA - PUNO

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 a su cargo dos papeles fisiológicos principales que son la función exocrina o espermatogénica y la endocrina o producción de andrógenos, siendo ambas controladas por las gonadotropinas hipofisarias FSH y 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. 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 testis y 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. Estos túbulos son los encargados de elaborar y segregar los espermatozoides. Por otra parte, en los intersticios de los tubos seminíferos se encuentran las células intersticiales o de Leydig con función endocrina. Estas tienen a su cargo la producción de andrógenos, de los cuales el más representativo es la testosterona. La producción hormonal del testículo es de vital importancia para la

Repositorio institucional UNA - PUNO

adecuada formación de los espermatozoides y el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios (Pérez, 2009). La figura 1, muestra la estructura del testículo y la figura 2, su función endocrina.

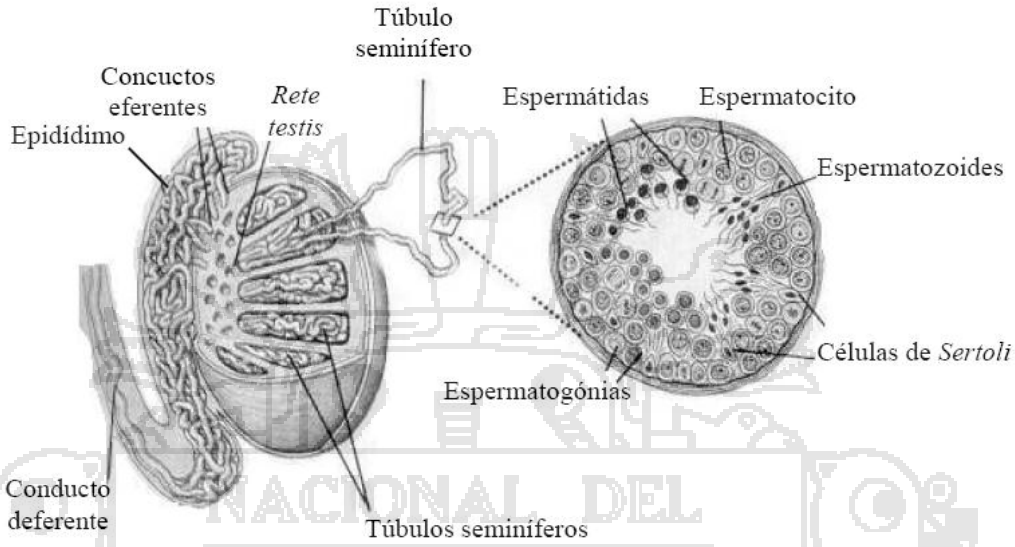

***Figura 1**: Esquema de la estructura del testículo. Los testículos están formados por un parénquima rodeado por la túnica vaginal, la cual penetra en el parénquima y lo divide en lóbulos. En el interior de los lóbulos se encuentran los túbulos seminíferos.*

Repositorio institucional UNA - PUNO

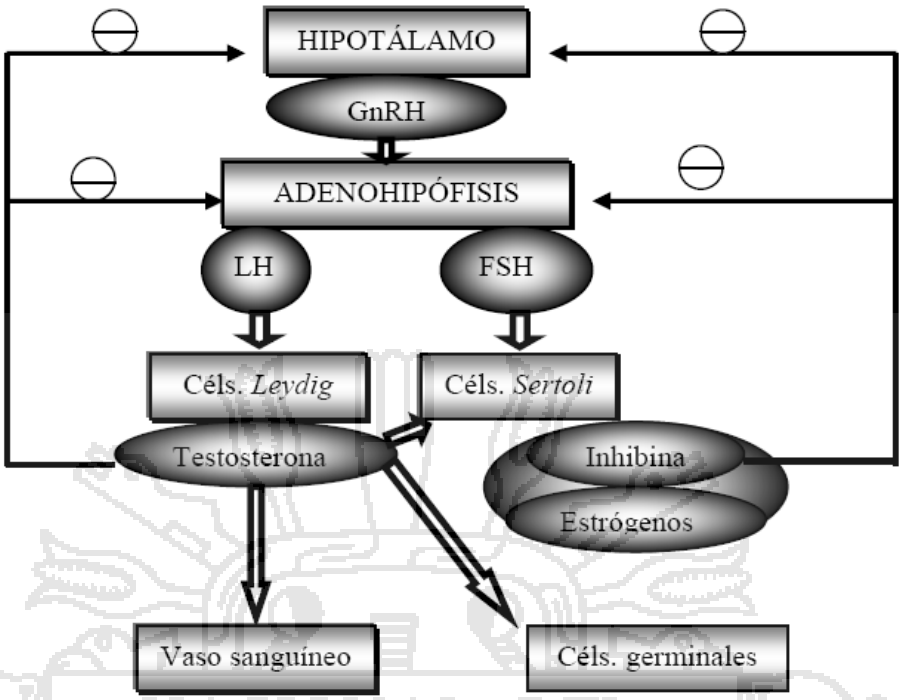

***Figura 2**: Función endocrina del testículo*

2.4. La testosterona y sus acciones fisiológicas

Las hormonas son moléculas que intervienen en la reproducción, el crecimiento y el desarrollo, mantienen el medio interno y la producción, utilización y depósito de la energía. Sus efectos son complejos, de manera que a veces una única hormona puede tener varios y diferentes efectos en distintos tejidos y aun en el mismo en diferentes momentos de la vida, o controlar algunos procesos biológicos, mientras que otros requieren de la interacción de varias. Las hormonas pueden viajan en el plasma sanguíneo en forma libre, que es la menor cantidad y a la vez representa su forma activa, o unidas a transportadores, como la albúmina. 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 activarán los mecanismos necesarios para que se exprese el efecto hormonal; por su parte, las hormonas esteroideas (el caso de la testosterona y estradiol) penetran de forma

Repositorio institucional UNA - PUNO

pasiva a través de la membrana citoplasmática, se unen a un receptor citosólico, este complejo se liga al ADN y origina la activación de los genes (Jácome, 2005).

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).

La testosterona cumple una variedad de funciones, entre las que se mencionan (Malgor y Valsecia, 2000):

- ✓ **Acciones sexuales:** La testosterona es necesaria para el normal desarrollo de los genitales externos. En resumen, la testosterona 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: i**ncremento 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

Repositorio institucional UNA - PUNO

muscular que la hembra. Estas acciones anabólicas son también evidentes en otros órganos y sistemas: hígado, riñón, corazón, médula ósea, etc.

- ✓ **Acciones sobre la hipófisis:** Por retroalimentación negativa la testosterona inhiben la secreción de las gonadotrofinas hipofisarias, en el hipotálamo inhiben la producción delos factores de liberación de gonadotrofinas hacia el sistema portal hipotálamo hipofisario.
- ✓ **Acciones metabólicas:** Los andrógenos y la testosterona producen en general efectos anabólicos y de tipo mineralocorticoide:
- ✓ 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 habitualmente mayor en el macho adulto que en las hembras y animales jóvenes.

2.5. Castración

La castración consiste en la eliminación de las gónadas con el objeto de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales. La castración tiene como objetivos (Bavera y Peñafort, 2006):

- ✓ Esterilidad permanente.
- ✓ Ausencia de la manifestación de los caracteres sexuales secundarios.

Repositorio institucional UNA - PUNO

- ✓ Mejorar la aptitud para el engorde y la calidad de la carne por el mayor depósito de 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.

Sin embargo, la castración es una de las medidas de manejo más estresante para el ganado, en donde el animal macho puede ser castrado mediante procedimientos cruentos o incruentos. Los métodos cruentos son aquellos que producen pérdida de sangre debido al uso de instrumentos cortantes, como por ejemplo, el bisturí o cuchillo; mientras que los procedimientos incruentos son aquellos que no producen sangrado. Durante el estrés se produce un incremento en los niveles sanguíneos de cortisol, una hormona con propiedades inmunosupresivas 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 (Bretscheneider, 2009).

2.6. 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

Repositorio institucional UNA - PUNO

horas, siendo por tanto tan sólo 3% el decremento entre la 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; b) 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).

2.7. Composición química de la carne

La carne se define como el tejido muscular blando del cuerpo del animal que rodean al esqueleto, incluyendo nervios y aponeurosis, que haya sido declarada apta para el consumo humano antes y después del sacrificio y faenado. Además, se considera carne el diafragma, no así los músculos del aparato hioideo, corazón, esófago, ni lengua (Foraquita, 2012).

Repositorio institucional UNA - PUNO

El conocimiento de la composición química de la carne de alpaca es de extrema importancia para el entendimiento de su valor nutritivo, así como para interpretar su calidad sensorial y aptitud para el tratamiento industrial. En general los componentes mayoritarios de las carnes están representados por el agua, proteínas, grasas, minerales y glúcidos, componentes que varían con la especie animal, la edad y el régimen alimenticio (Bustinza, 2001).

La composición química, tiene gran relevancia sobre la calidad, ya que la carne es un componente importante de la dieta humana, que aporta un amplio rango de nutrientes: proteínas, grasas, agua, minerales y vitaminas. Además, la composición de la carne afecta a su calidad tecnológica, higiénica, sensorial y de servicio. En general, se puede decir que la carne contiene entre 71 y 75% de agua, de un 20 a un 23% de proteínas, de 1 a 6% de grasa, un 1% de sustancias minerales y menos de un 1% de hidratos de carbono. Sin embargo, hay muchos factores que influyen sobre la composición química de la carne, sobre todo en el contenido graso, como la especie, raza, genotipo, estado fisiológico, dieta, sistema de manejo, tipo de musculo, etc. Estos factores no solo afectan al contenido total de grasa intramuscular, sino también al perfil lipídico de la misma, que tiene gran interés desde el punto de vista de la salud humana, y además, puede tener efectos sobre determinados atributos sensoriales como el flavor, la textura y el color, y afectara a la estabilidad oxidativa de la carne durante la maduración *post-mortem* (Farmer, 1994).

El análisis más básico de la composición de la carne y vísceras es la determinación de la composición proximal, es decir, del contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas. Estos análisis revelan el valor nutritivo básico de un producto y

Repositorio institucional UNA - PUNO

cómo puede ser combinado con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes principales de una dieta (Izaurieta, 1994).

En general se puede decir que el músculo de los animales adultos contiene 70-78% de agua, 15 a 22% de proteínas, 1-13% de grasa, 1% minerales y menos de 2% de hidratos de carbono (Pearson y Young, 1989). Existen factores que influyen sobre la composición química de la carne, como el genotipo, el estado fisiológico, la dieta, el sistema de manejo, el tipo de músculo, etc. (Huerta-Leidenz, 2003). En la Tabla 2.1 se muestra la composición proximal media de la carne de distintas especies animales.

***Tabla 1**: Composición proximal de la carne de distintas especies animales.*

Especie	Humedad (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)
Ternera	71,4	21,2	5,0	1,08
Cordero	72,5	20,9	5,9	1,06
Cerdo	71,8	21,8	5,3	0,98
Pollo	75,5	21,4	3,1	0,96
Pavo	74,2	21,8	2,9	0,97
Cabrito	75,8	20,6	2,3	1,10
Conejo	72,8	20,1	5,6	0,72

Fuente: Martín Cáceres (2001), citado por Huerta-Leidenz (2003).

El agua, que es el componente mayoritario de la carne, influye sobre la calidad afectando la jugosidad, la blandura, el color y el sabor. Como la mayor parte de agua se encuentra atrapada entre las proteínas miofibrilares (70%), existe una relación casi constante entre el contenido de proteína miofibrilar de la carne y de su agua (Sánchez, 1999). El contenido en agua disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa en el músculo (Forrest *et al.*, 1979).

Repositorio institucional UNA - PUNO

Todos los cálculos de valor nutricional requieren del conocimiento del contenido de humedad, el cual varía enormemente para poder expresar los resultados sobre extracto seco y húmedo. El método comúnmente usado para la determinación de humedad en la carne es el de secado en un horno. Al someter la carne a altas temperaturas se pierde agua libre en medida proporcional a la temperatura aplicada (Carballo *et al*., 2001).

El contenido en grasa intramuscular tal vez sea el parámetro de la composición proximal con mayor efecto sobre la calidad de la carne. La calidad sensorial de la carne depende del contenido en grasa intramuscular (GIM), 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. En la carne el contenido de lípidos es muy variable. La cantidad de GIM dependerá principalmente de la genética, del peso vivo, de la alimentación y sistema de explotación (Mabry y Bass, 1998). El contenido de GIM también depende del músculo que se considere (Mourot y Hermier, 2001).

Las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado. La proteína cárnica tiene un elevado valor biológico. Esta proteína representa entre el 25 y 30% del total de proteínas consumidas en países industrializados y entre el 12 y 20% en los países en vías de desarrollo (López de Torre *et al.*, 2001).

La clasificación más aceptada de las proteínas cárnicas tiene lugar con respecto a su solubilidad y localización. Así tenemos tres grupos: las proteínas sarcoplásmicas (mioglobina, hemoglobina y enzimas asociadas a la glucólisis, al ciclo del ácido cítrico y a la cadena transportadora de electrones); las proteínas miofibrilares (entre otras, actina, miosina, tropomiosina, troponina, actinina α y ß, proteína C y proteína

Repositorio institucional UNA - PUNO

M) y las proteínas del estroma (constituyentes del tejido conectivo, que son comparativamente insolubles) (López de Torre *et al.*, 2001.; Santrich, 2006). La cuantificación de la proteína total se efectúa mediante el método de Kjeldahl, después de ser digerida la muestra con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador (Olvera *et al*., 1993).

Las cenizas es el indicador indirecto del contenido en minerales de un alimento. La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición y oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. La ceniza remanente es el residuo inorgánico y la medición de la ceniza total es útil en el análisis de alimentos (Olvera *et al.*, 1993).

Las cenizas están compuestas de elementos minerales (calcio, fósforo etc.). La carne contiene metales alcalinos, alcalinotérreos, hierro, cloro, azufre, fósforo y diversos oligoelementos. Los minerales están presentes en la carne de cerdo en 1%, siendo los más importantes el hierro, manganeso y fósforo, los cuales son de gran importancia para el organismo humano, pues intervienen en la formación de huesos y dientes (Eusse, 2000).

2.8. 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.) (Sierra, 2010).

Repositorio institucional UNA - PUNO

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 y cols., 2008). Por otro lado, la carne de los animales machos 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 (Gerrard et al, 1987).

2.9. Carne de alpaca

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 2.2). En la Tabla 2.3 se puede observar 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, con respecto a la carne de las otras especies (Cristofanelli *et al*, 2004).

Repositorio institucional UNA - PUNO

***Tabla 2**: Composición química del músculo Longissimus thoracis y lumborum de alpacas y llamas*

Componente	**Alpaca (n=40)** **Promedio ± SD**	**Llama (n=20)** **Promedio ± SD**
Humedad (%)	73,64 ± 1,66 a	73,94 ± 1,87 a
Grasa (%)	0,49 ± 0,01 a	0,51 ± 0,01 a
Proteína (%)	23,33 ± 0,69 a	23,12 ± 0,88 a
Cenizas (%)	2,54 ± 0,20 a	2,43 ± 0,25 b

a,b Letras diferentes indican diferencias significativas ($P > 0,05$).

***Tabla 3**: Composición química de la pierna de alpaca, cerdo y cordero.*

Componente	**Alpaca**	**Cerdo**	**Cordero**
Humedad	73,1	71,7	75,2
Proteína	24	19,4	20,3
Grasa	1,8	7,4	3,1
Ceniza	1	1,1	1
Carbohidratos	0,1	0,3	0,4

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

En la UNA-Puno, se evaluó la composición química de la carne de alpaca obteniéndose un promedio de 76,08% de humedad, 20,48% de proteínas, 1,40% de grasa, 1,14% de cenizas y 0,97% de glúcidos, encontrándose algunas diferencias entre animales de distintas edades y regiones anatómicas (Bustinza et al., 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

Repositorio institucional UNA - PUNO

75.8%, la de grasa a 1.33% y la de cenizas a 1.09%. No se encontró diferencias importantes 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).

La carne de alpaca, es recomendada como una de los alimentos más nutritivos pues posee 22% de proteínas, 56 mg 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, el contenido de proteínas se eleva hasta un 56% constituyendo una alternativa en dietas hiperprotéicas, además es una materia prima de alta calidad para elaborar embutidos como hotdog, salchichas, jamonadas, mortadela, ahumados y conservas entre otros (CONACS 2006).

Se hizo una comparación en la composición química y calidad instrumental de carne de bovino, llama y caballo finalizados bajo pastoreo los cuales fueron faenados bajo procedimientos estándares de Chile lo cual se tomaron muestras en el músculo *longissimus lumborum.* (Tabla 2.4) en la cual no se encontraron diferencias significativas entre especies en porcentaje de humedad y cenizas (Lindon et al., 2011).

***Tabla 4**: Composición química de la carne de bovino, llama y caballo.*

Características	Bovino	Llama	Caballo
Humedad	73.72 ± 0.84	73.34 ± 0.75	72.41 ± 1.51
Grasa	2.27 ± 0.10	1.56 ± 0.67	3.80 ± 1.54
Proteína	22.46 ± 0.61	23.88 ± 0.77	21.41 ± 1.31
Cenizas	1.19 ± 0.02	1.21 ± 0.11	1.25 ± 0.08

Repositorio institucional UNA - PUNO

Se estudió 20 canales de alpacas con un rango de edad entre 18 a 24 meses y de la raza Huacaya, provenientes de los departamentos de Junín y Puno (Perú), que fueron criadas mediante un sistema extensivo tradicional, alimentándose de la vegetación característica del altiplano andino. Se realizaron diversos análisis de composición química sobre el músculo *Longissimus thoracis o lumborum* de alpaca, obteniéndose los siguientes resultados: Humedad 74.07%, Proteína 22.69%, grasa 2015% y ceniza 1.1%. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que la carne de alpaca se caracteriza por su bajo nivel de grasa intramuscular y un contenido de minerales, aminoácidos y ácidos grasos comparables a los encontrados en carne de vacuno y ovino (Salvá, 2009).

De todos los músculos, el que se utiliza en la mayoría de los casos es el *m. Longissimus thoracis et lumborum*, puesto que es un músculo grande, se extrae fácilmente de la canal, se puede filetear con mucha facilidad, y es de primera categoría, por tanto, representativo del valor comercial de la canal (Sañudo y col., 2000).

2.10. Composición química de corazón e hígado

No hay estudios referidos a la determinación de la composición química de las diferentes partes de la alpaca, entre ellos las vísceras. Sin embargo, existen tablas de composición química de alimentos que muestran los siguientes resultados (INS-MINSA, 2009):

Repositorio institucional UNA - PUNO

***Tabla 5**: Composición química del corazón e hígado de carnero y res.*

Órgano	Agua	Proteínas	Grasa total	Carbohidratos	Cenizas
Corazón de carnero	77.0	15.4	4.6	1.4	1.1
Hígado de carnero	72.1	19.9	4.0	2.6	1.4
Corazón de res	77.0	16.6	3.5	0.1	1.0
Hígado de res	70.8	20.0	4.6	3.3	1.3

2.11. Antecedentes

Se estudió el efecto de la castración sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de *Cebones* de raza Rubia Gallega. Se emplearon muestras del músculo *Longissimus thoracis* de 7 animales enteros y 8 castrados de 24 meses, sobre las que se determinó el grado de marmorización, el color de la carne y de la grasa subcutánea, la capacidad de retención de agua, la dureza y el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular. La carne de los castrados fue más grasa que la de los enteros, pero no se observaron diferencias entre enteros y castrados 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 horas post mortem, sin embargo, a los 7 días post mortem, la carne de los enteros resultó ligeramente más luminosa que la de los castrados. La castración provocó un incremento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, especialmente el oleico (C18:1), y saturados, y un descenso del nivel de poliinsaturados. Debido a su mayor veteado y proporción de oleico, la carne de los castrados parece más adecuada que la de los enteros para comercializarse como carne de *buey* (Varela. et al., 2003).

Repositorio institucional UNA - PUNO

Se evaluó el efecto de la castración sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en el músculo *Longissimus lumborum* de 50 bovinos mestizos comerciales de peso inicial de 368 kg. Se asignaron 3 tratamientos: Novillos (castración total), Toretes (sin castrar) y Seudocriptorquídeos (seudocastrados). Se analizaron las variables textura, composición proximal y evaluaciones sensoriales. En cuanto a la composición química, no se encontró diferencias (P>0,05) para el contenido de humedad, cenizas y lípidos, pero si hubo diferencias (P≤0,05), para el contenido de proteínas, siendo menor en novillos (20,96%) que en los otros tratamientos (21,15% y 21,32%, respectivamente). Concluyendo que la castración afecta la composición fisicoquímica y cualidades sensoriales de la carne en bovinos comerciales. En relación a las características sensoriales de la carne, los animales que fueron castrados totalmente y los seudocriptórquidos, presentaron carnes más sabrosas, jugosas y tiernas en comparación con los animales enteros (toretes). Se recomienda la técnica de castración tardía como alternativa de manejo en las unidades de producción de carne, porque permite obtener un valor comercial agregado del animal castrado sobre el torete (Morón-Fuenmayor et al., 2010).

Se ha determinado los niveles de testosterona sérica en alpacas del nivel del mar y de la altura, determinándose que existe efecto por la altitud, siendo 3.918 ng/mL para el grupo de altura y de 5.865 ng/mL para el nivel del mar, no encontrándose diferencia estadística entre ambos grupos (P<0.05) (Losno et al., 1977).

Se ha estudiado los niveles de testosterona después de la castración de alpacas determinándose que los niveles de testosterona circulante disminuyen alrededor del 91% en la primera hora poscastración, y hasta el 94% a las 6 horas, tiempo a partir del cual no se encuentra variación significativa alguna (Losno et al., 1977).

Repositorio institucional UNA - PUNO

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y temporalización.

Los animales utilizados para el presente estudio fueron pertenecientes al Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC) situado en "La Raya" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, Departamento de Puno, entre las coordenadas 13º 00' y 17º 18' de Latitud Sur y 71º 18' y 65º 50' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con un patrón ambiental de sub-típico climático "D", una temperatura de 9.5ºC a -4.2ºC y una precipitación pluvial anual de 525.7 mm, a una altitud de 4 136 a 5 740 m.s.n.m. (SENAMHI, 2013). Según la caracterización agrostológica de la zona existe predominio de la chillihua (*Festuca dolichophyla*), totorilla (*Cirpus rigidus*), sillu sillo (*Achemilla pinnata*), quemillo (*Elleocharis albibracteata*), grama (*Mulenbergia ligularis*_) e ichu (*Istipa ichu*).

Para el beneficio, los animales fueron trasladados a la ciudad de Puno, en donde se acondicionó un lugar para llevar a cabo todas las labores de faenamiento y toma de muestras. El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios de, Bioquímica y Pastos y Forrajes de las Escuelas Profesionales de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Agronomía, respectivamente.

La castración de los animales fue realizada en el mes de marzo del 2014 y el beneficio en el mes de octubre del 2014.

Repositorio institucional UNA - PUNO

3.2. Material experimental

a) Animales

Para el estudio se utilizaron 12 alpacas de raza Huacaya de 2 años de edad, de los cuales 06 fueron castrados (grupo experimental) seis meses antes del beneficio y 06 permanecieron enteros (grupo control). Todos los animales presentaron un aparente buen estado de salud tanto en el momento de selección como en el momento de la toma de muestras. El sustento alimenticio de todos estos animales fue en base a pastizales naturales de la zona (época seca) y una forma de crianza tipo extensivo tradicional.

b) Materiales y equipos

De muestreo

Equipo y materiales de faenamiento (cuchillos, hacha, colgadores, etc.)

Equipo mínimo de disección

Envases de muestreo de polietileno

Balanzas (tipo reloj y analítica)

Caja tecnoport con hielo

Registros

De laboratorio

Congeladora

Balanza analítica

Equipo de Kjehldal

Hornilla eléctrica

Repositorio institucional UNA - PUNO

Equipo Baño María

Mortero de 5 cm de diámetro

Beakers de 10 y 25 mL.

Probetas de 10 y 25 mL.

Gradillas.

Material auxiliar

Cámara fotográfica

Computadora

3.3. Métodos

a) Selección de animales

Del hato de tuis machos de 2 años se eligieron 12 animales en forma aleatoria. Los animales elegidos fueron examinados clínicamente con la finalidad de excluir aquellos con defectos hereditarios y enfermos. Con los 12 animales elegidos, se establecieron los dos grupos (experimental y control) de 06 animales cada uno, también en forma aleatoria. Cada animal fue identificado con marcas de pintura y collar numerado.

b) Técnica de castración

La castración se realizó mediante el método quirúrgico. Para la cirugía el animal fue inmovilizado completamente en una mesa de trabajo, luego se lavó con agua y jabón carbólico las zonas inguinal y escrotal para luego desinfectarlo con alcohol yodado. Se aplicó anestesia local en la región. Se realizó un corte en la región media de las bolsas testiculares para luego separar cada uno de los planos anatómicos para finalmente extraer completamente los testículos y conductos

Repositorio institucional UNA - PUNO

espermáticos, finalmente el cordón espermático quedó bien sellado raspándolo con el mango del bisturí . Luego de extraído los testículos la bolsa escrotal abierta fue bañada con alcohol yodado. Se aplicó un antibiótico de larga acción por vía intramuscular para prevenir infecciones posteriores. Tras revisiones periódicas de los animales castrados, ninguno presentó infección secundaria, recuperándose completamente.

c) Beneficio de los animales

Seis meses después de la castración, todos los animales fueron beneficiados utilizando el método tradicional de sacrificio de alpacas; es decir, cortando los principales vasos sanguíneos del cuello en forma rápida. Para esta labor, se contrató los servicios de matarifes especializados en el sacrificio y desuello. Las canales de alpaca fueron obtenidas eliminando la cabeza (corte en la articulación atlanto-occipital), patas (corte en la articulación tarsal-metatarsal y carpal-metacarpal), piel y vísceras.

d) Toma de muestras.

Para el presente estudio se tomaron muestras en una cantidad aproximada de 30 g, de los siguientes tejidos:

- **Tejido muscular esquelético**.- Dorsal largo (*Longissimus thoracis*).
- **Tejido cardíaco**.- Miocardio del ventrículo derecho.
- **Tejido hepático**.- Lóbulo derecho del hígado.

Las muestras fueron pesadas inmediatamente en balanza analítica y colocadas en bolsas de polietileno debidamente rotuladas. Estas fueron depositadas en caja refrigerada para su conservación.

Repositorio institucional UNA - PUNO

e) Análisis proximal de las muestras

Humedad

La determinación del contenido en humedad se realizó por desecación en estufa de aire forzado caliente hasta peso constante, siguiendo la Norma ISO 1442 (1973). La muestra se hace secar en estufa hasta obtener un peso constante. En este período, el agua evapora quedando la materia seca como residuo. La diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra corresponde a la cantidad de agua contenida en la muestra.

Equipos

- Horno secador (Estufa)
- Balanza analítica

Materiales

- Morteros
- Campana desecadora
- Tijeras
- Bolsas de papel

Procedimiento

- Picar y triturar la muestra en mortero.
- Pesar una bolsa de papel libre de humedad.
- Pesar una cantidad de muestra en la bolsa.
- Secar la muestra en estufa a 60 °C por 72 horas.
- Trasladar la muestra a la campana desecadora y dejar enfriar.

Repositorio institucional UNA - PUNO

- Pesar la bolsa y su contenido en balanza analítica.

Datosg obtenidos

- Peso de bolsa vacía
- Peso de bolsa + muestra húmeda
- Peso de bolsa + muestra seca

Cálculos

El contenido materia seca y humedad se calculó por diferencia de pesada antes y después del tratamiento, utilizando las siguientes fórmulas:

$$Materia\ seca\ (\%) = \frac{Materia\ seca\ obtenida\ (g)}{Muestra\ húmeda\ analizada\ (g)} \times 100$$

$$Humedad\ (\%) = 100 - MS(\%)$$

Grasa

Para la determinación de la grasa se siguió la Norma AOAC 960.39 (AOAC, 1999b), utilizando el extractor Soxhlet. El principio de la extracción Soxhlet, un método de reflujo continuo, consiste en que se utiliza un solvente para lavar en forma sucesiva una muestra de alimento. El solvente cicla y extrae los compuestos lípidos (grasas, aceites, ceras, pigmentos y otros). El porcentaje de grasa bruta se obtiene indirectamente por la diferencia de pesos entre la muestra inicial y final, lo cual mide la cantidad de la grasa perdida en el proceso de extracción.

Equipo

- Horno secador eléctrico, 60ºC ± 1ºC.
- Balanza analítica, 1 mg de sensibilidad.

Repositorio institucional UNA - PUNO

- Unidad de extracción Soxhlet.

Materiales

- Desecadora, con desecante de gel de sílice.
- Papel filtro de poro fino (lento), Watman Nº 2

Reactivos

- Éter de petróleo

Procedimiento

Se siguió el siguiente protocolo:

- Coloque un papel filtro en el horno secador a 60ºC y déjelo secar por un mínimo de 12 horas.
- Saque el papel filtro del horno secador y coloque en un desecador, déjelo enfriar por 5 minutos a temperatura de laboratorio, luego péselo.
- Pese 2 g de muestra seca en el papel filtro, envuélvalo adecuadamente con envoltura tipo hojalata para evitar la fuga de muestra.
- Coloque el cartucho en la cámara de extracción del Soxhlet. Agregue una vuelta y media (1½) de solvente para garantizar el ciclo del solvente.
- Caliente el solvente en el frasco hasta su ebullición. Ajuste la fuente de calor a una velocidad de reflujo de 4 gotas por segundo.
- Continúe la extracción por un período mínimo de 4 horas.

Repositorio institucional UNA - PUNO

- Retire la unidad de extracción de la fuente de calor, separe con cuidado el extractor y el condensador. Remplace el balón sobre la fuente de calor y destile y recupere el solvente remanente.
- Retire el cartucho de la cámara de extracción y colóquelo en un secador rotatorio para evaporar el solvente residual, luego coloque en el horno secador a 60ºC y déjelo secar hasta peso constante (mínimo 12 horas).
- Saque el cartucho seco de la estufa y déjelo enfriar en un desecador a temperatura de laboratorio, luego péselo.
- Reporte los resultados en términos de lípidos totales o grasa bruta o extracto etéreo, en porcentaje con un solo decimal.

Datos obtenidos

- Peso de papel filtro
- Peso de papel + materia seca con grasa
- Peso de papel + materia seca sin grasa

Cálculos

El contenido grasa o extracto etéreo, se determina con la siguiente fórmula:

$$Extracto\ etéreo\ (\%) = \frac{Grasa\ perdida\ (g)}{Muestra\ analizada\ (g)} \times 100$$

Proteína total

Para la determinación de la proteína se siguió el método de la AOAC 992.15 (1999c), cuantificando el nitrógeno total por el método Kjeldahl, que consta de tres

Repositorio institucional UNA - PUNO

etapas: digestión, destilación, y titulación. La **digestión** (sulfatación), se realiza por ebullición de una muestra homogénea de alimento en ácido sulfúrico concentrado. En este proceso, el carbono se convierte en tetróxido de carbono (CO_4), el hidrógeno en agua (H_2O), y el nitrógeno en sulfato de amonio [$(NH_4)SO_4$]. La **destilación** es la separación del amonio capturado en el sulfato, por adición de un exceso de una base fuerte (NaOH), con ayuda de calor. En este proceso el amonio (NH_4) se convierte en amoníaco (NH_3) gas libre, y el sodio se combina con el sulfato, formándose sulfato de sodio (Na_2SO_4). El gas amoníaco (NH_3) se recupera por destilación a vapor, donde el NH_3 es arrastrado por el vapor de agua (hidrato de amonio) hacia el receptor. Se utiliza una solución de ácido bórico al 2% para la recepción de NH_3, formándose borato de amonio [$(NH_4)_3BO_3$] como producto final de la destilación. A medida que se colecta amoníaco, la solución de recepción cambia el color. La **titulación** mide la cantidad de amoníaco colectado en la solución de destilación.

Equipos

- Digestor, destilador y titulador Kjeldahl (Bureta/0.1 ml)

Materiales

- Balones Kjeldahl x 100 ml
- Matraces x 100 ml
- Frasco lavador x 500 ml

Reactivos

- Ácido Sulfúrico, H_2SO_4
- Sulfato de Sodio, Na_2SO_4
- Sulfato de Potasio, K_2SO_4
- Sulfato de Cobre, $CuSO_4$

Repositorio institucional UNA - PUNO

- Selenito de Sodio, Na_2SeO_3
- Hidróxido de Sodio, NaOH
- Ácido Bórico, H_3BO_3
- Rojo de Metilo
- Azul de Metileno
- Alcohol Absoluto
- Solución catalizadora
- Solución digestora
- Solución desplazadora (NaOH al 40%)
- Solución indicadora (Tashiro, T)
- Solución receptora (ácido bórico al 2%)
- Solución tituladora (H_2SO_4 0.1 N)

Procedimiento

Digestión

Se siguió el siguiente procedimiento:

- En un papel de celulosa y libre de nitrógeno, pese 0.2 g de muestra seca y finamente molida. Envuelva la muestra en el papel a manera de un paquetito.
- Coloque el paquetito de la muestra en un balón Kjeldahl de 100 ml y agregue 3.5 ml de la mezcla digestora. Utilice un volumétrico o un dosificador automático (Bureta).
- Coloque el balón Kjeldahl en la hornilla. Haga hervir la muestra durante un máximo de 3 horas. Gire el balón Kjeldahl cada media hora. Agítelo con cuidado para lavar el material que se impregna en sus paredes, para garantizar una buena

Repositorio institucional UNA - PUNO

digestión. La solución debe hervir hasta que tome color verde claro.

- En forma paralela corra un blanco. El blanco es un análisis idéntico pero sin muestra. Se utiliza papel, reactivos, y se realiza las mismas fases del análisis. Tiene por objeto corregir los resultados a causa de una posible contaminación de nitrógeno de los materiales y reactivos. El nitrógeno del blanco se descuenta al nitrógeno de la muestra.

Destilación

- Coloque en un frasco de Erlenmeyer 15 ml de ácido bórico al 2 % como receptor de amoníaco. Agregue 5 gotas del indicador T. Muente el frasco en el pico de descarga del destilador Kjeldahl.
- Agregue con cuidado una pequeña cantidad de agua de caño en el balón Kjeldahl que contiene la solución de sulfato de amonio. Diluya con cuidado puesto que la mezcla genera calor.
- Transfiera con cuidado la solución de sulfato de amonio al destilador Kjeldahl. Enjuague la solución con agua de caño por lo menos tres veces para garantizar total transferencia de la solución de sulfato de amonio. Cualquier pérdida de la solución en la transferencia conduce a error en el resultado.
- Agregue 7 ml de hidróxido de sodio al 50 % en el destilador. Un ligero exceso es mejor (8 ml) para garantizar total

Repositorio institucional UNA - PUNO

destilación. Cierre los ductos de entrada del destilador. Circule agua fría por el refrigerante del destilador.

- Destile el amoníaco hasta obtener por lo menos 50 ml de destilado. El cambio de color del receptor ácido bórico indica el inicio de la destilación.

Titulación

- Cargue una bureta de 50 ml con la solución tituladora (ácido sulfúrico al 0.1 N). Anote la marca inicial de la solución, a menisco inferior.
- Titule con cuidado el destilado hasta lograr viraje de color (de verde a azul gris). Anote la marca final. Calcule por diferencia el gasto de la solución.
- Titule también la muestra blanco. Reste el volumen de la titulación blanco del volumen de la titulación muestra de alimento.

Cálculos

El contenido de proteínas totales se calculó utilizando las siguientes fórmulas:

$$NT\ (\%) = \frac{Vol\ (mL) \times N \times mEq\ del\ N}{Peso\ de\ la\ muestra\ analizada\ (g)} \times 100$$

$$Proteína\ total\ (\%) = NT \times 6.25$$

Repositorio institucional UNA - PUNO

Cenizas

Para la determinación de las cenizas se siguió el Método Oficial de Análisis de Productos Cárnicos cuyo principio es la calcinación en mufla. Una muestra seca y finamente molida se incinera en una mufla a una alta temperatura por un determinado tiempo para oxidar todos los materiales orgánicos del alimento (proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas). El residuo inorgánico resultante se cuantifica como el contenido de ceniza del alimento.

Equipos

- Mufla de incineración
- Balanza analítica al 0.1 mg.
- Horno de secado

Materiales

- Crisoles de porcelana
- Campana desecadora

Procedimiento

El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Pesar un crisol de porcelana libre de humedad.
- Pesar 2 g de muestra seca en el crisol.
- Incinerar la muestra a 600°C por 3 horas.
- Dejar que la mufla enfríe lentamente (<200ºC).
- Transferir el crisol a la campana desecadora.
- Dejar que el crisol enfrié hasta temperatura de laboratorio.
- Pesar el crisol rápidamente.
- Reportar el porcentaje de ceniza a un decimal.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Datos obtenidos

- Peso de crisol
- Peso de crisol + materia seca
- Peso de crisol + ceniza

Cálculo

El contenido de cenizas se determina con la siguiente fórmula:

$$Ceniza\ total\ (\%) = \frac{Ceniza\ obtenida\ (g)}{Peso\ de\ la\ muestra\ analizada\ (g)} \times 100$$

3.4. Diseño experimental

Para el análisis estadístico de los datos, se realizó un análisis de varianza, en un diseño completo al azar, de acuerdo al siguiente modelo:

$$y_{ij} = \mu + a_i + \xi_{ij}$$

$$i = 1 \text{ y } 2$$

$$j = 1, 2, \ldots \text{ y } 6$$

Donde:

y_{ij} = Observación del animal j en el tratamiento i.

μ = Media de la variable y

a_i = Efecto de tratamiento (castración)

ξ_{ij} = Error experimental

Para el análisis estadístico, los datos fueron transformados mediante la fórmula del arcoseno. Se reportan estadísticos descriptivos para cada variable de respuesta.

Repositorio institucional UNA - PUNO

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de la carne de alpaca

Los resultados individuales de la composición química del músculo *Longissimus thoracis*, representativo de la carne, obtenidos en el presente estudio, se encuentran en el Anexo 1, y sus promedios en la tabla 4.1:

***Tabla 1**: Composición química porcentual de la carne de alpacas tuis macho, según condición, en base húmeda.*

Condición	Porcentaje de:			
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza
Castrado	73,63 [a]	22,35 [a]	2,16 [a]	1,10 [a]
No castrado	73,74 [a]	22,80 [a]	1,57 [b]	1,07 [a]
Promedio	**73,69**	**22,58**	**1,87**	**1,09**

Al realizar el análisis de varianza (anexo 4), se encuentra que no hay diferencia estadística para humedad, proteínas y cenizas entre animales castrados y no castrados ($P>0,05$), pero si hay diferencia significativa para el nivel de grasa ($P\leq0,05$). Esto significa que la castración si tiene un efecto sobre la composición química de la carne en alpacas, por el mayor contenido graso que tienen los castrados (2,16%) que los no castrados (1,57%). Si bien estadísticamente, no hay diferencia en el contenido de humedad y proteínas, numéricamente, se aprecia una ligera superioridad en los animales enteros.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Este cambio en la composición química de la carne, sin duda, se debe a la ausencia de la testosterona, ya que esta hormona cumple muchas acciones fisiológicas en el macho no castrado, y que al castrarse a los animales, se suprime el principal lugar de síntesis de testosterona: los testículos. Al respecto, Bavera y Peñafort (2006), señalan que la castración, además de causar esterilidad permanente y suprimir los caracteres sexuales secundarios del macho, tiene el objetivo de mejorar la aptitud de engorde y calidad de la carne por el mayor depósito de grasa.

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 presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados, lo que afectara a las características fisicoquímicas y sensoriales de la carne. Por otro lado, la carne de los animales machos 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).

Mabry y Bass (1998) indican el contenido graso 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. Por lo tanto, es conveniente realizar la castración en alpacas ya que mejorar su calidad. Sin embargo, debemos considerar que existen otros factores que influyen sobre el contenido de grasa en la carne. Por ejemplo, Sierra (2010) indica que la calidad de la carne depende de diversos factores intrínsecos propios del animal (raza,

Repositorio institucional UNA - PUNO

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.).

El resultado encontrado en el presente estudio concuerda con el realizado por Varela *et al* (2003) al estudiar el efecto de la castración sobre las características de la carne y de la grasa intramuscular de Cebones de raza Rubia Gallega, concluyendo 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, especialmente el oleico, y saturados, y un descenso de poliinsaturados.

Farmer (1994), señala que en general, la carne contiene entre 71 y 75% de agua, 20 a un 23% de proteínas, 1 a 6% de grasa, 1% de sustancias minerales y menos de 1% de hidratos de carbono. Por lo tanto, la carne de alpaca, también se encuentra dentro de estos rangos. 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, 1-13% de grasa, 1% minerales y menos de 2% de hidratos de carbono, rangos en lo que también se encuentra la carne de alpaca.

Es necesario resaltar lo indicado por Cristofanelli *et al.,* (2004), al referir que 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. Hecho, que es corroborado por el presente estudio, incluso en los animales castrados.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Comparando los resultados del presente estudio con otros realizados en alpacas, los resultados concuerdan con la mayoría de ellos. Así por ejemplo, Cristofanelli *et al* (2004) reporta un contenido de 73,64% de humedad, 23.33% de proteínas, 0,49% de grasa y 2,54% de cenizas tras haber analizado el músculo *Longissimus thoracis y lumborum* de alpacas. Asimismo, Bustinza et al (1993), indican que tras evaluar evaluar la composición química de la carne de alpaca en la UNA-Puno, obtuvieron un promedio de 76,08% de humedad, 20,48% de proteínas, 1,40% de grasa, 1,14% de cenizas y 0,97% de glúcidos, encontrando algunas diferencias entre animales de distintas edades y regiones anatómicas. Salvá (2009), al estudiar 20 canales de alpacas con un rango de edad entre 18 a 24 meses y de la raza Huacaya de Junín y Puno, encontró los siguientes resultados: humedad 74.07%, proteína 22.69%, grasa 2,01% y ceniza 1.1%.al analizar la composición química del músculo *Longissimus thoracis* de alpaca. Como se aprecia, los resultados son similares al presente estudio, y las pequeñas diferencias observadas se deberían a la edad, sexo, época, alimentación, etc. así como a factores no controlados de laboratorio.

En términos generales, se puede afirmar que la composición proximal del músculo *Longissimus* de alpaca fue semejante a la observada en otros estudios realizados en el *longissimus* y de otros rumiantes como el realizado por Kadim *et al.*, (2006) en camellos, quien encontró un 71% de humedad, 21,4% de proteínas, 4,4 de grasa y 1,1 de cenizas.

Repositorio institucional UNA - PUNO

4.2. Composición química del corazón de alpaca

Los resultados individuales de la composición química del corazón de alpacas tuis, obtenidos en el presente estudio, se encuentran en el Anexo 2, y sus promedios en la tabla 4.2:

***Tabla 2**: Composición química porcentual del corazón de alpacas tuis macho, según condición, en base húmeda.*

Condición	Porcentaje de:			
	Humedad	**Proteína**	**Grasa**	**Ceniza**
Castrado	78,27 [a]	17,07 [a]	2,98 [a]	0,96 [a]
No castrado	78,56 [a]	17,16 [a]	2,41 [b]	0,97 [a]
Promedio	**78,42**	**17,12**	**2,70**	**0,97**

Al igual que en el caso de la carne, el análisis de varianza (anexo 5), indica que no hay diferencia estadística para humedad, proteínas y cenizas entre animales castrados y no castrados ($P>0,05$), pero si hay diferencia altamente significativa para el nivel de grasa ($P\leq0,01$), con lo que se deduce que la castración tiene un efecto en la composición química del corazón (miocardio del ventrículo derecho).

Las explicaciones de este cambio serían los mismos que para la carne; es decir, al suprimirse los testículos, los niveles de testosterona se redujeron al mínimo, con lo que el metabolismo del animal cambió ostensiblemente. Como se sabe el corazón, es un órgano que funciona permanentemente bombeando la sangre hacia todos los tejidos, habrá mayor trabajo cardíaco durante el ejercicio (mayor actividad muscular). Bavera y Peñafort (2006) señala que la castración modifica el

Repositorio institucional UNA - PUNO

temperamento del animal, por disminución de la testosterona, haciéndolo más tranquilo. De modo que el animal castrado hace menos esfuerzo muscular (tanto esquelético como cardíaco) y su energía disponible se almacena como triglicéridos en los distintos niveles del tejido adiposo (subcutánea, alrededor de los órganos como el corazón, entre y dentro las fibras musculares), por esta razón, los niveles de grasa se incrementan. Por la misma razón, el corazón tiene menos gasto energético, acumulando sus reservas como grasa (lipogénesis).

No se han encontrado estudios detallados referidos al estudio de la composición química del corazón en alpacas u otras especies rumiantes de la región. Sin embargo, hay algunas tablas de composición de los alimentos en algunos textos. Uno de ellos es del INS-MINSA (2009) que señala que el corazón de carnero contiene 77% de agua, 15,4% de proteínas, 4,6% de grasa y 1,1% de cenizas; y el corazón de vacuno 77% de agua, 16,6% de proteínas, 3,5% de grasa y 1% de ceniza; estos valores son muy próximos a los encontrados en corazón de alpaca del presente estudio (78,42% de agua, 17,12% de proteínas, 2,70% de grasa y 0,97% de cenizas). Las pequeñas diferencias se pueden atribuir a las características propias de la especie.

4.3. Composición química del hígado de alpaca.

Los resultados de la composición química del hígado de alpacas tuis, obtenidos en el presente estudio, se presentan en el Anexo 3, y sus promedios en la tabla 4.3:

Repositorio institucional UNA - PUNO

***Tabla 3**: Composición química porcentual del hígado de alpacas tuis macho, según condición, en base húmeda.*

Condición	Porcentaje de:			
	Humedad	**Proteína**	**Grasa**	**Ceniza**
Castrado	73,59 [b]	19,57 [a]	3,69 [a]	1,25 [a]
No castrado	74,00 [a]	19,63 [a]	3,00 [b]	1,26 [a]
Promedio	**73,80**	**19,60**	**3,35**	**1,26**

El análisis de varianza nos indica que existe diferencia significativa en el contenido de humedad ($P \leq 0,05$), siendo más alto en animales no castrados. Como en los anteriores casos, el contenido de grasa hepática es más alta en castrados ($P \leq 0,01$). No hay diferencia en cuanto al contenido de proteína y cenizas ($P > 0,05$).

Las justificaciones de este hallazgo ya han sido explicadas en los ítems anteriores, resaltando el hecho de que a mayor contenido graso hay menor contenido de agua, como el encontrado en el presente estudio.

Tampoco se han encontrado estudios referidos a la composición química del hígado en alpacas u otras especies rumiantes. La tabla de composición química de alimentos del INS-MINSA (2009) indica que el hígado de carnero contiene 72,1% de agua, 19,9% de proteínas, 4,0% de grasa y 1,4% de cenizas; y el hígado de res 70,8% de agua, 20% de proteínas, 4,6% de grasa y 1,3% de ceniza; estos valores son muy próximos a los encontrados en el hígado de alpaca del presente estudio (73,8% de agua, 19,6% de proteínas, 3,35% de grasa y 1,26% de cenizas). Las pequeñas diferencias son también a características propias de la especie.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Si bien en todos los casos, estadísticamente no se han encontrado diferencias en el contenido de proteínas entre castrados y no castrados, se puede evidenciar que el contenido de proteínas es aritméticamente superior en los animales enteros (no castrados). Al respecto, Malgor y Valsecia (2000), indican que la presencia de andrógenos y testosterona producen un incremento en la retención de nitrógeno (balance nitrogenado positivo) en el animal, lo que estaría reflejándose en el mayor contenido de proteínas en animales con testículos, y cuestión inversa en los animales castrados, tal como se encontró en el presente estudio. Al respecto, Price y Schweigert (1976) indican que en el caso de vacunos los animales enteros depositan diariamente más proteína a nivel muscular y utilizan el nitrógeno de la dieta más eficientemente en comparación con los novillos (castrados). Además, existe un efecto hormonal sobre el crecimiento de los animales enteros que estimulan los receptores específicos de los andrógenos favoreciendo la liberación de la hormona de crecimiento, promoviendo la síntesis y depósito de proteína, en detrimento de la grasa, así lo afirman Fernández (1998) y Freitas *et al* (2008).

En lo referente al contenido de cenizas, el porcentaje hallado en el presente estudio fue menor al 2,54±0,20% y 2,43±0,25% reportado por Cristofanelli *et al.* (2004) para carne de alpaca y llama, respectivamente. Sin embargo fue similar al 1,10±0,05 encontrado por Kadim *et al.* (2006) en camellos árabes con una edad promedio de 24 meses.

Repositorio institucional UNA - PUNO

V. CONCLUSIONES

- ✓ En el tejido muscular (músculo *Longissimus thoracis*), el análisis proximal indica que el contenido de humedad, proteína y cenizas es similar en castrados y no castrados (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 no castrados (1,57%) (P≤0,05).
- ✓ En tejido cardíaco (corazón), el contenido de humedad, proteínas y cenizas es similar en castrados y no castrados (P>0,05), siendo los promedios de 78,42%, 17,12% y 0,97%, respectivamente. Pero, el contenido de grasa es mayor en castrados (2,98%) que en los no castrados (2,41%) (P≤0,01).
- ✓ En tejido hepático (hígado), el contenido de proteínas y cenizas son semejantes en castrados y no castrados, siendo sus promedio de 19,6% y 1,26%, respectivamente. El contenido de humedad es mayor en no castrados (74%) que en castrados (73,59%) (P≤0,05); y el la grasa en mayor en castrados (3,69%) que en no castrados (3%) (P≤0,01).
- ✓ Se concluye que existe efecto de la castración sobre la composición química de la carne, corazón e hígado de alpacas.

Repositorio institucional UNA - PUNO

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Proseguir estudios referidos a la determinación de la composición química y otros nutrientes de la carne y vísceras de alpaca por efecto de la castración y otros factores.
- ✓ Estudiar las cualidades organolépticas de la carne de alpaca por efecto de la castración.
- ✓ Estudiar el perfil de ácidos grasos en la carne de alpaca por efecto de la castración.
- ✓ Estudiar el efecto de la castración sobre el contenido de colesterol en carne y grasa de alpaca.

Repositorio institucional UNA - PUNO

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. 1999a. Official Method 992.15 Crude protein in meat and meat products. Chapter 39: Meat and Meat Products. Vol. II. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th Edition, 5th Revision (Ed. P. Cunniff). Gaithersburg, Maryland.

AOAC. 1999b. Official Method 960.39 Fat (Crude) or Ether Extract in Meat. Chapter 39: Meat and Meat Products. Vol. II. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th Edition, 5th Revision (Ed. P. Cunniff). Gaithersburg, Maryland.

AOAC. 1999c. Official Method 992.15 Crude protein in meat and meat products. Chapter 39: Meat and Meat Products. Vol. II. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th Edition, 5th Revision (Ed. P. Cunniff). Gaithersburg, Maryland.

Aréstegui, D. 2005. Alpaca and vicuña: General perspectives. En Proceedings of the ICAR/FAO seminar, ICAR technical series no. 11 (pp. 31–36), Sousse, Túnez.

Arroyo, O. 1998. Producción de Caprinos. Ediciones Procabra, pp. 19 – 21, 51 – 52. Perú.

Bavera G. A. y C. Peñafort, 2006. Castración de machos y hembras. Curso de producción bovina. FAV UMRC. En www.produccion-animal.com.ar

Bavera, G. A., y C. Peñafort, 2006. Evaluación exterior de los signos de fertilidad y subfertilidad de un rodeo. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Borda, A., G. Ottone, & I. Quicaño, 2007. No solo de fibra viven los alpaqueros. En DESCO (Comp.), *Perú Hoy: Mercados globales y (des) articulaciones internas* (pp. 329-359). Lima: DESCO.

Bretscheneider, G. 2009. Castración de terneros: tradición versus eficiencia. REDVET Rev. electrón. vet. Vol. 10, Nº 7, Juliol 2009. En http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709.html

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.

Carballo, B., López De Torre, G., Madrid, A. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. AMV ediciones. Primera edición.

Chou, L. 2006. Caracterización de sistemas productivos pecuarios de villas rurales de Tumbes. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

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.

Delgado, J. V. 2000. La conservación de la biodiversidad de los animales domésticos locales para el desarrollo rural sostenible. *Archivos de Zootecnia*, **49**, 317–326.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Eusse, J. 2000. La carne de cerdo. Guía práctica para su comercialización. En: *Expoferia Porcina. VII Congreso de la Organización Iberoamericana de Porcicultura (O.I.P.) y V Congreso Bianual de la porcicultura venezolana.*4-7 octubre 2000. Maracay, Venezuela. Disponible en: http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia/jorge.htm

Fairfield, T. 2006. The Politics of Livestock Sector Policy and the Rural Poor in Peru. En D.K. Leonard (Research director), Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI), Working Paper No. 32 (70 pp.). Roma: Food and Agriculture Organization – Animal Production and Health Division.

FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Perú. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Farmer, L.J. 1994. The role of nutrients in meat flavour formation. Proceedings of the Nutrition Society, 53, 327-333.

Foraquita S. 2012. Principios del Procesamiento de la Carne. Editorial universitaria. Puno-Perú.

Forrest J., Aberle E., Hedrick M., Judge R., Merkel R. A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Editorial Acribia, Zaragoza. pp. 60 – 67, 97- 98.

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.

Gómez, N. & J. Gómez, 2005. Sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en el Perú. En J. Solís, V. Parraguez (Eds.), *Los sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en Iberoamerica* (pp. 210-224). México: CYTED.

Hafez E. S. E. y Hafez B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. Sétima edición. McGraw Hill.

Huerta-Leidenz N., Arenas L., Moron-Fuenmayor O., Uzcátegui-Bracho S. 2003. Composición mineral del músculo *longissimus* crudo derivado de canales bovinas producidas y clasificadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, **53** (1).

INEI (Instituto Nacional de Estadistica e Informatica). 2007. Perú Compendio Estadístico 2007. Lima; Perú.

INS (Instituto Nacional de Salud). 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. MINSA-Perú.

ISO (1973). Norma ISO 1442. Humedad: determinación del contenido en humedad de la carne y de los productos a base de carne.

Izaurieta, M. 1994. Análisis proximal en harinas de pescado. En: Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Cáp. 11ª. Ed. FAO Food and agriculture organization. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S12.htm.

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.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Lindon, W., L. Mamani, C. Gallo, 2011. Composición química y calidad instrumental de carne de bovino, llama (*Lama glama*) y caballo bajo un sistema de crianza extensiva. Rev Inv Vet Peru. 22(4):301-311.

López de Torre G., B. M. Carballo, A. Madrid, 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. 1ª edición. AMV ediciones. Mundi Prensa. Madrid, España.

Losno W., J. Sumar y J. Coyotupa, 1977. Testosterona sérica post castración en alpacas. VII Jorn. Per. Endocrinol. Ica..

Losno W., Coyotupa J. y Ramos A. 1977b. Niveles de testosterona sérica en alpacas del nivel del mar y de la altura. Rev. V Cong. Nac. Nut. Biol. Pág 66. Cusco.

Mabry J. W., 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.*

Malgor L.A. y M.E. Valsecia. 2000. Farmacología médica (libro en 5 volúmenes. Disponible en http: //med.unne.edu.ar/posgrado/farmacologia/temasfarm.htm.

Moleta, J. y L. Bren. 1998. Características de la carcasa de la carne de bovinos de corte enteros, castyrados a un inicio del confinamiento In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35, (04), pp 671-673.

Morón-Fuenmayor O; O. Araujo-Febres; S. Pietrosemoli; N. Gallardo; B. Sulbarán y J. Peña, 2010. Efecto de la castración sobre la composición fisicoquímica y características sensoriales en carne de bovinos mestizos comerciales. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2010, 27: 594-606.

Mourot J., Hermier D. 2001. Lipids in monogastric animal meat. *Reproduction and.Nutrition Development*, 41, 109-118.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Neely K., Taylor C., Prosser O. & Hamlyn P. 2001. Assessment of cooked alpaca and llama meats from the statistical analysis of data collected using an "electronic nose". *Meat Science,* 58, 53-58.

Niinivaara F., Antila P. 1973. Valor nutritivo de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Novoa, C. y A. Florez, 1991. Producción de Rumiantes Menores: ALPACAS. Impresión Resumen. Lima. Perú.

Olvera-N. M. A., P. C. A. Martínez, L. E. De Real, 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. FAO, GCP/RLA/102/ITA, Field Document No. 7.

Oyagüe, J., Salvá, B., Ramos, D., Caro, I., Prieto, B. 2010. Características de la carne de alpaca y procesamiento de charqui en los departamentos de Puno y Cusco (Perú). Depósito legal en la biblioteca nacional del Perú N° 2010-03653. Primera edición.

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.

Preston, R. 2005. Ventajas de los animales pequeños. Revista de agroecología - Asociación Ecológica, Tecnología y cultura de los Andes. Vol 21 Nº3, Lima, Perú.

Price J. 1994. Ciencia de la Carne y Productos Cárnicos. Segunda edición. Editorial Acribia.

Repositorio institucional UNA - PUNO

Ruiz, J., Gutiérrez, G. & Velarde, R. 2004. Producción y comercialización de los productos de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en el Perú. En V. Parraguez, J. Solís, J. Díaz (Eds.), *La comercialización de los productos de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos* (pp. 119-126). México: CYTED.

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.

Sánchez G. 1999. Ciencia básica de la carne. Primera edición. Editorial Guadalupe Ltda., Santa Fe de Bogotá.

Santrich, D. 2006. Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en Puerto Rico. Tesis Maestro en Ciencias. Universidad de Puerto Rico.

Sañudo C., Olleta J.L., Campo M.M., Alfonso, M., Panea, B. 2000. Determinación instrumental de la calidad de la carne. Propuesta de muestreo. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C. Sañudo. Monografías INIA: Ganadera Nº1.

SENAMHI. 2013. Boletín Meteorológico del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía.

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.

Repositorio institucional UNA - PUNO

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.

Teye G. 2009. Effects of age/weight and castration on fatty acids composition in pork fat and the qualities of pork and pork fat in meishan x large white pigs. Ajfand Vol. 9, Nº 8.

Unruh, J. A. 1986. Effects of endogenous and exogenous growth-promoting compounds on cracass 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.*

Repositorio institucional UNA - PUNO