



Revista de Investigación e Innovación
Agropecuaria y de Recursos Naturales

ISSN: 2409-1618

Número Especial
2018



Universidad Mayor de San Andrés
La Paz, 2018



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

**SUPREME PROJECT
SUSTAINABLE PRODUCTION OF THE NATURAL RESOURCES AND MANAGEMENT OF ECOSYSTEM**

**DECAMA PROJECT
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CAMELID PRODUCTS AND MARKET ORIENTED SERVICES IN THE
ANDEAN REGION**

INVESTIGADORES

Carlo Renieri
*Universidad de los estudios de Camerino (UNICAM),
Italia*

Marco Antonini
*Ente Nacional para la Energía y el Ambiente (ENEA),
Italia*

Luigui Grazia
Universidad de Bolonia (UNIBO), Italia

Francesco Ansaloni
*Universidad de los Estudios de Camerino (UNICAM),
Italia*

Martina Gerken
Universidad de Gottinguen (UNIGO), Alemania

Jack Lauvergne
*Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INRA),
Francia*

Eduardo Frank
Universidad Católica de Córdoba, Argentina

Hugo Lamas
Universidad Nacional de Jujuy, Argentina

Michael Hick
Universidad Católica de Córdoba, Argentina

Ana Gozbi
Universidad Católica de Córdoba, Argentina

Martin Gonzales
DESCO, Perú

Daniel Zuñiga
DESCO, Perú

Carlo Pacheco
DESCO, Perú

Oscar Toro
DESCO, Perú

Rodolfo Marquina
DESCO, Perú

Tito Rodríguez
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Zenón Martínez
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Celso Ayala Vargas
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Genaro Condori
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

José Luis Quispe
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Nesor Cochi
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Casilda Copana
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Valeria Layme
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Carla Arzabe
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Susy Pilco
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Tania Álvarez
Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Alvaro Claros
PRORECA-Bolivia

Japhet Zapana
ACRA, Bolivia

Vidal Arratia
INTI RAYMI, Bolivia

RIARn

Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales

NÚMERO ESPECIAL ISSN: 2409-1618

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales (IIAREN), depende de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, fue creado el 23 de julio de 2008, bajo resolución del Honorable Consejo Universitario Nro 398/08, que emite la resolución de aprobación del reglamento interno del entonces Instituto de Investigaciones Agropecuarias, IIAGRO. La primera publicación fue promovida el año 2014. Nuestro objetivo general es: generar, validar y sistematizar conocimientos científicos y tecnológicos apropiados en base a la investigación básica y aplicada que respondan a las demandas específicas de la sociedad, para el desarrollo de la producción agropecuaria y el manejo sostenible de los recursos naturales.

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS
NATURALES**

RIARn

Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales

**NÚMERO ESPECIAL
AÑO 2018**

PRESIDENTE

Juan José Aparicio Porres
Director Instituto de Investigaciones Agropecuarias
y de Recursos Naturales (IIAREN)
Héroes del Acre N°1850 esq. Landaeta, Ed. Antiguo 2do piso
Tel/fax: (591-2) 2484647
iiaren.umsa@gmail.com
www.agro.umsa.bo

COMITÉ CIENTÍFICO CONSULTIVO

| | |
|---------------------------------|--|
| Juan José Aparicio Porres Ing. | Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |
| Patricia Fernández O. M.Sc. | Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |
| Zenón Martínez F. M.Sc. | Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |
| Marco Patiño Fernández Ing. | Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |
| Gladys J. Chipana Mendoza M.Sc. | Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |
| Daniel Severo Choque M.Sc. | Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. |

Todos los Derechos Reservados
ISSN: 2409-1618
Depósito Legal: 4-3-69-14 P.O.
La Paz, Bolivia

Tapa: Pintura Rupestre de la captura de Camélidos Sudamericanos, Comunidad Tajilla, Cochabamba. Autor: Celso Ayala Vargas
Se permite la reproducción total o parcial por cualquier medio de los artículos de la presente Revista, para propósitos estrictamente académicos y de investigación, mencionando la respectiva fuente.

INVESTIGACIONES EN CARNE DE LLAMA

DMV. Celso Ayala Vargas Ph.D.

La Paz-Bolivia
2018

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

REVISTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
ISSN: 2409-1618

SUMARIO

| | |
|---|---------|
| Los camélidos sudamericanos <i>Celso Ayala Vargas</i> | 7-12 |
| Juzgamiento de llamas para la producción de carne un incentivo para su conservación <i>Celso Ayala Vargas</i> | 13-33 |
| Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos <i>Celso Ayala Vargas</i> | 34-42 |
| Crecimiento en peso vivo y en largo de mecha en llamas de la Estación Experimental Patacamaya, Bolivia <i>Ayala C., Bustinza V., Rodríguez T.</i> | 43-47 |
| Crecimiento alométrico en camélidos sudamericanos <i>Condori G., Ayala C., Renieri C., Rodríguez T., Martínez Z.</i> | 48-53 |
| Importancia nutricional de la carne <i>Celso Ayala Vargas</i> | 54-61 |
| Estudio y caracterización de la aptitud de producción de carne en llamas (<i>Lama glama</i>) <i>Condori G., Renieri C., Ayala C., Rodríguez T., Martínez Z.</i> | 62-75 |
| Determinación de la edad óptima de faeneo, calidad y características productivas de la carne de llama <i>Condori G., Ayala C., Renieri C., Gerken M., Antonini M., Quispe J.</i> | 76-106 |
| Sistema de clasificación de carcasas de llama <i>Condori G., Gerken M., Ayala C., Renieri C.</i> | 107-115 |
| Determinación del rendimiento y la rentabilidad de los cortes menores de la carne de llama (<i>Lama glama</i> L.) <i>Arzabe C., Rodríguez T., Condori T., Ayala C., Claros Z., Martínez N., Cochi J., Quispe L., Laime T., Alvarez T.</i> | 116-124 |
| Evaluación organoléptica en carne de camélidos (resultados del panel test en Bolivia y Perú) <i>Gerken M., Ayala C., Barreda E., Condori G., Pilco S., Rodríguez T., Conzales M., Torres D.</i> | 125-131 |
| Técnicas para la elaboración de subproductos procesados con carne de llama <i>Laime V., Cochi N., Ayala C., Rodríguez T., Grazia L., Quispe J.</i> | 132-141 |
| Caracterización del proceso de transformación y conservación de la carne de camélidos (Charqui) <i>Celso Ayala Vargas</i> | 142-146 |
| Nuevos procesos en la elaboración del charqui de llama <i>Pilco S., Ayala C., Rodríguez T., Condori G., Cochi N.</i> | 147-155 |
| Evaluación del charqui de llama preparado con cuatro medios de empaque <i>Álvarez T., Pilco S., Ayala C., Cochi N., Laime V., Mita Y.</i> | 156-168 |
| Estructura y cuantificación de la cadena agroalimentaria de carne de llama, estudio de caso: Turco <i>Claros A., Quispe J.L., Claros A., Condori G., Ayala C.</i> | 169-177 |

| | |
|---|---------|
| Estudio de caso de la microempresa rural “Delicias” dedicado a la elaboración de charque de llama mejorado de localidad de Caracollo provincia Cercado del departamento de Oruro <i>Condori G., Cochi N., Rodríguez T., Ayala C.</i> | 178-184 |
| Caracterización de la estructura y cuantificación de la cadena agroalimentaria de carne de llama estudio de caso: Lagunas, Papel Pampa y Sajama <i>Claros L. A., Quispe J. L., Claros G.A., Condori G., Ayala C.</i> | 185-192 |
| Sarcocistiosis (Arrocillo, Falsa triquina, Falso cisticercos, Sarcosporidiosis); Revisión literaria <i>Celso Ayala Vargas</i> | 193-206 |
| Estudio detallado de la ocurrencia de sarcocystis en el Altiplano Boliviano <i>Celso Ayala Vargas</i> | 207-210 |

PRÓLOGO

La Universidad Mayor de San Andrés, a través de la Facultad de Agronomía, tiene como objetivo común, el desarrollo de estrategias que deben responder al contexto local e internacional en su problemática productiva, de transformación y comercialización. Para ello, cada gestión de la academia destina parte de su limitado pero efectivo recurso a la investigación e interacción social, buscando generar innovación que se caracterice por su pertinencia, impacto, rescate de conocimientos locales y ancestrales, en una franca sinergia de lo que es la aplicación del método científico y el diálogo de saberes.

A este marco institucional, se suma la responsabilidad como Facultad ligada al sector agropecuario del ser parte activa en el logro de la seguridad y soberanía alimentaria que tiene como agenda central la Ley No. 144 – Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria.

Volcando la mirada a la temática que la presente publicación aborda, cabe señalar que el hecho de lograr facilitar tecnologías que involucren a nuestro patrimonio natural y en el afán de realizar un aprovechamiento sostenido de los camélidos sudamericanos, es una tarea que involucra mucho esfuerzo, más aun cuando los laboratorios y equipos destinados a la investigación no son los ideales para realizar este tipo de aporte. En este sentido, valoramos la tecnología generada por nuestros propios investigadores y que en conjunción con investigadores de Europa y otros países de Sudamérica, lograron concretar resultados a la solución de problemas que atingen a nuestros productores y los consumidores de la carne de llama por ejemplo, demostrándonos los beneficios y cualidades nutritivas de alta calidad que poseen esta especie para nuestro beneficio.

Cabe a nombre de la comunidad universitaria, estudiosa y por qué no de los productores del área rural, la felicitación y agradecimiento al equipo de edición a la cabeza del M.V.Z PhD. Celso Ayala Vargas y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales (IIAREN), bajo la Dirección del Ing. Juan José Aparicio Porres, por la publicación de los trabajos de investigación a cargo de los diferentes autores, quienes meritoriamente con su efectiva labor promueven a que nuestra Facultad logre sus propósitos e indicadores dentro su Plan Estratégico Institucional y el pilar de Gestión de Calidad Académica.

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán
DECANO a.i.
FACULTAD DE AGRONOMÍA-UMSA

PRESENTACIÓN

El presente libro resume los resultados de muchos años de investigación desarrollados en varios proyectos, en la región de Los Altos Andes de Sudamérica, pero fundamentalmente hace referencia a aquellos plasmados en los proyectos "*SUSTAINABLE PRODUCTION OF THE NATURAL RESOURCES AND MANAGEMENT OF ECOSYSTEM*" (*SUPREME PROJECT*) y el "*SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CAMELID PRODUCTS AND MARKET ORIENTED SERVICES IN THE ANDEAN REGION*" (*DECAMA PROJECT*), auspiciado por la Comunidad Europea, en el marco del programa FP5 y FP6-INCO.

Se trata de estudios conjuntos, entre investigadores de universidades y centros de investigación de Europa y Sudamérica, para el caso de Bolivia es tomada en cuenta la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, quienes en su debido momento enfocan en conjunto la problemática en general de la producción de los Camélidos Sudamericanos.

El desarrollo de los proyectos de investigación, partió desde la generación de un diagnóstico del estado de situación, con el propósito de pensar, delinear y promover líneas de investigación. En este contexto en la población consumidora de carne, existía una mala información y prejuicios sobre el consumo de carne llama (Carne de los indios, la misma que padece de enfermedades como tuberculosis, triquina y otros), lo que generó que el producto sea rechazado por la población consumidora, llegando a ser hasta prohibido el consumo de carne de CS.

Los resultados del proyecto muestran los beneficios nutricionales que contiene la carne de llama en específico, genera datos tecnológicos que aun no tiene la producción bovina, la que supuestamente es la de más avance en el territorio nacional. Los resultados muestran datos desde la crianza, el crecimiento, la edad optima para su faenamiento, las reglas para el faenamiento, los tiempos para la maduración de la carne, los cortes comerciales y mayores, la elaboración de subproductos y detalla el procesamiento e innovaciones en la elaboración del charqui, además que señala datos específicos sobre el problema de sarcosytis, así como los niveles tolerantes de contaminación por bacterias en todo el proceso y medios de comercialización de los productos de la carne de llama.

Esta ardua labor no solo se ha enfocado en la generación de la tecnología para el procesamiento de la carne de llama, sino que también los resultados se deben a un trabajo de equipo y principalmente de haber contribuido en la formación de nuevos recursos humanos para la investigación agropecuaria, lo que aun es una gran debilidad en nuestro país.

Estamos seguros que la tecnología referenciada, ha logrado su utilidad correspondiente en la legal comercialización de la carne de llama y que aun estos aportes tecnológicos van a contribuir mucho más en generar mayores beneficios económicos y tecnológicos para productores e investigadores de nuestro país.

MVZ. M.Sc. Ph.D. Celso Ayala Vargas
DOCENTE INVESTIGADOR
FACULTAD DE AGRONOMÍA- UMSA

LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

Celso Ayala Vargas¹

El origen de los camélidos

La teoría del origen de los camélidos, indica que se originaron en América del Norte hace unos 50 millones de años. Sus antepasados dieron lugar al *Poebrotherium*, que era del tamaño de una oveja y proliferaba alrededor de 30 millones de años. En el Mioceno, ocurren cambios morfológicos en los camélidos, quienes aumentan de tamaño y se adaptan al tipo de alimento más rústico, desarrollando el hábito del pastoreo itinerante, el cual se convierte en el medio más adecuado para la migración a través de las estepas en expansión.

Hace unos cinco millones de años un grupo de camélidos avanza hacia América del Sur y otros a través del estrecho de Bering rumbo al Asia. La evolución posterior de esta especie produjo dos géneros distintos: El Género *Lama*, que actualmente es nativa a lo largo de los Andes, se divide en 4 especies *Lama glama* (Llama), *Lama pacus* (alpaca), *Lama guanicoe* (guanaco), *Vicugna vicugna* (vicuña) (Cardozo, 1975) estos dos últimos en estado silvestre, y por otra parte el género *Camelus*, dromedarios y camellos migran al África y el Asia Central.

Investigaciones arqueológicas permiten conocer ahora; que las primeras ocupaciones humanas en los Andes fueron entre 20.000 a 10.000 años y la utilización primaria de los camélidos sudamericanos (CSA) se inicia alrededor de 5.500 años. La cultura de Tiahuanaco fue la que sobresalió significativamente en la producción de llamas y alpacas (4200 a 1500 a.c.), gracias a las posibilidades ganaderas de la región, esta cultura tuvo posesión abundante de fibra y también de carne (Cardozo, 1975).

La explotación de los camélidos sudamericanos alcanzó su máximo apogeo durante la época Incaica, las mismas que se manejaban de acuerdo a normas y principios que impartían los Incas, (llama michis) quienes tenían a su cargo la producción zootécnica de la llama y la alpaca (Flores, 2000). Esta actividad importante se dio en la región Andina que hoy comprenden los países de Bolivia, Perú, Chile, Ecuador y Argentina. Los rebaños de alpacas y llamas fueron sustento de las etnias, e hicieron posible acumular excedentes suficientes para crear núcleos y construir la base fundamental del denominado desarrollo del Tawantinsuyo (región Inca).

El predominio de las llamas como animales de carga, perdura por varias centurias desde la época precolombina, la conquista pasando por la República, hasta nuestros días, donde las llamas tienen diversos fines, uno en exclusivo en el periodo de la Conquista, donde son explotados como animales de carga para el transporte de minerales.

Los camélidos en Bolivia

Los camélidos domésticos de Bolivia son la "Llama y la Alpaca", las Llamas habitan exclusivamente en zonas adyacentes a Los Andes y en el Altiplano Andino, sujetas a situaciones ambientales extremas y marginalidad, la media de precipitación pluvial es de 350 mm/año, zonas no aptas para la producción agrícola, ni para la explotación de otras especies domésticas. La población de llamas, alcanza unos 2500000 animales, habitan nichos ecológicos más extremos y secos, particularmente en las áreas oriental y meridional del altiplano central, con mayor concentración en el Altiplano Sur. La distribución geográfica y poblacional de las llamas y alpacas se detalla en la Tabla 1.

¹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Tabla 1. Distribución de la población de llamas y alpacas en Bolivia

| Departamento | Llamas | | Alpacas | |
|--------------|----------|------------|---------|------------|
| | Número | Porcentaje | Número | Porcentaje |
| Potosí | 819029 | 40.5 | 1009 | 0.3 |
| La Paz | 426034 | 21.1 | 233138 | 71.9 |
| Oruro | 739823 | 36.6 | 86040 | 26.5 |
| Cochabamba | 37240 | 1.8 | 4143 | 1.3 |
| Total | 20221126 | 100.0 | 324321 | 100.0 |

Fuente: Censo Nacional de Camélidos (UNEPCA, 2000).

Las alpacas habitan en nichos ecológicos húmedos con precipitaciones superiores a 500 mm año⁻¹ y abundantes recursos hídricos provenientes de ríos y lagos de las cumbres andinas, las que dan origen a praderas en las que crecen gran número de plantas que producen forrajes de buena calidad (bofedales). Existen pocos nichos con estas características, donde se concentra aproximadamente el 90% del total de alpacas de Bolivia (aproximadamente 350000 animales) (Ayala, 1992).

Las características de las actuales condiciones de crianza de CSA, indica que tienen la singular capacidad para sobrevivir en zonas de clima inhóspito y pastorear y ramonear de pocas especies vegetales, su capacidad de adaptación a las temperaturas elevadas y su resistencia a las enfermedades, son cualidades que les permiten mantener a las familias de pastores sin contribuir a la degradación del medio ambiente y la desertificación.

La mayor parte de la población de llamas a nivel mundial, está en Bolivia, a más de 4000 msnm, se encuentran ocupando los pisos ecológicos del bosque húmedo hasta las zonas del páramo, las llamas son sumamente rústicos, sobrios, gran eficiencia en la conversión de alimentos, consume pastos fibrosos, se puede considerar que su principal producción es la carne, secundariamente la producción de fibra, y eventualmente como animal de carga, como sub productos se obtiene la piel, sebo, huesos y aparte las heces que constituyen parte del combustible y como principal fuente de abonamiento para cultivos como la quinua (Alzerreca, 1992).

Principales actividades de manejo de los camélidos sudamericanos

a) Manejo de Llamas

La crianza de llamas requiere un adecuado programa de manejo y cuidados para lograr una mayor eficiencia de la producción. Cinco pilares fundamentales son los que definen una crianza técnica dentro las especies animales, como son: alimentación, manejo, mejoramiento genético, reproducción y salud animal.

Denominación de las cruzas naturales entre camélidos sudamericanos:

Alpaca ♂ con Llama ♀ = Huarizo
 Lama ♂ con Alpaca ♀ = Misti
 Alpaca ♂ con Vicuña ♀ = Pacovicuña
 Vicuña ♂ con Alpaca ♀ = Pacovicuña
 Vicuña ♂ con llama ♀ = Llamavicuña

b) Categorías de los animales

Los sistemas productivos de los camélidos y en específico las llamas, se clasifican de acuerdo al tipo o variedad de animal (Q'ara y Thampulli), por el color, la edad y el sexo. La identificación de categorías dentro los animales, se lo realiza con la finalidad de efectuar un manejo racional de la terna y para evitar la competencia entre animales por la pastura. Ej. En un pastoreo mixto de llamas, los machos tienen la hegemonía de los pastos y se disputan entre ellos y con otros animales por las pasturas más palatables, lo que va en detrimento de las madres y crías.

Es necesario realizar la agrupación de los animales por categorías, de la siguiente manera dentro los rebaños (tamas, puntas, tropas): Del 100% del rebaño, el 6% deben ser machos reproductores, el 75 a 80% de hembras un 5% de capones y un mínimo de 65% de crías. Las categorías entre animales se diferencian por sus características fisiológicas y por su edad, y son:

Crías: Se denomina aquellos animales que están comprendidos, desde el nacimiento hasta el destete, que ocurre entre los 6 a 8 meses de edad.

Ancutas: Son aquellos animales que se encuentran comprendidas entre el destete y la pubertad que comprende las edades desde los 6-8 meses, hasta el 1.5 años para hembras y 2.0 años para los machos.

Hembras: Se dividen en dos grupos, las primerizas son aquellas que están gestando por primera vez, a partir 1.5 años, mientras el otro grupo es de las multíparas son aquellas que tuvieron de dos a más partos.

Machos reproductores: Son las llamas machos, selectos y aptos para la reproducción, estos animales fisiológicamente son aptos a partir de los dos años de edad, los cuales están libres de adherencia prepuccial.

Machos capones: A estos animales se los castra, con la finalidad de facilitar el manejo del rebaño, son animales para el transporte o para la producción de fibra, los mismos tienen un periodo de vida productiva entre 2-4 años, y luego son descartados.

c) Faenas ganaderas importantes

Son las actividades que se desarrollan con los animales durante todo el año ganadero, generalmente esta comienza con la parición, continua con el empadre, destete, esquila, descarte y reemplazo de animales y otros.

Reproducción: Se denomina celo o calor cuando las hembras están dispuestas para la reproducción, o es el periodo donde la hembra acepta al macho. El ciclo estrual varía en las diferentes especies animales. Para el caso de los camélidos sudamericanos es singular por que el coito lo induce el macho y esto puede ocurrir a lo largo del año.

Empadre: Las faenas de empadre y parición, son simultáneas en los camélidos. Es la época donde existe una mayor disponibilidad de forraje, y por lo tanto un mayor estímulo para el acoplamiento. En razón de tener una parición concentrada en un solo mes, se recomienda que el periodo de monta no sobre pase los 45 días a 90 días.

De los machos: Se realiza una selección pormenorizada de cada uno de los reproductores, que son seleccionados por tipo (Q'ara y Thampulli) y por colores. Se calcula un 6% de machos, quienes ingresan alternadamente al empadre. Durante todo el año el grupo de machos y hembras están separados, solo se las unen en el periodo de monta, este aspecto mejora la fecundación, en razón de que los machos cuando están permanentemente en medio de las hembras, estos son selectivos con las algunas hembras y dejan de lado a las demás. Antes que estos, ingresen a la monta, es necesario realizar una revisión, principalmente los testículos y el prepucio.

De las hembras: El primer grupo de hembras que ingresa al proceso de empadre son las primerizas a partir de su primer año de edad o cuando hayan alcanzado un peso de 40 kg en alpacas y 60 kg en llamas, menores a esta edad o peso no se las empadra, por qué ocurre que son muy pequeñas y pueden ocurrir problemas de aborto, o tienen problemas durante el parto. No mezclar los grupos de animales, porque los machos pueden lastimar a las hembras preñadas o a las crías. El de empadre continúa con las vacías o aquellas que por muchas razones no preñaron la anterior gestión, las hembras que están en pariendo, ingresan en a la monta después de 15 días post parto. Una vez concluida la faena de empadre es importante separar a los machos del grupo de llamas preñadas con la finalidad de evitar problemas de aborto.

Gestación: Algunos signos claros de preñez, incluyen la no aceptación de la hembra a la copula, las hembras mejoran su condición corporal, más adelante incrementa el volumen del abdomen, y sobre todo en el último tercio de gestación las ubres están agrandadas y al final del parto el calostro es secretado durante una semana. La duración de la gestación es variable pero en promedio está entre los 345 días u once y medio meses.

Parición: Es importante que la alpaca realice la tarea del parto sola, aunque algunas veces pueda necesitar pequeñas ayudas, cuando el feto muestra la cabeza y las patas delanteras en la vulva, a estas pueden darse un pequeño jalón hacia afuera y hacia abajo. Pero pueden existir otras dificultades u otras anomalías, donde es necesaria la intervención de un especialista, ya que en el curso de la intervención se corre el riesgo de daño de la cría o la madre o el riesgo de una infección. Este proceso ocurre durante el verano, de diciembre a marzo, época donde también se presentan las mayores precipitaciones pluviales y por tanto hay una mayor disponibilidad de pastos. El proceso de parto, ocurre en la madrugada y parte de la mañana, muy pocos en la tarde y no se tienen reportes de partos que hayan ocurrido en la noche. Son poco frecuentes los casos de retención placentaria. Cuando ocurre se recurre al tratamiento parenteral con una inyección de oxitocina, o caso contrario la extracción manual de la placenta. Los casos de distocia no son muy frecuentes en los camélidos y cuando ocurre generalmente por el gran tamaño del feto, es posible ayudarlas a las hembras.

Leche calostroal: Es imprescindible que la cría beba el calostro en las horas siguientes del nacimiento, porque corre el riesgo de ser un animal débil. Ocurre algunas veces que algunas madres no tienen leche y rechazan a sus crías, ante estos casos, se recurre a ordeñar a otras hembras para proporcionarle calostro a la cría. Es la leche secretada por la madre por primera vez y esto dura algunos días después de la parición 5 a 6 días, de su succión depende la sobrevivencia de las crías, y es vital para el crecimiento del animal. Esta leche contiene un efecto laxativo que ayuda en la expulsión de las primeras heces.

Destete: A los 6 meses de edad las crías, son muy independientes y consumen bien los pastos, por tanto la faena de destete ocurre entre los 6 y 8 meses, que consiste en separar las madres de las crías, de continuar juntas, las crías continúan lactando hasta el año y medio de edad, en detrimento de la madre. Las crías en este proceso pierden peso por el estrés, por tanto es importante que las ancutas deban pastorear en las mejores praderas.

Esquila: La faena de esquila o cosecha de la fibra de alpacas y llamas, ocurre una vez al año y por ser un componente esencial del manejo de las llamas y esta faena puede ser efectuada en los meses de abril para animales jóvenes y en noviembre para el rebaño en general.

d) Buena salud

El cuerpo animal funciona y trabaja y además que requiere de muchas necesidades como, la alimentación, agua y el aire, que son elementos esenciales. Para lograr una óptima salud y una buena producción, se incluyen otras necesidades, como un buen forraje, ambientes especiales, construcciones adecuadas, espacios de sombra, buena cama, y una buena higiene libre de contacto con focos infecciosos.

La apariencia general de un animal sano, es el que describe su comportamiento natural es decir, consume alimentos y agua con normalidad, está siempre alerta, activo, siempre atento de lo que sucede a su alrededor, camina con facilidad y regularidad. Los ojos son brillosos, abiertos, no existen descargas, las orejas son erectas, con movimientos rápidos ante sonido inusuales. También existen movimientos continuos de la cola.

También se denota en el crecimiento de la fibra o pelo, es uniforme y no cae, es resistente, fuerte y no quebradiza. Los animales presentan una posición estable y en equilibrio, comen en una posición relajada. En este estado la respiración es fácil de medirla la cual es regular y rítmica con una frecuencia respiratoria de 10 a 30 por minuto, el cual se ve incrementado en animales enfermos. Los latidos normales del corazón son de 40 a 60 por minuto, la misma está relacionada con la frecuencia del pulso, también puede ser alterada por

factores de enfermedad. Para un buen manejo ganadero, lo más importante es un alto nivel de alimentación, para los animales criados intensivamente y extensivamente, en praderas o áreas de pastoreo.

e) Algunas nociones sobre la alimentación

El 100% de la alimentación de las llamas, está basada en el consumo de praderas naturales, de gramíneas y hiervas, único sustento disponible. Por tanto el éxito depende del buen manejo de las praderas nativas. La capacidad de carga, puede ser determinada en base a una observación permanente, la carga de llamas puede expresarse en número de animales por hectárea año o mes. Ej. una pastura excelente tendrá como carga 1.8 llamas/ha/año, mientras que una degrada tendrá una carga de 0.2 llamas/ha/año.

La mejora de los pastizales es una alternativa que mejora las prácticas de manejo de los pastos, donde como resultado se tiene el incremento de la cantidad de forraje utilizable, y se reemplazan plantas deseables por indeseables. Las prácticas que mejoran el pastizal son: la resiembra de pastizales degradados (siembra de alfa alfa, trébol y ray grass), control de plantas indeseables (dejar descansar los prados), integración con henos y pastos exóticos (elaboración de heno de cebada o avena para el suplemento) y el uso de cercos.

La suplementación de minerales es importante debido sobre todo cuando se conoce que las praderas son carentes de estos elementos, sobre todo en la época húmeda, donde el pasto desarrolla rápidamente estos son carentes de muchos nutrientes.

Los alimentos para los animales pueden ser divididos en dos grandes grupos, forrajes y concentrados. Los forrajes consisten en alimento de volumen, que contienen bajos porcentajes de nutrientes, estos son los forrajes naturales y otros cultivos de forrajes toscos como los henos, silos a partir del cultivo de avena y cebada.

Para la mayoría de los rumiantes un pasto viejo o la paja es un alimento devaluado o de valor nutricional casi nulo y es usado como alimento de volumen, lo que quiere decir que estos forrajes solo van a ser de relleno. Para el caso concreto de las llamas estos tienen la capacidad de poder degradar este forraje tosco y del cual tiene la capacidad de extraer nutrientes.

Las condiciones de una mala salud y enfermedad, es el resultado de las deficiencias de proteínas, minerales, o vitaminas, las que pueden estar en proporciones bajas, causando enfermedades. El cambio de alimentación o de ingredientes en las raciones o el incremento de las cantidades, afectan el consumo y en algunos casos pueden provocar desórdenes digestivos como diarreas.

En el consumo de agua, las llamas no son muy exigentes, pero si buscan tener acceso pleno al consumo de agua limpia y corriente, sobre todo en los periodo de calor. Pese a que son animales que toleran muy bien la escasez de agua, estas cuando requieren siempre los hacen de lugares muy limpios.

f) El pastoreo animal

Las llamas son animales que viven bajo un sistema extensivo, lo que quiere decir que aprovechan muy bien las praderas naturales, son animales que tiene la característica de no erosionar los campos de pastoreo, en comparación con otros rumiantes domésticos, son menos selectivas en el consumo de pastos naturales, el labio leporino del maxilar superior y la presencia de un rodete dentario, les permite cortar los pastos y no arrancarlos desde sus raíces. También se debe mencionar la disposición anatómica de sus cuatro miembros, en los cuales a nivel de los dedos presentan las almohadillas plantares a diferencia de los cascos que presentan los otros rumiantes, estas causan menor erosión en el suelo.

Como ocurre también en otras especies animales, sino existe un buen manejo o administración de las praderas naturales y forrajes, declina la producción no solo de las praderas sino también de los animales. Uno de los mayores problemas sobre los pastos es la sobre carga animal. Los pastos deben tener periodos de descanso,

para fortificar las raíces de las plantas, lo que también contribuirá a aportar una mayor cantidad de reservas alimentarias y la formación de semillas.

El consumo de praderas debe ser homogéneo, lo que quiere decir que antes de cambiar de canchas de pastoreo verificar si los pastos de la pradera fue consumida casi en su totalidad o que no haya existido el consumo selecto solo de algunas plantas, lo que puede debilitar la pradera.

g) Rotación de áreas de pastoreo

Para evitar el efecto negativo del sobre pastoreo y pastoreo selectivo en la pradera nativa, se debe realizar la división de las tierras de pastoreo (canchas), de esta manera los animales pastan en un determinado sitio y por un determinado tiempo, lo que puede variar de acuerdo a la estación del año, del tipo de pradera, del nivel de lluvias y del crecimiento del pasto; mientras los pastos de una cancha son consumidas el otro sitio va creciendo.

La rotación del pastoreo o descanso del pastoreo, no solo favorece en la buena gestión de los pastos sino también ayuda a en el control de infestaciones parasitarias. Una buena organización de las tamas (en categorías), además el uso de cercos o mallas ayudan en la separación y administración de las canchas. Es importante evitar la concentración de animales en todas sus categorías, estas deben ser separadas de acuerdo a sus categorías, porque existe competencia por el alimento entre los animales donde los menos favorecidos son las crías y jóvenes y no solo ello; esto masificación también favorece la contaminación parasitaria de los animales mayores hacia las crías.

Bibliografía

- Ayala, C., et al. 1992. Crecimiento en peso vivo y longitud de mecha en llama de la Estación Experimental Patacamaya. La Paz, Bolivia.
- Ayala, C., et al. 1994. Propuestas para el repoblamiento de camélidos sudamericanos. I Mesa redonda sobre CS. La Paz, Bolivia.
- Alzerreca, H. 1989. Seminario Pastizales Andinos. Red de Pastizales Andinos. Cochabamba, Bolivia.
- Bustanza, V., Medina, G., Fernández, E. 1985. Crecimiento de la alpaca V Convención de Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú.
- Bustanza, V., Sucapuca, Jahuirá, Fernández. 1985. Producción de llamas en la Sierra de Puno. VI Convención Internacional de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia.
- Cardozo, A. 1975 Origen y filogenia de los camélidos. La Paz, Bolivia
- Martínez, Z. 1988. Estudio del Intervalo entre esquilas en llamas. VI Convención Internacional de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia.
- UNEPCA (Unidad Ejecutora del Proyecto Camélidos). 1999. Censo Nacional de llamas y alpacas. Oruro, Bolivia.

JUZGAMIENTO DE LLAMAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE UN INCENTIVO PARA SU CONSERVACIÓN

Celso Ayala Vargas²

Introducción

Desde los comienzos de la humanidad el hombre ha tenido contacto con animales, los ha domesticado e instintivamente los ha mejorado dejando reproducirse a quienes consideraba los mejores o los más útiles para los fines que buscaba. Las primeras características por las cuales el hombre empezó a seleccionar a sus animales fue por el comportamiento o docilidad; por tanto desde el punto de vista de la genética animal y el cambio de la frecuencia genética en una población fue debida a la intervención del hombre, denominada como mejoramiento animal, por lo tanto la misma es considerada una disciplina muy antigua.

Estudios antropológicos indican que el gato y el perro fueron los primeros animales domesticados y seguramente seleccionados por su comportamiento animal. El mejoramiento genético a través de la selección, ha sido una de las herramientas importantes en el proceso de la domesticación de muchas especies como ejemplo el caballo, en el cual también se consideraron aspectos como la velocidad, fuerza, capacidad de trabajo y docilidad que son caracteres genéticos, los cuales han estado sujetos a selección desde el inicio de la domesticación de dicha especie.

Es importante mencionar que en la región de los Altos Andes, las culturas, Aymara y Quechua domesticaron muchas especies de plantas y animales, como es el caso de los Camélidos Sudamericanos, llamas y alpacas, así como los conejillos de las indias "Cuy", por esta razón Bolivia y otros países de la región, son considerados como el centro de origen de estas especies domésticas, las mismas que aún tienen una vigencia trascendental para los pobladores de la región Andina.

Desde la época preincaica, los camélidos sudamericanos (CSA) han sido una fuente alta de riqueza alimentaria para los habitantes de la región de los Altos Andes, proveyéndoles no solo de carne, sino también fibra para tejidos, estiércol para abonar la tierra, así como el uso como combustible. Uno de los factores para la disminución de la población de camélidos sudamericanos y su actual desplazamiento hacia áreas marginales del altiplano se debe a una fuerte presión por la introducción de especies exóticas durante la colonia.

La cultura del Tiahuanaco fue la que sobresalió significativamente en la producción de llamas y alpacas, además de ser agricultores eran ganaderos; la ganadería de llamas y alpacas era de mucha importancia, mientras que los cultivos de plantas como la papa y la quinua estaban limitados a factores climáticos como las temperaturas bajas, la altitud y otros factores determinantes para la producción.

Los tiahuanacotas tuvieron posesión de abundante fibra y carne para la vestimenta y el sustento de su población. Se pueden señalar que desarrollaron procesos tecnológicos de conservación de alimentos, como en el caso de la papa deshidratada (Chuño) o el caso de la carne deshidratada (Charqui), los que eran conservados por tiempo indefinido, de modo que podría ser transportado a grandes distancias y usado como producto de intercambio.

Según Lauvergne et al., (1994), la situación actual de domesticación de la llama en Bolivia, corresponde a una población primaria, según el estudio de caracterización de la pigmentación del manto del color, realizado en llamas de Potosí. En otras palabras esto significa que después del proceso de domesticación que ha sufrido la especie, en estos animales no se ha generado ningún proceso de mejora genética.

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

La importancia histórica, cultural y económica de la producción de camélidos sudamericanos para los pobladores de los Altos Andes, representa un recurso natural único, que ha sido preservado por miles de años, que ha favorecido el desarrollo de las culturas de la región. Razón por la que afirmamos que en el proceso de domesticación de estas especies animales, se han aplicado los métodos de selección genética y que en muchos de los casos se realizó en forma intuitiva por el hombre, que a lo largo del tiempo estas metodologías fueron modificadas y utilizadas con mayor éxito, conceptos que actualmente se los conoce como tecnología moderna en la cría y mejoramiento animal.

Por mucho tiempo y sobre todo a fines de los años 1800, es donde se comienza a evaluar a los animales por su forma exterior, lo cual corresponde a un adecuado rendimiento económico de su utilidad. La zootecnia aplica nociones de anatomía, fisiología, biometría y basándose sobre el control de su actitud, se denomina a la zootecnia como el arte de criar animales, según su actividad productiva, para un buen aprovechamiento económico.

Ante la necesidad de satisfacer la creciente demanda de fibra natural, ésta motivó la selección y el cruzamiento absorbente de alpacas, para favorecer la homogeneidad en el color blanco de la fibra, aspecto que ha inducido a pagar mejores precios por la industria, lo que llevó a un inminente apogeo en el establecimiento del color blanco en algunas poblaciones el cual estuvo correlacionado con el peso vellón, pero yendo en desmedro de la calidad de fibra; que es el diámetro o finura y que en la actualidad la industria trata de corregir pagando mejores precios por este carácter, trabajo que va a demandar muchos años de mejora genética, en lograr reducir y fijar genéticamente el diámetro de fibra, en las poblaciones mejoradas, que es lo que le interesa a la industria textil.

En Bolivia los esfuerzos realizados en el campo del mejoramiento productivo de alpacas tuvo algunas restricciones, como es el caso concreto del método de cruzamiento por absorción (introducción de alpacas de color blanco en una población de alpacas de variados colores), acciones que se realizaron por Instituto Fomento Lanero en 1982, trabajo que se realizó sin antes tener en cuenta el control y la fisiología reproductiva de la especie, así como la variabilidad genética y productiva de las alpacas en su medio natural, por lo que los resultados no fueron los más alentadores.

Si bien se trabajó en algo para la mejora genética de alpacas; en llamas existió algunos intentos para realizar programas de mejora genética sobre todo en la Estación Experimental Patacamaya, pero a nivel de productores no existió ningún incentivo para poder conservar este recurso productivo dentro los Altos Andes. Ante esta situación en 1995 en la ciudad de La Paz, se diseñó la propuesta para el desarrollo de Expo ferias, como alternativa ante la carencia de programas de mejoramiento genético de estas especies, cuyo propósito fue evaluar el fenotipo de los CS, considerando belleza y la zoometría como parte fundamental para evaluar las características morfológicas, fisiológicas y patológicas (fenotipo), ya que se carecía datos sobre los caracteres productivos o la utilidad de las dos especies animales. En alpacas Suri y Huacaya se consideró fundamentalmente la producción de fibra, mientras que en llamas se consideró la producción de carne para llamas del tipo Q'ara y de doble propósito para llamas tipo Th'ampullis (fibra y carne).

El objetivo es generar incentivos para la conservación de los camélidos sudamericanos domésticos enmarcados en los procesos de juzgamiento o evaluación fenotípica de llamas y alpacas para la producción de carne y fibra respectivamente.

La experiencia muestra las diferentes fases de implementación de las ferias, para el concurso y juzgamiento de camélidos sudamericanos, pero sobre todo la valoración fenotípica de los animales de acuerdo a su aptitud productiva.

El juzgamiento es considerado como una actividad alterna a un proceso de mejora genética animal en llamas, y ante todo por las dificultades que representa la caracterización del material genético, así como la implementación de registros genealógicos y productivos en las comunidades, modelo que permitió mostrar la

necesidad de implementar un programa de mejora genética animal. Por tanto esta primera etapa consistió en la concientización de autoridades y la población involucrada, la necesidad de un programa de mejora genética de camélidos sudamericanos.

Para la evaluación, se tomó como guía referencial a Sierra (1985), quien indica que para la evaluación de los animales se adoptan términos, que dan un particular valor técnico, que son características estéticas, fisiológicas y funcionales de los sujetos en examen como:

Belleza y utilidad; que desde el punto de vista zootécnico la belleza es sinónimo de utilidad. **Utilidad Armónica:** es la justa proporción de la masa corporal que representa la utilidad armónica del animal. **Utilidad convencional:** Es para satisfacer los requerimientos de cierto tipo de productor. **Merito:** Adaptación de una región o de un órgano, a una determinada función requerida del animal. **Defecto:** Es la falta de adaptación de una región u órgano a una determinada función requerida al animal, o la imperfección, que contrasta con la armonía del sujeto evaluado. **Defecto relativo:** ej. los pezones supernumerarios de las vacas lecheras, lo cual no perjudica la utilidad productiva del animal. **Defecto absoluto:** las desviaciones articulares o las desviaciones lumbares son defectos que perjudican gravemente al animal. **Defecto congénito:** Es un defecto hereditario, como por ej. la criptorquidia; así como el prognatismo que afecta la buena alimentación del animal. **Vicio:** Se define como vicio al defecto de un carácter psíquico del animal (morder, patear, cornear), como resultado de un mal amansamiento, (desobediencia). **Tara:** Alteración indebida en la piel ante una evaluación. Por ej. cicatrices, depilaciones traumáticas, aplicaciones de medicamentos o ciertas operaciones quirúrgicas.

Evaluaciones fenotípicas

Según Garret (1971), la evaluación integral de los animales con respecto a su utilidad en torno a sus características morfológicas, fisiológicas, funcionales y genotípicas, de hecho para poder evaluar un animal para un tipo de utilidad o producción se debe conocer: exactamente las características peculiares de la raza o del tipo del animal, lo que contiene una **evaluación fenotípica** y económica (**evaluación funcional**).

Otra aspecto importante es conocer sobre el origen genealógico, lo que se relaciona sobre la posibilidad de evaluar la producción y la genética que es relativa a la transmisión de caracteres, que se define como el genotipo del animal, o los caracteres que pueden transmitir a sus descendientes (**evaluación genotípica**).

En cada caso es importante cuando se debe evaluar o seleccionar un animal, es una acción compleja ya que el evaluador debe conocer la anatomía, fisiología y los aspectos productivos o de utilidad del animal si quiere realizar una evaluación integral de un animal, respetando las características propias de la especie, la raza y el tipo morfológico, el tipo de constitución y el tipo funcional y de apariencia del animal.

Valoración morfológica

Orozco (1985), señala que la evaluación fenotípica del animal, se ve la relevancia morfológica que evidencia la raza a la cual pertenece, la edad y algunos elementos somáticos (el manto, estatura, diámetro, aplomos, conformación, defectos taras, etc.), lo que caracteriza su aspecto somático.

La comparación definirá la validez de la característica, respecto a su función productiva o aptitud al cual el animal está destinado: **a) Talla:** el peso, la estatura y la masa corporal constituyen la talla, típico de cada especie o raza, influenciada por la edad, el sexo y las condiciones ambientales (sobre todo la alimentación). **b) Diámetro proporcional:** evaluación morfológica y funcional del animal es la altura a la cruz, el largo y profundidad del tronco, en particular el diámetro transversal y longitudinal del tronco, lo que al examen permite definir el tipo morfológico de apariencia del animal. Términos utilizados en el diámetro proporcional son: largo, estrecho, alto, amplio, corto, sutil, los que representan juicios subjetivos. **c) Definición del tipo morfológico de apariencia:** Parámetros de largo total de tronco o profundidad de tórax, aunque el largo de las articulaciones y altura del tórax de los animales pueden derivar de tres tipos morfológicos.

Experiencias sobre el juzgamiento de animales

Las técnicas para el juzgamiento y evaluación de la apariencia externa o el fenotipo de los animales domésticos, data desde varios siglos atrás, tiempo en el cual se ha pretendido mejorar las metodologías y técnicas para mejorar, la exactitud y acierto en el fallo de los jueces, teniendo en cuenta los ajustes a las diversas variables ambientales que tanto afectan la manifestación fenotípica de los genes.

El principio técnico de los juzgamientos de los camélidos sudamericanos, nace de las experiencias del juzgamiento de ganado ovino y vacuno, en los países como Argentina, Brasil y Uruguay donde se realizan concursos y juzgamiento; y en el Perú específicamente para alpacas donde se evalúa la morfología de los animales, correlacionándola con sus aptitudes económicas y funcionales, muchas de las cuales presentan valores medios y altos de Heredabilidad y Repetibilidad (la mayoría de las características morfo-anatómicas, fisiológicas y de temperamento), así como en sus Correlaciones genéticas y fenotípicas (Franco et al, 1998).

Para el dominio de estas metodologías, es necesario poseer amplios conocimientos en anatomía, fisiología, genética, endocrinología, etología, nutrición y reproducción. Sin embargo algunas personas aunque carentes de formación profesional, poseen habilidades para evaluar el Exterior Animal en determinadas especies y razas, debido a una vasta experiencia en la crianza, obligando a los especialistas a obtener veredictos adecuados en los juzgamientos más complicados y difíciles.

El juzgamiento animal, es una buena herramienta que es una alternativa a los procesos de selección morfo-funcional, complementando de cierta manera a los postulados de la genética aditiva, cuantitativa, molecular y de poblaciones, nunca sustituyéndolos; ya que busca el Balance, entre el morfotipo o biotipo ideal de la raza, la funcionalidad y su eficiencia; buscando siempre los individuos más correctos, aunque no siempre sean los más "llamativos o bellos".

Muchas de las especies, razas, variedades y tipos de animales se fundamentaron sobre la base de la evaluación y presión de selección de los parámetros morfo-funcionales, a través de metodologías y técnicas de juzgamiento, aplicadas desde mucho antes de los conocimientos modernos de la genética actual.

La apreciación del fenotipo por parte de un juez, no tiene siempre la exactitud de un cálculo matemático, esta tiene cierta subjetividad y criterio personal, por ello es importante generar dentro de cada asociación de raza, normas y criterios muy claramente estandarizados (unificados); y con la ayuda de datos zootécnicos, los juzgamientos dentro y fuera de pistas, que son guías para los criadores de la raza. Las exposiciones son un medio de medir las tendencias en una determinada población animal, tanto en lo técnico como en lo comercial (Cuenca, 1941).

Los juzgamientos en exposiciones encierran gran responsabilidad, pues los veredictos del juez (s) suelen servir de "orientación o confusión" para los criadores sobre el morfotipo de la raza a seguir y por ende cuales reproductores utilizar. Los machos y hembras campeones, pasan a valer cantidades de dinero muy superiores al resto, potencializando su utilización reproductiva, aumentando su transferencia de genes dentro de la población, sea vía monta natural o inseminación artificial, con las implicancias genéticas del caso (Sierra, 1980). Tomando en cuenta lo que muchas asociaciones productivas indican, que las características comunes de los jueces de prestigio internacional (Villa, 1985), estas deben ser las siguientes:

- a) **Conocimientos técnicos profundos de las especies, razas y/o tipos a juzgar:** El juez debe dominar todas las ramas técnico-científicas de los patrones raciales, morfotipos a seleccionar y conocimientos etnológicos de cada una las razas, lo que contribuye a la toma acertada de decisiones. La zoometría es fundamental, para su adecuada ponderación de las diversas características de importancia racial, estructural, funcional y reproductiva. El juzgamiento debe ser lineal de principio a fin, sin quiebra del criterio, donde el juez debe dar una sólida argumentación técnica en cada veredicto.

- b) Capacidad de observación analítica:** Los errores más comunes cometidos en un juzgamiento, provienen de un desordenado y deficiente proceso de observación, esta habilidad puede subsanarse con el debido entrenamiento y la adecuada capacitación.
- c) Buen juicio y criterio:** Son las cualidades más difíciles de desarrollar y en donde la experiencia juega un papel determinante. El juez debe ponderar adecuadamente tanto los atributos y los defectos, con sentido común, para darle el valor técnico real, práctico, funcional y objetivo a cada uno de los parámetros morfológicos y mecánicos involucrados.
- d) Honestidad y coraje:** Sin estas cualidades todas las anteriores no son útiles. El juez no debe aceptar asuntos de índole comercial, de procedencia o políticos, debiendo mantener su entereza, ética y moral, dando sus fallos con firmeza, argumentación sólida y claridad absoluta, pero con respeto tanto por el animal como por el criador.

Existen varios métodos de juzgamiento en diversas especies animales, dependiendo básicamente del fin de la evaluación (morfología, funcionalidad, performance, compra, venta, etc.). Los tres más comunes son: método individual, comparativo y el método de datos con experimentación.

Se debe indicar, que no se puede afirmar que un animal con mejor calidad zootécnica (fenotipo) que otros, no es necesariamente superior también en términos genéticos (genotípicos), podría serlo o no; ya que dicha superioridad puede deberse a mejores condiciones ambientales de crianza a lo largo de su vida, que potencia su máxima expresión de su genotipo (Aparicio, 1986).

Método individual

Consiste en el examen minucioso e individual de las regiones anatómicas de un animal, su funcionalidad y proporcionalidad con el resto del cuerpo, además de sus características zoo métricas y grados de anulación; comparando cada una de ellas con lo descrito en el estándar de su raza como ideal, permitido o para su desclasificación.

Se pueden asignar valores numéricos a cada parámetro morfológico de interés, calculándose un índice parcial y otro total mediante tablas y fichas preestablecidas de valoración. Estas tablas deben ser del completo dominio de jueces y comités de valoración, siendo que todo criador debe poseer conocimiento claro de ellas. Este método es muy utilizado por los registros genealógicos de muchas asociaciones.

Método comparativo

Evalúa, comparando los fenotipos y datos zoométricos, de animales “contemporáneos” en igualdad de condiciones fisiológicas, raciales, sexuales y con niveles equivalentes, es una comparación horizontal; sin embargo también y simultáneamente los animales de la categoría, son comparados con el prototipo ideal de la raza, ósea verticalmente. Este ha sido el método utilizado tradicionalmente en las exposiciones realizadas en camélidos sudamericanos.

Método de datos con experimentación

Este complementa al método comparativo, con importantes datos zootécnicos de cada competidor; como edad, datos reproductivos y zoométricos, pesos, finura de fibra, etc. Este sistema es el más moderno y el de mayor precisión (ej. peso vivo para animales de carne y finura para animales de fibra). Utilizado en competencias de nivel mundial y por algunas asociaciones de renombre internacional para evaluar y seleccionar las poblaciones de sus respectivos Stud Book.

Los parámetros involucrados en un juzgamiento, pueden ser agrupados por afinidad en tres categorías de la siguiente manera:

- Morfológicos: Anatómicos, tipos y razas
- Funcionales: Calidad en la ejecución de las acciones productivas
- Presentación: Condición y estado fisiológico general.

Lógicamente las de mayor puntuación serán los morfológicos y de funcionalidad. A las características morfológicas se ponderan valores medios y valores ligeramente superiores a las asociadas con la función o producción.

Los machos son usualmente sometidos a una mayor y rigurosa presión de selección, pues son responsables de una mayor población de descendientes, más aun con el uso de la inseminación artificial, sin embargo la importancia genética de las hembras no debe ser subestimada, pues su influencia genética por progenie individual, es mayor que la del macho.

Una secuencia lógica de observación sería:

- Primero una vista frontal;
- Segundo una lateral (ambos costados).
- Tercero una posterior.

En cada una de estas vistas, el juez debe analizar minuciosamente a todos los competidores de la categoría, desclasificando a los animales que por portar defectos muy comprometedores para la raza, pondrían en peligro el progreso genético de esta.

Seguidamente, el juez debe hacer caminar dentro el ruedo a cada animal, en cortos trayectos al paso, aquí se analizan los aplomos bajo desplazamiento, ponderándose cada uno de los defectos encontrados. Es imposible encontrar un animal perfecto, el trabajo radica en realizar un juzgamiento que nos permita seleccionar de los animales presentados, aquellos más próximos al ideal de la raza. Así mismo cuando se pretende ser exageradamente estricto, se deberá tener sumo cuidado, ya que hay riesgo de cometer serias injusticias irreversibles, algunas pueden afectar el desarrollo de la raza. Es muy importante enfatizar más lo bueno que lo malo.

El juez puede realizar una precalificación de la categoría en pista, e ir haciendo los cambios pertinentes sobre la base de sus últimas valoraciones; esto antes de tomar su decisión final, pues una vez tomada y debidamente argumentada, es inapelable (Aparicio, 1986). El tiempo de demora en el juzgamiento de cada categoría no debe ser excesivo, el juez debe ser en la medida de lo posible razonablemente rápido y eficaz dentro de lo permitido en cada reglamento.

Finalmente, en caso de que el juez argumente la no existencia de animales meritorios de un determinado premio, puede y debe declarar lugares desiertos, pues fue invitado para juzgar y orientar la crianza de un determinado tipo de animales, no para confundir a partir de premios fantasmas y ficticios, que a la postre a nadie benefician y a todos perjudican; "la toma de decisiones no puede ser democrática ni por aclamación" (Herrera, 2001).

a) Puntos de observación lateral

- Perfil fronto-craneal (aloidismo) y caracterización racial.
- Tupe e inserción, forma y tamaño de orejas.
- Forma, pigmentación, funcionalidad y localización de ojos.
- Largo, volumen, forma y características sexuales secundarias de la cabeza y cuerpo.

- Dentición, labios, mentón, articulación bucal y región parótida mandibular.
- Descarnamiento y empastamiento facial.
- Inserción de la cabeza en las fases dorsales y ventrales del cuello (nuca y garganta).
- Forma, largo, grosor, volumen, firmeza y proporción del cuello; presencia de grasa en fase dorsal.
- Inserción del cuello en las espaldas, cruz y pecho. Ubicación, forma y amplitud de las cruces.
- Angulo y musculación de las espaldas (región escapular) e inserción con el brazo (zona escápula-humeral).
- Amplitud y largo de costillas (profundidad torácica); longitud y proporcionalidad del tronco; ijares y rotula.
- Fortaleza, largo y anchura de la región dorso-lumbar; presencia de lordosis, sifosis o escoliosis.
- Inserciones del dorso lomo en la cruz y en la grupa; fortaleza del “riñón”.
- Ángulos de grupa y cadera; fusión sacra; desarrollo muscular, largo, amplitud y proporción del tren posterior.
- Posición y condiciones de la cola.
- Estructura ósea; ángulos y fortaleza de los corvejones y del fémur; largo, grosor.
- Largo, grosor, estado y ángulos de las cuartillas; salud de los menudillos; forma, tamaño y salud de las almohadillas plantares.
- Aplomos laterales torácicos y pélvicos, estado de rodillas;
- Presencia de lesiones y taras.
- Capa; tipo de cobertura y pigmentación.
- Testículos y ubres.

Frontal:

- Anchura y proporción de la cabeza.
- Forma, implante y tamaño de orejas.
- Forma, pigmentación, funcionalidad y ubicación de los ojos.
- Pigmentación de mucosas, etc.
- Amplitud y forma de narinas u ollares.
- Rectitud, conformación e integridad de zona para-nasal.
- Articulación bucal, presencia de prognatismo; forma y firmeza de labios.
- Dentición y características sexuales secundarias.
- Limpieza del cuello en su fase ventral con el tórax.
- Amplitud y fortaleza torácica.
- Proporción de cabeza, cuello y pecho.
- Arqueamiento de costillas, desarrollo muscular y óseo.
- Aplomos y lesiones articulares en rodillas, menudillos, encuentros, cuartillas y cascos.
- Tamaño, conformación y estado de las almohadillas plantares.
- Largo y circunferencia de cañas (gran metacarpiano); condiciones de las cuartillas y menudillos.
- Limpieza de garganta.
- Separación de remos, distancia del esternón a tierra y capacidad pectoral, lesiones y taras.

Posterior:

- Amplitud y ángulo de ancas (extremos de los íleon).
- Amplitud de puntas de nalgas (puntas de isquion).
- Nivelación del sacro y de grupa.
- Amplitud de la cruz; condición de la columna vertebral; fortaleza dorsal del cuello.
- Amplitud y fortaleza de la mesa dorso-lumbar.
- Inserción y postura de la cola.
- Musculatura de muslos, grupa, nalga y piernas.
- Órganos genitales externos, en juzgamientos de animales destinados a la reproducción.

- Estado de corvejones, tendones y estructura ósea.
- Aplomos de los brazos pélvicos; condición de menudillos posteriores y cuartillas.
- Largo y circunferencia del gran metatarsiano (cañas posteriores).
- Abertura de costillas.
- Simetría del cuarto posterior.
- Firmeza de rotulas, riñón y grupa en el desplazamiento.
- Posición de orejas.
- Fortaleza del cuello.
- Lesiones y taras.

Bajo la modalidad expresada anteriormente, la exposición y juzgamiento de animales en Bolivia, por primera vez se realizó en el año 1995, a partir de la denominada feria para exposición y juzgamiento de camélidos sudamericanos, evento que contó con la participación de alrededor de 300 animales entre alpacas y llamas, que provenían de distintas comunidades del Departamento de La Paz, la misma que también contó con la participación de universidades e instituciones públicas y privadas, quienes en su momento apoyaban la producción de Camélidos Sudamericanos (CSA) a través de distintos proyectos.

Las bases técnicas en lo referente a la aptitud productiva de los animales se realizó bajo la propuesta de un reglamento, tomando la modalidad de exposición y juzgamiento de animales, para tal efecto se tuvo que adaptar y conjuncionar reglamentos de exposición y juzgamiento correspondientes, ganado ovino, bovino. La reglamentación contempla desde la admisión de los animales en el campo ferial, así como también define la aceptación de los animales para su juzgamiento, de los cuales se señalan algunos de los más importantes.

Aportes para al reglamento de juzgamiento de camélidos sudamericanos

La elaboración del reglamento es un modelo, que hace referencia a los artículos y capítulos relacionados solo con el juzgamiento de llamas, los demás artículos no descritos señalan las actividades a relacionadas con la administración de la feria.

Del reglamento general

Carácter de la exposición: Las exposiciones locales y regionales tienen el fin de recuperar y jerarquizar los camélidos sudamericanos como recurso ganadero andino. Para ello se tiene como objetivo promocionar ejemplares, llamas y alpacas, de excelente calidad genética y al mismo tiempo exhibir los tipos de ganado camélido que se producen en los rebaños de los criadores del altiplano boliviano.

En la feria participan productores de comunidades, independientes, instituciones dedicadas a la crianza de Camélidos Sudamericanos de procedencia local, regional y nacional; los cuales tendrán la denominación genérica de productores.

En la I Feria de Camélidos Sudamericanos, los animales fueron agrupados por:

- a) Especie: Alpacas y Llamas.
- b) Variedades y tipos
 - Alpacas: Huacaya y Suri
 - Llamas: Q'ara y Th'ampulli
- c) Sexo: Machos y hembras
- d) Edad: Como se indica en cada categoría

La clasificación de los animales para el juzgamiento se realizó de acuerdo a los denominados tipos o variedades de animales en la especie alpaca: Huacaya y Suri, así como en Llama: Q'ara y Th'ampulli,

calificadas por tipo o aptitud productiva: carne o fibra, por sexo: hembras y machos, y por edades: 1, 2, 3, 4 años y mayores a 4 años.

Los productores participantes en la Exposición Ganadera, se debe prever las normas sanitarias exigidas por el SENASAG de acuerdo al Reglamento Zoosanitario vigente en el País. No se aceptan animales con signos evidentes de enfermedades. El Comité Organizador de la feria designa a los Jueces de Admisión quienes serán los responsables de verificar la exactitud de los datos proporcionados por los productores, al mismo tiempo hacer cumplir el reglamento en lo que corresponde a la admisión.

El Comisario General está facultado para ordenar el retiro inmediato de cualquier animal que constituya un peligro para la salud del ganado asistente a la exposición. Las causas graves que descalificarán el ingreso de animales, según criterio de los Jueces de Admisión son:

- a) Que presente características distintas a las correspondientes a las tipos o variedades en concurso.
- b) Defectuosa conformación de los órganos genitales (criptorquidia, monorquidia, epidimitis) prognatismo superior o inferior evidente.
- c) Signos evidentes que tiendan a ocultar los defectos de conformación o pelaje, así como la utilización de tintes, colorantes, y otros.
- d) Que no cumplan con las disposiciones vigentes.
- e) En Camélidos Sudamericanos los animales de los diferentes tipos o variedades deben haber sido esquilados por lo menos una vez al llegar a los 2 dientes de edad.
- f) No se admitirán animales que presenten parasitosis externa como sarna, piojos, garrapatas y falsa garrapata.
- g) Vulvitis, vaginitis según sea el caso.

Los ejemplares admitidos deben estar identificados individualmente y en correspondencia con cada brete. Los Jueces del certamen deben ser preferentemente profesionales y/o criadores en actividad de variedades o tipos que están en certamen, con capacidad técnica y moral en su trabajo, demostrando imparcialidad en sus decisiones, las cuales serán explicadas a los productores al finalizar el juzgamiento de cada categoría, sustentándolas debidamente para que los productores adquieran una cultura ganadera, según Gómez (2005).

Los Jueces Titulares solo debieran tener como "Adjuntos" a un Secretario de Pista; quienes tendrán la debida experiencia en certámenes regionales y/o nacionales y cumplirán funciones de auxiliares en todo el desenvolvimiento de los expositores y sus ejemplares dentro de la pista de juzgamiento. Los dictámenes de los jueces son inapelables, cualquier insinuación o falta de respeto a los jueces será sancionada con el retiro obligado del criador o la ganadería que representa en el certamen.

A través de la metodología de exposición y juzgamiento, se ha desarrollado un proceso de selección de llamas en torno a la conformación fenotípica, la apariencia de animal ideal, así como también el descarte o la eliminación de algunos animales por la presencia de defectos congénitos y hereditarios, aspectos fundamentales que se trabajan en la exposición y juzgamiento de llamas y alpacas. Bajo estas circunstancias y gracias al buen entendimiento de los productores y de las autoridades involucradas en la producción de los CSA, surge la necesidad de generar un programa de mejoramiento genético y por lo tanto se debe trabajar sobre los caracteres productivos y morfológicos, experiencias que se requieren implementar para lograr urgentemente un progreso genético.

Evaluación de los caracteres productivos en los camélidos sudamericanos

Evaluación funcional

La evaluación funcional de las llamas se basa en la prueba concreta con la que es posible mostrar la aptitud productiva individual de cada animal, para animales de carne (Q'ara), fibra (Th'ampulli) (Cardozo, 1995). Estos

son dos tipos bien definidos para llamas, pero existe aún una población grande animales que tiene denominados como intermedios que no están considerados dentro la clasificación por tipo, lo que significa que tenemos animales tendientes a la producción de un doble propósito, primero carne y como segunda producción fibra y en segundo caso aquellos animales que tienen una tendencia primero a la producción de fibra y como segunda opción a la de carne, parámetros zootécnicos aun no definidos en los juzgamientos para este tipo de llamas.

Evaluación genotípica

La evaluación fenotípica y funcional, muestra a los animales respecto a las características de la propia raza, variedad o tipo de animal, tomando en cuenta la edad y el ambiente en el que se desarrollan, se muestran como las características fenotípicas se alejan positiva o negativamente de la característica de la media de la raza o del tipo productivo. Pero particularmente la evaluación genotípica se realiza a partir de la documentación genealógica de sus ancestros, y donde se realiza el control sobre sus descendientes (Braynt, 1989).

Evaluación integral

Para una evaluación integral, se debe tener un claro concepto sobre los puntos expuestos anteriormente, pero sobre todo se debe actuar con juicio preciso sobre el carácter productivo de los animales, donde se debe tener en cuenta:

- La función productiva para el cual el animal es criado y el ambiente en el que se desarrolla (llamas para carne o fibra).
- La raza, variedad o tipo, aptitud productiva (fibra y/o carne), correspondiente a su categoría o edad precisa y sus características morfológicas, fisiológicas y funcionales.
- Si se trata de animales productivos, estos deben ser idóneos a dichas funciones.
- Si se trata de animales para la reproducción, estos deben estar en la capacidad de poder transmitir las propias características a la descendencia.

Selección y descarte de los animales

El juzgamiento de los animales consiste en la calificación y apreciación fenotípica de las cualidades de los animales reproductores, en base a sus características externas, es decir que se busca el animal ideal como reproductor. En realidad estas acciones que se desarrollan son un componente inicial e importante dentro un programa de mejoramiento genético, porque se logra escoger a los animales más sobresalientes de los rebaños en concurso, tomado en cuenta sus características externas con la finalidad de utilizarlos como reproductores, los que también pueden ser evaluados productivamente.

La labor de calificación de los animales se debe tener los conceptos claros sobre la apariencia de una animal IDEAL, para el caso de llamas aquellos caracteres productivos ligados a su importancia económica, producción de fibra y/o carne, o ambas, considerando a los animales según corresponda a las diferentes categorías de acuerdo al tipo, sexo, edad y color (Franco, 1998).

Importancia de la conformación en los animales

Se indica que la conformación es de gran importancia para los caracteres externos de los animales, en particular atribuyendo una precisa correlación entre las varias funciones fisiológicas y económicas, considerando la aptitud funcional y las leyes de la genética.

La conformación son rasgos hereditarios que se pueden manifestar de una generación a otra, lo cual no significa que cada cría tendrá los rasgos de conformación de cualquiera de los padres, la expresión de la conformación puede ser modificada también por el medio ambiente y la nutrición, lo que predispone a adoptar

determinado rasgo. Los productores tienen una tendencia a seleccionar animales por sus caracteres productivos, dejando de lado la conformación de los animales, que a la larga se convierte en un error (Sumar, 1996).

La conformación, se utiliza en muchas especies animales, equinos ovinos y bovinos, donde en muchos de los casos se han establecido estándares raciales sobre este denominativo, para el caso de los camélidos sudamericanos estos rasgos aún no están bien establecidos. Sin embargo, algunos principios generales en torno a la forma, función y el equilibrio de un animal ideal, son posibles aplicar sobre la conformación de llamas y aspectos que están muy relacionados con la anatomía y la fisiología del animal.

Si consideramos que la conformación trata de la disposición adecuada de cada una de las partes del cuerpo del animal (el equilibrio anatómico y fisiológico). Para entender esta forma y función, es necesario entender la anatomía y fisiología, lo que hace sobre el desplazamiento o locomoción de las especies animales. En los camélidos se pueden observar tres momentos fundamentales para su desplazamiento, que son de importancia la búsqueda de alimentos, la confortación entre miembros de su misma especie, también ante depredadores y otras acciones como los momentos de empadre o de cortejo que realizan los camélidos machos ante las hembras y durante el empadre (Sumar, 1996).

Muchos defectos de conformación pueden apreciarse en los animales recién nacidos. Generalmente crea alarma al ver a una cría con aparentes defectos, no se deben tomar decisiones apresuradas hasta que la cría en unas pocas semanas de edad, pueda mejorar estas condiciones, ya que en este tiempo es posible que el animal pueda acondicionar el equilibrio corporal, el cual aún viene siendo fortalecido.

Los defectos en los miembros anteriores y posteriores de las llamas, se presentan de diversas maneras, las extremidades anteriores, vistas en forma frontal, en las llamas están más cerca de la línea media imaginaria que en la mayoría de las otras especies domésticas y mantienen una proporcionalidad (Sumar, 1989). Las extremidades posteriores, vistas de forma lateral, en muchos de los animales tienen una tendencia a permanecer ligeramente encorvada o en forma de una hoz, sin embargo la postura normal de las extremidades son rectas (pierna posterior) no deben tener una angulación excesiva. Existen animales que presentan una base ancha o estrecha. Si los corvejones están muy juntos (un error común). Se denomina "patizambos". Pero las deformidades de los huesos largos de las extremidades posteriores son poco frecuentes.

También se pueden apreciar varios otros defectos de conformación. El pecho puede ser excesivamente estrecha, o presentar en la espalda una lordosis, o una xifosis (lomo de camello), conjunto de variables en el cuello corto y la cola doblada, cabeza pequeña, o la ausencia del pabellón auricular (murus), son algunas de las características a considerar durante el juzgamiento.

Evaluaciones importantes a considerar durante el juzgamiento

En el juzgamiento se realiza una evaluación integral de los animales, con relación a las características que más nos interesan y en torno a su morfología y fisiología funcional y genotípica. Se selecciona a un animal que está destinado a una determinada producción zootécnica, tipo de producción o a la raza del animal, cuya apariencia se denomina como "Evaluación Fenotípica" y cuando podemos determinar el rendimiento económico se denomina como "Evaluación Funcional".

Analizando el propio origen genealógico y evaluando sobre las posibilidades productivas y genéticas relativas a la transmisión de estos caracteres, es definir el "Genotipo", resaltando aquello que puede transmitir a la propia descendencia y en el ambiente en que es desarrollado el animal. Por tanto cuando se evalúa o se selecciona un animal, se debe tener en cuenta que es un organismo complejo, se debe realizar una evaluación integral de un animal. En la evaluación de los animales no solo interesa la conformación exterior, y se la realiza a través del examen directo del animal, en el cual se debe evidenciar los parámetros de la propia especie, la raza, o el

tipo morfológico, de constitución y el funcional o de aptitud productiva y de apariencia de los animales en evaluación.

Características morfológicas

En la evaluación fenotípica de los animales se evidencian algunas particularidades importantes de la morfología, que distinguen a las alpacas (suri y/o huacaya) y a llamas (q'ara y/o th'ampullis) (Cardozo, 1954), según raza, variedad o tipo de animal, la edad, el peso, altura, diámetro, aplomos, conformación, pero que desde el punto de vista morfológico la aptitud y el defecto son signos de alguna particularidad de menor o mayor valor, que caracterizan el aspecto somático del animal.

En la evaluación de los animales se adoptan algunos términos diferentes al significado corriente, los cuales asumen un determinado valor técnico, en el cual se trata de enfatizar las características estéticas fisiológicas y funcionales que distinguen al animal sujeto de evaluación, como por ejemplo.

- **Aptitud:** Que es la perfecta adaptación de un órgano o de una determinada función, requerida a los animales, en un determinado medio es definida como aptitud y lo inverso de ello será representado como defecto.
- **Utilidad:** Se refiere cuando un animal presenta características morfológicas y funcionales que responden a las acciones específicas para lo cual el animal es criado y en el ambiente en el cual vive.
- **Defecto:** Es la falta de adaptación de un órgano o región del cuerpo a una determinada función requerida por los animales, o una imperfección que puede contrastar con la conformación armónica del animal.
- **Características fisiológicas:** La evaluación del orden fisiológico sobre los animales esta sobre puesta a una evaluación fenotípica, que deben ser estrechamente relacionadas con las características funcionales.
- **Estado de salud:** En realidad la evaluación del estado de salud de los animales se la realiza, antes de que estos puedan ingresar al evento de juzgamiento, esto con la finalidad de evitar el contagio de enfermedades entre los animales participantes del evento. Sin embargo, dentro del mismo juzgamiento se evalúa a los animales los aspectos o síntomas de una buena salud de los animales el mismo que se lo realiza a partir del comportamiento del animal, apreciando los ojos vivaces, la atención del animal, locomoción, consumo de alimentos y agua, tamaño y estado corporal del animal según su edad.
- **Crecimiento:** El desarrollo de los animales jóvenes puede ser una particularidad somática, teniendo en cuenta la edad del animal muestra la característica fisiológica que depende del crecimiento, de las características hereditarias y de alimentación.
- **Precocidad:** Relacionada con el crecimiento y el desarrollo, que depende fundamentalmente a un atributo genético. La precocidad se puede definir como el adelantamiento de la madurez, de las que se puede señalar la precocidad sexual, que se identifica con la espermatogénesis de los machos y el inicio del ciclo estrual de las hembras y que en CS, se refiere a un estro inducido, mientras que la precocidad somática, se refiere al desarrollo morfológico del organismo para el tipo de animal a ser producido como es la producción de carne si es el tipo de animal requerido, en los cuales están implícitos los datos de ganancia de peso diario, el índice de conversión alimentaria, la edad optima de faeneo, así como el peso vivo que son fundamentales para la producción de carne. También es importante señalar la aptitud productiva de los animales, carne, leche, lana, fibra u otros a quienes se realiza diferente tipo de evaluación.

- **Evaluación de la aptitud productiva:** También conocida como “tipo funcional” o “aptitud” de un animal que se caracteriza en torno a su especialización productiva, que es el resultado del desarrollo máximo de una aptitud funcional, en desmedro de otra característica. De hecho el tipo de aptitud productiva predominante, donde la aptitud funcional depende de su posibilidad genética, fisiológica, del desarrollo anatómico y morfológico de los órganos que son ligados a la producción. La especialización es producto de la selección y las técnicas de crianza, que como finalidad tienen reproducir animales que responden a una característica productiva deseada.

Características llamas tipo carne

Para los animales tipo carne se puede apreciar particulares características de conformación en las distintas especies animales, pero que en la mayoría de los casos los caracteres de conformación, se realizan en alguna región anatómica del animal, las mismas que están reconocidas y relacionadas con la velocidad de crecimiento y sus por su alto grado para transmitir estos caracteres a su descendencia.

Tabla 1. Puntajes de calificación para llamas.

| Llamas Q'aras | | Llamas Th'ampulli | |
|---------------------------|----|---------------------------|----|
| Peso vivo (70 puntos) | | Vellón (80 puntos) | |
| Desarrollo Muscular | 40 | Desarrollo muscular | 30 |
| Desarrollo Esquelético | 10 | Finura | 30 |
| Aptitudes funcionales | 10 | Uniformidad | 10 |
| Caracteres de la variedad | 10 | Caracteres de la variedad | 10 |
| Conformación (30 puntos) | | Conformación (20 puntos) | |
| Cruz (anchura) | 5 | Talla | 5 |
| Dorso (espesor de lomo) | 5 | Calce | 5 |
| Anchura de la nalga | 5 | Patás | 5 |
| Grosor de las cañas | 5 | Apariencia general | 10 |
| Apariencia general | 10 | | |

Estos animales son seleccionados para este tipo de aptitud, donde resalta un notable desarrollo de la masa muscular (pecho, grupa, dorso y las piernas), que van insertos a un adecuado sistema esquelético muy robusto. La conformación de los animales tipo carne, puede ser idealmente encuadrada en un paralelepípedo donde el abdomen y el tórax, así como el esternón y los músculos pectorales son bastante desarrollados; las piernas, la grupa y el dorso forman una línea, y que uniendo ambos forman un rectángulo. En general los animales de carne (salvo algunas características especiales de alguna especie) de asemejan por tener la capacidad de producir abundante carne sobre todo en los cuartos posteriores

Características llamas tipo fibra

En la mayoría de las especies animales productores de lana o fibra, esta aptitud contrasta en mayor o menor grado con la producción del vellón, asociado con la longitud y finura de fibra y que generalmente van acompañadas de una segunda opción productiva, como puede ser la producción de carne, esta situación se da generalmente por la depreciación del producto en el mercado. Dentro los caracteres productivos de fibra se señalan a la finura, la homogeneidad de vellón, color, la compactación que es relacionada con la densidad folicular y la distribución del manto a lo largo del cuerpo, denominado calce (Delgado, 2003).

Características que permiten evaluar el vellón para animales productores de fibra (alpacas, llamas th'ampulli). **Color** se tiene un promedio de 22 tonalidades de colores naturales, lo que complica muchas veces el juzgamiento. **Finura**, medida en micras que pueden ser apoyado por un equipo de micro proyección o el OFDA. **Longitud de mecha**, longitud de fibra que el animal produce entre intervalos de esquila. **Uniformidad**, significa la distribución del carácter (fibra) en forma homogénea en todo el vellón. **Densidad**, aspecto que muestra si el vellón es compacto, relacionado con la cantidad de folículos secundarios. **Rizo o carácter**, son las

regiones del altiplano y los Altos Andes, de las cuales se puede apreciar que la mayor población corresponde a llamas denominadas Intermedias, las cuales presentan características aun no bien definidas.

Algunos parámetros fenotípicos para la evaluación de llamas del tipo Q'ara

Los ejemplares del tipo Q'ara o productores de carne, describen las siguientes características:

- a) Cabeza: Completamente despejada, posee pelos finos y cortos, la cara es fina, lustrosa y larga, ojos grandes, ubicados lateralmente.
- b) Orejas, grandes y de forma aplanada y sin presencia de pelos.
- c) Cuello: es largo y cubierto por fibras cortas, con apariencia fina y despejada.
- d) Alzada: Son animales de gran alzada, pero depende mucho del sexo, la edad.
- e) Cola: Buena inserción, curvo hacia arriba en situaciones de alerta y ligeramente suelta que cubre los genitales externos, en situaciones de temperaturas bajas.
- f) Color: Existe una gran variabilidad de colores y tonalidades, pero se puede describir, negro, café, beige, gris, blanco, en una degradación de tonalidades y combinaciones, así como animales manchados.
- g) Cobertura de vellón: Presenta dos capas claramente definidas en el cuerpo, una capa externa de fibras gruesas y largas (cerdas), una segunda capa interna de fibra cortas y finas.
- h) Miembros anteriores y posteriores: son descubiertos de fibra muy corta.
- i) Apariencia: Robusta, esbelta y erguida.
- j) Pecho: Amplio y profundo lo que demuestra su aptitud en la producción de carne.
- k) Conformación muscular: Distribución muscular atlética, buena conformación del muslo de la pierna (glúteo, fascia, tendinoso).
- l) Aplomos: son cañas gruesas y bien plantadas, sobre todo despejadas.



Figura 2. Ejemplares del tipo q'ara.



Figura 3. Ejemplares del tipo q'ara con adecuadas características.

Algunos parámetros fenotípicos para la evaluación de llamas del tipo T'amphulli

Los ejemplares del tipo T'amphulli, que tienen una tendencia hacia el tipo de producción de fibra, pero también no se descarta la producción de carne como una producción secundaria, estos animales presentan las siguientes características:

- a) Cabeza: Cara relativamente corta, provista de fibras largas sobre todo en la frente en forma de copete; ojos grandes y laterales.
- b) Orejas grandes y cubiertas con fibras y vellosidades en toda su longitud.
- c) Cuello: cubierto por fibra que llega hasta la cara, con apariencia gruesa por la cantidad de fibra.
- d) Alzada: Son animales de gran alzada, pero depende mucho del sexo, la edad.
- e) Cola: Buena inserción, curvo hacia arriba en situaciones de alerta y ligeramente suelta que cubre los genitales externos, en situaciones de temperaturas bajas Color: Existe una gran variabilidad de colores y tonalidades, negro, café, beige, gris, blanco, en una degradación de tonalidades y combinaciones, así como animales manchados.
- f) Cobertura de vellón: Aparentar presentar una sola capa, dentro los mismos existen fibras muy gruesas y al mismo tiempo fibras finas, la cobertura del vellón llega hasta las cañas de los miembros anteriores y posteriores.
- g) Apariencia: tienen una apariencia voluminosa, por la cobertura del vellón.
- h) Aplomos: Las cañas son regulares, ni gruesas ni delgadas, pero si provistas de pelo hasta los calces.



Figura 4. Ejemplares del tipo T'amphulli. Fuente: Hugo Lamas.



Figura 5. Ejemplares del tipo T'amphulli con adecuadas características. Fuente: Hugo Lamas.

Evaluación de la cabeza

- a) Ojos, orejas, nariz, boca
- b) Prognatismo inferior o superior, defecto heredable.
- c) Revisión de los ojos:
 Problemas de ojos albinos
- d) Revisión de los pabellones auriculares: no debe presentar anomalías (atrofiadas, o deformaciones)

Evaluación de las articulaciones

Esto se refiere a la direccionalidad de los miembros anteriores, posteriores y en conjunto del cuerpo del animal, considerando fundamentalmente que el cuerpo sea sostenido sólidamente y que permita su fácil desplazamiento.

Evaluación de los aplomos

Nos valemos de las líneas de aplomos que son líneas imaginarias y que pueden formar la caída de la plumada. (Normales o buenos y anormales o defectuosos).

Evaluación de Aplomos del Miembro Anterior y Posterior

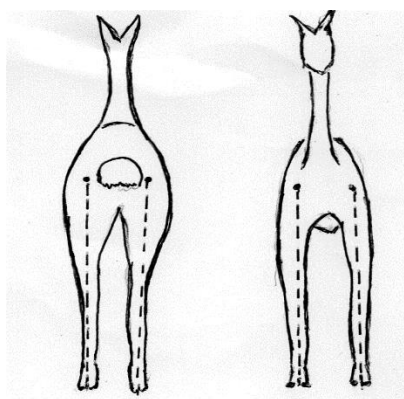


Figura 4. Vista de frente - detrás y líneas imaginarias que indican buena presentación de aplomos.

Evaluación de Aplomos, miembros posteriores

Normal: Es cuando la línea imaginaria que inicia en la punta de la nalga pasa tangente al corvejón, continua paralela a la caña y cae a 3 cm aproximadamente, por detrás del talón (Figura 5). En los reproductores es importante revisar los testículos, estos deben estar bien ubicados en la parte perianal (subanal) y el tamaño del testículo varia, pero cuanto más grande es mejor porque esto esta correlacionado con la producción de semen.

Según la edad varia de tamaño, si se presenta alguna anomalía deben ser descartados (monorquideo, criptorquideo o también testículos muy pequeños o hipoplasia).

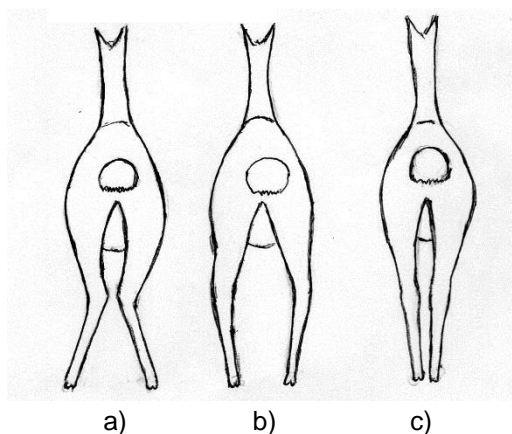


Figura 5. Aplomos posteriores: a) Patizambo, b) Abierto (corvo), c) Normal.

Evaluación de aplomos visto de frente

Una línea perpendicular imaginaria, parte del punto de encuentro y divide en dos partes iguales las regiones del antebrazo, rodilla, caña y pezuña, lo cual permite dar diferentes denominaciones a este tipo de presentaciones de los miembros anteriores.

- a) Moderado patizambo
- b) Patizambo
- c) Abierto de cañas
- d) Cerrado de cañas
- e) normal,
- f) cerrado o estrecho,
- g) Abierto
- h) Arqueado.

Vista de perfil

Existe una línea imaginaria normal, cuando la misma cae perpendicular baja desde la punta del encuentro y cae aproximadamente a 3 cm delante de la pezuña.

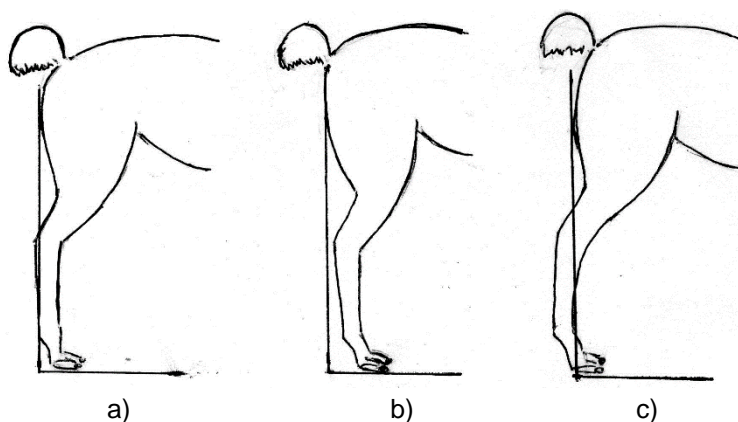


Figura 6. Presentación de los miembros posteriores a) presentación normal, b) y c) que no están dentro los parámetros que señalan una buena presentación de los aplomos posteriores.

- a) Plantado de adelante
- b) Sobre sí de adelante
- c) Corvo
- d) Trascorvo
- e) Largo de cuartillas
- f) Corto de cuartillas

Evaluación de la fibra (animales para producción de fibra)

Se la debe realizar con mucho cuidado y paciencia, se empieza por el cuello y se termina en la nalga. Una buena fibra presenta las siguientes características:

- a) Buena finura de fibra.
- b) Buena uniformidad de todo el vellón
- c) Color entero (animales productores de fibra)
- d) Poca presencia de pelos o kemp.
- e) Buen calce de fibra en las patas
- f) Buena resistencia de la fibra.
- g) La longitud es importante cuando los animales tienen el mismo periodo de crecimiento

Descarte de caracteres indeseables

Previo a la selección de los animales y de acuerdo a la especificidad de cada uno de los caracteres productivos, se realiza el descarte de animales, que presentan defectos congénitos y hereditarios, que en realidad no solo afectan la conformación de los animales o la forma exterior del animal, que en la mayoría de los casos estos están relacionados con los caracteres fisiológicos de los animales o con los aspectos productivos o de importancia económica, además de que pueden ser transmitidos a la progenie.

La importancia de los caracteres exteriores es atribuida a la correlación con varias funciones fisiológicas y anatómicas que aseguran la aptitud funcional y de longevidad que está ligada a las características genéticas. En otras especies animales, se tiene la experiencia de haber realizado selección de animales sobre la base de caracteres funcionales (Productivos), en contra de aquellos morfológicos y fisiológicos, con resultados que evidencian poblaciones altamente productivas, pero al mismo tiempo tropezaron con deficiencias morfológicas y de constitución del animal (caso de ganado vacuno lechero).

Entonces, el camino para una justa selección de animales, ésta siempre acompañada por una previa selección sobre la morfología corporal del animal lo cual está basado, en la conformación corporal y armónica del animal, siendo que la misma es la expresión de la constitución e imagen de la función fisiológica y anatómica de los animales, lo que también recae en la función económica de la producción.

La base de la selección de los animales por su fenotipo, la relación con la UTILIDAD que presta el animal al hombre, por tanto un animal es útil cuando sus características morfológicas y funcionales responden a la finalidad por el cual el animal es criado y en el ambiente adecuado en el que desarrolla sus actividades. Por tanto, el conocimiento moderno, en los ámbitos de selección, realiza una evaluación integral de cada uno de los animales, haciendo una relevancia de las características morfológicas, fisiológicas, productivas y fenotípicas.

Conclusiones

A partir de la I Feria Departamental de La Paz (1995), a nivel local y nacional, se realizaron varias versiones, produciendo sobre todo en los municipios un gran entusiasmo por parte de los productores, para su participación en dichos eventos feriales, lo que ha incentivado a los propios productores a presentar en juzgamiento a sus mejores animales y obligando a las autoridades locales y nacionales a tomar conciencia sobre la importancia de los camélidos sudamericanos en el desarrollo de sus propias comunidades.

A lo largo del desarrollo de los eventos de juzgamiento, también hubo muchos errores que corregir, sobre todo cuando se emite una apreciación productiva de los animales, que no están categorizados como q'aras o th'ampullis, es decir los denominados intermedios que en realidad son el mayor número de animales dentro la población de los cuales aún no se ha definido su aptitud productiva.

Las ferias fueron creadas como alternativa ante la ausencia de programas de mejora genética y están dirigidas a orientar a los productores bajo la concepción de lograr un animal tipo y es así que su objetivo que en cada versión, es que se vayan observando animales con mejores características productivas y morfológicas, pero el hecho de la improvisación de jueces, así como la presencia de varios jueces dentro la pista, desvirtúa este propósito ya que son varias opiniones para un juzgamiento del animal ideal, por tanto queda aun corregir estos errores y llegar al consenso de que debe existir un solo juez en la pista más un ayudante de campo.

La falta de registros hace que los técnicos de admisión no sean precisos en sus dictámenes, sobre todo en la cronología dentaria, para categorizar a los animales, así como en los defectos hereditarios, monorquidias, criptorquidias, prognaticos, ojos zarcos, polidactilias, etc. para lo cual se requiere capacitación.

La evaluación y selección de un animal destinado a un tipo de producción, señala conocer y saber exactamente con respecto a sus características peculiares que al final determinan el tipo de animal (evaluación fenotípica), y todo cuanto se puede saber respecto al rendimiento económico (evaluación funcional o productiva), que si bien se tiene un puntaje determinado respecto a la morfología es necesario discutirlo con los productores.

Para una exacta valoración de un animal, la conformación de una simple parte del cuerpo y del mismo animal, debe ser considerado como un conjunto de características anatómicas, fisiológicas, genéticas y funcionales (productivas), que hace a un sistema funcional, aunque estas últimas presentes en mayor o menor grado en el animal, porque la constitución de un organismo eficiente, es válido para el sistema productivo, estas al mismo tiempo son requeridas, tanto la conformación como para las características productivas, por tanto ambas son necesarias.

La evaluación fenotípica de los animales fueron realizados a través del examen directo del animal, verificando parámetros propios de la especie, raza variedad o tipo productivo, relacionado con la apariencia del animal en cuestión, verificando la importancia morfológica la cual comienza con la verificación de la apariencia del tipo

productivo, la edad, sexo y algunos elementos del cuerpo (vellón, color de piel, peso, estatura, perímetro del tórax, aplomos, conformación; defectos, taras, vicios).

Bibliografía

- Aparicio, J.B., Castillo, J., Herrera, M. 1986. Características estructurales del caballo Español. Tipo Andaluz. C.S.I.C. Madrid. 128 pp.
- Bryant, F.C., Flores, A., Pfister, J. 1989. Sheep and alpaca productivity on high andean rangelands in Peru. *Journal Animal Science* 67.
- Cardozo, A. 1954. Auquénidos. Editorial Centenario. La Paz, Bolivia. 284 p.
- Cardozo, G. 1995. Tipificación de las llamas K'haras y T'amphullis. En: Wayra pampa. La Paz. pp. 65-72.
- Cuenca, C.L. 1941. Zootecnia. Ed. Biblioteca Biología Aplicada. Madrid. 1236 p.
- Delgado, J. 2003. Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia. Dissertation, Hohenheim University, Stuttgart, Germany.
- Franco, E., García, W., Pezo, D. 1998. Manual de crianza de llamas. Lima, Perú.
- Franco, E., García, W., Pezo, D. 1998. Gestión de centros de producción de reproductores de alpacas y llamas. Lima, Perú.
- Frank, E.N., Hick, M.V.H., Gauna, C.D., Lamas, H.E., Renieri, C., Antonini, M. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research* 61: 113–129.
- Garret, W.N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *Journal Animal Science*. 58:766.
- Gómez, M.D., Cervantes, I., Valera, M., Molina, A. 2005. Calificación Morfológica Lineal en el caballo de Pura Raza Española. *El Caballo Español*, 2: 70-79.
- Herrera, M. Luque, M. 2001. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. Producción animal, FEAGAS, Madrid, España.
- Lauvergne, J.J., Renieri, C., Frank, E., Hick, M., Antonini, M. 2006. Descripción y clasificación de los fenotipos de color de los camélidos domésticos sudamericanos. En: Renieri, C., E. Frank & O. Toro (Eds) *Camélidos Domésticos Sudamericanos: Investigaciones recientes*. DESCO, DECAMA, INCA TOPS, FONDO EMPLEO, Lima, Perú. 357 p.
- Morales, R. 1997. Tipos de llamas en el altiplano boliviano. UNEPCA, FIDA, CAF. Oruro, Bolivia. 29 p.
- Orozco, F. 1985. Algunas ideas sobre el concepto de raza en animales domésticos. *Comunicaciones INIA*. nº 10. 16 pp.
- Sierra, L. 1985. Importancia de la morfología y su valoración en los animales domésticos, *Producción Animal*, Zaragoza, España.
- Sumar, J., Bravo, W. 1996. Dentición en alpacas. En: Resúmenes de investigaciones IVITA en camélidos sudamericanos. Lima: UNMSM.
- Sumar, J. 1989. Defectos congénitos y hereditarios en la alpaca. Lima: Concytec.
- Villa, S. 1885. Exterior de los animales domésticos y más particularmente del caballo. Imprenta M. Minuesa. Madrid. 536 pp.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS MAMÍFEROS DOMÉSTICOS

Celso Ayala Vargas³

Introducción

El crecimiento ha sido muy poco abordado, dentro los estudios para camélidos sudamericanos, por estar el tema de crecimiento y desarrollo inmerso dentro del texto, es necesario orientar estos conceptos a través de estudios realizados en otras especies de animales domésticos. Los aspectos productivos determinados por las leyes biológicas y los factores que los rigen (genotipo, alimentación, clima, etc.), si son adecuadamente utilizadas para dirigir la composición corporal y conformación de la canal al peso y edad en que el animal esté terminado para la faena de producción de carne.

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie. Este proceso de transformación incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), diferenciación, aumento del tamaño (hipertrofia) y formación de órganos y tejidos (Zaragoza, 2005).

Cuando se consideran las diferentes partes o tejidos de un organismo, no crecen todas con la misma intensidad y ritmo, lo que origina un crecimiento diferencial. Por lo tanto, otro concepto íntimamente ligado al de crecimiento es el de crecimiento relativo o alométrico. El principio de la alometría es que los cambios morfogénéticos que se producen en un animal en crecimiento tienen lugar, principalmente, por crecimiento relativo o sea, por el crecimiento que se produce en las distintas partes del organismo animal como un todo.

Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, si bien se puede plantear alguna dificultad al definirlos. Fowler (1968) considera que el crecimiento tiene dos aspectos. El primero es medido como el aumento de masa (peso) por unidad de tiempo. El segundo se refiere a los cambios en forma y composición que resultan de un crecimiento diferencial de las partes componentes del cuerpo. Es decir, que considera un crecimiento dividido en crecimiento propiamente dicho y en desarrollo.

El crecimiento y desarrollo en los animales es una característica propia de las especies, así Hammond (1997), define al crecimiento como el aumento de peso de los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la edad adulta y por desarrollo las modificaciones que experimentan las proporciones, conformación, composición química, corporal y fisiológica del animal a medida que avanza la edad.

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie.

El crecimiento y desarrollo son fenómenos de una función primordial porque de ello dependerá la calidad y cantidad de la canal de las especies domésticas. En los sistemas producción tienen mucha importancia ya que de ellos dependerá la utilización anticipada de los reproductores en ambos sexos, así como la supervivencia del recién nacido, adquiriendo importancia, ya que las mismas están influenciadas por diferentes factores genotipo, ambiente, sanidad, manejo, alimentación, entre otros.

Hammond (1930–1960), sistematiza los conocimientos sobre el crecimiento y desarrollo. Estudió sobre los gradientes de crecimiento y la influencia del nivel nutricional sobre los mismos, de los cuales señala algunas

³ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

definiciones y conceptos que indican que las distintas modificaciones que sufren los animales domésticos, en cuanto a formas, funciones, facultades y comportamiento, se deben a los fenómenos de crecimiento y desarrollo.

Aunque ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su peso (crecimiento) o un individuo adulto (que ha terminado su desarrollo) aumente su peso por engorde (crecimiento). El crecimiento es el resultado de los procesos anabólicos del organismo, el individuo aumenta de tamaño hasta que alcanza la fase adulta. En este periodo cambia la conformación del organismo y la velocidad de crecimiento tiene una determinada característica para cada especie. El tamaño y desarrollo máximo están fijados hereditariamente, donde la nutrición es uno de los factores ambientales más importantes que determinan que se alcance este máximo (Lloyd et al. 1982). Para Di Marco (1993) desde el punto de vista energético el crecimiento es el aumento de peso o la acumulación de tejidos debido a que la energía del alimento ingerido no se disipa como calor, sino se retiene como proteína y grasas en distintos tejidos.

El peso vivo ha sido la forma más usada para evaluar el crecimiento, pero esta medición puede estar sometida a errores, otra forma de medir el crecimiento consiste en la faena seriada para determinar composición corporal a lo largo de la curva de crecimiento (Lloyd, 1982).

Se señala como crecimiento "al incremento de peso de un individuo, desde su concepción, hasta lograr el tamaño adulto, que corresponde a su madurez en el cual se estabiliza". Se acepta que los animales crecen hasta un peso máximo, denominado peso de adulto, peso maduro, el que es variable según especie o raza animal, donde el peso llega hasta un punto donde el aumento de la masa corporal cesa. Según Taylor, los animales alcanzan su máximo peso o peso de equilibrio, cuando en este punto el animal tiene el 25% de grasa en el denominado peso vacío (se denomina así al peso vivo menos el llenado de los pre estómagos de los rumiantes). Por tanto se define al peso adulto como el momento en que cesa la retención proteica y no el peso total, es decir, que el animal puede seguir aumentando de peso pero por acumulación de grasa.

El desarrollo, "se considera a las modificaciones en la conformación (formas) y proporciones del cuerpo del animal, así como en sus funciones y facultades, asociados al aumento de la masa corporal". Por tanto, el crecimiento es meramente cuantitativo, mientras que el desarrollo es un proceso cualitativo y cuantitativo. Normalmente ambos fenómenos (crecimiento y desarrollo) deben realizarse simultáneamente, aunque podría suceder por ejemplo que el animal se desarrolle en largo y alto sin experimentar aumentos considerables de peso (crecimiento).

Intensidad de crecimiento: cuando el crecimiento de un animal que consume alimento de alta calidad a voluntad, es expresado en términos de peso corporal en función del tiempo (crecimiento ponderal), se observa la típica curva sigmoidea, la cual consta de tres fases:

- Un de crecimiento lento,
- Crecimiento acelerado
- Crecimiento desacelerado hasta el peso maduro.

Curva de crecimiento

El crecimiento de los organismos vivos vegetales, animales incluido el hombre se ajustan a una curva sigmoidea (Figura 1), que durante las primeras etapas del crecimiento, el aumento de masa corporal es mínima. Se pueden distinguir en la curva dos partes: a) Una fase acelerada al principio de la vida, donde el crecimiento es rápido y elevado por unidad de tiempo. b) La segunda parte es la fase de auto inhibición. A partir de cierta edad que corresponde a la pubertad, el crecimiento disminuye. Las ganancias de peso son cada vez más pequeñas, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez. En esta etapa la curva es de inclinación

decreciente, se conoce como punto de inflexión, que en los animales superiores coincide con la pubertad (Fowler, 1968).

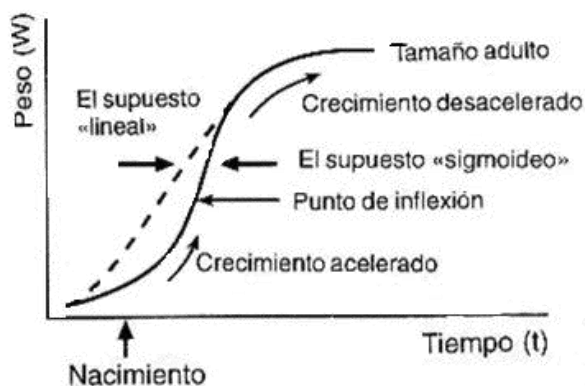


Figura 1. Curva de crecimiento relación peso con el tiempo. Fuente: Whittemore, 1996.

Según la Figura 1, la curva de crecimiento puede dividirse en dos segmentos, el primero presenta una pendiente creciente, y el segundo es de menor pendiente. Al nacimiento existe un desarrollo de las regiones más precoces como resultado del crecimiento durante la vida fetal: cabeza grande, largo de patas, cuerpo angosto y muy poco desarrollados los cuartos traseros. Las vísceras representan un elevado porcentaje de su peso total. La canal tiene un porcentaje alto de hueso y bajo de grasa (Lloyd et al., 1982).

Lloyd et al., (1982) señalan que la curva de crecimiento tiene dos variables, tiempo y peso vivo. Si la curva cubre el periodo de crecimiento total, desde la concepción hasta la madurez es sigmoidea tanto para animales como para plantas. De cualquier animal productor de carne debe tratarse de obtener el máximo rendimiento de carne comercial mientras proporciona un beneficio económico satisfactorio al productor. Esta obtención del máximo rendimiento está determinado por dos factores, la velocidad de crecimiento y el índice de transformación del alimento (Varnam y Sutherland, 1995).

La curva es el resultado de dos fuerzas que operan en sentido opuesto durante el proceso de crecimiento. Una fuerza de aceleración debida al incremento de unidades de replicación (células, tejidos) que acelera el crecimiento, lo cual haría que la masa corporal siga un patrón exponencial.

La otra fuerza contrarresta la anterior y se debe al tiempo requerido para la formación de estructuras tisulares complejas que se necesitan para mantener la funcionalidad de todo el organismo cuando el animal aumenta de peso, la que desacelera el crecimiento. La fase o supuesto lineal del crecimiento se interpreta como el balance entre ambas fuerzas. El crecimiento y desarrollo se pueden dividir en etapa prenatal y etapa postnatal, distinguiéndose en ésta última varias fases del crecimiento:

- 1ra fase: Mayor incremento de la cabeza y extremidades.
- 2da fase: Alargamiento general del cuerpo.
- 3ra fase: Ensanchamiento general del cuerpo y comienzo de deposición grasa.
- 4ta fase: Aumento de la profundidad del cuerpo e incremento de las principales masas musculares (lomos, y masa musculares de las extremidades). Aumenta la deposición de grasa.

La intensidad del crecimiento se pone de manifiesto por el aumento de peso en la unidad de tiempo (gramos o kilogramos de ganancia de peso diario, semanal, mensual). Realizando determinaciones a diferentes edades desde la concepción hasta la madurez, su representación gráfica da lugar al trazado de la "curva de crecimiento". En todas las especies está representada por una S mayúscula alargada como la letra griega sigma, por lo que se denomina curva de crecimiento.

Curva simple señala que la intensidad de crecimiento es pequeña en las primeras etapas de vida del animal, luego aumenta hasta un máximo para luego disminuir hasta alcanzar la madurez. La época de mayor intensidad del crecimiento es de gran importancia económica ya que es el período en que los animales productores de carne rinden el mayor beneficio. Si se toma la curva sigmoidea de cualquier mamífero, se tiene que:

- En los primeros estadios desde la concepción hasta la etapa de vida fetal los aumentos de tamaño son bajos en cuanto a peso debido a que se debe a la intensa multiplicación celular, diferenciación de tejidos, sistemas y órganos, sin modificaciones en las formas.
- Durante la vida fetal, específicamente en el último tercio de la gestación se produce gran actividad de crecimiento (75% del peso de nacimiento) y el feto va variando sus dimensiones y proporciones.
- A partir del nacimiento, el crecimiento es más intenso por el efecto de la hipertrofia y multiplicación celular cuya reproducción es a velocidad constante hasta que el animal alcanza la pubertad.
- A partir de ese momento es menor la intensidad de los aumentos de peso haciéndose más lenta, para estabilizarse en la madurez. En la mayoría de las especies el crecimiento es limitado y existe un peso medio correspondiente al animal adulto.

A partir de la denominada curva simple del crecimiento, existen otras formas de expresar las variaciones de peso, como por ejemplo la relación entre la ganancia diaria de peso en la unidad de tiempo.

Factores que afectan el crecimiento y desarrollo

El crecimiento y desarrollo de los animales se manifiesta como un aumento coordinado de las partes del organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie. Esta definición considera que el grado de crecimiento y desarrollo definidos para la edad adulta de cada especie, está sujeto a la herencia, variabilidad individual y nutrición e implica que debe producirse un crecimiento y desarrollo completo y coordinado de todas y cada una de sus partes, fenómenos que requieren un gran número de procesos.

La fecundación es el punto de partida del crecimiento y desarrollo. El crecimiento intrauterino tiene gran importancia en el desarrollo del animal después de nacido, ya que las crías de madres mal alimentadas son, en promedio, más livianas al nacer que las crías de madres bien alimentadas, y si el animal no posee un buen peso al nacer, no estará en condiciones de compensar situaciones adversas posteriores.

El período de desarrollo fetal difiere en las diversas especies, y cuanto mayor es este período, mejor es la formación del recién nacido. Se ha establecido que aunque el crecimiento y desarrollo corporal en la madurez dependen del potencial genético del animal, la alimentación determina la conformación y composición durante el crecimiento activo. La influencia de la desnutrición materna prolongada sobre el tamaño del feto es más grave en las etapas finales de la gestación y que existe una relación directa con el período de maduración posnatal.

Tabla 1. Factores que afectan el crecimiento en la vida pre y posnatal en mamíferos.

| Prenatal | Posnatal Predestete | Posdestete |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Genotipo del feto | Genotipo | Genotipo |
| Sexo del feto | Sexo | Sexo |
| Antro materno | Peso al nacer | Peso al destete |
| Tamaño de la madre | Aptitud materna | Equilibrio hormonal |
| Edad y desarrollo de la madre | Edad y desarrollo de la madre | Alimentación disponible |
| Número de fetos | Estado nutritivo de la madre | Manejo |
| Nutrición de la madre | Producción de leche materna | Clima |
| Temperatura ambiente | Alimentación al pie de la madre | Adaptabilidad |
| | Edad y desarrollo al destete | Sanidad |
| | Estado sanitario madre y cría | |

La velocidad de crecimiento de un animal depende fundamentalmente de su edad, de su peso adulto y del sexo. Razas diferentes dan distinto peso adulto y siempre que la nutrición no sea un factor limitante, tienden a alcanzar el desarrollo y peso total a la misma edad en cada raza.

Comparativamente los machos crecen más rápido que las hembras debido precisamente a la mayor potencia de los andrógenos con respecto a los estrógenos sobre la estimulación del crecimiento. Los machos consumen más alimento que las hembras precisamente por una mayor tasa metabólica, pesan al nacer entre el 5 % - 7 % más que las hembras, el largo de la gestación es de 3-4 días más en el macho, son más eficientes en la conversión de alimento que las hembras. A una misma edad los machos son más pesados que las hembras; además el macho entero tiene mayor proporción de hemoglobina y glóbulos rojos en sangre lo que hace que su carne sea más oscura que la del macho castrado y obviamente que la de la hembra.

Al nacimiento el macho tiene un 4 a 5% de su peso de adulto, en tanto que la hembra aunque es más liviana tiene entre un 7 y 10% del peso adulto lo que indica que la hembra nace más madura que el macho, lo cual explica también la menor tasa de crecimiento. Al ser más inmaduro al momento de nacer, el macho puede ser afectado por una deficiencia nutricional; en cambio la hembra resulta más resistente a penurias alimenticias.

En cuanto al efecto de la castración en machos, hay que recordar que los andrógenos tienen un efecto miotrófico, es decir favorecen el desarrollo de determinadas áreas corporales y especialmente ciertas masas musculares. A una misma edad, el novillo tiene una mayor altura que un toro de la misma raza, porque se ha eliminado el efecto antagónico de los andrógenos con respecto a la hormona de crecimiento. Los machos enteros son más eficientes para ganar peso que los castrados, dado que las relaciones músculo/hueso y músculo/grasa son siempre favorables a los machos enteros.

Prioridades en el desarrollo de los tejidos

La distribución de nutrientes, a partir de los diferentes estudios que se han realizado en lo relativo a éste punto, se pudo observar que los diferentes tejidos que constituyen el organismo evolucionan cumpliendo un programa de prioridades muy estricto.

- a) El sistema nervioso central: Sus necesidades son las primeras en ser satisfechas, luego de lo cual se acudirá a los otros tejidos.
- b) Tejido óseo
- c) Tejido muscular
- d) Tejido adiposo: Es solo abastecido cuando las demandas de los demás tejidos fueron cubiertas.

De acuerdo a un plan de prioridades fisiológicas, las sustancias nutritivas se reparten de la siguiente manera: 45% sistema nervioso central, 27% tejido óseo, 18% tejido muscular y 9% tejido adiposo, de manera que las deficiencias en la alimentación disminuyen proporcionalmente el aporte de nutrientes en cada tejido.

En un primer momento, el animal no depositará grasa, más adelante se resiente el desarrollo muscular, mientras que el tejido óseo, sigue su crecimiento longitudinal, entonces una crisis alimentaria provoca un menor desarrollo muscular y el animal cubrirá sus requerimientos básicos a partir de sus tejidos grasos lo que trae retardo en el desarrollo y pérdida de peso. Se pone en evidencia así que los dos tejidos de mayor importancia en la producción de carne son los más sensibles y los primeros perjudicados.

Control hormonal del crecimiento

Las hormonas anabólicas (que favorecen el crecimiento) son: somatotrofina, insulina, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides. La somatotrofina, secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis es normalmente llamada hormona del crecimiento porque es la que mayor influencia tiene en el incremento del tamaño corporal. Regula el crecimiento del hueso y del músculo, tiene un considerable potencial para incrementar la producción de

carne y leche. La insulina es la hormona anabólica por excelencia, no sólo por ese efecto, sino además porque regula la unión de otras hormonas con sus receptores. Por ejemplo: actúan a nivel de los receptores hepáticos de la ST.

Los andrógenos, tienen marcados efectos sobre el crecimiento de huesos y músculos en ambos sexos. La testosterona, el andrógeno primario, es secretado principalmente por los testículos en los machos y las glándulas adrenales en las hembras. La secreción de éstos aumenta marcadamente antes de la pubertad y es parcialmente responsable del rápido crecimiento que ocurre en esta etapa. Los machos tienen una más rápida velocidad de crecimiento que las hembras debido a que los testículos producen más andrógenos que las glándulas adrenales.

Los estrógenos secretados por los ovarios sirven para el desarrollo del tracto reproductivo en todas las especies, también incrementan el desarrollo muscular en rumiantes y la deposición de grasa en broilers. Las glándulas adrenales, además, secretan glucocorticoides que pueden causar remoción de nutrientes de las reservas corporales para producir energía resultando en pérdida de peso o descenso de la tasa de ganancia, lo cual no ocurre en animales sanos.

Medición del crecimiento

La medida del crecimiento debe basarse en una unidad que describa lo más exacto posible el cambio producido. Tradicionalmente, la medición del peso vivo ha sido la forma más usada para evaluar el crecimiento, pero esta medición puede estar sometida a errores muy importantes debidos al llenado del tracto gastrointestinal, en especial en los rumiantes.

La metodología no nos brinda información respecto a la composición cualitativa de las ganancias de peso. Un animal puede aumentar de peso por acumulación de grasa sin que haya aumento de sus tejidos de estructura y sus órganos. Otra de las formas de medir el crecimiento consiste en la faena seriada para determinar composición corporal a lo largo de la curva de crecimiento. Este es sin duda el mejor método, pero también el más costoso debido al número de animales necesarios y el tiempo demandado. Sin embargo, la medida de crecimiento más usual es la medición del peso corporal. En este sentido, el crecimiento puede definirse a través de:

Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso

Que expresa el crecimiento como un aumento que se va acumulando durante un período de tiempo prefijado. Se pueden distinguir en la curva dos partes diferentes:

- a) Una fase de autoaceleración al principio de la vida, en la cual el potencial de crecimiento del animal es muy elevado y se realiza con ganancias importantes de peso en valor absoluto por unidad de tiempo.
- b) La segunda parte de la curva determina la fase de autoinhibición. A partir de cierta edad que generalmente corresponde con la pubertad, el potencial de crecimiento disminuye. Las ganancias de peso realizadas por unidad de tiempo son cada vez más pequeñas, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez. En esta etapa la curva es de inclinación decreciente. El punto en que cesa la aceleración del crecimiento para iniciar la desaceleración del mismo, se conoce como punto de inflexión, que en los animales superiores coincide con la pubertad. Es el punto donde la velocidad de ganancia es mayor, inmediatamente antes de comenzar a descender, como lo indica la curva de ganancia diaria. Su coincidencia con una época de profundos cambios endocrinos obliga a pensar que la producción de ciertas hormonas ejerce una acción decisiva sobre el proceso del crecimiento. Este punto, como indica un aumento fisiológico definido, es importante para establecer la equivalencia de edades entre especies y entre razas de una misma especie, lo que permite hacer comparaciones de crecimiento entre ellas.

Como los animales de distintas razas no alcanzan el estado adulto con la misma rapidez, conviene en ocasiones verificar las comparaciones sobre la base de la edad fisiológica en vez de la cronológica.

Aumento de peso por unidad de tiempo

Es la expresión utilizada con más frecuencia por el ganadero, que suele referirse al promedio de aumento diario conseguido por uno o varios animales. Para obtener este dato es preciso restar del peso final (Pf) el peso inicial (Pi) y dividir la diferencia por el número de días transcurridos ($t_f - t_i$) entre ambas determinaciones.

En esta curva se expresan más claramente los cambios de velocidad de crecimiento explicados en la curva anterior. El crecimiento aumenta a ritmo acelerado a partir de la concepción en progresión lineal hasta alcanzar un máximo que coincide con la pubertad y luego desciende algo más gradualmente.

Desarrollo

A medida que crece el animal se transforma. Sus proporciones se modifican, así como su conformación interior y exterior. Estas transformaciones que ocurren en un animal, considerado en conjunto, resultan del desarrollo simultáneo de todas sus partes, pero en proporciones que individualmente varían mucho.

Hammond (1960) estableció que los diferentes órganos, tejidos y piezas anatómicas del animal, no tienen la misma velocidad de crecimiento en un momento dado. Cada uno va adquiriendo una velocidad de crecimiento característica según la edad, en un orden definido. Es decir, los nutrientes absorbidos durante la digestión no se distribuyen uniformemente entre los diferentes tejidos, sino que se reparten siguiendo un régimen de estrictas prioridades. El orden en que los distintos tejidos alcanzan su máxima velocidad de crecimiento es de acuerdo al siguiente orden:

- 1) Nervioso
- 2) Óseo
- 3) Muscular
- 4) Graso

A su vez, los nutrientes de la corriente sanguínea se distribuirán de acuerdo a este mismo orden. Si se restringe la alimentación dejará de crecer el tejido graso; si se aumenta la restricción no solo no habrá crecimiento adiposo sino que también se catabolizará el tejido muscular y así sucesivamente.

Cuando se reduce el nivel de nutrición, se detiene el crecimiento de la grasa, mientras el cerebro, el hueso y el músculo continúan creciendo, aunque más lentamente. Cuando el nivel de nutrición baja aún más, el músculo detiene su crecimiento y la grasa es movilizadora por el torrente circulatorio para contribuir al desarrollo del cerebro y del hueso, que siguen creciendo, aunque mucho más lentamente (Hammond, 1960).

Inmediatamente después del nacimiento, el desarrollo del esqueleto está adelantado respecto al de los músculos. Por su parte, los músculos crecen en relación con el peso del cuerpo. Durante este crecimiento siempre existe alguna acumulación de grasa, que va siendo cada vez mayor según se aproxima la madurez.

Son los tejidos y partes del cuerpo más indispensables para la vida los que se desarrollan primero. Así por ejemplo, los tejidos genitales no presentan un mayor desarrollo hasta llegar a la pubertad. El crecimiento óseo en longitud es previo al crecimiento en espesor. El tejido graso se deposita en los distintos lugares siguiendo un orden de prioridades:

- 1) Grasa mesentérica
- 2) Grasa perirrenal
- 3) Grasa intermuscular

- 4) Grasa subcutánea
- 5) Grasa intramuscular

Los órganos también presentan diferentes velocidades de crecimiento, el cerebro, ojos, riñones, corazón, son órganos de maduración temprana. El crecimiento diferencial de los órganos es principalmente funcional. Los órganos de mayor importancia fisiológica para el animal están mejor desarrollados al nacimiento que aquellos que tienen menor importancia hasta un tiempo después del nacimiento, como por ejemplo el rumen y la reddecilla en el bovino. A estos órganos se les puede fomentar su rapidez de desarrollo por un manejo especial del ternero, lo que produce ventajas económicas a través del destete precoz y la crianza artificial de terneros.

Tabla 2. Proporciones típicas de hueso, músculo y grasa en reses de bovinos de carne a diferentes edades.

| Edad | Hueso (%) | Músculo (%) | Grasa (%) |
|----------|-----------|-------------|-----------|
| 3 meses | 26 | 67 | 7 |
| 8 meses | 18 | 66 | 16 |
| 33 meses | 13 | 49 | 38 |
| 39 meses | 10 | 47 | 43 |

Estas cifras muestran que a medida que el animal envejece, disminuye la proporción de hueso y de músculo y hay un incremento espectacular en la proporción de grasa. Sin embargo, en cifras absolutas, el animal maduro sigue teniendo más músculo que grasa.

Precocidad

La precocidad es la facultad que posee el animal para realizar aceleradamente su desarrollo, es decir, para lograr rápidamente la colocación definitiva de los diferentes tejidos en su lugar. Cada una de las regiones y tejidos del organismo poseen una tasa de desarrollo diferente. Unos desarrollan rápidamente siendo el animal joven, y en proporción son mayores que otros que desarrollan más tarde y que no alcanzan su desarrollo máximo hasta más avanzada la vida del animal.

La velocidad de desarrollo de cada región y de cada tejido del organismo va avanzando hasta alcanzar un máximo a partir del cual comienza a descender según el animal va adquiriendo su tamaño adulto. El momento en que se alcanza la máxima velocidad de desarrollo tiene lugar según un orden determinado para cada región y tejido.

El sistema nervioso central es el primero en alcanzar la máxima velocidad de desarrollo; le sigue el tejido óseo, mientras que el tejido muscular y posteriormente el adiposo, son los últimos tejidos que alcanzan la velocidad máxima de desarrollo.

No confundir precocidad con celeridad de crecimiento o de gran aumento de peso diario. Para muchos un animal de crecimiento rápido es un animal precoz. Esto no es siempre cierto. Un animal que crece muy rápidamente no es necesariamente precoz. Será precoz si la rapidez de crecimiento va acompañada de la pronta terminación de los diferentes tejidos o desarrollo, y sobre todo, si puede engordar temprano (terminación).

La velocidad de crecimiento tiene una estrecha correlación con el peso adulto del animal. Al ser mayor el peso adulto tiende a incrementarse la ganancia diaria de peso vivo. La precocidad también está relacionada con el peso adulto. A mayor peso adulto menor precocidad y viceversa.

Actualmente, la demanda de los mercados de carne hacia un animal con menor cantidad de grasa ha obligado a seleccionar, dentro de cada raza, reproductores de alta ganancia diaria de peso, poca precocidad, magro y de gran peso a la madurez.

Bibliografía

- Acker, D., Cunninghoam, M. 1991. Animal Science and Industry. Fourth Edition. Prentice Hall. USA.
- Berg, R.T., Butterfield, R.M. 1978. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Edit. Acribia, Zaragoza, España.
- Di Marco, O. N. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Ed. por Asoc. Arg. de Prod. Animal. Balcarce, Bs.As.
- Di Marco, O.N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Editado por O.N. Di Marco. Balcarce, Bs.As.
- English, P.R., Fowler, V.R., Baxter, S., Smith, B. 1996. The Growing and Finishing Pig. Edit. By Farming Press.
- Fowler, V. R. 1968. Body development and some problems of its evaluation in Growth and Development of Mammals. Butterworth, London.
- Gürtler, H., Ketz, H. A., Kolb, E., Schröder, L., Seidel, H. 1971. Fisiología Veterinaria. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Hammond, J. 1960. Farm animals. Edward Arnold Publishers Ltd., 3ª ed, London, VIII, 322 p.
- Helman, Mauricio, B. 1977. Ganadería tropical. El Ateneo, Bs.As., pp. 155-170.
- Prescott, J.H.D. 1982. Crecimiento y desarrollo de los corderos, En: manejo y enfermedades de las ovejas. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Verde, L. 1974. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. AAPA Prod. Venezuela.
- Zaragoza, C. 2005. Apuntes sobre crecimiento y desarrollo animal. Sitio argentino de producción animal.

CRECIMIENTO EN PESO VIVO Y EN LARGO DE MECHA EN LLAMAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA, BOLIVIA

Ayala C.⁴; Bustinza V.⁵; Rodríguez T.⁶

Introducción

La ganadería camélida desde comienzos de la colonia, ha sido desplazada por otras especies introducidas (ovinos, caprinos, bovinos, etc.), conduciéndolas paulatinamente a distribuirse en zonas muy pobres en materia de recursos forrajeros, donde particularmente las otras especies apenas pueden sobrevivir en estos medios.

Del total de la población de llamas en nuestro país, el mayor porcentaje, se encuentra en manos de los pequeños productores, para quienes los productos obtenidos de estas especies (fibra y carne), constituyen la principal fuente de sus ingresos económicos. Siendo que de estos dos productos se conoce muy poco sobre su explotación técnica, como es la edad óptima de faeneo para el caso de la producción de carne y el tiempo óptimo de crecimiento para la primera esquila.

En base a estos problemas es que el trabajo determinó el ritmo de crecimiento de los caracteres señalados, con la finalidad de poder obtener parámetros básicos y cuantificables, los cuales sirven, como base de los programas de mejora genética en esta especie.

El objetivo del trabajo fue cuantificar la curva de crecimiento en peso vivo, longitud de mecha y finura de fibra desde el nacimiento hasta los 21 meses de edad.

Metodología

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Patacamaya, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés en La Paz-Bolivia. Se utilizaron 48 llamas crías clasificadas subjetivamente entre K'aras y T'hampullis, por las características fenotípicas del animal, nacidas entre los meses de febrero y marzo de 1990.

Los datos fueron tomados mensualmente desde el nacimiento hasta el año de edad. Luego se tomaron dos mediciones más, una al año y medio y la otra a los 21 meses de edad. Se registraron datos con especial énfasis durante las faenas de parición, destete (6 meses), a los 18 meses de edad y la esquila (21 meses). La alimentación del rebaño estuvo basada fundamentalmente en el pastoreo de praderas nativas y rastrojos (en especial de quinua y cebada). El diseño experimental fue completamente al azar, con un arreglo factorial 2*2.

$$X_{ijk} = M + T_i + S_j + (TS)_{ij} + \varepsilon_{(ijk)} \quad (1)$$

Dónde: X_{ijk} = Peso vivo, longitud de mecha (Diámetro de fibra, diámetro de cerda); M = media de la población; T_i = efecto del tipo; S_j = efecto del sexo; $\varepsilon_{(ijk)}$ = efecto de factores no controlados (error).

La cuantificación del grado de asociación entre peso vivo y longitud de mecha, se realizó mediante una correlación lineal simple.

⁴ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁵ Investigador, Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

⁶ Docente, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Resultados y discusión

Peso vivo

Los promedios de pesos vivos se encuentran detallados en la Tabla 1. Los datos de crecimiento en general tienen una similar tendencia, existiendo diferencias a partir del año de edad, donde existe una diferencia estadística significativa ($P < 0.01$) entre sexos, machos con 63.68 kg y hembras con 58.63 kg, también existió una diferencia ($P < 0.01$) entre tipos de llamas (K'aras con 62.72 kg y T'hampullis con 59.52 kg).

Desde el nacimiento hasta el momento de la esquila (21 meses de edad), las llamas del tipo K'ara superaron en peso a las llamas del tipo T'hampulli, sobre todo en las hembras que a partir del sexto mes hasta el vigésimo primer mes alcanzaron pesos superiores a sus contemporáneos.

Tabla 1. Peso vivo promedio de llamas a diferentes edades.

| Tipo y sexo | Nº | Peso nacimiento (kg) | Peso destete (kg) | Peso a 1 año de edad (kg) | Peso a la 1ra esquila (kg) |
|-------------|----|----------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| K'aras | 24 | 8.40 | 34.50 | 62.72 a | 66.14 |
| Hembras | 12 | 8.39 | 35.20 | 66.14 | 67.45 |
| Machos | 12 | 8.40 | 39.70 | 59.42 | 64.83 |
| T'hampullis | 24 | 8.44 | 32.00 | 59.52 b | 63.72 |
| Hembras | 12 | 8.19 | 31.90 | 61,21 | 64.30 |
| Machos | 12 | 8.69 | 32.10 | 57.83 | 63.13 |
| Total | | | | | |
| Hembras | 24 | 8.29 | 33.55 | 63.68 a | 65.88 |
| Machos | 24 | 8.55 | 32.90 | 58.63 b | 63.98 |
| Gran total | 48 | 8.42 | 33.23 | 61.15 | 64.93 |

Longitud de mecha

La longitud de mecha en las etapas de nacimiento, destete, para tipo y sexo, fueron similares, excepto entre tipos al año de edad (13.58 cm y 12.12 cm para llamas K'aras y T'hampullis respectivamente. Esta diferencia al momento de la esquila, fue también evidente entre tipos ($P < 0.01$), T'hampullis con 18.23 cm y K'aras 15.28 cm (Tabla 2).

El coeficiente de correlación entre peso vivo y peso de vellón fue $r = 0.50$, en llamas K'aras la correlación fue $r = 0.72$ y en T'hampullis $r = 0.65$. El coeficiente de correlación, longitud de mecha y peso de vellón fue $r = 0.55$, En llamas K'aras esta correlación fue de 0.55, y en llamas T'hampullis fue de $r = 0.36$.

Tabla 2. Longitud de mecha promedio en llamas a diferentes edades.

| Tipo y sexo | Nº | Longitud mecha nacimiento (cm) | Longitud mecha al destete (cm) | Longitud mecha 1 año de edad (cm) | Longitud de mecha a la 1ra esquila (cm) |
|-------------|----|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| K'aras | 24 | 2.74 | 9.25 | 13.58 | 15.28 a |
| Hembras | 12 | 2.79 | 8.89 | 11.83 | 14.30 |
| Machos | 12 | 2.78 | 9.60 | 12.40 | 16.25 |
| T'hampullis | 24 | 3.01 | 9.59 | 12.12 | 18.23 b |
| Hembras | 12 | 2.88 | 9.18 | 13.80 | 17.74 |
| Machos | 12 | 3.13 | 10.00 | 13.98 | 18.71 |
| Total | | | | | |
| Hembras | 24 | 2.84 | 9.04 | 12.82 | 16.02 |
| Machos | 24 | 2.96 | 9.80 | 13.19 | 17.48 |
| Gran total | 48 | 2.90 | 9.42 | 13.00 | 16.75 |

a - b muestra diferencias ($P < 0.01$) en la misma columna.

Diámetro de fibra descordada

El diámetro de fibra descordada en promedio general a los 21 meses de edad, fue de 22.66 μ con un cv. de 7.37%, superiores a los reportes de Riera (1969), 17 μ para tuis y de 21.8 μ para adultos, y similar a lo encontrado por Telleria (1973), 22.9 μ ; pero no muy inferior a lo hallado por Maquera (1991), 24.76 μ de diámetro de fibra descordada, no se registró diferencias entre tipos, dichos promedios fueron de 22.33 μ para K'aras y de 22.99 μ para T'hampullis, coincidiendo con los resultados encontrados por Pumayalla (1989), de 22.7 y 23.52 μ para llamas K'aras y T'hampullis respectivamente, pero superiores a los resultados encontrados por Maquera.(1991), de 21.02 y de 18.28 μ para K'aras y T'hampullis respectivamente. Todos los promedios descritos anteriormente se encuentran dentro los rangos reportados por Carpio (1978), los cuales oscilan de 18.7 a 36 μ de diámetro.

Las diferencias entre sexos no fueron significativas cuyos promedios son de 22.51 μ para hembras y 22.8 μ para machos (Tabla 3). El rango de los diámetros reportados en el presente trabajo oscila entre 11 a 47 μ los cuales están dentro de los mencionados por Wilman (1954); Von Bergen (1963); Vidal (1967); Riera (1969); Telleria (1973) y Castro (1988); quienes indican rangos de 8 a 144 μ para fibra completa.

Diámetro de cerda

Los datos acumulados sobre diámetro de cerdas a los 21 meses de edad, el promedio general fue de 66.39 μ con un cv de 13.33%; similar al promedio reportado por Maquera (1991) de 64.33 μ . Se encontró una diferencia altamente significativa entre tipos, reportándose el diámetro más grueso para en las llamas K'aras ($P < 0.01$), con promedio de 79.34 μ frente a las T'hampullis de 53.44 μ similares a los encontrados por Maquera (1991), para animales K'aras un promedio de 77.66 μ y para las T'hampullis ligeramente inferiores a 45.22 μ en el diámetro de cerda. Existe una diferencia altamente significativa para el factor sexo ($P < 0.01$), teniendo las hembras mayor diámetro 69.83 μ frente a los machos con 62.95 μ de diámetro de cerda (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza para peso de vellón y características físicas de la fibra de llamas K'aras y T'hampullis.

| Frecuencia de variables | Peso de vellón sucio (kg) | | Diámetro de fibra descordada (μ) | Diámetro de cerdas (μ) |
|-------------------------|---------------------------|------------|--|------------------------------|
| | GL | CM | CM | CM |
| Tratamiento | 3 | 7859 | 2342 | 2893.7 ** |
| Tipo (A) | 1 | 169902.5 * | 5202 | 8048.7 ** |
| Sexo (B) | 1 | 4714.4 | 1022 | 568.2** |
| Interacción A*B | 1 | 21950.7 | 2843 | 64.44 |
| Error experimental | 44 | 45223.5 | 3071 | 85.23 |
| Total | 47 | | | |
| CV (%) | | 7.27 | 7.7 | 13.9 |

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Porcentaje de fibra descordada (peso)

Como se ha mencionado anteriormente las muestras fueron tomadas del costillar medio; donde el porcentaje en promedio del peso de la fibra descordada en general fue de 84.83%, con un cv. de 7.27% (Tabla 3), estos datos son similares a los mencionados por Pumayalla (1980), donde indica que la fibra fina y mediana puede alcanzar el 88% de fibra descordada de la clase AA.; no mencionando la edad de los animales que fueron muestreados.

La diferencia del peso de fibra descordada entre tipos es altamente significativa, ($P < 0.01$) siendo los promedios favorables para las llamas del tipo T'hampulli con 87.94 % frente a las K'aras con 81.76 % de peso. La diferencia entre sexos, fue altamente significativa ($P < 0.01$), donde los machos presentaron un promedio de 87.10% con presencia de fibra descordada, frente a las hembras que tuvieron 82.55%, por lo que se podría predecir que las llamas machos tendrían mayor proporción de fibras finas en comparación de las llamas hembras.

Porcentaje de cerdas (peso)

Por su parte el análisis del porcentaje en peso de cerda tuvo los siguientes resultados, como promedio general se tuvo 15.23% de presencia de cerda, con un cv. de 40.00% , el cual nos indica la gran variabilidad de cerda que existe en el vellón de cada animal.

La diferencia entre tipos fue altamente significativa a favor de las K'aras ($P<0.01$), siendo el promedio de 18.24%, el cual indica una mayor presencia de cerdas en estas llamas frente a las T'hampullis con 12.20%, indicando directamente una mayor presencia de cerdas en las K'aras. La diferencia entre sexos, fue altamente significativa ($P<0.01$) encontrándose el promedio mayor a favor de las hembras de 17.45%, mientras que los machos, presentaron una menor presencia de cerdas 13.00%, lo que demuestra que las hembras poseen mayor cantidad de cerdas que los machos, pudiendo deberse estos a factores hereditarios de tipo animal.

Conclusiones

El patrón general de crecimiento en peso vivo fue acelerado hasta el destete, continuó menos intensamente hasta el año de edad y ahí para adelante, hasta los 21 meses de edad, fue mucho más lento. No se observaron diferencias significativas por efecto de tipo y sexo.

El crecimiento de la longitud de mecha evolucionó rápidamente hasta el sexto mes de edad, a partir de esta al año de edad los incrementos fueron menores, pero denotaron una diferencia significativa por efecto del tipo. Esta diferencia se acentuó al momento de la esquila (21 meses), la longitud de mecha en llamas del tipo T'hampullis fue siempre superior, frente a las llamas K'aras. Existió una correlación altamente significativa ($P<0.01$) entre peso vivo y peso de vellón mientras que en las relaciones entre longitud de mecha y peso de vellón fue solamente significativa ($P<0.03$).

El patrón general de crecimiento, en peso vivo fue acelerado hasta el destete, continuando éste con menos intensidad hasta el año de edad y de ahí a los 21 meses de edad fue más lento; alcanzando los siguientes valores en los períodos más importantes; peso vivo al nacimiento 8.42 kg; destete 32.22 kg, año de edad 59.42 kg y a los 21 meses de edad (esquila) 64.94 kg. No hubo diferencias significativas por efecto de tipo y sexo de llamas.

El crecimiento de la longitud de mecha evolucionó rápidamente determinando una curva de ascenso, cuyos valores en los puntos más importantes fueron de 2.0 cm al nacimiento; 9.4 cm al destete; 12.85 cm al año de edad y de 16.75 cm a los 21 meses de edad. No hubo diferencias significativas por efecto del sexo, pero si por efecto del tipo al año de edad y a los 21 meses (esquila); ya que las fibras del tipo T'hampullis presentaron longitudes significativamente mayores que las llamas K'aras.

El peso de vellón a los 21 meses alcanzó un promedio general 1.23 kg, existiendo diferencia significativa para tipo, siendo 1.29 kg en las llamas T'hampullis y 1.17 kg en K'aras. El diámetro promedio general para fibra descerdada fue de 22.66 μ ; no se encontró diferencias significativas en los factores tipo y sexo. El diámetro promedio para cerdas alcanzó 66.39 μ existiendo diferencia altamente significativa por tipo y sexo, 79.34 μ en K'aras y 53.44 μ en T'hampullis, mientras que para hembras fue de 69.83 y 62.95 μ para machos.

La longitud de fibra descerdada fue significativamente diferente en los tipos de llama, alcanzando las T'hampullis 14.84 cm y las K'aras 12.04 cm. De igual manera las cerdas de los T'hampullis midieron 19.65 cm y de las K'aras 15.94 cm, no existe diferencia significativa entre sexos para fibra descerdada ni para cerda.

La cantidad de cerdas en el vellón de llama se presenta significativamente afectada tanto por tipo como por el sexo, ya que en llamas K'aras fue el 18.25% mientras que en las llamas del tipo T'hampullis fue de 12.20%, en los machos fue de 13.00% y en las hembras fue de 17.45%.

Existe una correlación altamente significativa entre peso vivo y pesos de vellón ($r = 0.52$) y también entre longitud de mecha y peso de vellón ($r = 0.55$) no existiendo diferencias altas por efecto de sexo y tipo.

Bibliografía

- Alzerreca, H. 1989. Seminario Pastizales Andinos. Red de Pastizales Andinos. Cochabamba, Bolivia.
- Bustanza, V. Medina, G. Fernández, E. 1985. Crecimiento de la Alpaca V Convención de Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú.
- Bustanza, V. Sucapuca, Jahuira, Fernández. 1985. Producción de llamas en la Sierra de Puno. VI Convención Internacional de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia.
- Matínez, Z. 1988. Estudio del intervalo entre esquilas en llamas. VI Convención Internacional de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia.
- Riera, S. 1968. Ritmo de crecimiento y finura de pelo de la llama MACA. Patacamaya, Bolivia.
- Rodríguez, T., Iñiguez, L. 1976. Épocas de esquila y crecimiento de la fibra de llama. Memorias de la IV Reunión de Ganadería. Potosí, Bolivia.

CRECIMIENTO ALOMÉTRICO EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

Condori G.⁷; Ayala C.⁸; Renieri C.⁹; Rodríguez T.¹⁰; Martínez Z.¹⁰

Introducción

La alometría se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionadas con los cambios en el tamaño total. El término alometría fue acuñado por Huxley y Teissier en 1936. Mencionados por Di Marco (1993). Específicamente durante el desarrollo de un organismo, la alometría en el crecimiento, se refiere al crecimiento diferencial de las partes del cuerpo. Alometría es un estudio bien conocido, particularmente en la forma de análisis estadístico aplicado a las prácticas de las tasas de crecimiento diferenciales de las partes del cuerpo de un organismo vivo.

La alometría a menudo estudia las diferencias de forma en cuanto a las proporciones de las dimensiones de los objetos biológicos. Los dos objetos de diferente tamaño, pero la forma común tendrán sus dimensiones en la misma proporción. Tomemos, por ejemplo, un objeto biológico que crece a medida que madura. Sus cambios de tamaño con la edad, pero las formas son similares.

Además de los estudios que se centran en el crecimiento, alometría también examina la forma variación entre los individuos de una edad determinada, lo que se conoce como alometría estática. Las comparaciones de las especies se utilizan para examinar alometría interespecífica o evolutivo.

Consideraciones alométricas

Los tejidos de un organismo, no crecen todas con la misma intensidad y ritmo, lo que origina un crecimiento diferencial. Por lo tanto, otro concepto íntimamente ligado al de crecimiento es el crecimiento relativo o alométrico. El principio de la alometría son los cambios morfo genéticos del organismo animal como un todo. Ejemplo: los huesos del cráneo crecen con la misma tasa específica de crecimiento que el cerebro; los músculos de un animal no pueden crecer en discordancia con los huesos que forman su base ósea.

El crecimiento diferencial de los órganos es principalmente funcional. Los órganos de mayor importancia fisiológica para el animal están mejor desarrollados al nacimiento que aquellos que tienen menor importancia hasta un tiempo después del nacimiento, como ser el rumen y la redecilla en el bovino.

Metodología

La alometría es una función diferencial entre tamaño y forma de los diferentes aparatos y órganos con respecto al cuerpo. El desarrollo anatómico, morfológico o bioquímico del cuerpo de un animal está en función del peso vivo que representa la variable independiente (Geri et al., 1982 citado por Condori et al., (2003). Huxley (1932) citado por el mismo autor establece que la relación existente entre la medida de una parte o variable "Y" está en función de otra variable "X", ambas variables se relacionan a través de la ecuación alométrica:

$$Y = aX^b \quad (1)$$

En el que "a" es una constante y "b" es el coeficiente alométrico ó coeficiente de crecimiento diferencial. Si el tamaño de la parte "Y" es directamente proporcional a la variable "X" entonces el exponente alométrico "b" tiene un valor 1 por lo tanto es una proporción simple. Si la proporción de Y/X cambia, "b" tiene un valor mayor o menor a 1. Se puede ajustar esta ecuación potencial a una recta y se tiene.

⁷ Becario del Proyecto SUPREME, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁸ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁹ Universidad de los Estudios de Camerín, Italia.

¹⁰ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

$$\log Y = \log a + b \log X \quad (2)$$

Así el gráfico de esta ecuación será una línea recta con una pendiente “b” y un intercepto en el logaritmo de “a”, generalmente para determinar los valores de las constantes se usa el método de mínimos cuadrados. El crecimiento diferencial es uno de los fenómenos que se hace evidente cuando se observa que el organismo no crece en forma uniforme (Lloyd, 1982). Las siguientes cifras muestran el número de veces que un tejido aumenta de tamaño desde el nacimiento a la madurez (Tabla 1).

Tabla 1. Incremento de tamaño en los tejidos.

| | Músculos | Pulmón | Corazón | Tejido Hígado | Esqueleto | Ojo | Cerebro |
|------------|----------|--------|---------|------------------|-----------|-----|---------|
| Incremento | 48 | 20 | 12 | 14 | 26 | 2 | 4 |

Fuente: Lloyd, 1982.

Los organismos animales sufren una notable modificación durante el crecimiento porque cambia la proporción de sus partes y de sus órganos. La existencia de una relación entre la cantidad de carne, grasa, hueso y las características de la carcasa repercute sobre el costo de producción y la aceptación del consumidor (Geri et al., 1984 citados por Condori et al., 2003).

Resultados

Desarrollo relativo de los principales órganos de la cavidad torácica y abdominal

Hammond (1960) estableció que los diferentes órganos, tejidos y piezas anatómicas del animal no tienen todos la misma velocidad de crecimiento en un momento dado. Cada uno va adquiriendo una velocidad de crecimiento característica según la edad, en un orden definido. Es decir, los nutrientes se distribuyen siguiendo un régimen de prioridades. El orden en que los distintos tejidos alcanzan su máxima velocidad de crecimiento es: nervioso, óseo, muscular y graso.

La Tabla 2 muestra las proporciones de los órganos y vísceras en forma porcentual en referencia a la edad y al peso vivo del animal antes del faeneo. Se puede indicar que algunos órganos no presentan un incremento sustancial, más aun pareciera que reducen su tamaño a medida que el animal crece porcentualmente, este hecho corrobora lo que señala, Hamond (1960), que algunos órganos llegan a completar su crecimiento anticipadamente en relación al crecimiento y desarrollo total del animal, como es el caso del corazón que tiene una tendencia en la curva de correlación baja en referencia al peso vivo a diferentes edades, lo que significa que este órgano crece muy poco en relación al peso vivo, durante el periodo de tiempo señalado.

Tabla 2. Proporción porcentual de los órganos y vísceras en llamas a diferentes edades.

| Edad | Cabeza | Patas | Sangre | Piel | Corazón | Pulmón, tráquea | Hígado | Estómago, intestinos | Carcasa caliente | Contenido ruminal |
|------|--------|-------|--------|------|---------|--------------------|--------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| 13 | 4.75 | 3.58 | 4.52 | 7.31 | 0.97 | 1.69 | 2.10 | 5.24 | 57.53 | 11.51 |
| 16 | 4.21 | 3.05 | 3.57 | 6.04 | 0.84 | 1.99 | 1.91 | 4.89 | 59.90 | 13.61 |
| 19 | 3.94 | 2.81 | 3.99 | 6.55 | 0.65 | 1.26 | 1.86 | 5.75 | 57.51 | 15.71 |
| 21 | 4.22 | 2.93 | 3.97 | 7.24 | 0.57 | 1.54 | 1.86 | 6.03 | 59.12 | 12.53 |
| 25 | 3.94 | 2.99 | 4.48 | 7.85 | 0.59 | 1.53 | 3.62 | 5.77 | 59.24 | 9.98 |
| 28 | 3.59 | 2.79 | 3.46 | 7.33 | 0.56 | 1.19 | 2.57 | 5.97 | 60.31 | 12.23 |
| 31 | 3.55 | 2.68 | 4.67 | 7.08 | 0.65 | 1.35 | 3.18 | 6.60 | 58.99 | 11.25 |

La media de la suma total de los órganos en porcentajes con referencia a la canal no supera al peso de la canal, en la mayoría de los casos los órganos y las vísceras conservan su la proporción porcentual en relación al peso vivo del animal para todas las edades. Para el caso del corazón se observa que existe una leve disminución en el porcentaje de peso en relación a la edad y al incremento del peso vivo, lo que significa que este órgano a partir del décimo tercer mes no tiene un incremento significativo que se refleje en el aumento de peso.

En la Figura 1, se aprecia las diferencias porcentuales de los órganos y vísceras a determinadas edades, los órganos de la cavidad torácica, como el corazón y pulmón, son órganos que tienen una relación inversamente proporcional respecto al peso vivo es decir que el cuerpo tiene un crecimiento mayor proporcionalmente respecto a estos órganos. Lo mismo sucede con la cabeza y patas. En cambio la piel, los compartimentos estomacales, intestinos y el hígado tienen una tendencia directamente proporcional lo que quiere decir que tienen un crecimiento mayor que el cuerpo. En el caso del peso de la sangre, la tendencia es a mantenerse proporcionalmente en el mismo porcentaje respecto al peso del cuerpo.

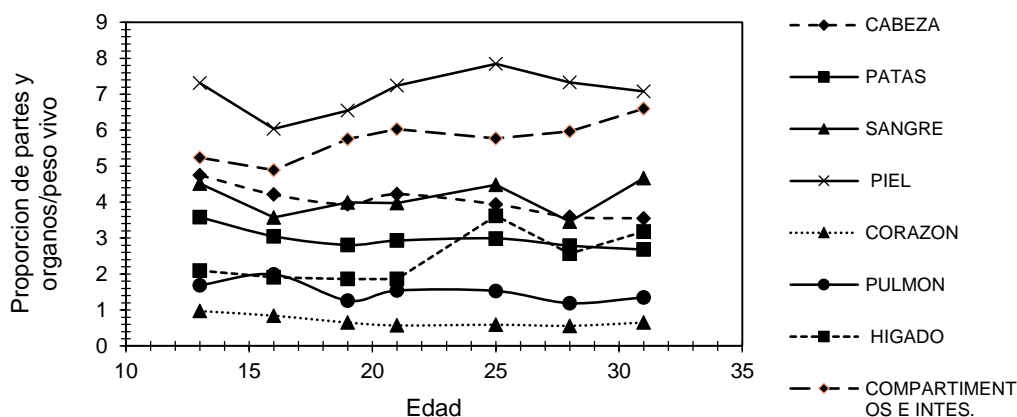


Figura 1. Desarrollo porcentual de diferentes órganos y sistemas de llamas machos.

La Tabla 3 muestra los promedios de los pesos de los órganos y vísceras de las llamas machos, donde los coeficientes de variabilidad son altos para aquellos órganos que continuaron creciendo hasta el final del experimento tal es el caso del tracto digestivo, 28.60%, el hígado 35.60% así como el contenido de sangre 26.90% y la piel con 27.00%.

Tabla 3. Peso promedio (kg) de órganos y vísceras de llamas.

| Edad (meses) | Peso vivo | Cabeza | Patatas | Sangre | Piel | Corazón | Pulmón, tráquea | Hígado | Tracto digestivo | Carcasa caliente |
|--------------|-----------|--------|---------|--------|-------|---------|-----------------|--------|------------------|------------------|
| 13 | 46.49 | 2.18 | 1.65 | 2.08 | 3.39 | 0.45 | 0.78 | 0.97 | 2.79 | 26.83 |
| 16 | 59.87 | 2.50 | 1.81 | 2.14 | 3.61 | 0.49 | 1.18 | 1.13 | 2.95 | 35.85 |
| 19 | 66.54 | 2.62 | 1.87 | 2.66 | 4.35 | 0.43 | 0.83 | 1.24 | 3.82 | 38.24 |
| 22 | 66.82 | 2.81 | 1.95 | 2.66 | 4.84 | 0.38 | 1.02 | 1.23 | 4.01 | 39.47 |
| 25 | 73.29 | 2.88 | 2.19 | 3.26 | 5.76 | 0.43 | 1.12 | 2.16 | 4.21 | 43.51 |
| 28 | 85.11 | 2.90 | 2.26 | 2.73 | 6.03 | 0.45 | 0.96 | 2.04 | 4.90 | 49.21 |
| 31 | 88.86 | 3.00 | 2.26 | 3.89 | 6.00 | 0.55 | 1.15 | 2.27 | 5.60 | 50.11 |
| Prom | 73.51 | 2.70 | 2.00 | 2.77 | 4.85 | 0.46 | 1.01 | 1.58 | 4.04 | 40.46 |
| DS | 15.93 | 0.335 | 0.289 | 0.745 | 1.308 | 0.088 | 0.228 | 0.566 | 1.154 | 9.014 |
| CV (%) | 21.70 | 12.40 | 14.50 | 26.90 | 27.00 | 19.30 | 22.70 | 35.60 | 28.60 | 22.30 |

Se observa que el rendimiento de carcasa caliente en animales de 13 meses de edad es 57.53% y en animales de 31 meses de edad es 58.99%, este incremento de 1.46% a favor de animales adultos se debe a que en este grupo de 31 meses el crecimiento se realiza en los músculos o partes anatómicas del cuello, además del aumento de grasas de depósito en partes bajas del vientre e intermuscular de la pierna y el brazo y la región lumbar.

En general las vísceras representan en animales de 13 meses de edad el 10.79% y en animales adultos el 11.78%, lo cual permite indicar que las vísceras ocupan una proporción importante dentro de la anatomía en general del cuerpo de la especie llama.

Correlación entre el peso vivo y el peso de las vísceras

Las correlaciones que existen entre el peso vivo y el peso de los distintos órganos y vísceras y que se consideran más sobresalientes se las detalla más adelante donde se muestra, la tendencia del crecimiento del órgano y las vísceras en referencia al peso vivo del animal a diversas edades o conforme va creciendo el animal.

Correlación entre el peso vivo con el peso del corazón

En la Figura 2 se muestra la correlación positiva, entre las variables peso vivo y peso de corazón a diferentes edades, la cual muestra una correlación muy baja donde ($r = 0.246$), estadísticamente significativo ($P < 0.05$). Por lo tanto se puede indicar que el crecimiento del corazón en referencia al peso vivo, no es muy notorio, numéricamente esto se dice de la siguiente manera que a para animales a los 13 meses de edad, la media del peso del corazón es de 450 g y a los 31 meses, esta misma media es de 460 g, lo que significa que el órgano se ha incrementado en peso 10 g. Esto hace suponer que la tendencia del crecimiento del órgano, que a mayor edad el corazón del animal no presentará cambios significativos en el crecimiento del peso, lo que confirmaría de esta manera que el corazón crece muy poco después del décimo tercer mes de edad. Aparentemente el periodo de crecimiento mayor del corazón es durante la etapa inicial, que es desde el nacimiento hasta el año de edad, donde el órgano crecería con mayor rapidez.

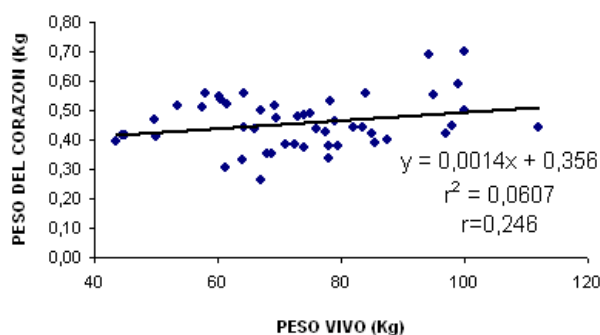


Figura 2. Correlación del crecimiento entre peso vivo y peso del corazón.

Correlación entre el peso vivo y los pulmones

En el diagrama porcentual del crecimiento de los órganos (Figura 3) muestra que los pulmones no tienen un incremento que pueda diferenciarse de una edad a otra, esto es corroborado y confirmado cuando se hace el análisis de la correlación entre peso vivo y los pulmones, cuyo resultado presenta una correlación muy baja ($r = 0.38$), estadísticamente altamente significativo a ($P < 0.01$), lo que quiere decir que a medida que existe un incremento en el peso vivo de los animales, los pulmones tienen un crecimiento medio desde los 13 meses hasta los 31 meses de edad, lo que hace suponer que los dos órganos de la cavidad torácica crecen velozmente en las primeras etapas de vida y alcanzado a la pubertad el desarrollo casi completo, porque después de esta etapa el incremento en el peso de estos órganos es casi imperceptible. Se afirma esta situación en razón de que los animales a los 13 meses de edad, presentan una media para el peso de los pulmones de 780 g y la media del peso a los 31 meses es de 1150 g, lo que indica que durante este periodo tiempo los pulmones han incrementado en peso 370 g, conociendo fisiológicamente las funciones que desarrolla este órgano y por la amplitud de espacio que ocupa en la cavidad torácica, el crecimiento en relación al peso vivo es escaso.

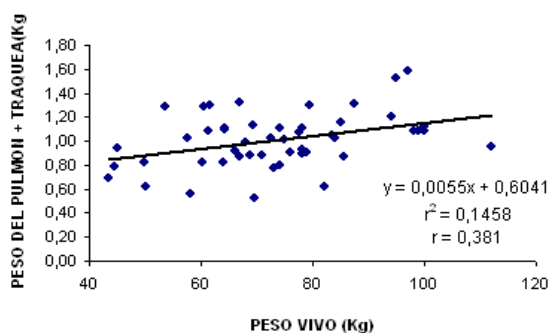


Figura 3. Correlación del crecimiento entre el peso vivo y peso de los pulmones.

Correlación entre el peso vivo y el peso del hígado

Contrariamente a lo que ocurre con los órganos de la cavidad torácica, los órganos de la cavidad abdominal tienen otro comportamiento en el crecimiento en referencia al peso vivo del animal, tal como muestra la Figura 4, donde el hígado tiene una evolución, que es indicada por la relación del incremento porcentual de peso del órgano conforme avanza la edad, se observa que existe una alta correlación $r = 0.689$ (altamente significativa $P < 0.01$), lo que hace referencia, que a medida que crece el animal en peso vivo, también el hígado crece en una alta proporción, donde el peso medio del hígado para animales a los 13 meses de edad, es de 970 g y para animales de 31 meses de edad la media es de 2270 g siendo que este órgano ha incrementado su peso en 1300 g durante este periodo de tiempo. Por tanto se puede decir que conforme avanza la edad y el incremento de peso vivo de los animales, de la misma manera el hígado incrementa su peso y por ende en tamaño, lo que es corroborado por la correlación alta entre estos dos factores.

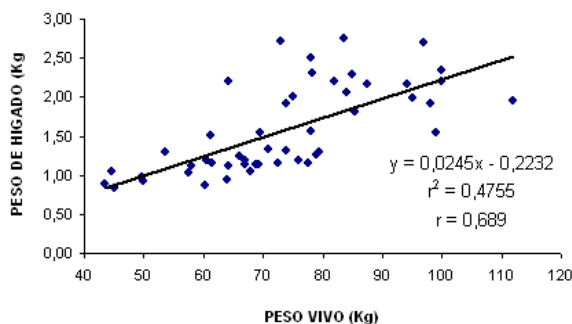


Figura 4. Correlación del crecimiento entre peso vivo y peso del hígado.

Correlación entre el peso vivo, partes y el sistema digestivo

Para el caso del sistema digestivo que ha estado diseccionado a partir del esófago y continua con los tres compartimientos I, II, III, no presentan retículo (aspecto anatómico que los diferencia a los camélidos sudamericanos de los rumiantes comunes), el intestino delgado, el ciego y el intestino grueso, fueron pesados con y sin contenido, de los cuales solo se reporta aquellos datos que corresponden a estos órganos sin contenido, con una ligera diferencia entre el crecimiento de estos órganos en referencia al peso vivo y que este mismo tiene un incremento importante respecto a los demás órganos tal como muestra la (Figura 5).

La tendencia de este crecimiento es confirmado en la Figura 5, en la cual muestra el crecimiento en peso en conjunto del sistema digestivo en referencia al peso vivo del animal, por que como se puede estimar matemáticamente estos dos factores presentan una correlación muy alta ($r = 0.86$), que estadísticamente es altamente significativo ($P < 0.01$), por lo que se afirma que a medida que incrementa el peso vivo del animal a determinada edad el sistema digestivo también continua a crecer casi en la misma proporción. Es así que la

media del peso del tracto gastrointestinal a los 13 meses es de 2790 g y alcanza un valor medio de 5600 g a los 31 meses de edad siendo el incremento de 2810 g, durante este periodo de crecimiento.

La correlación entre el peso vivo y la piel es muy alta ($r = 0.88$), sin embargo la correlación con el peso de la cabeza es muy baja ($r = 0.27$), al igual que la sangre, ($r = 0.17$).

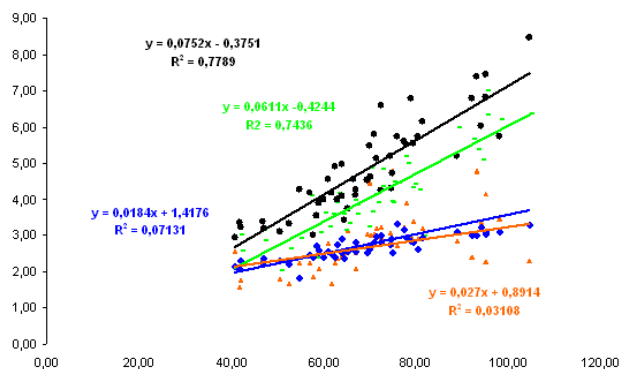


Figura 5. Diferencia de la correlación entre peso vivo y el peso vísceras y aparato digestivo
Eje de las X Peso vivo, Eje de las Y peso del órgano* Piel, * A. Digestivo, * Cabeza, * Sangre.

Bibliografía

- Ayala, C. 1992. Crecimiento de peso vivo y longitud de mecha en llamas de la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis Med. Vet. Zoot. Puno, PE. Universidad Nacional del Altiplano. p. 33.
- Bonavia, D. 1996. Los camélidos sudamericanos: una introducción a su estudio. IFEA-UPCH, Conservation International. p. 65-68, 496-499.
- Calzada, B. J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Lima, PE. Editorial MILAGROS S.A. p. 209-428, 560-592.
- Condori, G. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo y evaluación de la calidad de la carne de llama. Tesis de grado. Facultad de Agronomía – UMSA, La Paz, Bolivia.
- Condori, G., Ayala C., Renieri, C., Rodríguez, T. y Martínez, Z. 2003. Alometría de cortes comerciales en carcasas de llama en dos fases de crecimiento. En Memorias del II Congreso Mundial de Camélidos Potosí- Bolivia. Primer Taller Internacional del Proyecto DECAMA Tomo II. Potosí, Bolivia.
- Rodríguez, T. 1983. Importancia de la influencia de factores ambientales sobre algunos caracteres de producción de carne y lana en llamas (*Lama glama*). In Reunión Nacional de Pasto y Forrajes (7), Reunión Nacional de Ganadería (5). Potosí, Bolivia. IBTA, INFOL, BCB y ABOPA. p. 81.
- Sumar, K. J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo productivo. In Fernández, S. B. ed. Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile. FAO. p. 145.
- Varnam, H. A., Sutherland, P. J. 1995. Carne y productos cárnicos: tecnología química y microbiología. Zaragoza ES. Editorial Acribia S.A. p. 5-57, 71-95.

IMPORTANCIA NUTRICIONAL DE LA CARNE

Celso Ayala Vargas¹¹

Introducción

A nivel mundial el problema de la alimentación humana, está bien diferenciada según sea el país donde se requiera analizar esta situación, en países desarrollados se consume abundante alimento ricos en grasa y proteínas, lo que genera un desequilibrio en la mal nutrición de su población, en tanto que los países pobres o en vías de desarrollo la población es reducida a regímenes de alimentación deficientes (desnutrición), aspectos que en ambos casos no son fáciles de mejorar, ni tampoco es posible la aplicación técnicas que puedan ayudar a resolver esta problemática de inmediato.

En todo el mundo, más del cincuenta por ciento de la población tiene comida insuficiente y muchos sufren de una dieta deficiente, por el contrario las enfermedades crónicas relacionadas con dietas ricas en grasas y sobre todo en colesterol ocasionan problemas cardio vasculares y la obesidad que son males que se presentan en los países desarrollados las cuales están en incremento. Son diversos y múltiples los factores que influyen sobre la producción de alimentos, pero una de las consecuencias de esta tendencia disparidad, es el constante crecimiento de la población, donde la producción de los alimentos no alcanza a satisfacer los requerimientos necesarios (FAO, 2006).

Los animales ocupan una plaza fundamental dentro el régimen alimentario de las poblaciones, según el grado de desarrollo del país al cual se puede referir. La relación de complementariedad o de suplementariedad entre el hombre y el animal son difíciles de medir o precisar, indicando que son un mal común, tanto para el bienestar de la alimentación humana, como para el bienestar animal.

Como ejemplo se señala la importancia básica de los rumiantes hacia el hombre, esto reside en que ellos pueden obtener su alimentación del forraje fibroso y de sub-productos agrícolas e industriales que el hombre no puede consumir o utilizar directamente. A su vez, los rumiantes proporcionan al hombre alimento, sub-productos y servicios. Además señalar que aproximadamente el 50% de la superficie terrestre produce solo forraje fibroso (Sañudo et al., 1993). Entonces se puede indicar que la tierra sería de poca utilidad para el hombre sin los rumiantes.

Bajo estas circunstancias señalamos que la región de Los Andes que involucra a varios países de la América del Sur, existen poblaciones humanas que han estado en plena complementariedad con rumiantes domésticos, como los Camélidos Sudamericanos, Llama y la Alpaca que por centurias fue la base alimenticia de las grandes culturas que se desarrollaron en los Altos Andes (Flores, 1998)

En la región de Los Andes de Bolivia, se tiene alrededor de 60.000 familias que están involucradas en la crianza de tres millones de cabezas de camélidos (INE, 2015). Las condiciones climáticas y de altitud donde se crían estos camélidos, no dan posibilidad alguna para la agricultura, o la crianza de otras especies ganaderas, por tanto la cría de llamas y alpacas garantizan el sustento alimenticio y económico de estas poblaciones, donde el producto principal para los productores de llamas es la carne y para los criadores de alpacas la fibra, siendo en ambos casos la carne y sus derivados fuentes principales de nutrientes, con los cuales viven los pobladores de los Altos Andes.

En efecto dentro los Altos Andes, existen poblaciones mono productivas que solo viven de la crianza de llamas o alpacas y se nutren básicamente de la producción de carne y sus derivados como el charqui y sus vísceras que en especial proviene de la crianza de llamas, especie animal que en la actualidad es descrita como una

¹¹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

población animal primaria (Lauvergne et al., 1998), quien manifiesta que la población animal de llamas ha sufrido pocas transformaciones o casi nada dentro el proceso de su domesticación.

Hasta hace pocos años atrás, un producto como la carne de camélidos en Bolivia se comercializa en forma ilegal, producto que hasta entonces era prohibido para el consumo humano, aspectos que actualmente todavía ocurren en algunos sectores de la población, por la desinformación o mala información, donde se atribuye a las llamas y alpacas como portadores de innumerables enfermedades infecciosas y parasitarias tales como la tuberculosis, cisticercosis, sífilis y otras, que fueron descartadas en los respectivos estudios (Ayala, 1993).

Se puede mencionar que en 1981, el Comité Nacional de Carnes (CONALCAR), dependiente del Ministerio de Industria y Comercio, Lanza un programa piloto sobre cortes comerciales diferenciales en la canal de ganado vacuno y otras especies animales domésticos, sin embargo se encuentra con dos problemas de gran magnitud, una la poca oferta de carne vacuna y la segunda que se refiere a la producción y consumo de carne ovinos, cabras y la carne de llamas que aún no estaban reglamentada.

Frente a estas necesidades, en 1986, el CONALCAR, emite un reglamento de inspección sanitaria e higiene de la carne de camélidos sudamericanos (llamas y alpacas), basado en la reglamentación sobre ganado vacuno, al igual que las normas que fueron construidas en el año 2001 por el Instituto Boliviano de Normas (IBNORCA).

Bajo este contexto y tomando en cuenta las características del producto carne y sus derivados proveniente de la producción de llamas y alpacas dentro la región Andina, es importante dar a conocer, los estudios y evaluaciones realizados sobre la carne de llamas, aspectos que fueron recurrentemente tratados por productores e investigadores para resolver esta problemática, los mismos que son reflejados en diferentes trabajos de investigación realizados desde muchos años atrás.

El crecimiento de la población humana en el mundo entero es un tema de importancia para los gobiernos y las entidades de desarrollo, porque sobre todo se enfoca en el problema de la alimentación humana, ya que a medida que crecen las poblaciones son pocas las alternativas inmediatas que vayan a mejorar la producción de alimentos.

En tal sentido los estudios que representan una alternativa al problema de la alimentación en el caso específico a la carne de llama, se concentran sobre la población andina, a más de 3800 m.s.n.m. Por la importancia de la carne y los productos derivados de la carne de los Camélidos Sudamericanos (CS), representan alternativas alimenticias reales, pero que las mismas han estado sujetas a innumerables objeciones no científicas por muchas décadas; aunque históricamente esta carne fue conocida y reconocida por sus aportes nutricionales de calidad y su aptitud alimenticia en forma fresca o procesada (Charqui) por miles de años, estas han garantizado, la salud y el bienestar de grandes culturas en los Altos Andes.

Conceptos generales sobre la carne

Durante el Neolítico la dieta de las comunidades agrícolas se hizo más dependiente de las especies vegetales, mientras que la dieta carnívora dejó de depender de la caza y pasó a realizar la domesticación de ciertos animales (como *Bos primigenius* hace 7.000 años en Macedonia) y las labores de ganadería de las sociedades pastoriles. La carne y su consumo se solía limitar a ocasiones especiales, festivas, y fue muy frecuentemente asociado por las culturas antiguas a distintas formas de ritual religioso.

La colonización europea en América a partir del siglo XVI generó un intercambio de especies ganaderas, sobre todo desde Europa a América, siendo el pavo una de las pocas especies que migró a Europa. La expansión de especies introducidas fundamentalmente la oveja, ha comprometido el descenso de la población de camélidos. La ganadería bovina fue especialmente importante por su acceso a los pastos, como la Pampa argentina, el Oeste de los Estados Unidos y en Australia.

La nutrición en el hombre

El consumo de alimentos por el hombre se hace con el fin de satisfacer una necesidad biológica. La salud en función de los alimentos puede ser definida como el desarrollo pleno de las capacidades genéticas, tanto en el plano físico como intelectual. Las carencias de nutrientes esenciales en la ingesta diaria, reduce el rendimiento físico y psíquico, desciende el rendimiento intelectual; influye en el crecimiento, fertilidad así como en los índices de morbi-mortalidad y en la expectativa de vida. La alimentación juega un rol fundamental en el desarrollo del ser humano, desde antes del nacimiento, hasta el fin de sus días.

La carne es un alimento muy bien aprovechado por el organismo humano, porque es casi completamente digerida (97% de las proteínas y 96% de las grasas). Lo mismo también ocurre con el consumo de vísceras, como los riñones, hígado y corazón, son muy bien aprovechadas por el organismo no solo por el contenido mineral y vitamínico, sino también por su contenido de proteínas de alta calidad (Fernández, 1991).

Los seres humanos necesitamos para sobrevivir y desarrollarnos normalmente, solamente una pequeña cantidad de componentes de ciertos elementos individuales como los que a continuación los describimos.

a) Agua: Para compensar las pérdidas producidas por los pulmones y de solutos a través de la orina. Las necesidades normales de agua se estiman en unos 2,5 litros/día, estas pueden verse aumentadas si aumentan las pérdidas por el sudor. Los alimentos preparados aportan algo más de un litro, el agua metabólica (obtenida químicamente en la destrucción de los otros componentes de los alimentos) representa un cuarto de litro y el resto se toma directamente como bebida.

b) Necesidades en proteínas: Las proteínas tienen múltiples funciones en el organismo, constituir las estructuras como la queratina y tejido el tejido conectivo. Regula procesos fisiológicos Ej. La insulina regula los niveles de azúcar en la sangre y la célula. La tiroxina regula el metabolismo, la misiona ejerce las contracciones del corazón, la hemoglobina quien transporta el oxígeno a las células y recoge el CO₂. Regula el sistema inmunológico ante la invasión de agentes extraños como los virus, bacterias, parásitos y cuerpos extraños.

El valor nutricional de un alimento proteico depende de su composición en aminoácidos. Existen proteínas vegetales que son deficientes en lisina y metionina. Los aminoácidos esenciales son: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Valina. Otros dos aminoácidos, la cisteína y la tirosina, solo pueden obtenerse directamente de la dieta o a partir de los esenciales metionina y fenilalanina (a la inversa no es posible) (Sañudo et al., 1993).

La cantidad de proteínas requeridas/día para una persona, es un tema controvertido, depende de muchos factores como edad, el peso, el período de crecimiento, el estado de salud del intestino y riñones, que pueden hacer variar el grado de asimilación. Lo que recomienda la OMS (1983) es de 2 g/kg de peso en niños lactantes, en ese caso debe ser leche materna. Las necesidades para un niño de un año son de 1.2 g/kg, en general, se recomiendan de 40 a 60 g de proteínas/día para un adulto sano. Por supuesto, durante el crecimiento, el embarazo o la lactancia estas necesidades se incrementan.

c) Necesidades energéticas: Necesitamos energía para dos tipos de funciones: Mantenimiento del organismo vivo (metabolismo basal) y realizar actividades voluntarias. El metabolismo basal incluye actividades síntesis de proteínas (actividad que más energía consume, del 30 al 40%) el transporte activo y la trasmisión nerviosa (otro tanto) y los latidos del corazón y la respiración (alrededor del 10%).

Experimentalmente el gasto energético de cualquier actividad humana, utilizando como sistema de medida el consumo de oxígeno y la producción de CO₂. Los valores exactos dependen de las características de la persona (peso, sexo y edad) (Cross, 1984).

d) Necesidades en lípidos: Las grasas están formadas por elementos químicos básicos: carbono, oxígeno e hidrógeno. Estos se unen formando cadenas de ácidos grasos. Las grasas son la forma de energía más concentrada y proveen nueve calorías por gramo, más del doble que los hidratos de carbono y las proteínas.

El cuerpo necesita energía aportada por las grasas, cuando el organismo ha obtenido grasa en exceso estas no desaparecen, va a los adipositos a formar el tejido adiposo, los que sirven como protección y aislamiento de diversos órganos, ayudan a transportar y absorber las vitaminas liposolubles A, D, K, E y a incorporar ácidos grasos esenciales que no pueden ser producidos por el organismo.

Existen dos tipos de grasas las saturadas y las insaturadas. Las grasas saturadas son aquellas que portan enlaces hidrogeno y que da la consistencia de una grasa densa y sólida y no se disuelve a temperatura ambiente (grasa de las carnes), el consumo excesivo de estas grasas, provoca la aterosclerosis y problemas cardíacos. Estas Grasas saturadas, se encuentran en alimentos de origen animal: carnes rojas, pollo y en dos vegetales, el coco y el aceite de palma.

Las grasas insaturadas contienen cadenas de carbonos con menor cantidad de hidrógenos, estas grasas se dividen, en mono insaturadas y poli insaturadas. Grasas mono insaturadas: son líquidas a temperatura ambiente, pero pueden adquirir una consistencia dura, cuando se conservan a temperaturas de refrigeración, el aceite de oliva, de canola y de sésamo contienen mayor cantidad de grasas de este tipo. Consumido en cantidades adecuadas, el aceite de oliva disminuye el riesgo de padecer colesterol alto en sangre e hipertensión arterial.

Grasas poli insaturadas: son líquidas a temperatura ambiente y a refrigeración, la mayoría de los aceites son ricos en este tipo de grasas, y están presentes en los aceites de soja, maíz y girasol. Cuanto más insaturada es la grasa, más fácil es para el cuerpo procesarla y transformarla en calor y energía. La mayoría de los alimentos contienen una mezcla de grasas saturadas, mono insaturadas y poli saturadas, pero siempre hay una que predomina sobre las demás y que caracteriza a cada alimento (Lawrie, 1998).

Los animales en la alimentación del hombre

La domesticación de los animales comienza cuando estos son confinados para su desarrollo; la primera especie en seguir este proceso es el ovino, aproximadamente hace 7000 a.c., posteriormente continuaron los bovinos y los suinos cerca de 5000 a.c. La domesticación altera poco las características genéticas de los animales, pero si altera en mayor proporción los caracteres fenotípicos, como se puede apreciar en algunas especies domésticas, son pequeños y de varios colores en relación a sus ancestros salvajes (Blasquez, 2002).

La contribución de los animales domésticos a la seguridad alimentaria, es porque tienen el atributo de suministrar un adecuado y un balance apropiado de diez aminoácidos esenciales (formadores de proteínas) por las unidades de producción local las cuales predominan los sistemas de producción mixtos en los Andes, implica reconocer su carácter de empresas familiares, donde el destino de la producción es tanto para el autoconsumo así como para el mercado. En el cual el aporte de la mano de obra familiar es fundamental.

Desde el punto de vista nutricional la carne tiene el atributo de suministrar un adecuado y un balance apropiado de diez aminoácidos esenciales, formadores de proteínas hasta un 20% de su peso, siendo además responsable de reactivar el metabolismo del cuerpo humano. Cien gramos de carne roja aportan 20.7 g de proteínas y la misma cantidad de carne blanca aporta 21.9 g de proteínas.

La ventaja de una dieta con carne es que aporta con mayor facilidad la cantidad y variedad necesaria de aminoácidos esenciales. El contenido de grasas de la carne depende de las especies de animales, el corte elegido, el cuidado durante la fase de crecimiento, los alimentos ofrecidos durante esa fase y los métodos de cocción. La grasa en la carne tiene dos efectos, por un lado realza los sabores y por otro es un medio de transporte de las vitaminas liposolubles que existen en la carne. La carne posee poco contenido de hidratos de

carbono, generalmente en forma de glucógeno. Desde el punto de vista nutricional la carne aporta otros compuestos nitrosos diferentes de las proteínas, tal y como puede ser la creatina.

Los micronutrientes en las carnes rojas son una fuente importante de hierro (los demás minerales no suponen más de 1% del peso de la carne y suelen contener vitamina B12 (casi ausente en los alimentos vegetales), y vitamina A (si se consume el hígado). La cantidad de vitaminas en la carne se ve reducida en gran medida por la cocción. Algunas carnes como la del cordero son ricas en ácido fólico (Lawrie, 1998).

La denominación de carne

En bromatología, la carne es el producto obtenido después del faeneo del animal en el matadero y el retiro de las vísceras en condiciones de higiene adecuadas tanto del proceso como del animal. La caracterización y el análisis de la carne son vitales en el procesamiento de alimentos, el control de calidad, la garantía, la caracterización nutricional y el etiquetado del producto.

La carne tiene una composición química bastante compleja y variable en función de un gran número de factores tanto extrínsecos como intrínsecos. La composición detallada y la manera en que estos componentes se ven afectados por las condiciones de manipulación, procesamiento y almacenamiento determinarán finalmente su valor nutricional, la durabilidad y el grado de aceptación por parte del consumidor. La carne fresca como la procesada, se evalúa según su contenido microbiano, y atributos físicos como la textura, color y constituyentes principales como humedad, proteínas, grasa y las cenizas (material inorgánico). En el caso de carne fresca, se realizan otras medidas como el pH y el color, también se puede determinar la ranciedad. Las carnes suelen tener un rango de contenido graso que varía entre 1% hasta un 15%, lo que generalmente es almacenada en el tejido adiposo. La mayor parte del contenido de la carne es de origen proteico (colágeno o elastina). El contenido proteico se reparte entre la actina y la miosina, ambas responsables de las contracciones musculares.

Al realizar los cortes en la carne, aparecen las primeras vías de contaminación y los agentes patógenos, microorganismos del tracto intestinal generalmente contaminan la carne durante las operaciones. La forma de sacrificar al animal afecta a la calidad final de la carne, el estrés en el animal genera en los tejidos ácido láctico característica de la carne de color rojo oscuro.

Tras la muerte del animal, las canales son enfriadas y clasificadas para después entrar en las cadenas de distribución y procesado alimentarios. Este conjunto de procesos es el que transforma el músculo del animal en carne. Se debe tener en cuenta la aparición del rigor mortis (generalmente tras unas tres horas tras el sacrificio, dependiendo de la especie), es un fenómeno que tensa la carne y la hace poco agradable para su consumo. Por esta razón se espera de unas 48 horas (a veces 72) en ambientes refrigerados para que ese fenómeno desaparezca (Lawrie, 1998).

Maduración de la carne

El proceso de transformación del músculo a carne está dividido en tres etapas: la fase pre-rigor o fase de supervivencia del sistema nervioso, el rigor, en la que los componentes energéticos (ATP, fosfocreatinina, glucosa) se agotan y por último la fase post-rigor de la carne, en la que se produce una desestructuración de la arquitectura muscular (Brazal et al., 1977).

El rigor mortis es uno de los cambios fisicoquímicos más importantes que sucede en los músculos, durante este proceso ocurren una serie de reacciones que promueven la desnaturalización de las proteínas, reacciones que afectan de manera directa características como la capacidad de retención de agua, el color y la firmeza de la carne fresca, la ternura, el sabor, la jugosidad y los rendimientos de los procesos (Barriada, 1995). Debido a lo anterior, el objetivo de la presente investigación consistió en evaluar el efecto del proceso de maduración sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de ganado bovino.

Es el proceso progresivo de ablandamiento de la carne que pasa por la acción continua de los sistemas enzimáticos que rompen las proteínas dentro del músculo, después de la resolución del rigor mortis. En el proceso de maduración de la carne están implicados por lo menos dos tipos de mecanismos dependientes de la temperatura y que actúan sinérgicamente: son los sistemas enzimáticos y las modificaciones fisicoquímicas.

- Los sistemas enzimáticos incluyen las caspasas, que son esenciales para facilitar la acción posterior de las calpaínas, los proteasomas y las catepsinas, las otras proteasas que intervienen en la degradación de la estructura proteica de la fibra muscular. Las catepsinas son activas a valores de pH <6, mientras que las demás lo son a pH neutro. Las caspasas actuarían en las primeras horas después del sacrificio, que serían esenciales para un proceso de ablandamiento de la carne.
- Las modificaciones fisicoquímicas que sufre el músculo post mortem susceptibles de afectar al desarrollo de la maduración dependiendo del pH y como consecuencia directa de la capacidad de retención de agua del músculo.

La conversión del músculo en carne es un proceso complejo que lleva desde el animal vivo hasta su transformación en alimento. En el proceso de transformación ocurren muchos problemas que son propias de algunas carnes de la especie bovina en relación a la textura y las asocia con diferentes hipótesis susceptibles de este factor organoléptico. Se describen las principales analogías de los cambios post-mortem que afectan a un conjunto de características diferentes de los músculos y así, poder comprender los mecanismos que determinarán la ternura de la carne.

El alcance de la proteólisis de las proteínas clave dentro del músculo, es determinante a la hora de obtener un producto de calidad. La descripción de los principales sistemas enzimáticos y genéticos que participan en el potencial proteolítico de la etapa post-mortem del músculo. Una de las causas más comunes atribuida a una serie de factores enzimáticos es la cantidad de tejido conectivo intramuscular, grasa intramuscular y la longitud del sarcómero. La capacidad de retención de agua (CRA) supone importantes costos a la industria.

La comprensión de los mecanismos que influyen incluyendo la frecuencia y magnitud de la disminución del pH, la proteólisis e incluso la oxidación de las proteínas son la clave para determinar la CRA. Gran parte del agua en el músculo está atrapada en las estructuras de la célula, incluyendo los espacios intra y extramiofibrilares.

Tras el sacrificio del animal cesa la circulación sanguínea, lo que conlleva una serie de cambios, donde cesa la aportación de oxígeno, cesa la regulación hormonal, disminuye la temperatura en la canal, en ausencia de oxígeno no existen las condiciones de potencial de oxidación-reducción, no se llevan a cabo los procesos metabólicos, los procesos aerobios, Ante el déficit de oxígeno comienza la glucólisis anaerobia, utilizando ATP y obteniéndose ácido láctico (Lawrie, 1998).

El ácido láctico produce disminución del pH, favoreciendo la desnaturalización proteica, facilitando la degradación de las proteínas por proteasas ácidas (catepsina B y D) y neutras. La desnaturalización proteica favorece la exudación, liberación de agua, péptidos y aminoácidos, no son capaces de mantener el agua unida y esta exudación determinará las propiedades de jugosidad que tendrá la carne. Cuando se agotan las reservas de glucógeno, el sistema anaeróbico también fracasa y se produce la entrada y liberación masiva de calcio dentro de las fibras musculares, que es seguida por la contracción muscular progresiva que caracteriza el rigor mortis o rigidez cadavérica.

El pH final cuando se ha establecido el rigor, (en vacuno a las 24-30 horas post-mortem), constituye un indicador importante de la calidad final de la carne porque está relacionado con todos los parámetros tecnológicos y sensoriales que afectan al producto durante su vida útil. El lomo se considera un corte representativo de la canal porque alcanza el valor de pH final más rápido respecto a los otros cortes de la canal.

A medida que el rigor mortis progresa, las reacciones enzimáticas de anaerobiosis que ocurren dentro de las fibras musculares acumulan de manera creciente ácido láctico y el pH de su interior baja progresivamente desde 7.3-7.4, que es su valor normal en el vivo, hasta 5.5-6.0, según la especie animal y el músculo considerado (Hamm, 1977).

Suponiendo que el proceso de resolución del rigor mortis se haya realizado de forma correcta, está establecido que el proceso de digestión de los enlaces cruzados del colágeno se incrementa progresivamente desde el segundo día de la muerte del animal hasta transcurridos unos treinta días, momento en el que más del 90% de las posibles rupturas ya se han completado. A partir de entonces el ablandamiento de la carne en la mayoría de las canales, procede a la descomposición de otras proteínas, entre las que se encuentran la hemoglobina de la sangre, si el animal no ha sido bien desangrado, y la mioglobina, entre otros, ya que las fibras de colágeno son uno de los materiales más resistentes de la naturaleza y sólo pueden ser desnaturalizadas por el calor o la putrefacción bacteriana (ASTM, 1968).

Bibliografía

- ASTM. 1968. Committee E-18. En: Manual on Sensory Testing Methods STP 434. Amer. Soc. for Testing and Materials, Philadelphia.
- Ayala, C. 1993. Estudio detallado de la ocurrencia de sarcosistiosis en Bolivia, I Simposium Internacional Sobre Tres Zoonosis, Oruro, Bolivia.
- Barriada, M. 1995. Variables que determinan la calidad de la canal y de la carne en vacuno. *Bovis oct.* 66, 95-111.
- Blázquez, B., Miguel, E., Onega, E., Ruiz de Huidobro, F. 2002. Las carnes de las razas autóctonas de la Comunidad de Madrid. III. El cordero Rubio de El Molar. *Eurocarne.* 12(104), 85-91.
- Brazal, T. y Bocard, R. 1977. Efectos de dos tratamientos ante mortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. *Anales del INIA. Prod. Anim.* 8, 97-125.
- Cross, H.R., Crouse, J.D., McNeil, M.D. 1984. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 58(6), 1358-1365.
- Di Marco, O. 1993. Crecimiento y respuesta animal. 1 ed. Buenos Aires, AR. AAPA. p. 11 – 30.
- Leon, J.B; Smith, B.B; Tim, K.L. 1989. Growth characteristics of the llama (*Lama glama*) from birth to 12 month old. *In The Veterinary Record.* Oregon. p. 644-645.
- Lloyd, L.E; McDonald, B; Crampton, E.W. 1982. Fundamentos de Nutrición. Zaragoza, ES. Editorial, Acribia, p. 375-379.
- Fernández, F.P. 1991. Calidad de carne de vacuno: concepto en España. *Mundo Ganadero* 5(marzo), 35-39.
- Field, R.A. 1971. Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.* 32, 849-853.
- Flores, O. J 1988, Llamichos y paqocheros, pastores de llamas y alpacas. Cuzco, Perú.
- FAO, 2006. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, Roma, Italia.
- Guerrero, L., Font, M., Oliver, M.A. 1995. Valoración instrumental de la ternera en Longissimus dorsi de ternera. *ITEA vol. extra (16),* 597-599.
- Hamm, R. 1977a. Post mortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle, a review. *Meat Sci.* 1, 15-39.
- Hamm, R. 1986. Functional Properties of the Miofibrillar System and their Measurements. En: *Muscle as Food.* Ed. P.J. Bechtel. Academic Press, New York.
- INE 2015, Población de llamas y alpacas en Bolivia. La Paz, Bolivia.
- IBNORCA, 1991, NB 792:1997, Código recomendado de prácticas de higiene para la carne fresca de camélidos sudamericanos de matanza - Definiciones y requisitos.
- Lawrie, R.A. 1966. The eating quality of meat. En: *Meat Science.* Pergamon Press, London.
- Lawrie, R.A. 1981a. *Developments in Meat Science-2.* Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Lawrie, R.A. 1998. *Ciencia de la carne.* Ed. Acribia, Zaragoza. Lea, P.J., Naes, T., Rodbotten, M. 1997. *Analysis of variance for sensory data.* Ed. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Lauvergne. 1998, Identificación de una población primaria de camélidos sudamericanos en tres provincias del departamento de Potosí, Bolivia.

- Murray, A.C., Jeremiah, L.E., Martin, A.H. 1983. Muscle fiber orientation and its effect on bovine longissimus dorsi muscle. *J. Food Technol.* 18, 607-617.
- OMS, 1983, Directrices para evaluar el efecto nutricional de programas de alimentación suplementaria de grupos vulnerables, Ginebra.
- Sañudo, C., Sierra, I., Alcalde, M.J., Rota, A., Osorio, J.C. 1993. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros y semipesados de las razas Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán. En: ITEA Vol. 89A, 203-214, Zaragoza.

ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE LA APTITUD DE PRODUCCIÓN DE CARNE EN LLAMAS (*Lama glama*)

Condori G.¹²; Renieri C.¹³; Ayala C.¹⁴; Rodríguez T.¹⁵; Martínez Z.¹⁵

Introducción

La adaptabilidad de la llama a condiciones ambientales adversas con extrema variación climática hace de esta especie un recurso natural de importancia para los habitantes de la región Andina. Se estima que 57.000 familias están involucrados en la cría de más de dos millones de cabezas asentadas en territorio boliviano (FIDA, 1994). El producto principal que permite parte de los ingresos de los pequeños productores es la carne y en menor proporción la fibra. Se estima que en Bolivia anualmente se producen más de 4.800 TM de carne de llama (Rodríguez, 1991). No obstante la excelente calidad nutritiva de la carne proveniente de esta especie, los precios que se pagan por este producto son bajos y su consumo se limita prácticamente a los habitantes del área rural.

Los estudios relacionados a la evaluación de las características de la carne de llama, orientados a mejorar la calidad del producto final y, consecuentemente mejorar su precio y los ingresos de los pequeños productores, son reducidos. Por lo señalado anteriormente, es necesario obtener información precisa sobre la aptitud de la llama en la producción de carne y la edad óptima para faena y obtener un producto de alta calidad y con el mayor rendimiento; información básica que se pretende obtener con la ejecución del presente trabajo que tiene por objetivos:

- Evaluar la calidad nutricional de la carne de llama (*Lama glama*, *Linnaeus*) en diferentes periodos de crecimiento.
- Establecer la edad óptima de faena.
- Determinar las características físicas de la carne de llama.
- Evaluar el desarrollo alométrico de llamas machos.

Metodología

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía - UMSA, ubicada a 35 km. de la ciudad de La Paz, a una altura de 3750 m.s.n.m., con una precipitación anual entre 400 a 600 mm. Concentrada en tres meses del año, una temperatura promedio de 14°C, la temperatura mínima registrada en el mes de junio alcanza a -3°C y la máxima durante los meses de enero y febrero alcanza a 20 °C. Geográficamente se encuentra situada a 16° 40' de latitud sur y 68° 10' longitud oeste.

Para el estudio se utilizan 50 llamas machos de una misma edad, nacidos entre la tercera semana de enero y la primera semana de febrero de 1997, los animales pertenecen al tipo "intermedio" y fueron colectados en la región de Turco del Departamento de Oruro. Los animales desde su arribo a la Estación Experimental de Choquenaira, se mantienen por las noches en un corral dormidero y la alimentación diaria se realiza bajo el sistema de pastoreo común en praderas nativas del tipo pajonal con predominancia de *Stipa ichu* y *Festuca dolicophylla*. El destete se realizó a los 11 meses de edad y a los 12 meses se efectuó el castrado del 42% de los animales; posteriormente se formaron 7 grupos de 7 animales (4 enteros y 3 castrados). La matanza seriada de animales de cada subgrupo se efectúa cada 3 meses a partir de los 13 meses de edad.

¹² Investigador del Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

¹³ Docente, Universidad de Camerino, Italia.

¹⁴ Docentes Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

¹⁵ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

El control de peso corporal se efectuó con una balanza de 100 kg de capacidad y precisión de 250 g. Las medidas biométricas se realizan de acuerdo a la metodología empleada para ovinos por ASPA (Asociación Científica de Producción Animal, 1991) y son: a) Altura a la cruz: se mide con el bastón de Lydken en un plano horizontal al punto más alto del tronco, b) Longitud de tronco: se mide desde la articulación escapo-humeral a la tuberosidad del isquion, en forma diagonal, c) Ancho de Ancas: se mide con el bastón de Lydken entre las articulaciones coxo-femorales y d) Perímetro torácico: se mide con una cinta métrica alrededor del tórax detrás de la espalda al mismo nivel de la altura a la cruz (Figura 1). Tanto el control de peso como las medidas biométricas se realizan cada 31 días.

Antes del faenamiento se realizan los siguientes controles de peso: 1) Control de peso corporal antes de someter a ayuno alimentario no hídrico, 2) Control de peso corporal después del ayuno de 24 horas. El Faenamiento se realizó de acuerdo a la metodología seguida para bovinos y comprende los siguientes pasos: a) Aturdimiento, b) Colgado, c) Degüello, d) Desangrado, e) Desollé y f) Eviscerado.

Posterior al sacrificio se efectúa el control de peso de la carcasa en caliente y 24 horas después el peso de carcasa en frío, en ambos casos a temperatura ambiente. A continuación se realiza el pesaje de la cabeza (incluyendo la lengua), piel más fibra y, patas; aparato digestivo, que comprende: esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, con el contenido alimenticio; posteriormente el contenido alimenticio es vaciado y pesado para determinar el peso vivo neto (PVN); finalmente, se pesan diferentes órganos como ser: corazón, hígado y pulmón. Todos los pesos se efectúan en una balanza de 10 kg de capacidad y 5 g de precisión.

Después que termina la rigidez cadavérica se procede a la división de la carcasa en dos mitades; en el lado izquierdo se practica los cortes comerciales y el derecho está destinado a otras medidas no contempladas en el presente estudio.

En el corte izquierdo se realiza las siguientes mediciones: 1) Largo de carcasa: se mide con un fluxómetro, desde el margen craneal de la sínfisis púbica al punto medio del margen craneal de la primera costilla, 2) Profundidad de tórax: se mide desde el margen dorsal de la 5ta. Vértebra torácica en el punto de la articulación con la 6ta. Al punto medio del margen ventral de la penúltima esternebra, 3) Longitud de Pierna: se mide desde el margen craneal de la sínfisis púbica al tobillo medio (Figura 2).

Posterior a las mediciones se realizan los siguientes cortes comerciales y sus correspondientes pesos.

a) Pierna: Comprende un corte de la región anatómica del muslo y la pierna, tiene como base ósea el sacro pelvis (íleon, isquion, pubis), fémur, rotula tibia y, tarso; el corte será separado del lomo al nivel de la articulación vértebra lumbar y la primera vértebra sacra (Figura 3).

b) Lomo fino: Es un corte que tiene como base ósea las siete vértebras lumbares y como base muscular el largo dorsal; iliopsoas y psoas menor. Este corte se practica entre la última vértebra torácica y la primera vértebra lumbar (entre las articulaciones lumbo-sacral), este corte incluye los músculos abdominales. (Figura 3).

c) Costillar: Este corte se obtiene desde el inicio de la punta anterior del esternón continua por la tercera parte inferior de las costillas y termina al otro extremo en la primera costilla falsa; comprende el esternón el resto de las costillas y los músculos anexos (Figura 3).

d) Lomo grueso: Comprende las doce vértebras torácicas, desde la primera hasta la décima segunda vértebra torácica, tiene su base muscular en el gran dorsal y el largo dorsal y su base ósea en 12 vértebras torácicas y unas dos terceras partes de todas las costillas. (Figura 3).

e) Brazuelo: Comprende la región anatómica de la espalda, brazo y antebrazo, como base ósea tiene a la escápula, humero, radio y carpo; el corte se realiza siguiendo el margen craneal y caudal de la escápula y de

su cartílago. Tiene su base muscular en el trapecio cervical y torácico, homotransverso, tríceps, y deltoides. (Figura 3).

Resultados

Medidas biométricas

A partir de los 12 meses de edad y hasta los 25 meses de edad, los animales castrados registraron pesos vivos superiores a los animales enteros; después de los 18 meses de edad y hasta los 23 meses, los animales enteros, registraron mayores pesos que los castrados. El peso vivo de los animales castrados a los 12 meses de edad fue de 44.88 kg y a los 23 meses de edad fue 71.4 kg con un incremento de 26.52 kg en 12 meses. El peso vivo en animales enteros de 12 meses de edad fue 40.67 kg y a los 23 meses de edad fue 74.92 kg con un incremento 34.25 kg (Figura 4).

Las medidas de perímetro torácico, largo de tronco, ancho de ancas y altura a la cruz son presentados en la Tabla 1, el incremento en perímetro torácico en un periodo de 11 meses en enteros y castrados fue 15.78 y 14.02 cm en la longitud de tronco fue 13.04 y 9.55 cm, en el carácter ancho de ancas hubo un incremento de 4.98 y 4.66 cm y el incremento para el carácter de altura a la cruz en fue 12.7 y 11.12 cm respectivamente.

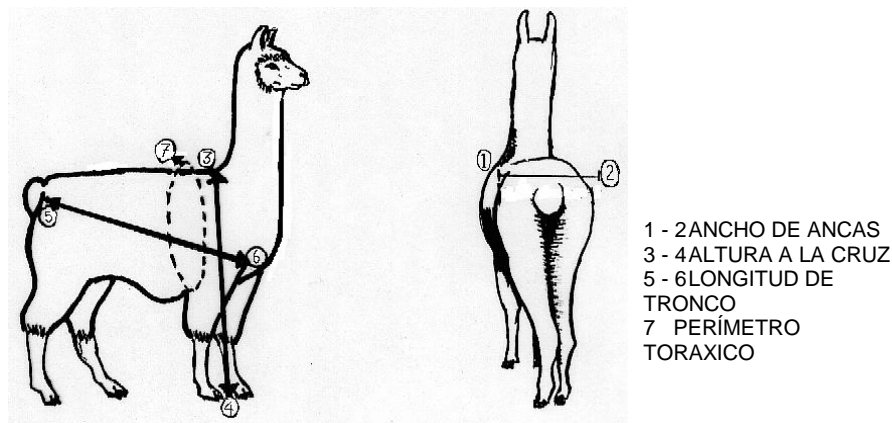


Figura 1. Medidas biométricas en llamas machos castrados y enteros.

Al octavo mes logran un promedio de 37.4 kg, de este al noveno los aumentos de peso son mínimos llegando a 39.45 kg, de ahí al décimo mes existe un crecimiento considerable donde logran un peso de 42.5 kg mientras que para el décimo primer y décimo segundo mes existen incrementos significativos logrando pesos de 45.8 y 48.9 kg, donde estos pesos son mucho mayores que a los del anterior mes, pudiendo deberse esto a factores ambientales como es la alimentación, porque en esos meses comenzó el período húmedo, de ahí adelante llegando al décimo octavo mes los animales logran un promedio de peso de 61.2 kg, en el cual se denota un mediano aumento en el peso, para luego llegar al vigésimo primer mes de edad con 64.9 kg de peso vivo como promedio general. Es importante recalcar que durante los períodos de medición, las llamas q'aras superan en peso vivo a las T'hampullis, sobre todo las llamas q'aras (hembras) que partir del sexto al vigésimo primer mes, muestran un mayor peso vivo en comparación con las llamas q'aras machos y llamas T'hampullis.

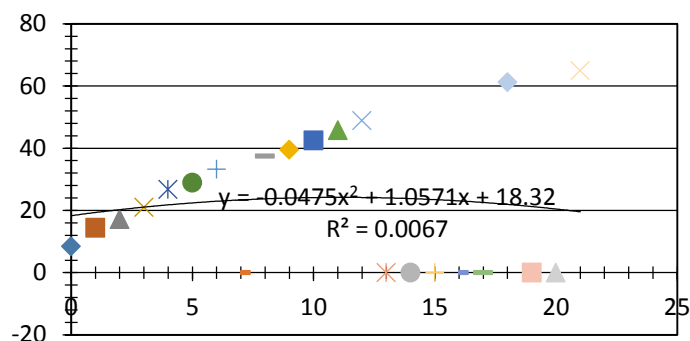


Figura 2. Curva de crecimiento de llamas q'aras y T'amphulli.

Condori et al., (2000), halla con datos de peso vivo desde el nacimiento hasta los 25 meses de edad (Tabla 1) dos ecuaciones por el método de regresión no lineal o función polinomial. La misma (ecuación 1 y 2) para llamas machos sin castrar y llamas castrados respectivamente. Las curvas ajustadas responden a una ecuación de tercer grado en el cual el coeficiente de regresión de la variable "X" elevada al cubo es diferente de cero ($d \neq 0$; $P < 0.01$).

Ecuación 1: $Y = -0.0077 x^3 + 0.2711 x^2 + 0.7488x + 8.1006$ $R^2 = 0.88$

Ecuación 2: $Y = -0.0041 x^3 + 0.1045 x^2 + 2.6005 x + 7.8848$ $R^2 = 0.90$

La edad está representada por la variable independiente (X) en meses y el peso vivo como variable dependiente (Y) en kg. En animales de corta edad el término de la ecuación $0.7488 X$, en enteros y $2.6005 X$ en castrados influye en forma preponderante sobre el peso vivo, siendo que esta es imperceptible a la influencia del término $-0.0077 X^3$ en enteros y $-0.0041 X^3$ en castrados. A medida que aumenta la edad del animal la influencia de este término va aumentando comparativamente más que el anterior y este por ser de signo negativo su efecto tiende a ser contrarrestado (Calzada, 1982).

Tabla 1. Peso vivo (pv) y ganancia de peso diario teórico y experimental (GPDT Y GPMDE) de llamas enteros y castrados a diferentes edades.

| Edad (meses) | PV (kg) | | Enteros | | | PV (kg) | | Castrados | | |
|--------------|---------|-----------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Media | ^e DS | ^a PV A (kg) | ^c GPDT (g/d) | ^d GPMDE (g/d) | Media | ^e DS | ^b PVA (kg) | ^c GPDT (g/d) | ^d GPMDE (g/d) |
| 0 | 7.9 | 0.55 | 8.1 | 0 | 0 | 7.9 | 0.55 | 7.88 | 0 | 0 |
| 1 | - | - | 9.11 | 33.19 | - | - | - | 10.59 | 88.93 | - |
| 2 | - | - | 10.62 | 49.58 | - | - | - | 13.47 | 94.86 | - |
| 3 | - | - | 12.58 | 64.37 | - | - | - | 16.52 | 100.11 | - |
| 4 | - | - | 14.94 | 77.64 | - | - | - | 19.7 | 104.56 | - |
| 5 | - | - | 17.66 | 89.39 | - | - | - | 22.99 | 108.19 | - |
| 6 | - | - | 20.69 | 99.62 | - | - | - | 26.36 | 111.02 | - |
| 7 | - | - | 23.99 | 108.34 | - | - | - | 29.8 | 113.04 | - |
| 8 | - | - | 27.5 | 115.53 | - | - | - | 33.28 | 114.25 | - |
| 9 | - | - | 31.19 | 121.2 | - | - | - | 36.76 | 114.65 | - |
| 10 | - | - | 35 | 125.36 | - | - | - | 40.24 | 114.24 | - |
| 11 | **42.17 | 4.63 | 38.89 | 128 | 102.6 | **46.93 | 3.16 | 43.68 | 113.03 | 116.86 |
| 12 | **40.95 | 4.38 | 42.82 | 129.11 | -39.52 | **44.82 | 3.21 | 47.05 | 111 | -68.06 |
| 13 | *43.30 | 4.11 | 46.73 | 128.71 | 81.03 | *46.02 | 3.34 | 50.34 | 108.17 | 41.38 |
| 14 | *50.64 | 4.66 | 50.59 | 126.79 | 215.89 | *54.52 | 3.15 | 53.52 | 104.52 | 250 |
| 15 | *55.27 | 4.35 | 54.34 | 123.35 | 154.33 | *58.46 | 3.49 | 56.57 | 100.07 | 131.33 |
| 16 | 58.04 | 4.55 | 57.94 | 118.4 | 98.92 | 60.73 | 3.88 | 59.45 | 94.81 | 81.07 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|-------|--------|
| 17 | 64.04 | 4.31 | 61.35 | 111.92 | 146.34 | 65.56 | 4.09 | 62.15 | 88.74 | 117.8 |
| 18 | 67.32 | 4.91 | 64.51 | 103.92 | 131.2 | 67.01 | 4.43 | 64.64 | 81.87 | 56.4 |
| 19 | 68.42 | 4.92 | 67.38 | 94.41 | 34.38 | 68.66 | 4.34 | 66.9 | 74.18 | 52.81 |
| 20 | 70.34 | 4.96 | 69.92 | 83.38 | 56.47 | 68.13 | 4.54 | 68.89 | 65.68 | 0 |
| 21 | 70.03 | 5.28 | 72.07 | 70.82 | -11.07 | 68.13 | 4.68 | 70.61 | 56.38 | 1.43 |
| 22 | 70.97 | 5.1 | 73.8 | 56.75 | 32.41 | 68.79 | 4.82 | 72.02 | 46.27 | 3.45 |
| 23 | 74.38 | 5.82 | 75.05 | 41.16 | 97.43 | 72.67 | 4.25 | 73.09 | 35.35 | 110.57 |
| 24 | 75.19 | 8.09 | 75.78 | 24.05 | 45.17 | 75.17 | 4.19 | 73.81 | 23.62 | 85.86 |
| 25 | 77.69 | 10.39 | 75.95 | 5.42 | 76.92 | 79.00 | 5.57 | 74.15 | 11.08 | 153.6 |

a = Peso vivo ajustados a la curva de crecimiento : $Y = -0.0077 x^3 + 0.2711 x^2 + 0.7488x + 8.1006$; b = Peso vivo ajustados a la curva de crecimiento : $Y = -0.0041 x^3 + 0.1045 x^2 + 2.6005 x + 7.8848$; c = Ganancias de pesos diarios teóricos consecuencia de la curva de crecimiento; d = Ganancias de pesos medios diarios con datos proyectados; e = Desviación Estándar; * = Diferencias significativas ($P < 0.05$); ** = Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Fuente: Condori Genaro (2000).

Según Webster (1989) citado por Di Marco (1993), la curva de crecimiento es una curva sigmoidea y no una recta. Thonney et al., (1981) define que la tasa de ganancia de peso de un animal disminuye cuando aumenta el peso. Asimismo León *et al.* (1989) ajustan la curva de crecimiento a una ecuación cuadrática (Ecuación 3) y se observa que la tendencia descrita por la misma es diferente a la ecuación 1 y 2 que se muestra anteriormente.

$$\text{Ecuación 3: } Y = -0.30x^2 + 10.06x + 14.28$$

Donde Y es el peso vivo estimado y X es la edad en meses. Las ecuaciones cuadráticas de segundo y tercer grado utilizadas como estimadores del peso vivo en función de la edad, son el resultado de la correlación entre las dos variables (León *et al.* 1989). Si se desea conocer el peso al nacer con cualquiera de estas ecuaciones se reemplaza en X el valor "0" y se tiene los siguientes valores de acuerdo a:

| | |
|------------|-------------|
| Ecuación 1 | Y= 8.10 kg |
| Ecuación 2 | Y= 7.88 kg |
| Ecuación 3 | Y= 14.28 kg |

Ayala (1992) y Rodríguez (1991) reportan una media de 8.4 kg y 9.6 kg respectivamente para peso al nacer en llamas de la Estación Experimental Patacamaya. Estos valores son similares a los resultados de la ecuación 1 y 2 pero diferentes a la ecuación 3, se atribuye esta diferencia a la influencia del medio ambiente puesto que el experimento efectuado por León *et al.*, (1989) fue realizado en el valle de Oregon de los Estados Unidos. Esto nos indica el efecto del medio ambiente sobre la evolución de la curva de crecimiento, especialmente debido a la alimentación.

Curva de crecimiento y ganancia de peso en llamas

Con las ecuaciones ajustadas 1 y 2 para la curva de crecimiento para llamas no castrados y castrados respectivamente, Condori (2000) determinó la ganancia de peso diario para cada mes, (Tabla 2). La curva de desarrollo del peso vivo y la curva de ganancia de peso diario teórico para llamas enteras, en un periodo de crecimiento de 25 meses se observa en la Figura 3.

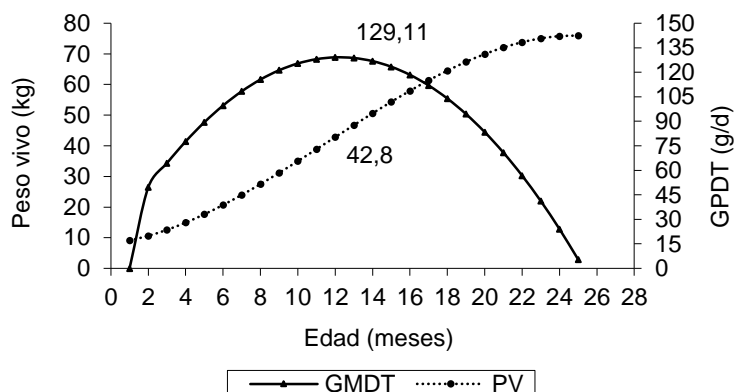


Figura 3. Curva de crecimiento y ganancia de peso diario proyectado en llamas no castrados
GMDT= Ganancia Media Día Total Y PV= Peso Vivo.

La máxima ganancia de peso diario en llamas no castrados es 129.11 g/d, a la edad de 12 meses. El valor del peso vivo ajustado de 42.82 significa un 36% para llamas machos adultos de 116 kg (Sumar, 1988) citado por Bonavia (1996) y 38% para 110 kg de peso en llamas adultos (Rodríguez, 1981). Estos valores porcentuales son similares al establecido por Lloyd (1982) quien define a la inflexión de la curva como el punto de máxima ganancia de peso donde el animal alcanza el 30% del peso adulto. Posterior a este punto de inflexión se pasa al denominado crecimiento lento.

En la Figura 4 se observa la curva de crecimiento respecto al peso vivo y la curva de la ganancia de peso diario teórico en llamas castrados. En el cual Condori (2000) se determinó la máxima ganancia de peso en 116 g/d a la edad de 9 meses con un peso vivo ajustado de 36.72 kg. El peso vivo corresponde al 31 y 33% del peso adulto de acuerdo a Sumar (1988) citado por Bonavia (1996) y Rodríguez (1983) respectivamente. Este valor es consistente con el señalado por Lloyd (1982). Según Di Marco (1993) citado por Condori (2000), indica en mamíferos en general, los animales logran la máxima eficiencia de crecimiento cuando alcanza el 25% del peso adulto. A partir del cual el incremento del peso se debe a una mayor acumulación de grasa.

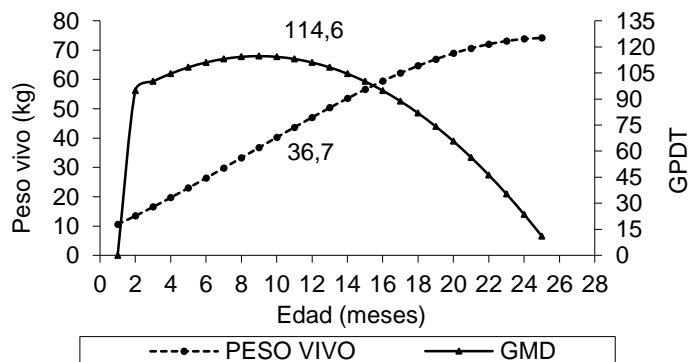


Figura 4. Curva de crecimiento y ganancia de peso diario proyectado en llamas castrados.

En la mayoría de las especies la máxima ganancia de peso diario, coincide con el inicio de la pubertad Lloyd (1982). De acuerdo a esta afirmación se observó que llamas enteros alcanzan la pubertad a 12 meses de edad, con una ganancia de peso diario de 129 g/d. Este resultado es similar al señalado por Losno y Coyotuba (1981) citados por Sumar (1991) que definen el inicio de la pubertad en alpacas a partir de los 11 meses.

Según Condori (2000) las llamas alcanza la máxima ganancia de peso diario a la edad de 14 meses con una media de 215.8 g/d, con un peso vivo de 50.54 Kg para no castrados y 250 g/d, con 53.52 kg para castrados (Tabla 1). En la Figura 5 se observa los datos de ganancia de peso diario los cuales muestran pendientes bruscas sin embargo es notable el pico máximo que alcanzan a los 14 meses tanto para enteros como para

castrados y una notoria ganancia de peso negativa a los 12 y 21 meses atribuible a las condiciones ambientales.

La máxima ganancia de peso medio diario experimental y el peso vivo alcanzado a los 14 meses de edad para no castrados y castrados son similares a los mencionados por CISA (1996) quienes señalan una ganancia de peso diario de 233 g/d y 51.57 kg. Para llamas jóvenes de 10 meses de edad en etapa de crecimiento y engorde. Sin embargo la edad a la que alcanzan la máxima ganancia de peso diario en ambos experimentos son diferentes, es atribuible esta diferencia al tipo de tratamiento recibido y el medio ambiente.

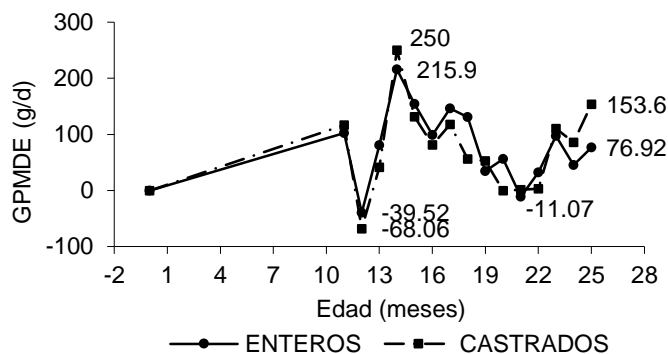


Figura 5. Ganancia de peso medio diario proyectado de llamas enteros y castrados según la edad.

Factores que afectan el crecimiento y desarrollo

Esta considera que el grado de crecimiento y desarrollo definidos para la edad adulta de cada especie, está sujeto a la herencia, variabilidad individual y nutrición e implica que debe producirse un crecimiento y desarrollo completo y coordinado de todas y cada una de sus partes, fenómenos que requieren un gran número de procesos.

Tabla 2. Factores que afectan el crecimiento en la vida pre y posnatal en mamíferos.

| Gestación | Postnatal | |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | Prenatal | Postdestete |
| Genotipo del feto | Predestete | Postdestete |
| Sexo del feto | Genotipo | Genotipo |
| Antro Materno | Sexo | Sexo |
| Edad y desarrollo de la madre | Peso al nacer | Peso al destete |
| Numero de fetos | Edad y desarrollo de la madre | Alimentación disponible |
| Nutrición de la madre | Estado nutritivo de la madre | Manejo |
| Temperatura ambiente | Producción de leche materna | Clima |
| | Alimentación al pie de la madre | Adaptabilidad |
| | Edad y desarrollo al destete | Sanidad |
| | Estado sanitario madre y cría | |

Fuente: Lloyd, 1982.

La diferencia en la ganancia diaria de peso está determinada por potencial genético distinto. Comparativamente los machos crecen más rápido que las hembras, debidos precisamente a la mayor potencial de los andrógenos con respecto a los estrógenos. Los machos consumen más alimento que las hembras por una mayor tasa metabólica, pesan al nacer entre el 5 y 7 % más que las hembras, el largo de la gestación es de 3-4 días más en el macho, son más eficientes en la conversión de alimento que las hembras (Varman y Sutherland, 1995).

Efecto de la castración en el crecimiento del ganado de carne

En cuanto al efecto de la castración en machos, se debe tener en cuenta que los andrógenos tienen un efecto miotrófico, es decir favorecen el desarrollo de determinadas áreas corporales y especialmente ciertas masas musculares. A una misma edad, el novillo tiene una mayor altura que un toro de la misma raza, porque se ha eliminado el efecto antagónico de los andrógenos con respecto a la hormona de crecimiento. Los machos enteros son más eficientes para ganar peso que los castrados, dado que las relaciones músculo/hueso y músculo/grasa son siempre favorables a los machos enteros (Prescot, 1982).

Inchausti y Ezequiel (1980) mencionados por Condori (2000) indican que un animal castrado carece de ciertas secreciones internas lo cual mejora la calidad de la carne. En este aspecto, interviene la mansedumbre consecuencia de la inactividad testicular lo cual causa menor ejercicio, consecuentemente las fibras musculares son más blandas y la carne más tierna.

La castración de becerros es para mejorar la textura, suavidad y sabor de la carne. Sin embargo, los machos no castrados presentan un mayor rendimiento de carne magra y menor cantidad de grasa en comparación a los castrados, en un período de 12 a 18 meses de edad (Neuman, 1989 citado por Condori, 2000). En llamas se encontró que la castración tiene gran influencia la ganancia de peso presentando diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre llamas no castrados y castrados, a partir de los 13 meses hasta los 15 meses de edad (Tabla 1) Condori (2000). Sin embargo en el estudio se encontró que a la edad de beneficiado (24 meses) la castración no tiene un efecto significativo en la diferenciación en el peso en comparación a los no castrados.

Efecto del control hormonal en el crecimiento

Las hormonas anabólicas (que favorecen el crecimiento) son: La somatotrofina, hormona que regula el crecimiento del hueso y músculo. Potencia el incremento la producción de carne y leche. La insulina es la hormona que regula la unión de otras hormonas con sus receptores, actúa a nivel de los receptores hepáticos de la ST. Los andrógenos, regula el crecimiento en ambos sexos. La testosterona, es el andrógeno primario secretado por los testículos y las glándulas adrenales en hembras. La secreción aumenta antes de la pubertad y es responsable del rápido crecimiento en esta etapa. Los machos crecen más rápido que las hembras, debido a estos factores. Los estrógenos secretados por los ovarios, desarrollan el tracto reproductivo en todas las especies, también incrementan el desarrollo muscular en rumiantes. Los glucocorticoides secretado por glándulas adrenales, causan remoción de nutrientes de las reservas corporales para producir energía lo que resultan en pérdida de peso, lo que no ocurre en animales sanos.

Tabla 3. Medidas biométricas en llamas de sexo macho.

| Carácter | 12 meses | | 23 meses | | Incremento | |
|--------------------|----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|
| | Enteros | Castrados | Enteros | Castrados | Enteros | Castrados |
| Perímetro torácico | 85.55 | 86.76 | 101.33 | 100.78 | 15.78 | 14.02 |
| Longitud de tronco | 79.32 | 81.56 | 92.36 | 91.11 | 13.04 | 9.55 |
| Ancho de anca | 20.05 | 20.31 | 25.03 | 24.97 | 4.98 | 4.66 |
| Altura a la cruz | 84.41 | 85.76 | 97.11 | 96.88 | 12.7 | 11.12 |

Al examen de la Tabla 1 se reporta el coeficiente de correlación entre medidas biométricas, en la canal, como son peso de carcasa, peso de cortes comerciales y peso vivo, el cual nos permite expresar algunas consideraciones. El valor de la correlación entre perímetro torácico y peso vivo ($r = 0.94$), entre peso vivo y carcasa en caliente ($r = 0.97$), entre peso vivo y carcasa en frío ($r = 0.97$) es superior al reportado por Pinto (1975) $r = 0.82$, $r = 0.44$ y $r = 0.49$ respectivamente, la correlación entre longitud de tronco y canal frío $r = 0.78$ es similar al reportado por Pinto (1975) con $r = 0.705$, el coeficiente de correlación entre longitud de tronco y largo de carcasa $r = 0.9$ es superior al reportado por Pinto (1975) con $r = 0.742$.

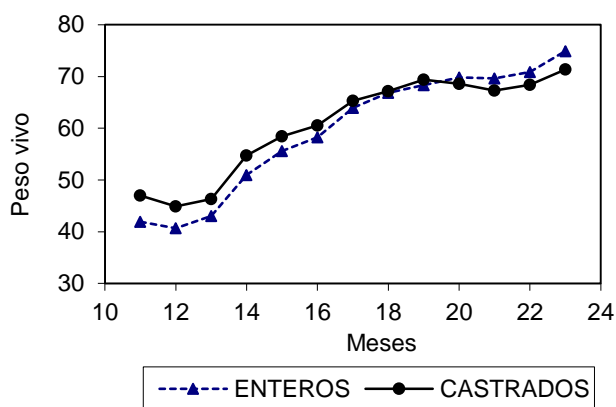


Figura 6. Desarrollo del peso vivo en llamas de sexo macho.

Medidas en carcasa

Las medidas de longitud de carcasa, profundidad tórax y largo de pierna, en animales enteros y castrados entre la primera y la cuarta faena son presentados en la Tabla 3. El incremento en longitud de carcasa durante el periodo de 9 meses fue de 9 cm, en profundidad de tórax fue de 4 cm y en largo de pierna 7 cm.

Tabla 4. Medidas de carcasa de llamas machos faenadas en diferentes periodos de crecimiento.

| Característica en (cm) | Edad (meses) | | | | | | | |
|------------------------|--------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | 13 | | 16 | | 19 | | 22 | |
| | enteros | castrados | enteros | castrados | enteros | castrados | enteros | castrados |
| Longitud de carcasa | 72 | 74 | 77 | 76 | 78 | 78 | 81 | 78 |
| Profundidad de Tórax | 24 | 24 | 25 | 26 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Largo de Pierna | 51 | 51 | 52 | 55 | 60 | 56 | 58 | 58 |

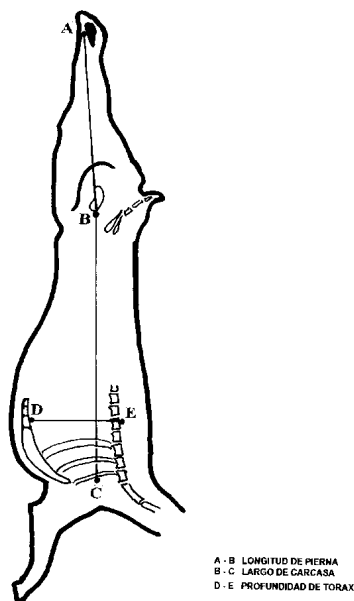


Figura 7. Medidas en carcasa fría de llamas machos.

Tabla 5. Correlaciones entre parámetros estudiados.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| MEDIDAS BIOMÉTRICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- PESO VIVO | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- PERÍMETRO TORACICO | 0.94 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- LONGITUD DE TRONCO | 0.85 | 0.77 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- ALTURA A LA CRUZ | 0.74 | 0.69 | 0.73 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- ANCHO DE ANCAS | 0.87 | 0.84 | 0.79 | 0.66 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| PESO DE CARCASA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.- CARCASA CALIENTE | 0.97 | 0.93 | 0.79 | 0.69 | 0.86 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| 7.- CARCASA FRIO | 0.97 | 0.93 | 0.78 | 0.65 | 0.85 | 0.98 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| MEDIDAS EN CARCASA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.- LONGITUD DE CARCASA | 0.92 | 0.85 | 0.90 | 0.66 | 0.86 | 0.89 | 0.88 | 1.00 | | | | | | | | | |
| 9.- PROFUNDIDAD DE TORAX | 0.88 | 0.89 | 0.83 | 0.81 | 0.81 | 0.83 | 0.81 | 0.82 | 1.00 | | | | | | | | |
| 10.- LONGITUD DE PIERNA | 0.82 | 0.81 | 0.71 | 0.72 | 0.76 | 0.79 | 0.78 | 0.73 | 0.89 | 1.00 | | | | | | | |
| 11.- LONGITUD DE CUELLO CORTES COMERCIALES | 0.67 | 0.69 | 0.73 | 0.59 | 0.75 | 0.65 | 0.64 | 0.78 | 0.72 | 0.60 | 1.00 | | | | | | |
| 12.- LOMO GRUESO | 0.82 | 0.83 | 0.72 | 0.51 | 0.69 | 0.83 | 0.85 | 0.75 | 0.73 | 0.72 | 0.61 | 1.00 | | | | | |
| 13.- LOMO FINO | 0.92 | 0.83 | 0.72 | 0.60 | 0.74 | 0.91 | 0.93 | 0.80 | 0.72 | 0.69 | 0.50 | 0.83 | 1.00 | | | | |
| 14.- PIERNA | 0.96 | 0.91 | 0.76 | 0.72 | 0.84 | 0.98 | 0.96 | 0.87 | 0.81 | 0.77 | 0.63 | 0.77 | 0.89 | 1.00 | | | |
| 15.- BRAZUELO | 0.92 | 0.89 | 0.79 | 0.70 | 0.83 | 0.92 | 0.93 | 0.88 | 0.83 | 0.77 | 0.76 | 0.79 | 0.84 | 0.91 | 1.00 | | |
| 16.- COTILLAR | 0.36 | 0.33 | 0.12 | 0.07 | 0.32 | 0.44 | 0.42 | 0.31 | 0.12 | 0.13 | -0.04 | 0.10 | 0.36 | 0.40 | 0.24 | 1.00 | |
| 17.- CUELLO | 0.89 | 0.88 | 0.74 | 0.61 | 0.85 | 0.92 | 0.93 | 0.84 | 0.80 | 0.75 | 0.73 | 0.73 | 0.79 | 0.88 | 0.86 | 0.46 | 1.00 |

El coeficiente de correlación en cursiva no son significativas a $P < 0.05$ $R(0.05) \geq 0.32$

Los pesos de cortes comerciales (peso de lomo grueso, lomo fino, pierna, brazuelo y cuello) presentan un coeficiente de correlación alto a muy alto con las medidas biométricas con excepción de las variables altura a la cruz y peso de lomo grueso que tienen una correlación media de 0.51. El peso del corte costillar presenta un coeficiente de correlación muy bajo con respecto a las medidas biométricas.

Las medidas en carcasa (longitud de carcasa, perímetro torácico, largo de cuello, y longitud de pierna), manifiestan coeficientes de correlación alto a muy alto con las variables pesos de lomo grueso, pierna, brazuelo y cuello, las variables largo de cuello y peso de lomo fino tienen un coeficiente de correlación baja, $r = 0.5$. El corte costillar presenta un coeficiente de correlación muy bajo con las medidas de carcasa y un coeficiente de correlación muy bajo y negativo con la medida largo de cuello.

Los pesos de carcasa en caliente y en frío presentan coeficientes de correlación muy alta con los pesos de cortes comerciales con excepción del corte costillar que presenta un coeficiente de correlación bajo 0.44 y 0.42 para peso de carcasa en caliente y frío respectivamente.

Rendimiento de la canal

Los resultados obtenidos para rendimiento de carcasa 57.46 y 53.46% en canal caliente y en frío respectivamente, son superiores a los encontrados por Pinto (1975), 52.12 y 46.64% para carcasa en caliente y en frío (24 horas después del sacrificio) respectivamente, Sin embargo son similares a los reportados por Bravo (1981) 58.1 y 59.6% en animales enteros y castrados de un año de edad, respectivamente. Los promedios de los rendimientos de carcasa en caliente y en frío se aprecian en la Tabla 6.

Tabla 6. Rendimiento de la canal.

| Edad | Rendimiento | |
|------------------|-------------|--------|
| | Caliente | Frío |
| 13 | 57.68 | 54.33 |
| 16 | 60.03 | 54.76 |
| 19 | 55.29 | 51.63 |
| 22 | 59.21 | 54.21 |
| 25 | 55.59 | 52.38 |
| Promedio general | 57.56 | 53.462 |

Se evidencio que existe una merma en el rendimiento después de 24 horas de 4.1% este resultado es inferior al reportado por Pinto (1975) 5.48%.

Cortes comerciales

En la Tabla 7 se reporta los valores de los coeficientes alométricos de los pesos de cortes comerciales, con el peso de media canal izquierda, que ha sido fijado como variable independiente; el coeficiente alométrico "b" fue calculado en base a la evaluación de 5 faenas a diferentes edades. En animales enteros el cuello presenta el mayor valor, lo que significa que tiene una mayor velocidad de crecimiento y madurez tardía; mientras que el costillar presenta el valor más bajo. En castrados, el mayor coeficiente alométrico es registrado en brazuelo, en tanto que el costillar, al igual que en enteros, presenta el valor más bajo.

Tabla 7. Parámetros de la relación alométrica $y=ax^b$ de cortes comerciales (y) con el peso de media carcasa (x) y proporción en dos fases de crecimiento.

| Corte comercial | II FASE (19. 22 y 25 meses) | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| | a | b | Media | % | a | b | Media | % |
| Lomo grueso | 0.28 | 0.58 | 1.97 | 6.76 | 0.02 | 1.35 | 2.79 | 7.83 |
| Lomo fino | 0.16 | 0.71 | 1.83 | 6.28 | 0.05 | 1.04 | 2.22 | 6.23 |
| Pierna | 0.11 | 1.13 | 5.13 | 17.57 | 0.36 | 0.79 | 6.16 | 17.26 |
| Brazuelo | 0.07 | 1.08 | 2.66 | 9.11 | 0.17 | 0.84 | 3.55 | 9.95 |
| Costillar | 0.05 | 0.95 | 1.72 | 5.90 | 0.01 | 1.36 | 1.36 | 3.82 |
| Cuello | 0.01 | 1.31 | 2.56 | 8.77 | 0.03 | 1.11 | 3.50 | 9.81 |

La pierna y el brazuelo presentaron un desarrollo contrario a los anteriores cortes, en la fase 1 mostraron un desarrollo tardío sin embargo en la fase 2 presentaron un desarrollo precoz, entre los dos cortes la pierna presenta mayor precocidad.

El cuello presentó en ambas fases un desarrollo tardío con respecto a otros cortes. De modo general la tendencia de crecimiento de los diferentes cortes en la fase 1, demuestra que existe pleno desarrollo en los miembros anteriores y posteriores propio de animales jóvenes en la fase 2 el crecimiento es mayor en la parte de lomos y menor en los miembros anterior y posterior

En la práctica a medida que aumenta el peso por lo tanto avanza la edad hacia 25 meses el peso de cortes tiende a distribuirse en mayor medida en los lomos y cuello respecto a los otros cortes esta aseveración es confirmado por Geri et al. (1984) quien establece un crecimiento centrípeto para suinos de 20 a 200 Kg, los

valores de la segunda fase aquí presentados son corroborados por Giorgetti et al. (1987) en ciervos de Italia cuyos valores son 1.17, 1.15, 0.95 y 0.92 para las partes anatómicas de: cuello, lomo, brazuelo y pierna respectivamente. Entonces queda confirmado que la pierna y brazuelo como corte de interés comercial debido a la abundancia en masa muscular y por la mayor proporción que refleja con respecto a la carcasa (Tabla 5), tiene un crecimiento precoz en este periodo tanto en llamas como en ciervos, el cuello al igual que el lomo grueso tienen una velocidad de crecimiento tardío en ambas especies.

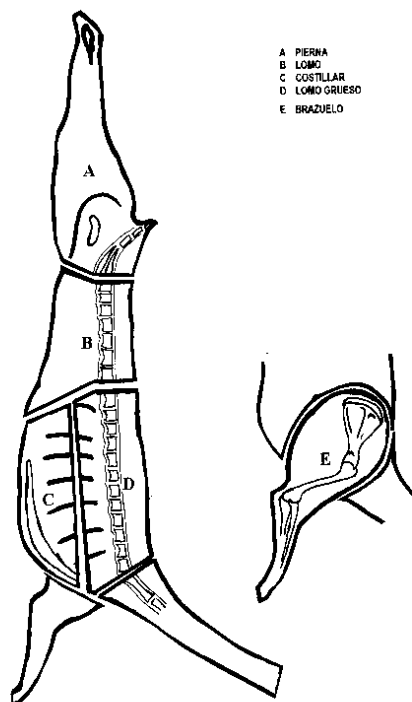


Figura 6. Cortes comerciales en carcasa de llamas machos.

Rendimiento proporcional de carcasa y órganos con respecto al peso vivo neto

Del rendimiento de la carcasa en animales enteros con respecto al ^a peso vivo neto tiene un promedio de 64 a 70%. Los rendimientos en relación al peso corporal bruto varían en un rango de 55.6 a 59.1% en llamas macho enteros y 54.8 a 60.9% en llamas de sexo macho castrados, estos rendimientos son superiores a los obtenidos por Pinto et al., 1975 (52.1%) en llamas adultas de sexo macho; sin embargo, son similares a los reportados por Bravo et.al. en 1981 (58.1 y 59.6%) para machos enteros y castrados de 1 año de edad respectivamente. Las proporciones de los otros órganos y partes corporales cuadros son similares a los reportados por Bustinza et al. (1986). La evolución del rendimiento de la carcasa y aparato digestivo con contenido en relación al peso vivo neto se observa en las Figuras 6 y 7.

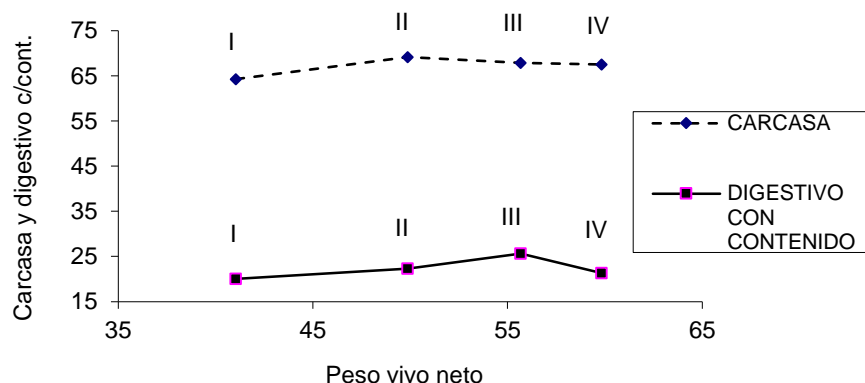


Figura 6. Rendimiento de la canal y aparato digestivo como % del peso vivo neto en llamas machos (enteros), en diferentes periodos de faena.

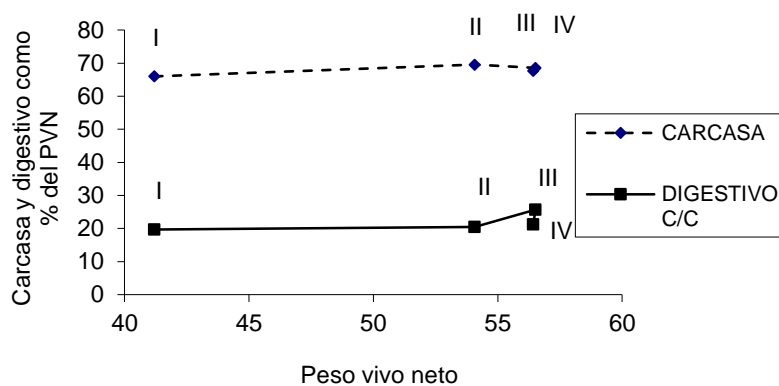


Figura 7. Evolución de la carcasa, aparato digestivo y otras vísceras como % del peso vivo neto en llamas machos (castrados).

Bibliografía

- ASPA (Asociación Científica de Producción Animal). 1989. Metodiche per La Determinazione Associazione delle Caratteristiche Qualitative della carne. Università degli Studi di Perugia.
- ASPA (Asociación Científica de Producción Animal). 1991. Metodología Relative alla Macellazione degli Animali de Interesse Zootecnico e alla Valutazione e Dissezione della loro Carcassa. Ismea- Roma.
- Ayala, C., 1992. "Crecimiento en peso vivo y en largo de mecha en llamas de la estación experimental Patacamaya Bolivia", Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Bravo, W.; Franco, E.; Sumor, J. 1981. Rendimiento de canal en llamas. Res. IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas, Chile.
- Bustanza, V.; Mamani, G. Y Ccoyoto, C. 1986. Peso vivo y rendimiento de canal en llamas. Res. IX Reunión Científica Anual APP. Tingo María, Perú.
- Bonavia, D. 1996. Los camélidos sudamericanos: una introducción a su estudio. IFEA-UPCH, Conservation International. p. 65-68, 496-499.
- Clavo, N. y Belon, J. 1970. Algunos aspectos químicos de las carnes de alpaca (Lama Pacos) y llama (Lama glama) que se consume en la ciudad de Puno. Res. VI Congreso Panamericano de Medicina Veterinarias y Zootécnia. Santiago, Chile.
- Condori, G. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo y evaluación de la calidad de la carne de llama. Tesis de grado. Facultad de Agronomía – UMSA, La Paz, Bolivia.
- Condori, G., Ayala C., Renieri, C., Rodríguez, T. y Martínez, Z. 2003. Alometría de cortes comerciales en carcasas de llama en dos fases de crecimiento. En Memorias del II Congreso Mundial de Camélidos Potosí- Bolivia. Primer Taller Internacional del Proyecto DECAMA Tomo II. Potosí, Bolivia.
- Di Marco, O. 1993. Crecimiento y respuesta animal. 1 ed. Buenos Aires, AR. AAPA. p. 11-30.

- Leon, J.B; Smith, B.B; Tim, K.L. 1989. Growth characteristics of the llama (*Lama glama*) from birth to 12 month old. *In* The Veterinary Record. Oregon. p. 644-645.
- Lloyd, L.E; Mcdonald, B; Crampton, E.W. 1982. Fundamentos de Nutrición. Zaragoza, ES. Editorial, Acribia, p. 375-379.
- FIDA; 1994. Proyecto de Desarrollo de Criadores de Camélidos en el Altiplano Andino, La Paz, Bolivia.
- Pinto, M., Iñiguez, L. y Riera, S. 1975. Estudio de algunas características de la producción de carne de llamas. Res. II Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Juliaca, Perú.
- Rodríguez, T., 1991 Situación y Perspectivas de la Producción y Conservación de los Camélidos Sudamericanos en Bolivia, Informe de la Mesa Redonda sobre Camélidos Sudamericanos. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial del Perú - INIA. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Lima, Perú, 24 al 26 de Septiembre.
- Sumar, K. J. 1991. Fisiología de la reproducción del macho y manejo productivo. *In* Fernández, S. B. ed. Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago Chile. FAO. p. 145.
- Varnam, H. A., Sutherland, P. J. 1995. Carne y productos cárnicos: tecnología química y microbiología. Zaragoza ES. Editorial Acribia S.A. p. 5-57, 71-95.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD ÓPTIMA DE FAENEO, CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA CARNE DE LLAMA

Condori G.¹⁶; Ayala C.¹⁷; Renieri C.¹⁸; Gerken M.¹⁹; Antonini M.²⁰; Quispe J.¹⁶

Introducción

La producción y la comercialización de carne de llama en Bolivia, tiene características peculiares dentro su propia cadena productiva, desde luego existen aún algunas restricciones sobre todo por el desconocimiento de las bondades que tiene esta carne. De forma general y desde el punto de vista de higiene y las formas de comercialización, es evidente que no hubo grandes cambios y la oferta de la carne se mantiene como un producto tradicional, pese a los esfuerzos realizados por instituciones de investigación y de cooperación, para mejorar la calidad de la oferta de carne de llamas y alpacas, lo cual se logró medianamente mejorar la oferta de los subproductos transformados como el charqui y con ello consecuente mejorar de los ingresos de los productores.

En el marco del Proyecto SUPREME - Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se han realizado investigaciones que ayudan a determinar la edad óptima de faeneo en llamas, en el cual se ha considerado un carácter principal como el peso vivo del animal, la cual varía de acuerdo con la edad del animal, así como también la composición bromatológica de la carne que cambia según la edad del animal, y el desarrollo alométrico de las partes de mayor importancia económica y es que a través de estos parámetros que se llegó a determinar un rango de edad óptima para el faenamamiento de las llamas. En principio se considera un estudio de las características de la carne en llamas machos no castrados y castrados, la composición química de la carne y sus características físico-químicas.

Metodología

El trabajo se realiza en la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía - UMSA, ubicada a 35 Km. de la ciudad de La Paz, a una altura de 3750 m.s.n.m., con una precipitación anual entre 400 a 600 mm concentrada en tres meses del año, una temperatura promedio de 14°C, la temperatura mínima registrada en el mes de junio alcanza a -3°C y la máxima durante los meses de enero y febrero alcanza a 20 °C. Geográficamente se encuentra situada a 16° 40' de latitud sur y 68° 10' longitud oeste.

Para el estudio se utilizan 50 llamas machos de una misma edad, nacidos entre la tercera semana de enero y la primera semana de febrero de 1997, los animales pertenecen al tipo "intermedio" y fueron colectados en la región de Turco del Departamento de Oruro. Los animales desde su arribo a la Estación Experimental de Choquenaira, se mantienen por las noches en un corral dormidero y la alimentación diaria se realiza bajo el sistema de pastoreo común en praderas nativas del tipo pajonal con predominancia de *Stipa ichu* y *Festuca dolicophylla*. El destete se realizó a los 11 meses de edad y a los 12 meses se efectuó el castrado del 42% de los animales; posteriormente se formaron 7 grupos de 7 animales (4 enteros y 3 castrados). La matanza de animales de cada subgrupo se efectúa cada 3 meses a partir de los 13 meses de edad.

El control de peso corporal se efectúa con una balanza de 100 kg de capacidad y precisión de 250 g. Las medidas biométricas se realizan de acuerdo a la metodología empleada para ovinos por ASPA (Asociación Científica de Producción Animal, 1991), y son: a) Altura a la cruz.- se mide con el bastón de Lydken en un plano horizontal al punto más alto del tronco, b) Longitud de tronco.- se mide desde la articulación escapohumeral a la tuberosidad del isquion, en forma diagonal, c) Ancho de Ancas.- se mide con el bastón de Lydken

¹⁶ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

¹⁷ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

¹⁸ Docente, Universidad de Camerino, Italia.

¹⁹ Docente, Universidad de Göttingen, Alemania.

²⁰ Investigador, ENEA, Italia.

entre las articulaciones coxo-femorales y d) Perímetro torácico.- se mide con una cinta métrica alrededor del tórax detrás de la espalda al mismo nivel de la altura a la cruz. Tanto el control de peso como las medidas biométricas se realizan cada 31 días.

Antes del sacrificio se realizaron los siguientes controles de peso: 1) Control de peso corporal antes de someter a ayuno alimentario no hídrico, 2) Control de peso corporal después del ayuno de 24 horas. El sacrificio se realizó de acuerdo a la metodología seguida para bovinos y comprende los siguientes pasos: a) Aturdimiento, b) Colgado, c) Degüello, d) Desangrado, e) Desolle y f) Eviscerado.

Posterior al sacrificio se efectuó el control de peso de la carcasa en caliente y 24 horas. después el peso de carcasa en frío, en ambos casos a temperatura ambiente. A continuación se realiza el pesaje de la cabeza (incluyendo la lengua), piel más fibra y, patas; aparato digestivo, que comprende: esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, con el contenido alimenticio; posteriormente el contenido alimenticio es vaciado y pesado para determinar el peso vivo neto (PVN); finalmente, se pesaron los órganos como el corazón, hígado y pulmón. Todos los pesos se efectúan en una balanza de 10 kg de capacidad y 5 g de precisión.

La carne está constituida por las fibrillas musculares que se reconoce por bandas, según Mora et al. (1994) indican que la banda o línea Z, es la unión de una sarcómera con otra, dentro del límite de la sarcómera se encuentra la banda A que constituyen los filamentos gruesos y delgados sobrepuestos entre sí. La banda H que forman los filamentos gruesos libres de filamentos delgados y la banda I formada solo por filamentos delgados. Un filamento grueso se constituye por muchas moléculas de miosina y tiene la forma de un bastón. El filamento delgado está formado por moléculas de actina los cuales tienen forma esférica y se unen como un collar. Charley (1995) describe la estructura anatómica del músculo como sigue:

Tabla 1. Anatomía del músculo

| | |
|----------------|---|
| Epimisium | Membrana de tejido consuntivo |
| Perimisium | Encierra las fibras musculares en manojos |
| Endomisium | Rodea a cada fibra muscular |
| Fibra muscular | 1 mm - varios cms x 10-100 μ m |
| Sarcolema | Membrana externa de la fibra |
| Sarcoplasma | Citoplasma con núcleos y mitocondrias, miofibrillas, Proteínas sarcoplasmicas (100-200) = piogeno ATP, creatinina, mioglobina, etc. |

Fuente: Charley 1995.

Las enzimas necesitan convertir el glicógeno en ácido láctico y otras substancias que están en solución en el sarcoplasma. Esto incluye al músculo pigmentado mioglobina que es distinta a la hemoglobina en la sangre, donde aparece un término corto que se denomina almacenamiento de oxígeno en el músculo.

Determinación de características físicas de la carne

Inmediatamente después del sacrificio se procede a medir el pH con un equipo provisto de electrodo de superficie para carne, el cual se inserta a una profundidad aproximada de 2 cm en forma perpendicular con respecto a la superficie del músculo y a temperatura ambiente, se considera como dato el promedio de dos mediciones efectuadas casi en un mismo lugar del músculo, siguiendo la metodología recomendada por ASPA (1996), estas mediciones se realizan a 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas después de la muerte del animal.

Simultáneamente a la medición del pH, se determina el tiempo de duración de la rigidez cadavérica por el método físico, que consiste en comprobar la rigidez ejerciendo una presión sobre los músculos de las carcasas colgadas, tomando con la mano la articulación del carpo y tratando de flexionar los músculos del brazo y de la espalda, de forma tal que cuando la rigidez cadavérica esta instaurada no es posible flexionar el músculo (Aldana, 1984).

La capacidad de retención de agua se determina por el método de compresión, el cual consiste en extraer del músculo largo dorsal una muestra de carne de 300 mg que es colocada entre una superficie plana de vidrio plexiglass y otra superficie cubierta con papel filtro S&S 2040b y posteriormente, comprimido en una prensa a una presión de 50 Kg/cm². El dato a obtener es el área marcada en el papel filtro por la salida del agua y, el área de expansión de la carne producida por la fuerza de presión, Grau y Hamm (1953) modificado. La capacidad de retención hídrica se determina a 1, 6, 12, 24, 48 y 72 hrs. a temperatura ambiente.

El análisis bromatológico se realizó en el Laboratorio de Diagnóstico y Salud (SELADIS), en muestras de aproximadamente 350 g extraídas del músculo largo dorsal de cada carcasa entre la 8va y la 9na vértebra torácica. En el análisis se determina la proporción de: a) Proteína (Método de Kjeldahl), b) Humedad (método de desecación en estufa), c) Grasa (método de Barshall), d) Contenido de ceniza (método de Calcinación), e) Colesterol (método de Lieberman - Bouchardat).

Resultados

Aptitud de la llama para producción de carne

Es evidente que de las dos especies, llamas y alpacas distribuidas ampliamente en toda la región andina, contribuyen a la seguridad alimentaria de las familias de los Altos Andes, donde la llama ofrece una vocación productiva hacia la producción de carne y no solo por el mayor volumen corporal, sino porque el otro subproducto como es la fibra, para su aprovechamiento requiere del proceso adicional de descordado, lo cual la hace menos eficiente en comparación con la alpaca, aunque actualmente se realiza el aprovechamiento de la fibra de llama para obtener el hilado artesanal.

Bajo el contexto anterior, podemos iniciar, que Fernández (1977) citado por Rodríguez (1983), señala que el peso al nacer en llamas es superior al de alpacas en 1.69 Kg, y el peso corporal anual de las llamas es superior en 19.1 kg al de alpacas y dentro la especie según Tichit (1991) la Q'ara es utilizada para la producción de carne y transporte y la T'amphulli para la producción de fibra, aunque se indica que de las dos especies domésticas se obtiene como producto o subproducto la carne.

Las llamas tienen una gran cualidad para la producción de carne pues convierten el forraje tosco de las alturas en un producto de alta calidad nutritiva, en comparación a las especies introducidas que no tienen ninguna posibilidades de producir en ecosistemas adversos donde si la llama o la alpaca quienes lejos de subsistir pueden producir.

Rendimiento de la canal

El rendimiento de la canal, es la relación entre el peso de la canal con el peso vivo del animal, la calidad de la canal depende de la composición de grasa, hueso y carne magra por tanto esta relación tiene una directa dependencia con la raza, es así que en bovinos especializados para la producción de carne el rendimiento a la canal será superior al de una raza no productora de carne. Por otro lado la robustez del animal influye de modo decisivo sobre el rendimiento y volumen de carne aprovechable (Pinto, 1975). El porcentaje de carne magra de la carcasa varía mucho y es inversamente proporcional al contenido de grasa.

El rendimiento de la canal en llamas según Pinto (1975) es de 52.12% en carcasa caliente y 46.64%, después de 24 horas. Martínez y Alzerreca (1983) determinaron que para alpacas un rendimiento de 48.74% en carcasa caliente y en frío 46.36%, Bravo et al. (1981) reportan rendimientos de 58.1 y 59.6%, para llamas machos sin castrar y castrados respectivamente; a 1 año de edad. Al respecto Condori (2000) reporta valores promedios de 57.48 y 53.54 % en canal caliente y en frío (Tabla 2) respectivamente superiores a los reportados por Pinto (1975) y similar al reporte para carcasa caliente de Bravo (1981).

La merma que existe después de 24 horas (3.94%) es inferior al reportado por Pinto (1975) 5.48%, la merma es debido principalmente a la pérdida de agua por exudación de la carne la cual está directamente relacionada a la capacidad de retención de agua.

Tabla 2. Valores promedios del rendimiento de canal caliente y frío en llamas a diferentes edades para enteros y castrados.

| Edad ^{ns} (meses) | Rendimiento de carcasa en caliente (kg) | | | | | | Media general |
|----------------------------------|---|------|------|-------------------------|------|-------|---------------|
| | Enteros ^{ns} | | | Castrados ^{ns} | | | |
| | Media | DS | CV | Media | DS | CV | |
| 13 | 57.02 | 2.17 | 3.81 | 58.22 | 3.77 | 6.48 | |
| 16 | 59.14 | 1.60 | 2.70 | 60.92 | 3.04 | 4.99 | |
| 19 | 55.66 | 4.18 | 7.51 | 54.87 | 3.84 | 7.01 | |
| 22 | 58.96 | 0.73 | 1.24 | 59.32 | 1.73 | 2.92 | |
| 25 | 55.70 | 2.87 | 5.16 | 55.32 | 3.30 | 5.96 | |
| | 57.29 | 2.31 | 4.08 | 57.73 | 3.13 | 5.47 | 57.48 |
| Rendimiento de carcasa fría (kg) | | | | | | | |
| 13 | 54.25 | 1.95 | 3.54 | 54.44 | 2.17 | 3.99 | |
| 16 | 54.16 | 1.08 | 1.94 | 55.56 | 1.34 | 2.41 | |
| 19 | 52.25 | 2.94 | 5.63 | 50.62 | 3.17 | 6.23 | |
| 22 | 54.69 | 1.99 | 3.64 | 54.53 | 1.77 | 3.25 | |
| 25 | 51.80 | 2.73 | 5.27 | 53.16 | 5.46 | 10.28 | |
| | 53.43 | 2.13 | 4.00 | 53.66 | 2.78 | 5.23 | 53.54 |

ns: Diferencias no significativas (P > 0.01) DS: Desviación Estándar, CV: Coeficiente de variación.

Relación de parámetros de productividad y calidad de carne que determinan la edad óptima faeneo en llamas

Considerando estos tres aspectos de importancia, como el balance de peso vivo y contenido proteico en la carne, y la evaluación alométrica de cortes comerciales, se sugiere una edad óptima de faeneo a partir de los 18 meses de edad, sin embargo considerando el acabado o engorde de los animales, que según González (1996) señala un tiempo que varía desde los 45 a 60 días obteniéndose un incremento de 10 kg de peso como promedio en alpacas y llamas y según Di Marco (1993) señala que para la terminación o acabado de bovinos es necesario cierta acumulación de grasa subcutánea, para evitar la deshidratación de la carcasa durante la maduración obteniendo una buena composición corporal para su comercialización. Por tanto se estima un rango de edad óptimo para la faena que tiene su inicio a partir de los 20 hasta los 25 meses.

Este rango de edad considera el balance óptimo de proteína y peso vivo y las consideraciones alométricas, por otro lado es pertinente señalar que según un estudio realizado por Ayala (1990) animales mayores de 3 años presentan en la carcasa macro quistes de sarcocystis con un alto índice de infestación que conlleva a una baja calidad de la carcasa. Este estudio coincide con Rivera et al. (1996) citado por Condori (2000), quienes indican que la carne de llama es ideal cuando el animal no pasa de los tres años de edad. Por que presenta mayor suavidad y jugosidad. Al respecto CISA (1996), señalan que las carcasas de llamas y alpacas machos y hembras de 12 a 24 meses son comercializadas como carne de primera y de buena calidad. Al respecto Rodríguez (1995) indica que las llamas alcanzan pesos substanciales solo hasta los dos años de edad.

Considerando el crecimiento diferencial de cortes comerciales Condori (2000) encontró que los cortes de pierna y brazuelo tienen un desarrollo relativo más precoz con relación a otros cortes, en animales comprendidos entre 19 y 25 meses de edad. Se establece que desde el punto de vista comercial la pierna y el brazuelo son cortes de mayor importancia por la mayor masa muscular que presentan. Significa que estos cortes a medida que pasa la edad del animal ya no aumentan substancialmente de peso, en cambio el cuello al contrario de la pierna y brazuelo aun continua en crecimiento en el periodo de desarrollo de 19 a 25 meses de edad. Esto demuestra que si el animal continua con vida aumentará en peso aquellos cortes de menor calidad como el cuello. Lo cual insinúa que una llama macho no deberá sobrepasar los 25 meses para ser beneficiado.

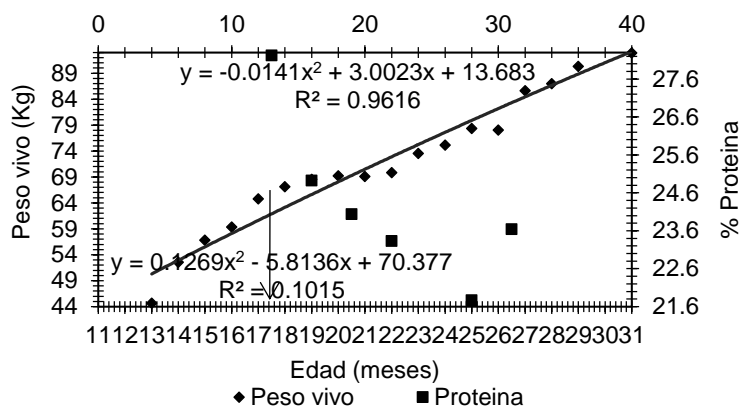


Figura 1. Determinación de edad óptima de faeneo en llamas.

En la Figura 1, se presenta la relación inversa entre la evolución del peso vivo (kg) y la curva de decrecimiento del contenido proteico en función de la edad (meses) en machos castrados. Se observa que ambas curvas ajustadas se interceptan a una edad de 18 meses con 64 kg y 24.2% de proteína.

Características físicas que determinan la calidad de la carne

Color

El color de la carne es un factor importante que está íntimamente relacionada con la mioglobina. La cual constituye las tres cuartas partes del pigmento total de la carne roja. La molécula de la mioglobina está formada por una proteína, la globina y un grupo hem que incluye un anillo planar de protoporfirina con un átomo de hierro. El contenido de mioglobina en los músculos, varía según las especies, la raza, el sexo y la edad. La función de la mioglobina en el animal vivo es almacenar oxígeno y por lo tanto los niveles son más altos en los músculos con mayor carga de trabajo. Estos músculos presentan una coloración más oscura como el caso de los músculos de la pierna que contienen más mioglobina (Varnam y Sutherland 1995 citado por Condori, 2000). A propósito según Charley (1995) un animal muere y el aporte de oxígeno cesa y los tejidos no se oxigenan. La mioglobina en la forma no oxigenada junto al hierro en su estado ferroso le proporciona a la carne recién cortada un color rojo púrpura. Sin embargo, cuando se expone al aire el pigmento de la superficie de la carne recién cortada se oxigena y forma la oximioglobina que tiene un color rojo cereza brillante. Cuando es expuesto a bajos niveles de oxígeno el complejo oxígeno – mioglobina se disocia y el hierro se oxida al estado férrico dando lugar a la metamioglobina de color rojo café.

Por otro lado el color de la carne, también está influenciada por las condiciones en que se ha sacrificado al animal. Condiciones inadecuadas pueden afectar el cambio del pH del músculo del animal después de la muerte. Este cambio está relacionada con el color de la carne puesto que un pH anormal se presenta en carnes tipo exudativa blanda y pálida (PSE) y carne seca, firme y oscura (DFD) (Varnam y Sutherland 1995 y Charley 1995 citados por Condori, 2000)

pH en la carne

Los organismos animales necesitan de energía continuamente y la mayoría exceden en el consumo de sus requerimientos, este exceso es almacenado como reserva en forma de glucógeno principalmente en el hígado pero también se puede almacenar en los músculos, el cual tiene una estrecha relación con el descenso del pH después de la muerte del animal. El almacenamiento del glucógeno es temporal porque en el ayuno de 24 horas bajan los niveles de azúcar, en la sangre casi a cero a pesar de la reserva de glucógeno (Maynard et al. 1981 citados por Condori 2000). Al respecto Limonta (1987), señala que el pH de la carne es de 7.3 a 7.5 después del sacrificio esta tiende a bajar dependiendo de la cantidad de ácido láctico producido durante la

glucólisis del glucógeno. El ácido láctico producido está en función de la cantidad de glucógeno presente en el animal al momento del sacrificio.

Cuando un animal muere se inician los procesos metabólicos en el músculo que altera su naturaleza de cuando era vivo. La circulación cesa y los músculos no obtienen energía ya que la actividad mitocondrial cesa ante la ausencia de oxígeno interno. Consecuentemente el glucógeno, se convierte en ácido láctico en anaerobiosis por glucólisis post mortem. El descenso del pH puede estar relacionado con la producción de lactato, aunque los iones hidrógeno generados provienen de la hidrólisis del ATP y no de la producción de lactato (Varnam y Sutherland 1995 citados por Condori, 2000).

En las carnes que presentan condición PSE (pálidas suaves y exudativas) según Mora *et al.* (1994) el pH baja bruscamente después del sacrificio, debido a que el animal no tuvo las condiciones adecuadas de matanza. Cuando existe algún tipo de manipuleo excesivo antes del sacrificio, el animal libera la hormona adrenalina que acelera el desdoblamiento del ATP, por ello ocurre una rápida glucólisis, produciendo mucho ácido láctico que causa el anormal descenso del pH. En las carnes DFD (oscuras firmes y secas) el glucógeno ha sido consumido totalmente lo que ocasiona un pH final por encima de lo normal.

Aldana (1984) indica que el proceso de acidificación se debe a la transformación enzimática del glucógeno muscular en ácido láctico. El proceso de transformación continúa incluso a temperaturas comprendidas entre los 0 °C y a los 6 °C aunque sufriendo una cierta atenuación a temperaturas inferiores a 0 °C. El pH, desde el punto de vista higiénico y sanitario, tiene importancia porque si las carnes que tienen pH final, neutro o alcalino es un estado favorable para el desarrollo y multiplicación de los microorganismos sobre todo los de putrefacción, por otro lado constituyen un peligro para el consumo y perjuicios económicos para la industria cárnica.

En la carne de camélidos, Condori (2000), demostró que la covariable temperatura y el peso inicial no influyen en el pH de la carne. La condición de castrado no influyen en el pH final de la carne, sin embargo existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el factor edad a las 48 horas después de la muerte del animal.

En la Tabla 3 se presentan los valores promedios de pH a diferentes tiempos después de la muerte. Los valores promedio obtenidos son: a 1 hora el pH = 6.71 y a las 24 horas pH = 5.59, valores similares a los reportados por Penny (1984) y Visier (1980), que coinciden en establecer un valor de pH = 5.5 a 24 horas para carnes rojas en general.

Tabla 3. Valores de pH en carne de llamas, a diferente tiempo, edad y condición.

| Edad (Meses) | Tiempo (Horas) | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| | 1 ^{ns} | 6 ^{ns} | 12 ^{ns} | 24 ^{ns} | 48 ^{**} |
| 16 | 6.60 | 6.52 | 5.91 | 5.64 | 5.59 ^ψ A B ^ψ |
| 19 | 6.67 | 6.49 | 5.96 | 5.55 | 5.52 B |
| 22 | 6.75 | 6.47 | 5.89 | 5.57 | 5.54 B |
| 25 | 6.83 | 6.67 | 6.15 | 5.62 | 5.64 A |
| Media | 6.71 | 6.53 | 5.97 | 5.59 | A=5.61 B= 5.55 |

** = Diferencias altamente significativas para el factor edad ($P < 0.01$); ns = Diferencias no significativas ($P > 0.01$). ^ψ : Letras iguales no tienen diferencias significativas ($P > 0.01$). Fuente: Condori (2000).

De acuerdo a la Figura 2, los valores de pH obtenidos hasta las 24 horas, según Condori *et al.* (2003), son similares a la tendencia de la curva de pH normal, presentada por Mora *et al.* (1994). Con una leve diferencia a las 6 horas el pH de la carne de llama no presenta este descenso pronunciado. La caída del pH de 6.71 a 5.61 y después a 5.55 en 48 horas es una tendencia corroborada por Limonta (1987). Quien indica que los valores de pH después del faeneo varían dependiendo de la cantidad de ácido láctico producido durante la glucólisis el cual baja desde pH = 7,5 a 5,7. Al respecto Aldana (1984 citado por Condori 2000) reporta valores de pH = 5.8 a 5.6 al cabo de 48 horas para carne de bovinos.

El efecto no significativo ($P > 0.01$) del factor condición (castrado y sin castrar), para un pH final discrepa con Varnam y Sutherland (1995) citados por Condori (2000), quienes señalan que el pH final en vacunos es más alto en machos enteros que en los castrados.

Tomando en cuenta que las medidas se han efectuado en el músculo longissimus dorsi. Con estos resultados se establece que la carne de llama proveniente de una matanza adecuada presenta una evolución de pH normal que desde el punto de vista higiénico y sanitario, tienen una importancia económica ya que se encuentran dentro los rangos requeridos de un pH final bajo (5.55) hasta las 48 horas. Puesto que valores de pH cercanos a la neutralidad ($pH = 7$) o alcalinos ($pH > 7$), favorecen la reproducción de microorganismos entre ellos los de la putrefacción (Aldana, 1984).

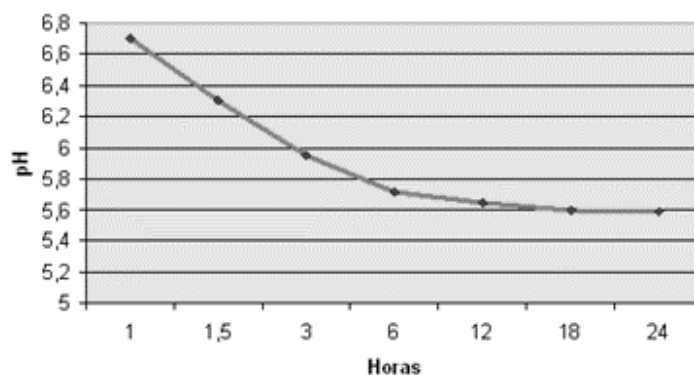


Figura 2. Curva de establecimiento del pH en carne de llama. Fuente: Condori et al. (2003).

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza de las mediciones de pH efectuados en diferentes tiempos después del faenamiento del animal. El análisis estadístico confirma que existe diferencias altamente significativas para el factor edad a las 48 horas y diferencias significativas para la interacción edad por condición.

Tabla 4. Análisis de varianza del pH.

| Variable | Edad | Condición | Edad *Condición |
|-----------------|------|-----------|-----------------|
| pH (a 1 hora) | NS | NS | NS |
| pH (a 6 horas) | NS | NS | NS |
| pH (a 12 horas) | NS | NS | NS |
| pH (a 24 horas) | NS | NS | NS |
| pH (a 48 horas) | ** | NS | * |

En la Tabla 5 se presentan los valores promedios de pH a diferentes tiempos después de la muerte del animal, el valor promedio obtenido a 1 hora es 6.71 y a 24 horas 5.59, este valor es corroborado por Penny (1984) que establece un valor de 5.5 a 24 horas.

Tabla 5. Valores de pH en carne de llama (enteros y castrados).

| HORA | pH |
|------|------|
| 1 | 6.71 |
| 6 | 6.54 |
| 12 | 5.97 |
| 24 | 5.59 |

Los valores de pH obtenidos hasta las 24 horas son consistentes con la curva de pH normal descrito por Mora *et al* (1994). De las pruebas de F y de la observación de la Tabla 6 se deduce que hay diferencias altamente significativas entre los efectos de las edades en la condición del animal, el efecto de la edad a_5 y a_3 son similares en la condición b_1 y b_2 de la misma forma hay diferencias en su comportamiento de la condición en cada una de las edades.

Tabla 6. Análisis de efectos simples para pH medida a las 48 horas.

| Fuente de variación | F(0.05) | F(0.01) |
|------------------------------|---------|---------|
| Efecto simple del factor A | | |
| Entre A en (b ₁) | * | ** |
| Entre A en (b ₂) | * | ** |
| Efecto simple del factor B | | |
| Entre B en (a ₂) | * | ** |
| Entre B en (a ₃) | Ns | Ns |
| Entre B en (a ₄) | Ns | Ns |
| Entre B en (a ₅) | Ns | Ns |

** : P < 0.01 NS: P > 0.01

El efecto de las edades a₅ en animales enteros hace que presente un pH alto por lo tanto mayor probabilidad a la descomposición en cambio en condición castrado a la misma edad el valor de pH es menor contrariamente en la edad a₂ el entero presenta menor valor de pH y el castrado es más susceptible a la descomposición. A la edad a₄ los animales presentan valores similares tanto en enteros como en castrados, a la edad a₃ en condición castrado se presenta el valor más bajo de pH.

De la inspección de la Figura 2 se puede inferir que los castrados y enteros a una edad a₂ presentan un valor de pH diferente y el castrado presenta el valor más alto, por lo tanto son carnes más susceptibles al desarrollo de microorganismos. Los enteros y castrados de 22 meses son los que presentan los valores más bajos de pH.

Capacidad de retención de agua

Una de las propiedades del músculo para retener agua tiene importancia en la apariencia de la carne antes de la cocción y su comportamiento durante la misma. Este aspecto da la impresión de jugosidad y de succulencia en el curso de la masticación de la carne. La sensación corresponde a la mayor o menor cantidad de líquido liberado por la carne pero además la impresión de succulencia está ligada a la "calidad del jugo exprimido". La capacidad de retención de agua después de la muerte del animal, generalmente disminuye a través de exudaciones (Visier, 1980).

Visier (1980) menciona que la capacidad de retención de agua evoluciona después de la muerte del animal, generalmente disminuye a través de exudaciones. Para Mora et al. (1994) la capacidad de retención agua depende de la cantidad de ATP que contiene la carne. Cuando la carne se encuentra en etapa pre-rigor, existe abundante ATP que mantiene separados la actina y la miosina creando un espacio libre entre el filamento grueso y delgado, en este espacio se almacena agua. Cuando alcanza la rigidez cadavérica, el pH declina y el ATP se consume gradualmente, se combina la miosina con la actina y forman el complejo actomiosina. Consecuentemente los músculos se contraen y se tornan firmes, rígidos y los espacios entre los filamentos gruesos y delgados se acortan y así se reduce la capacidad de retención hídrica.

La capacidad de retención hídrica es mínima en el punto isoelectrico (PI) de las proteínas; el PI es el pH en el cual todos los grupos de las cadenas laterales están cargadas eléctricamente. En el pH el número de cargas positivas es igual al número de cargas negativas y se sitúa en un rango de pH = 5.0 y 5.4 coincidiendo con la rigidez cadavérica establecida (Mora et al., 1994).

Para la carne de llama la capacidad de retención hídrica, presenta diferentes valores de acuerdo al momento de la medición así en la Figura 3 se observa que la mayor capacidad de retención de agua para carne de llamas enteros y castrados de 19 y 22 meses de edad se presenta en al cabo de una hora con un valor promedio de 59.99% de retención de agua que posteriormente desciende hasta un valor promedio de 51.26% a las 6 horas y un pH de 6.53 (Condori 2000). El valor de la capacidad de retención hídrica para el periodo señalado, para carnes rojas en general, se encuentra alrededor del 51%.

En llamas de 16 y 25 meses de edad, el valor promedio es 49.67% a una hora, después este asciende hasta las seis horas presentando un valor de 51.26%. A partir de las 6 horas no existen diferencias para el factor edad, presentando un leve descenso a las 48 horas (Condori *et al* 2003). La diferencia de la capacidad de retención hídrica a diferentes edades se atribuye al desigual contenido ATP antes del sacrificio. Se señala esto, porque esta depende de la cantidad de ATP que queda en la carne, por que el ATP tiene la acción de separar la miosina de la actina produciendo un espacio libre donde se retiene el agua (Mora *et al.*, 1994).

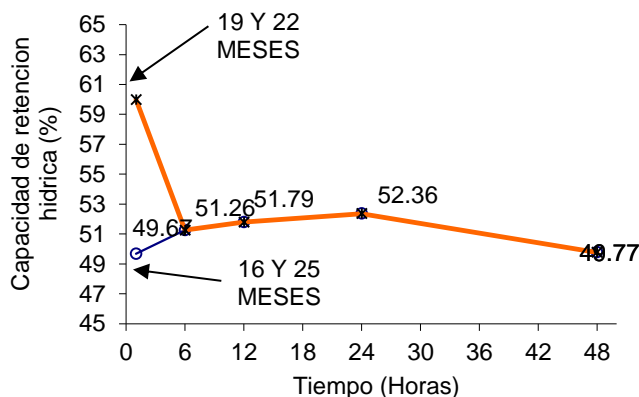


Figura 3. Capacidad de retención hídrica en carne de llamas para enteros y castrados medidos a diferentes tiempos. Fuente: Condori *et al.* (2003).

Capacidad de Retención hídrica

En la Tabla 7 se presenta el análisis de varianza de la variable capacidad de retención hídrica.

Tabla 7. Análisis de varianza de la capacidad de retención hídrica.

| Componente | Edad | Condición | Edad * | Condición |
|--|------|-----------|--------|-----------|
| Capacidad de retención de agua (a 1 hora) | ** | NS | | NS |
| Capacidad de retención de agua (a 6 hora) | NS | NS | | NS |
| Capacidad de retención de agua (a 12 hora) | ** | NS | | NS |
| Capacidad de retención de agua (a 24 hora) | NS | NS | | NS |
| Capacidad de retención de agua (a 48 hora) | NS | NS | | NS |
| Capacidad de retención de agua (a 72 hora) | NS | NS | | NS |

** : $P < 0.01$ NS: $P > 0.01$

En la Tabla 8 se presentan los valores promedios del porcentaje de la capacidad de retención hídrica de muestras extraídas del músculo largo dorsal de la carcasa de llama.

Tabla 8. Valores promedios de la capacidad de retención hídrica en porcentaje

| Edad | Tiempo (horas) | | | | | |
|------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 6 | 12 | 24 | 48 | 72 |
| 16 | 49.09 | 49.18 | 49.3 | 51.17 | 49.8 | 53.76 |
| 19 | 59.07 | 53.55 | 54.64 | 54.89 | 53.44 | 47.59 |
| 22 | 60.52 | 54.68 | 53.42 | 52.72 | 48.94 | 51.53 |
| 25 | 50.53 | 48.16 | 49.78 | 50.68 | 46.9 | 48.79 |

De la prueba de comparación de medias para el factor edad con respecto a la capacidad de retención hídrica efectuados a un tiempo de 1 hora después de la muerte del animal, se establece que la mayor capacidad de retención hídrica se presenta en animales de 19 y 22 meses de edad en la prueba efectuada a 12 horas después del sacrificio se determinó que la mayor capacidad de retención hídrica se presenta en animales de 19 meses de edad sin distinción de la condición.

Al examen de la Figura 3 se observa que la mayor capacidad de retención de agua en animales de 19 y 22 meses de edad se presenta a los momentos que siguen al sacrificio determinándose al cabo de una hora un valor promedio de 59.99% de retención de agua que posteriormente desciende hasta 51.26% a las 6 horas este resultado es consistente con lo señalado por Visier (1980) para carnes rojas en general.

Los animales de 16 y 25 meses de edad presentaron el valor promedio para una capacidad de retención de agua de 49.67% a una hora el cual asciende hasta las seis horas presentando un valor de 51.26%. A partir de las 24 horas no existen diferencias para el factor edad, presentando un leve descenso hasta las 48 horas, posteriormente tiende a permanecer constante.

En la Figura 4, se observa que al examen físico de la carcasa este alcanza la rigidez cadavérica en un periodo de 16 a 20 horas momento en el cual el pH tiene un valor de 5.8, y culmina cuando las articulaciones vuelven a ser flexibles a la presión que ocurre de 36 a 48 horas a una temperatura promedio ambiental de 15.29°C, la presión ocasiona la rotura del complejo actomiosina de acuerdo a Varnam (1995) este periodo es un estado en el que la maduración de la carne ha concluido.

Rigidez cadavérica

La rigidez cadavérica se define como la muerte de los músculos, que se presenta inmediatamente después del sacrificio, un estado de flacidez elástica y relajada, posteriormente se tornan duras e inextensibles. Transcurrida algunas horas de su iniciación, la rigidez desaparece, entonces los músculos se tornan nuevamente flácidos y deformables (Aldana 1984 citado por Condori et al., 2003), cuya velocidad de aparición según Visier (1980) está influenciada por la caída de pH, destrucción del ATP, contenido de glucógeno y la temperatura de la carne. Cuando la rigidez esta instaurada en los músculos, comienza la verdadera maduración de la carne. Según Varnam y Sutherland (1995), una consecuencia del cese de la glucólisis después de la muerte y del descenso de los niveles de ATP y ADP, es la rigidez cadavérica y cuya velocidad de la glucólisis está afectada por numerosos factores como el genotipo, la edad, especie, tipo de músculo y otros factores externos como la aplicación de drogas y temperatura.

La rigidez no se manifiesta en todos los músculos al mismo tiempo si no que transcurre por etapas y en un orden. Comienza por los músculos del cuello, tronco, extremidades anteriores y finalmente en las extremidades posteriores. Se comprueba la rigidez cadavérica tratando de flexionar los músculos del brazo y la espalda, en la canal. Cuando la rigidez cadavérica esta instaurada esta operación no es posible realizar (Aldana, 1984 citado por Condori et al., 2003).

La carne caliente en general presenta un pH = 6,2 lo que también favorece la cohesión del agua, y grasas además que existe una concentración limitada de ATP, esto en vacunos sucede a las 4 horas y en cerdos a 1 hora. La capacidad de cohesión se traduce en la facilidad de disolución de las moléculas cortas de actina y miosina que se mantienen separadas por contener aún ATP en el tejido muscular. Esta propiedad se puede aprovechar para la transformación de la carne en embutidos (Lieven, 1985).

Al examen físico de los músculos del brazo y la espalda de las carcasas de llama Condori (2000) observó que la rigidez cadavérica es instaurada por completo entre 16 a 20 horas transcurridas después de la muerte del animal (Figura 4) y un pH que fluctúa entre 5,78. Este resultado es similar al señalado por Penny (1984) y Charley (1995) quienes coinciden en mencionar que la rigidez se instaura aproximadamente hasta las 24 horas en vacunos y mucho menos tiempo en cerdos y según Téllez (1992) el pH puede descender hasta un pH = 5.4. Se ha comprobado que cuando se establece la rigidez cadavérica se produce una disminución de la flacidez de la carne (Penny 1984 citado por Condori 2000). La rigidez cadavérica culmina cuando las articulaciones vuelven a ser flexibles a la presión (Aldana 1984). En la carcasa de llama ocurre de 32 a 42 horas después de la muerte del animal.

La rigidez cadavérica en carcasas de llama tiene una duración entre 16 a 22 horas, resultado similar a los reportados por CISA (1996) que señala una duración entre 20 a 24 horas. Después de este tiempo la presión ejercida en las articulaciones de la carcasa rompen el complejo actomiosina que de acuerdo a Varnam y Sutherland (1995) citados por Condori (2000) es el período en el que la maduración de la carne ha concluido. Lo que quiere decir que la carne esta lista para su consumo en fresco.

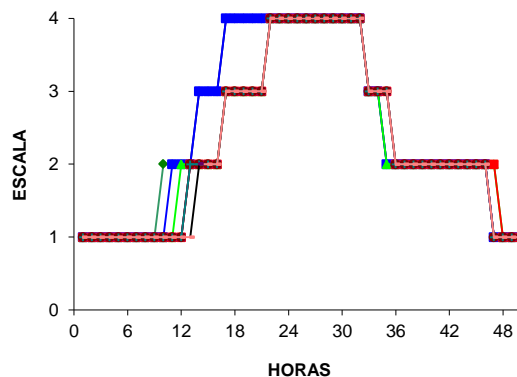


Figura 4. Exámenes físicos de la rigidez cadavérica en carcasa de llamas enteros y castrados efectuados a diferentes tiempos.

CM: Articulación de la espalda y brazo de carcasa con movimiento (CM) (carne en caliente)

LM: Articulación de la espalda y brazo con leve movimiento (LM) (pre rigidez)

MLM: Articulación de la espalda y brazo de carcasa con muy leve movimiento (MLM) (pre rigidez)

SM: Articulación de la espalda y brazo sin movimiento (SM) (instauración de la rigidez cadavérica)

Glicolisis post mortem

La glicolisis es un proceso anaeróbico irreversible, que ocurre cuando el oxígeno es permanente removido del músculo del animal muerto. La secuencia química que sigue al glicógeno es la conversión esencialmente en ácido láctico, tanto en post mortem o en vivo, ante la ausencia del oxígeno temporalmente comienza la inadecuada provisión de energía al musculo, excepto cuando el animal haya sufrido un proceso de inanición o ejercicio antes de la matanza, en este caso se puede apreciar la disminución de reservas de glicógeno en el musculo.

La conversión de glucógeno en ácido láctico continua hasta que el pH desciende, y los enzimas provocan una ruptura lo que la inactiva. En los mamíferos el pH está alrededor de 5.4 a 5.5, y a estos niveles el glucógeno es considerado ausente (Bate – Smith Lawrie, 1955)

En la canal y en varios músculos de esta, se pueden tener diferentes valores de temperatura post mortem, esto se relaciona con la temperatura del medio del medio, como resultado de estos valores la glicolisis post mortem, tiene la tendencia de que exista una mayor glicolisis cuando la temperatura es menor y viceversa.

La glicolisis es un proceso donde el musculo comienza a distenderse, es importante hablar del proceso de rigor mortis que recientemente es tomado en cuenta. El rigor mortis tiene una alta correlación con la desaparición del ATP del músculo. En ausencia del ATP, la actina y la miosina, combinan un cambio rígido a actomiosina, la que comprende los siguientes periodos (fase de inicio y fase rápida), en el primero mantiene un bajo nivel. El tiempo del proceso de la fase rápida o de rigor mortis, depende directamente de los niveles de ATP (temperatura), inmediatamente después del periodo de post mortem, es donde comienza el periodo no contráctil, con bajos niveles de ATPasa activando la miosina.

El nivel de ATP puede ser mantenido por algún tiempo por una resíntesis de ADP y Creatina fosfato (CP) donde las reservas de CP son utilizadas en la glicólisis post mortem y puede resíntetizar ATP, pero este es inactivo y no cubre los niveles que faltan, esto pasa generalmente con pequeñas cantidades de glicógeno, con este glicógeno de resíntesis de ATP que proviene de la glicólisis no mantiene los niveles suficientemente altos y se prevé la formación de actomiosina (Lawrie, 1985).

Conociendo la temperatura inicial de almacenamiento del glicógeno y los niveles iniciales de ATP y CP, el tiempo del proceso de rigor mortis, puede ser precedido por el proceso de rigor mortis y acompañado por el proceso de capacidad de retención de agua, más el pH y la desnaturalización de las proteínas sarcoplasmáticas. Cuando el rigor mortis comienza con elevado pH y una menor capacidad de retención de agua, es cuando desaparece el ATP y comienza la formación de actomiosina.

Relación entre pH, capacidad de retención de agua y rigidez cadavérica

Existe una estrecha relación entre la capacidad de retención hídrica, pH y la rigidez cadavérica. Según Mora et al (1994) citado por Condori *et al* (2003) señala que cuando se establece la rigidez cadavérica la carne alcanza la mínima capacidad de retención hídrica en el punto isoeléctrico de las proteínas. Este punto es el pH en el cual todas las cargas en la carne están equilibradas siendo las cargas positivas igual a las negativas, en general las carnes presentan un pH de 5 a 5.4 en este punto.

Tomando en cuenta este aspecto en la carne de llama se alcanza la rigidez cadavérica a un pH de 5.78 el cual es levemente superior al reporte del autor anteriormente mencionado. Sin embargo no coincide con la mínima capacidad de retención hídrica, la diferencia se atribuye al tipo de músculo utilizado para la determinación de este parámetro (Condori, 2000). El establecimiento de la rigidez cadavérica se manifiesta dependiendo del tipo de músculo, por lo tanto no es igual para músculos de la pierna comparados con músculos del lomo (Aldana 1984).

Maduración de la carne

La suavidad de la carne es un factor muy importante que afecta a la calidad, la suavidad aumenta con la maduración durante el almacenamiento (desarrollo de la rigidez cadavérica). Los factores más importantes que están implicados en la velocidad del ablandamiento es la proteólisis y el aumento de la presión osmótica después de la muerte del animal (Varnam y Sutherland, 1995 citado por Condori, 2000). A este proceso la temperatura tiene un efecto importante para la velocidad de ablandamiento de la carne según Penny (1984) la elevada temperatura de almacenamiento aumenta la velocidad de ablandamiento, sin embargo esta velocidad varía en las distintas especies.

La maduración de la carne está íntimamente relacionada con la fragmentación de las miofibrillas consecuentemente con el ablandamiento de la carne. El debilitamiento de la estructura miofibrilar como resultado de la degradación de los discos Z es un factor importante en la reducción de la dureza en el proceso de maduración (Penny, 1984).

La conversión de los músculos en carne

Los términos de carne y músculo son diferentes porque existe distinción entre ellos pero no son bien enfatizados, Carne refleja la estructura química y natural de los músculos pero después del proceso de post mortem, aspectos que detallan una serie de cambios químicos y bioquímicos, iniciados en un animal muerto, son los detalles de la conversión de músculo a carne (Lawrie, 1985). Otro concepto de carne lo define como un producto animal usado en la alimentación; en la práctica esta definición es restringida a más de 3000 especies de mamíferos, en la cual están incluidas a parte de los músculos, los órganos como el hígado los riñones, las membranas y otros tejidos. Se debe considerar una gran variabilidad en las propiedades de la

carne, así como refleja diferencias en la composición y condición del tejido muscular durante el proceso post mortem aspecto que es gradual y bien conocido Lawrie (1985).

Cambios bioquímicos en el músculo durante la maduración

La maduración de la carne comienza cuando el músculo entra en rigor y se liberan iones de Ca^{+2} del retículo sarcoplasmico. Cuando la concentración de Ca alcanza un nivel elevado se activa el CAF (proteasa neutra activada por el Ca) que ataca lentamente a la troponina T y a las proteínas de la región de la línea Z. Con el paso del tiempo, la degradación de las proteínas se hacen notorias y se alteran las propiedades de cohesión de las proteínas miofibrilares. Estos cambios en la organización miofibrilar acompañan a una reducción considerable de la dureza (Penny 1984). Al respecto Varnam y Sutherland (1995) citados por Condori (2000), señalan que la desaparición de la troponina T y la degradación de la desmina son indicadores de que se producen alteraciones estructurales en la miofibrilla así como en el disco Z. Específicamente, la degradación de la desmina conduce a la fragmentación de las miofibrillas. La degradación proteolítica de las proteínas de las miofibrillas musculares es el principal mecanismo de ablandamiento de la carne.

En el ablandamiento se ha demostrado la actividad de dos enzimas, las calpainas (proteínas activadas por el Ca) y cistein-proteinasas lisosomales (catepsinas) frente a la miofibrilla. Las calpainas son más activas a un pH por encima de 6 mientras que las catepsinas son más activas a valores de pH más bajos. Por esta razón, se deduce que las calpainas activadas por la liberación de los iones Ca, desde el retículo sarcoplásmico, son más importantes durante las primeras etapas de la glucólisis. Las catepsinas liberadas de los lisosomas a pH ácido se convierten en las responsables de la proteólisis a pH por debajo de 6 (Varnam y Sutherland, 1995 citados por Condori, 2000).

Existe degradación de la miosina a temperaturas superiores a 15 °C, por esta razón, se ha postulado que las calpainas son responsables de la proteólisis durante la maduración a bajas temperaturas. Las catepsinas son las más importantes durante la maduración prolongada a elevadas temperaturas sin embargo es probable que la acción de las dos enzimas sea sinérgica (Varnam y Sutherland, 1995 citados por Condori, 2000).

El efecto de la edad y castración en la calidad de la carne

Inchausti y Ezequiel (1980) citados por Condori (2000) indican que en la calidad de la carne de bovino (*Bos taurus*) influye la edad, a mayor edad el tejido muscular adquiere mayor firmeza, y por lo tanto la carne resulta menos tierna. Los animales de 18 a 36 meses en razas precoces proporcionan carnes de mejor calidad. Sin embargo, los animales de mayor edad pueden brindar carne de buena calidad aunque más dura por el mayor ejercicio. En este caso la grasa no es intersticial sino de cobertura o depósito.

Por otro lado la edad cronológica a la que el ganado alcanza la maduración fisiológica no es constante ni fija. En becerros, el crecimiento muestra una pronta maduración y uniformidad hasta los 14.5 meses. A medida que el crecimiento esquelético y muscular se hace más lento, la acumulación de grasa se incrementa. Al aumentar la grasa de depósito disminuye la porción comestible de la canal por tanto a mayor edad mayor grasa de depósito (Neuman 1989 citado por Condori 2000). Además la carne de animales viejos llega a ser de menor calidad en cuanto a ternura y composición de grasa y se destina a la elaboración de productos cárnicos transformados (Varman y Sutherland, 1995). En una experiencia propia Rivera et al. (1996) citado por Condori (2000) señala que la carne de camélidos viejos de preferencia está destinado a la elaboración de charque y la carne de ganado joven es destinada al consumo en fresco.

En cuanto a la castración de los machos es un hecho muy conocido que las características organolépticas de la carne cambian con la edad de los animales faenados pues el sabor de la carne puede ser influenciado por la presencia de feromonas cuando los machos llegan a la madurez sexual, los cuales están ausentes en machos castrados (Gerken, 1998). Se ha encontrado en una prueba de degustación (panel test) realizada con

carne de llamas castrados y sin castrar faenados a los 25 meses de edad, que existe preferencias de los degustadores (sin entrenar) hacia la carne de animales castrados (Gerken et al., 2000).

Composición química y bioquímica de la carne

Análisis químico de la carne

El análisis estadístico confirma que existe una diferencia altamente significativa para el factor edad para todas las variables de respuesta consideradas en el análisis químico de la carne. En la Tabla 9 se presenta el análisis de varianza y el efecto de los diferentes factores en estudio.

Tabla 9. Análisis de varianza de componentes químicos de carne de llama

| Componente | Edad | Condición | Edad*Condición |
|------------|------|-----------|----------------|
| Humedad | ** | NS | NS |
| Ceniza | ** | NS | NS |
| Grasa | ** | NS | NS |
| Proteína | ** | NS | ** |
| Colesterol | ** | NS | NS |

** : P < 0.01 NS: P > 0.01

El análisis de varianza de componentes químicos (Tabla 9) de la carne de llama refleja que no hay diferencias significativas para el efecto de condición y la interacción edad x condición en contenido graso, humedad, ceniza y colesterol, los resultados de los análisis de varianzas de los componentes químicos se observan en la Tabla 8.

En la Tabla 10, se reporta los valores del porcentaje de humedad en diferentes periodos de sacrificio. El promedio del porcentaje de humedad 71.49 es similar al reportado por Pinto (1975) 69.17%; y Vilca (1991) que hace un resumen de trabajos encontrando un rango desde 69,17% a 73.83%, para carne de llama.

De la prueba de comparación de medias para el factor edad se desprende que el mayor porcentaje de humedad se presenta a la edad de 13 meses y el menor porcentaje de humedad se presenta a la edad de 16 meses para enteros y castrados.

En la Tabla 9, se reporta los valores promedios de porcentaje de grasa, humedad, ceniza y colesterol, los resultados del porcentaje de grasa y ceniza en la carne de llama tiene un valor promedio de 3.6% y 1.42% respectivamente estos resultados son similares a los encontrados por Pinto (1975) 3.69% y 1.41% para grasa y ceniza respectivamente y también se encuentra en el rango de valores resumidos por Vilca (1991) 1.21% a 4.8% para grasa y 1.17 a 1.71% para ceniza; sin embargo los valores obtenidos por Torres (1998) para porcentaje de grasa 0.57% en carne de llama, discrepa con los datos hallados en el presente trabajo se atribuye esta diferencia marcada a la metodología empleada para la determinación de este componente.

Tabla 10. Valores promedios de componentes químicos de carne de llama.

| Edad (meses) | Grasa (%) | Humedad (%) | Ceniza (%) | Colesterol (mg/100g) |
|---------------|-----------|-------------|------------|----------------------|
| 13 | 3.29 | 74.28 | 1.99 | 54.75 |
| 16 | 5.10 | 68.42 | 1.22 | 56.25 |
| 19 | 2.89 | 71.53 | 1.20 | 43.00 |
| 22 | 3.10 | 71.53 | 1.27 | 68.79 |
| Media general | 3.60 | 71.49 | 1.42 | 55.70 |

De la prueba de comparación de medias en edades para el componente porcentaje de ceniza se deduce que a la edad de 13 meses la carne de llama presenta un mayor contenido de ceniza. De acuerdo a la comparación

de medias para el factor edad el mayor contenido de grasa se presenta a los 16 meses el cual tiene una diferencia altamente significativa con las demás edades.

En la Figura 5 se presentan los valores de % grasa y % de humedad observándose que a los trece meses de edad los animales presentan un valor promedio de porcentaje de humedad de 74,28 % para enteros y castrados, valores que disminuyen a los 16 meses contrariamente al contenido de grasa que tiende a aumentar en este periodo, a los 19 meses de edad la tendencia de ambas variables es opuesta y posteriormente tiende a estabilizarse.

Esta tendencia es consistente con Garnica (1993) quien indica que las proporciones de agua en los músculos es menor cuanto mayores sean los niveles de grasa, para alpacas, sin embargo el curso de la curva del porcentaje de grasa no coincide con la descrita por el mismo autor en relación a una mayor edad, mayor contenido de grasa en carne de alpaca. El aumento del valor de la variable porcentaje de grasa a los 16 meses se atribuye a la época de faena el mismo que coincide con una estación seca del año.

Los resultados del contenido de colesterol en carne de llama son presentados en el cuadro No. 9 el cual muestra un promedio de 55.7 mg/100g este resultado es similar al reportado por Garnica (1993) 56.49%, para alpacas y es inferior a la concentración promedio de 88.12 mg/100g para ovinos y 76.53 mg/100g para vacunos, valores reportados por el mismo autor.

De la prueba de comparación de medias para las edades se extrae que el mayor contenido de colesterol se encuentra a una edad de 22 meses y el menor contenido a una edad de 19 meses. En la Tabla 9, se aprecian diferencias altamente significativas entre edades con respecto al porcentaje de proteína. Además confirma las diferencias como altamente significativas para el efecto de la interacción edad por condición.

En la Tabla 10, se presentan los valores promedios de porcentaje de proteína a diferentes edades y la media general para la carne de llama, 24.64 y 25.69% para enteros y castrados respectivamente, estos valores son consistentes con los obtenidos por Pinto (1975) 24.82% de proteína y Vilca (1991) con 19.46 a 24.82%, sin embargo existe una leve diferencia con Torres (1998) que presenta un valor de 21.49% de proteína.

Tabla 10. Contenido de proteína en la carne de llama

| Edad (meses) | Contenido de proteína | |
|--------------|-----------------------|-----------|
| | Enteros | Castrados |
| 13 | 26.93 | 29.53 |
| 16 | 24.39 | 25.46 |
| 19 | 24.19 | 24.13 |
| 22 | 23.04 | 23.63 |
| Media | 24.63 | 25.68 |

De la prueba de comparación de medias para los tratamientos se deduce que el mayor contenido de proteína es a los 13 meses de edad para enteros y castrados y el menor contenido de proteína se registró a una edad comprendida entre 19 y 22 meses tanto para enteros y castrados esto significa que a medida que avanza la edad del animal el contenido proteico en la carne tiende a disminuir, esta aseveración coincide con lo señalado por Garnica(1993) quien indica que a mayor edad menor contenido de proteína en carne de alpaca.

El análisis de varianza (Tabla 9) muestra un efecto significativo para el factor condición y la interacción edad por condición, al análisis de los efectos simples de la interacción (Tabla 10) se obtiene los siguientes resultados.

La composición química de la carne corresponde a los nutrientes que posee en términos de porcentuales, la carne está constituida por el músculo estriado del animal que viene a ser, aproximadamente el 35% de su peso y que tiene las características que a continuación se expresan en las Tablas 11 y 12:

Tabla 11. Bromatología de la carne

| Componentes | | % |
|----------------------------------|--|---|
| Agua | | 75 |
| Proteínas | Miofibrilar | Misión, Actino, Conectan, Tropomiosin, Trponina |
| | Sarcoplasmatica | Gliceraldehidos fosfato dehydrogenasa, aldolasa, creatina kinasa mioglobina, emoglobina |
| | Tejido conectivo y organelas | Collageno, Elastina |
| Lípidos (Grasa) | Lipidos neutrales, Fosfolipidos, Ácidos grasos, Grasa soluble a sustancias | 2.5 |
| Carbohidratos | Ácido láctico, Glucosa 6 fosfato, Glicógeno, Glucosa | 1.2 |
| Sustancias no proteicas solubles | Nitrogenados | Creatina, Inosina monofosfato, Amino ácidos, Carnosine, Anserine |
| | Inorgánicos | Total fosforo soluble, Potasio, Sodio, Magnesio, Calcio, zinc, Metales traza |
| Vitaminas | Vitaminas hidrosolubles e liposolubles | Actin y miosin, son convinados como actomiosin En el proceso del rigor del musculo |

Fuente: Lawrie, 1985.

La composición química de la carne varía según la especie y las distintas partes de donde procede la carne, la musculatura contiene, en líneas generales la composición de la carne puede ser aproximadamente, como muestra la Tabla 11, 75% agua, 19% proteínas, 3.5% de sustancias no proteicas (Hidratos de carbono), 2.5% de grasa, 1% de minerales y escasas vitaminas, Lawrie (1985).

En la Tabla 12, se muestra que los porcentajes de componentes químicos, de los músculos específicos, y por especie, lo cual nos indica que estos componentes no solo varían de la carne de una especie a otra, sino que también varían de acuerdo al musculo, así como también la composición química es diferente en las vísceras.

Tabla 12. Composición química según zonas de la canal (%).

| Carne | Agua | Proteínas | Grasas | Minerales | Contenido Energético Kcal/100 g |
|-----------|------|-----------|--------|-----------|---------------------------------|
| Vacuno | | | | | |
| Dorso | 65.2 | 19.5 | 14.3 | 0.9 | 213 |
| Lomo | 67.6 | 20.8 | 9.8 | 1 | 176 |
| Solomillo | 73.1 | 21.2 | 4 | 1.2 | 124 |
| Pierna | 71.2 | 21.2 | 7.2 | 1 | 154 |
| Costillar | 58.7 | 19.2 | 20.3 | 0.9 | 268 |
| Garrete | 70.2 | 22.2 | 6.8 | 0.9 | 154 |
| Pecho | 59.6 | 17.9 | 22.1 | 0.8 | 278 |
| Espalda | 69.5 | 20.8 | 9.3 | 1 | 171 |
| Cordero | | | | | |
| Pierna | 64.5 | 17.4 | 17.3 | 0.9 | 232 |
| Chuletas | 55.9 | 16 | 26.8 | 0.8 | 314 |
| Espaldas | 62.8 | 17.1 | 19.2 | 0.9 | 248 |
| Cerdo | | | | | |
| Pierna | 59.8 | 17.7 | 20.2 | 0.9 | 260 |
| Chuletas | 60.4 | 16.4 | 21.7 | 0.9 | 269 |
| Espalda | 60.1 | 17 | 22 | 0.9 | 275 |

Fuente: Peny 1984.

Pinto (1975) y Vilca (1991) presentan un resumen de la composición química de la carne de llama obtenida por diferentes autores, mencionan valores promedios de la composición química de carne de llama de ambos sexos y diferentes edades y (Tabla 13).

Tabla 13. Composición química de carne de llama.

| Fuente | % proteína | % humedad | % grasa | % ceniza | % colesterol |
|--------------|--------------|---------------|------------|------------|--------------|
| Pinto (1975) | 24.82 | 69.17 | 3.69 | 1.41 | — |
| Vilca (1991) | 19.4 - 24.80 | 69.17 - 73.83 | 1.21 - 4.8 | 1.17 - 1.7 | 0.16 |

Fuente: Pinto, 1975.

Para la carne de llama Condori et al (2003) presenta los siguientes valores en muestras extraídas del músculo longissimus dorsi. El análisis químico se realizó en SELADIS. Los valores promedios de los componentes químicos de la carne de llama son presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Valores promedios de componentes químicos de carne de llama enteros y castrados a diferentes edades

| Edad (meses) | Enteros | | | | |
|--------------|-------------|------------|-----------|--------------|----------------------|
| | Humedad (%) | Ceniza (%) | Grasa (%) | Proteína (%) | Colesterol (mg/100g) |
| 13 | 74.77 | 1.97 | 3.25 | 26.93 | 54,75 |
| 16 | 69.19 | 1.20 | 5,56 | 24.39 | 57,50 |
| 19 | 71.44 | 1.12 | 3.03 | 24.19 | 43,00 |
| 22 | 71.98 | 1.25 | 3,19 | 23.04 | 68,78 |
| | | | Castrados | | |
| 13 | 73.79 | 2.01 | 3.32 | 29.53 | 58.33 |
| 16 | 68.45 | 1.23 | 4.65 | 25.46 | 56.66 |
| 19 | 71.62 | 1.16 | 2.75 | 24.13 | 41.33 |
| 22 | 71.50 | 1.29 | 3.01 | 23.63 | 81.47 |

Fuente: Condori (2000).

En la Tabla 15, se presenta el resumen del análisis de varianza y el efecto de los diferentes factores en estudio. El análisis estadístico confirma que existe una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) para el factor edad para todas las variables de respuesta consideradas en el análisis químico de la carne. No hay diferencias significativas para el efecto de condición e interacción edad por condición para el contenido graso, humedad, ceniza y colesterol. La covariable peso inicial no tiene efecto significativo ($p > 0.01$) en los componentes químicos de la carne (Condori, 2000).

Tabla 15: Análisis de varianza de los componentes químicos de la carne de llama de enteros y castrados

| Variables | Fuentes de variación | | |
|------------|----------------------|-----------|------------------|
| | Edad | Condición | Edad x Condición |
| Humedad | ** | Ns | Ns |
| Ceniza | ** | Ns | Ns |
| Grasa | ** | Ns | Ns |
| Proteína | ** | ** | Ns |
| Colesterol | ** | Ns | Ns |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). ns: Diferencias no significativas ($P > 0.01$)

Proteínas

Las proteínas ocupan un lugar preferente por sus características nutritivas, el porcentaje en las carnes resulta superior al de otros alimentos, especialmente los de origen vegetal. Las proteínas de las carnes se caracterizan por su extraordinaria digestibilidad, sin embargo, las proteínas de las vísceras, especialmente de riñón, bazo y pulmón resultan de digestión difícil.

Las proteínas desempeñan un mayor número de funciones intracelulares de todos los seres vivos. Forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.), desempeñan funciones

metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivación de materiales tóxicos o peligrosos, etc.). Definen la identidad de cada ser vivo en base a la estructura del código genético (ADN) y de los sistemas de reconocimiento de organismos extraños en el sistema inmunitario (Lawrie, 1985).

Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por largas cadenas lineales de aminoácidos. Existen unos 20 aminoácidos distintos, que pueden combinarse en cualquier orden. Una proteína media está formada por unos cien o doscientos aminoácidos. Según la secuencia de aminoácidos las propiedades pueden ser totalmente diferentes. Tanto los glúcidos como los lípidos tienen una estructura relativamente simple comparada con la complejidad y diversidad de las proteínas (Varam et al., 1995).

Cada especie animal o vegetal tiene su propio tipo de proteínas, incompatibles con los de otras especies, para asimilar las proteínas estas deben ser fraccionadas en sus diferentes aminoácidos. Esta descomposición se realiza en el estómago e intestino, bajo la acción de los jugos gástricos y los diferentes enzimas. Los aminoácidos obtenidos pasan a la sangre, y se distribuyen por los tejidos, donde se combinan de nuevo formando las diferentes proteínas específicas de nuestra especie.

Las proteínas del cuerpo están en un continuo proceso de renovación. Uno se degradan hasta sus aminoácidos constituyentes y otro se utilizan estos aminoácidos conjuntamente los obtenidos en la dieta para formar nuevas proteínas, en base a las necesidades del momento. A este mecanismo se le llama recambio proteico (Lawrie, 1985).

La proteína es imprescindible para el mantenimiento de la vida, es la principal causa del consumo energético en reposo, en ausencia de glúcidos en la dieta de la que proviene la glucosa, es posible obtenerla a partir de la conversión de ciertos aminoácidos en el hígado. El sistema nervioso y los leucocitos de la sangre no pueden consumir otro nutriente que no sea glucosa, el organismo puede degradar las proteínas de nuestros tejidos menos vitales para obtenerla, las proteínas específicas que se pueden encontrar en la carne son como se reflejan en la Tabla 16.

Cuando las proteínas son consumidas en exceso, los aminoácidos constituyentes son utilizados para obtener energía. A pesar de la versatilidad de las proteínas, los humanos no estamos fisiológicamente preparados para una dieta exclusivamente proteica. Estudios realizados en este sentido pronto detectaron la existencia de importantes dificultades neurológicas.

Garnica (1993a) indica que se requiere conocer muchos factores como la edad y el régimen alimenticio que influyen sobre la carne. A medida que el animal envejece, el porcentaje de proteína disminuye, sin embargo, las diferencias no son significativas. El porcentaje de proteína es menor en carnes grasas, que en las carnes magras. Para Varnam y Sutherland (1995) citados por Condori (2000) la calidad de la proteína en la carne es alta por los tipos y proporciones de los aminoácidos son similares a los que requiere el crecimiento y mantenimiento del tejido humano. De los aminoácidos esenciales para el hombre la carne aporta una cantidad importante de lisina y treonina y cantidades adecuadas de metionina y triptófano.

Tabla 16. Principales características de las proteínas en el músculo del esqueleto de mamíferos gr/100 gr de proteínas.

| Proteínas miofibrilares | 51.5 |
|-------------------------|------|
| Miosina | 27 |
| Astina | 11 |
| Tropomiosina | 4.3 |
| Troponinas | 4.3 |
| Proteína m | 2.2 |
| Proteína c | 1.1 |
| Alfa-actina | 1.1 |
| Beta-actina | 0.5 |

| | |
|---|------|
| Proteínas sarcoplasmática | 32.5 |
| Enzimas mitocondriales y prot. Solubles | 30 |
| Mioglobina | 1.5 |
| Hemoglobina | 0.5 |
| Citocromos, flavo proteínas | 0.5 |
| Proteínas del estroma | 16 |
| Colágeno tipo1 y reticulares | 8 |
| Elastina | 0.5 |
| Proteínas insolubles | 7.5 |

Fuente: Lawrie, 1985.

La carne en general contiene del 15 al 20% de proteína, el contenido graso varía de 5 al 40% dependiendo del tipo, raza, especie, alimentación y edad del animal. Los cortes magros de músculo son excelentes fuentes de fósforo y hierro, el contenido de agua es aproximadamente cerca del 75% (Charley, 1995).

En la Tabla 17, se presentan los valores promedios del contenido de proteína, que refleja una diferencia altamente significativas ($P < 0.01$) para el efecto de la edad y condición de los animales. No significativa ($P > 0.01$) para la interacción de edad por condición.

La prueba de comparación de medias (Duncan) de la Tabla 17, refleja que el mayor porcentaje de proteína se presenta en carne de llamas castrados de 13 meses de edad. Que presentan un valor promedio de 29.53%, de proteína, seguido de carne de llamas enteros de la misma edad que contienen 26.93% de proteína. La carne de los animales de 16 a 19 meses de edad entre castrados y enteros que no muestran diferencias significativas, presentan un valor promedio de 24.54% de proteína. Otro grupo de 16 a 22 meses de edad presenta un promedio de 23.87% de contenido proteico. Estos dos últimos valores son similares con los obtenidos por Pinto (1975) 24.82% de proteína en carne de llama y también se encuentra dentro del rango de valores resumidos por Vilca (1991) 19.46 % a 24.82%.

Tabla 17. Valores promedios del contenido de proteína en carne de llama enteros y castrados a diferentes edades

| Edad (meses)** | Condición** | Proteína (%) | |
|----------------|-------------|--------------|----------------|
| 13 | Castrado | 29.53 | |
| 13 | Entero | 26.93 | |
| 16 | Castrado | 25.46 | A ^Ψ |
| 16 | Entero | 24.39 | A B |
| 19 | Entero | 24.19 | A B |
| 19 | Castrado | 24.13 | A B |
| 22 | Castrado | 23.63 | B |
| 22 | Entero | 23.04 | B |
| PROMEDIO | | | — |
| | | | A = 24.54 |
| | | | — |
| | | | B = 23.87 |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); ^Ψ : Letras iguales no tienen diferencias significativas ($p < 0.01$)

Se evidencio una diferencia notable con otras especies como el vacuno (21,01%), ovino (18.91%), porcino (19.37%) y alpaca (21.88%), mencionado por Rivera et al. (1994) citado por Condori (2000) lo cual confirma una diferencia marcada a favor de la carne de llama. Otros valores hallados por Ramírez (1973) son 17.5% y 15,7 % de contenido proteico para vacuno y ovino respectivamente. Madueño y Leyva (1988) citados por Tichit (1991) indican valores de 21 y 17% de proteína para vacuno y ovino respectivamente. Por lo tanto queda nuevamente confirmado la superioridad de la carne de llama referente al contenido de proteína.

En la figura No. 5, se observa la tendencia del contenido de proteína de la carne de llama en enteros y castrados el cual presenta una marcada disminución a los 22 meses. Significa que a medida que avanza la

edad de animal el contenido proteico en la carne tiende a disminuir. Esta aseveración coincide con Garnica (1993a), quien señala que a mayor edad menor contenido de proteína en carne de alpaca.

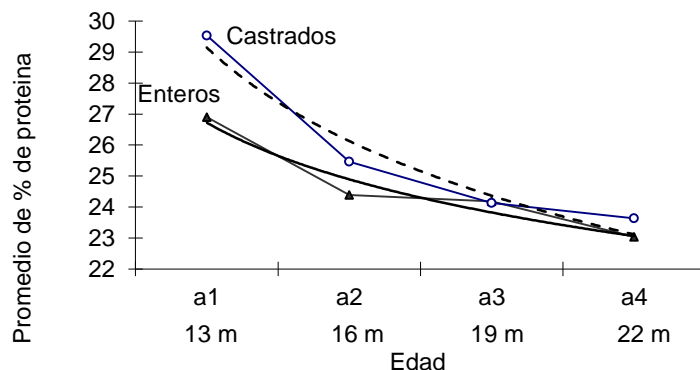


Figura 5. Tendencia de la curva del contenido proteico en carne de llamas.

$$\text{Ecuación ajustada de llamas enteros: } y = -6.8883\ln(x) + 44.2$$

$$\text{Ecuación ajustada de llamas castrados: } y = -11.162\ln(x) + 57.425$$

La relación observada entre la mayor ganancia de peso diario a los 14 meses de edad para enteros y castrados y el alto contenido proteico a los 13 meses de edad. Es corroborado por Di Marco (1993) quien explica que la ganancia de peso en animales jóvenes es debida a la mayor retención de proteína. En cambio en animales adultos la mayor ganancia de peso se debe al incremento de grasa de depósito en decremento de la retención proteica.

El alto valor proteico observado en animales jóvenes de 13 meses de edad se atribuye a una menor degradación de proteína. La cantidad de proteína retenida en el tejido muscular está en función del balance entre las tasas de síntesis y degradación, por lo tanto el mayor contenido no se debe exclusivamente a una mayor síntesis sino a una menor degradación. Este proceso de síntesis y degradación está controlado por hormonas específicas Di Marco (1993). Según Trenkle (1983) citado por el mismo autor indica que una de las funciones importantes de la somatotropina, una de las hormona del crecimiento, es favorecer la retención proteica sin alterar su degradación. El efecto de esta hormona es aumentar el transporte de aminoácidos dentro de las células y principalmente determina el tamaño de un animal, presumiblemente es una hormona que actúa en el crecimiento acelerado del animal joven.

Balance de nitrógeno

El componente máspreciado de las proteínas es el nitrógeno, con él podemos reponer las pérdidas obligadas que sufrimos a través de las heces y la orina. A la relación entre el nitrógeno proteico que ingerimos y el que perdemos se le llama balance nitrogenado. Debemos ingerir al menos la misma cantidad de nitrógeno que la que perdemos. Cuando el balance es negativo perdemos proteínas y podemos tener problemas de salud. Durante el crecimiento o la gestación, el balance debe ser siempre positivo.

El conjunto de los aminoácidos esenciales sólo está presente en las proteínas de origen animal. En la mayoría de los vegetales siempre hay alguno que no está presente en cantidades suficientes. Se define el valor o calidad biológica de una determinada proteína por su capacidad de aportar todos los aminoácidos necesarios para los seres humanos. La calidad biológica de una proteína será mayor cuanto más similar sea su composición a la de las proteínas de nuestro cuerpo. De hecho, la leche materna es el patrón con el que se compara el valor biológico de las demás proteínas de la dieta.

Lípidos

La Tabla 18, muestra los lípidos que se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 18. Clasificación de los lípidos.

| Ácidos grasos: | Saturados e insaturados |
|-----------------|---|
| Triglicéridos: | Esteres del glicerol más tres ácidos grasos |
| Fosfolípidos: | Esteres del glicerol más dos ácidos grasos |
| Sfingomielinas: | Esteres de ácidos grasos más P |
| Cerebrocidos: | Ácidos grasos más sfingosina |
| Esteroides: | Colesterol y derivados. Hormonas, ácidos biliares |

Aunque el contenido de grasas saturadas es variable en las diferentes especies todas, por su poder acidificante, puede ser perjudicial para quienes sufren trastornos hepáticos y renales, la Tabla 19 muestra la variabilidad del porcentaje de grasa, en la carne de diversas especies animales.

Tabla 19. Contenido de lípidos en carne de diversas especies.

| Especie | Porcentaje |
|---------|------------|
| Vacuno | 5 |
| Caballo | 2.5 |
| Cerdo | 21 |
| Cordero | 16 |
| Pato | 19.5 |
| Pollo | 3.5 |

Fuente: Charley 1995.

No existen diferencias significativas ($P > 0.01$), para el contenido de grasa, el análisis de varianza refleja que no existen diferencias para el efecto de condición y la interacción edad por condición. Sin embargo existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el efecto de la edad.

En la Tabla 20, se presentan los valores promedios del contenido de grasa y de acuerdo a la comparación de medias (Duncan) para el factor edad, el mayor contenido de grasa se presenta a los 16 meses (Tabla 20).

Tabla 20. Valores promedios del contenido de grasa en carne de llama a diferentes edades sin distinción de la condición.

| Edad (meses)** | Grasa (%) |
|----------------|---------------------|
| 13 | 3.28 A [†] |
| 16 | 5.10 |
| 19 | 3.06 A |
| 22 | 3.10 A |
| Promedio | A = 3.14 |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); [†]

Letras iguales no tienen diferencias significativas ($P < 0.01$).

Los valores promedios del contenido de grasa son de 3.14% para edades 13, 19 y 22 meses, similares a los reportados por Pinto (1975) 3.69 % para llamas de diferentes edades. También se encuentran en el rango de valores resumidos por Vilca (1991) de 1.21 a 4.8% de contenido de grasa en carne de llama.

El porcentaje de grasa promedio a los 16 meses es de 5.1 %, diferente a los valores señalados anteriormente por los dos autores. Sin embargo en forma general los valores obtenidos por Torres (1998) 0.57% para contenido de grasa en carne de llama discrepa sustancialmente con los datos hallados en el presente trabajo. Esta diferencia marcada puede atribuirse a la metodología empleada para la determinación de este componente.

En otras especies Rivera et al. (1996) citado por Condori (2000) menciona niveles de grasa de 4.84% para vacunos, 6.53% en ovinos, 5.13 % en alpacas y 20.06% para porcinos. La carne de llama presenta valores notablemente inferiores con excepción de aquellos animales de 16 meses (5.1%) cuyos valores se asemejan a la carne de alpaca y de vacuno.

El bajo nivel de grasa en la carne de llama se atribuye a las condiciones medio ambientales y la poca disponibilidad de alimento o poca vegetación en las zonas donde se desarrolla la crianza de este camélido. Es probable que esta situación tenga efecto en la composición química. Puesto que cuando el nivel nutricional disminuye en el ganado bovino, los niveles de grasa son las que se ven más afectadas, aunque mucho más que la proteína, por lo tanto el animal es más magro. Como consecuencia de ello se tiene menor grasa subcutánea y grasa intramuscular consecuentemente menor brillo de la carne Di Marco (1993). Esta podría ser la razón por la que la carne de llama tiene apariencia un tanto oscura y pálida ya que el color varía con la especie Rivera et al. (1994).

En la figura 6, se presentan los valores de porcentaje de grasa y porcentaje de humedad en la carne de llama conforme avanza la edad sin distinción de la condición. Se observa que a los trece meses de edad los animales presentan un valor promedio de 74.28 % de humedad para enteros y castrados. Valores que disminuyen a los 16 meses, contrariamente al contenido de grasa que tiende a aumentar en este período. A los 19 meses de edad la tendencia de ambas variables es opuesta y posteriormente tienden a estabilizarse.

La tendencia señalada coincide con lo que indica Garnica (1993a), que la proporción de agua en los músculos es menor cuanto mayor es el nivel de grasa en carne de alpacas. Existe una divergencia en cuanto al contenido de grasa respecto a la edad por que señala que a mayor edad, mayor contenido de grasa en carne de alpaca. Esta diferencia podría deberse al rango de edad de los animales de 18 a 53 meses de edad obteniendo valores de 2.75 a 3.13% de grasa.

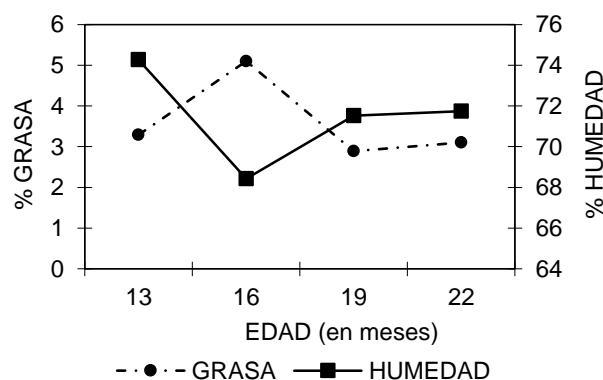


Figura 6. Análisis de la relación de grasa vs humedad en carne de llama de enteros y castrados con respecto a la edad.

El alto valor del porcentaje de grasa a los 16 meses se atribuye a la época de faeneo (mes de junio). Suponiendo que meses antes los animales estuvieron relativamente con buen forraje por la época lluviosa entonces llegaron al sacrificio con índices de alto contenido de grasa intramuscular. Esta afirmación es consistente con Di Marco (1993) quien señala que la alimentación es uno de los factores externos que puede afectar el contenido y distribución de la grasa.

Ácidos grasos

El cuerpo puede fabricar la mayoría de los ácidos grasos (componente de las grasas) que necesita (ácidos grasos no esenciales), por lo tanto no es preciso incorporarlos con los alimentos; pero hay un tipo de ácidos grasos que el cuerpo no puede fabricar y son los llamados esenciales, imprescindibles para una buena salud y que solo se puede obtener a través de la alimentación.

Se trata de las familias de omega-3 y omega-6, que necesita el cuerpo en poca cantidad, 15 gr/día, el equivalente a una cucharada sopera de aceite vegetal.

Funciones de omega-3 y omega-6: Forman parte de sustancias que actúan en todos los procesos corporales. Aseguran el crecimiento y desarrollo apropiado en infantes y niños. Forman parte de todas las membranas de las células. Intervienen en la regulación de los niveles del colesterol sanguíneo. Regulan la presión arterial. Disminuyen el riesgo de infarto y cáncer. Aumentan las defensas del organismo. Protegen la piel. Favorece la cicatrización de heridas. Se necesita para el buen funcionamiento hepático y renal (Varman y Sutherland 1995).

Los ácidos grasos omega-3 son más poli insaturados, se encuentran en cantidades importantes en las semillas de lino, pescados de mar, aceite de pescado, frutas secas y soja. La falta de omega-3 se asocia a problemas neurológicos, pérdida de memoria, hormigueo de brazos y piernas, disminución de la visión, baja las defensas del organismo, es decir, menor resistencia a las infecciones), aumenta el colesterol en sangre y retrasa el crecimiento en los niños.

Los omega-6 se encuentran en la mayoría de los aceites vegetales: maíz, sésamo, en el germen de trigo y las frutas secas. La falta de omega-6, puede manifestarse en problemas de piel: eczemas, dermatitis seborreica, pérdida anormal de cabello, problemas hepáticos, renales, cicatrización de heridas, puede afectar el sistema circulatorio, aumentando el colesterol sanguíneo, provocando hipertensión, endurecimiento y obstrucción de las arterias.

Grasa intramuscular, llamada también tejido adiposo que en conjunto son los esterios del glicerol y los ácidos grasos que llegan a ser el 99% de la grasa intramuscular, aunque otros tejidos metabólicos activos, tienen un considerable contenido de fosfolípidos e insaponificables constituyentes como el colesterol. Solo tres o cuatro ácidos grasos están presentes sustancialmente en la carne de los animales (oleico, palmítico, esteárico) y cuatro tipos de glicéridos, Berg (1978).

Tabla 21. Ácidos grasos de la carne cocida parte magra de diferentes especies animales

| Ácido Graso | Pollo | Cerdo | Cordero | Ternera | Pechuga y muslo |
|-------------|-------|-------|---------|---------|-----------------|
| 10:0 | 0.08 | 0.24 | 0.00 | - | - |
| 12:0 | 0.17 | 0.37 | 0.21 | 0.33 | 0.41 |
| 14:0 | 1.26 | 3.26 | 2.51 | 0.9 | 0.82 |
| 16:0 | 24.14 | 22.34 | 22.38 | 22.85 | 21.75 |
| 16 :1 | 3.44 | 3.42 | 4.39 | 4.97 | 5.75 |
| 18:0 | 12.07 | 4.28 | 13.18 | 8.28 | 7.39 |
| 18 :1 | 44.93 | 47.13 | 44.14 | 34.44 | 34.75 |
| 18 :2 | 9.39 | 6.23 | 9.41 | 19.54 | 22.16 |
| 18 :3 | 3.19 | 0.75 | 0.63 | 0.99 | 1.09 |
| 20 :4 | 0.67 | 0.73 | 2.30 | 1.99 | 1.78 |
| Otros AGS | - | 0.61 | 0.21 | 0.99 | 0.96 |
| Otros AGM | 0.75 | 0.37 | 0.63 | 1.66 | 1.23 |
| Otros AGP | 0.00 | - | 0.00 | 2.98 | 1.92 |
| Total AGS | 37.64 | 41.51 | 38.49 | 33.44 | 31.33 |
| Total AGM | 49.12 | 50.92 | 49.16 | 41.06 | 41.72 |
| Total AGP | 13.24 | 7.57 | 12.34 | 25.50 | 26.05 |

Fuente: Berg, 1978.

Los esterios del glicerol y los ácidos grasos llegan a conformar el 99% de la grasa intramuscular, aunque otros tejidos metabólicos activos, tienen un considerable contenido de fosfolípidos e insaponificables constituyentes como el colesterol. Solo tres o cuatro ácidos grasos están presentes sustancialmente en la carne de los animales (oleico, palmítico, esteárico) y cuatro tipos de glicéridos.

Tabla 22. Ácidos grasos presentes en la carne de llama.

| Ácido graso | C14 | C15 | C16 | C18 | C20 |
|-------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Entero | 0.061 | 0.036 | 0.3344 | 0.721 | 0.353 |
| Castrado | 0.062 | 0 | 0.309 | 0.663 | 0.358 |
| Media | 0.0615 | 0.018 | 0.3217 | 0.692 | 0.3555 |

Los ácidos grasos en la carne de llama reportados en el presente trabajo, de los cuales se indica un promedio para enteros y castrados el cual detalla en la Tabla 22 y que a diferencia de las carnes de otras especies animales de se puede apreciar que existen rangos como por ejemplo en el caso del ácido mirístico que va desde 0.9% en vacunos a 3.26% en el cerdo, o como en el palmítico que va de 22.34% en cerdos a 24.14 en pollos, así como para esteárico de 4.28% en el cerdo a 13.18% y el araquidónico que va de 0.67% en el pollo a 2.30 en el cordero.

Los rangos señalados anteriormente para ácidos grasos presentes en la carne de diversas especies, en referencia a la carne de llama como se puede apreciar en la Figura 6, estos no se encuentran dentro los rangos mencionado para otras especies, valores que están por muy debajo de la media de algunos ácidos grasos, donde el promedio más alto corresponde a ácido palmítico con un 0.32% y el más bajo para el ácido pantodecanoico con 0.18%.

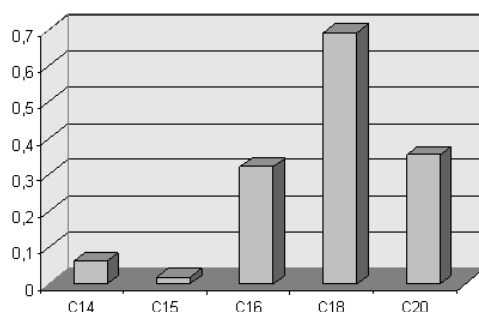


Figura 6. Porcentaje de ácidos grasos en la carne de llama.

Colesterol

Según Garnica (1993b), los problemas cardiovasculares en el hombre, es por alta concentración de colesterol en la alimentación. Las grasas saturadas de alimentos como las carnes, lácteos y yemas de huevo tienden a aumentar el colesterol en la sangre negativamente, en cambio las grasas no saturadas tienden a bajar el nivel. La carne de alpaca contiene una concentración baja de colesterol 56,49 mg/100g en comparación con ovinos de razas mejoradas que presentan un rango de valor de 70 a 105 mg/100g y en vacunos de 90 a 125 mg/100g según Bender (1973) citado por Garnica (1993b).

El análisis de varianza refleja que no existen diferencias significativas ($P > 0.01$) para el efecto de la condición e interacción edad por condición. Sin embargo existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el efecto de la edad. En la Tabla 20, se presentan los valores promedios del contenido de colesterol. De la prueba de comparación de medias (Duncan), en la Tabla 23, se puede notar que el mayor contenido de colesterol se encuentra en la carne de animales de 22 meses y el menor contenido en animales de 19 meses.

Tabla 23. Valores promedios del contenido de colesterol en carne de llama de diferentes edades sin distinción de la condición.

| Edad (meses) | Colesterol (mg/100g) | |
|--------------|----------------------|----------------|
| 13 | 56.54 | B ^Ψ |
| 16 | 57.08 | A |
| 19 | 42,16 | B |
| 22 | 74.79 | |
| Promedio | — | A = 56.81 |
| | — | B = 49.35 |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); ^Ψ : Letras iguales no tienen diferencias significativas ($p < 0.01$)

En general los resultados obtenidos en el presente trabajo son notablemente diferentes a los valores reportados por Vilca (1991) de 160 mg/100g para carne de llama. Diferencia que se atribuye al método utilizado para su determinación.

Sin embargo el valor promedio reportado en el presente trabajo es de 56.81 mg/100g en llamas de 13 y 16 meses de edad, similar al reportado por Garnica (1993b) 56.49 mg/100g para alpacas. En llamas de 19 meses de edad el contenido de colesterol es 42.16 mg/100g este valor es inferior al reporte del autor mencionado. El reporte señala sobre el rango del contenido de colesterol que va desde 56.54 mg/100g a 74.79 mg/100g de carne de llama a los 22 meses, este rango superior es similar al valor reportado por Garnica (1993b), para alpacas y el más bajo para vacunos de 76.53 mg/100g. Sin embargo es inferior comparado con la carne de ovinos que tiene un contenido de 88.12 mg/100g de colesterol valor reportado por el mismo autor.

Los niveles de colesterol en la carne de llama son los más bajos reportados en las especies domésticas, esta aptitud pueda deberse a la rusticidad del animal, la misma que no le permite la acumulación de grasa de cobertura e intramuscular, ya que son animales que utilizan la energía al máximo, lo cual no les permite esta acumulación, ya que deben buscar el alimento recorriendo muchos kilómetros y deben combatir las inclemencias del tiempo del medio de Los Altos Andes.

Contenido de Humedad

Para el contenido de humedad el análisis de varianza refleja que no existen diferencias significativas ($P > 0.01$) para el efecto de la condición e interacción edad por condición. Sin embargo existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el efecto de la edad.

Los valores promedios del contenido de humedad de la carne de llama a diferentes edades y la prueba de comparación de medias (Duncan), son reportados en la Tabla 24. El mayor contenido de humedad se presenta a la edad de 13 meses y el menor a los 16 meses para enteros y castrados respectivamente.

Tabla 24: Valores promedios del contenido de humedad en carne de llama de diferentes edades sin distinción de la condición.

| Edad (meses)** | Humedad (%) |
|----------------|----------------------|
| 13 | 74.28 |
| 16 | 68.82 |
| 19 | 71.52 A ^Ψ |
| 22 | 71.73 A |
| Promedio | Ā A = 71.62 |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); ^Ψ : Letras iguales no tienen diferencias significativas ($p < 0.01$)

La media del porcentaje de humedad es de 68.82% a los 16 meses, similar al reportado por Pinto (1975) de 69.17% para carne de llama. La canal de animales jóvenes presentan un valor de 74.28% a los 13 meses de edad y los animales de 19 y 22 meses presentan un promedio de humedad de 71.63% (Tabla 18). Valores que coinciden con los Vilca (1991) quien señala un resumen de trabajos, con un rango de 69.17 a 73.83%, para carne de llama.

Los valores obtenidos son similares a carnes de otras especies como en el vacuno y ovino 72.72 y 72.24 % respectivamente mencionado por Rivera et al. (1996). Existe una marcada diferencia con la especie porcina 59.18% mencionado por el mismo autor. Esta diferencia es confirmada por Madueño y Leyva (1988) citados por Tichit (1991) quienes reportan un valor de 47.5 % de humedad para carne de cerdo.

Contenido de Ceniza

En la Tabla 25 se presentan los valores promedios del contenido de ceniza. El análisis de varianza refleja que no existen diferencias significativas ($P > 0.01$) para el efecto de la condición e interacción edad por condición sin embargo existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el efecto de la edad.

De la prueba de comparación de medias (Duncan) para el componente porcentaje de ceniza se observa que a la edad de 13 meses la carne de llama presenta un alto contenido de ceniza (Tabla 25) el valor promedio alcanza 1.99 %.

Tabla 25: Valores promedios del contenido de ceniza en carne de llama de diferentes edades sin distinción de la condición

| Edad (meses)** | Ceniza (%) |
|----------------|---------------------|
| 13 | 1.99 |
| 16 | 1.21 A ^ψ |
| 19 | 1.14 A |
| 22 | 1.27 A |
| Promedio | A = 1.20 |

** : Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$);

^ψ : Letras iguales no tienen diferencias significativas ($p < 0.01$)

Los valores promedios del contenido de ceniza 1.2 % para edades 16, 19 y 22 meses son similares a los reportados por Pinto (1975) 1.41 % de ceniza. También se encuentra dentro del rango de valores resumidos por Vilca (1991), 1.11 a 1.71 % de ceniza.

El rango de contenido de ceniza de 1.2 % a 1.99 %, comparado con otras especies estas son superiores a los indicados por Ramírez (1973), quien menciona un valor de 0.8 % y 0.9 %, de ceniza para ovinos y vacunos respectivamente. Esta diferencia es atribuible a la mayor tasa de infiltración de grasa en la carne de ovinos y vacunos. Consecuentemente el porcentaje de ceniza es menor en Garnica (1993a).

En alpacas de 18 a 54 meses existe una disminución del contenido de ceniza de 1.23 % a 1.07 % de ceniza (Garnica 1993a), esta afirmación coincide con la tendencia de disminución observada de 1.9 a 1.2 % de ceniza en carne de llama del presente trabajo.

Vitaminas

Las vitaminas se clasifican: vitaminas liposolubles e hidrosolubles. El descubrimiento de la vitaminas se produjo a raíz de la observación de que, mientras que una dieta sintética (con carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales, exclusivamente) no mantenía el crecimiento de animales de experimentación, la adición de leche a la mezcla producía un alimento suficiente. El fraccionamiento de la leche permitió encontrar la fracción grasa como la acuosa, ambas indispensables (Bender, 1973).

No es fácil estimar las necesidades de cada vitamina, ya que éstas varían con factores como la edad, el peso, la situación fisiológica e incluso por la influencia de la dieta. La deficiencia severa de algunas vitaminas en la dieta da lugar a la aparición de enfermedades carenciales, que pueden ser muy graves.

Algunas enfermedades carenciales se observan con cierta frecuencia en poblaciones mal alimentadas, otras solamente se han observado en situaciones experimentales: La carencia de vitamina A produce defectos en la visión, y si esta carencia es muy severa, produce xeroftalmia (sequedad de la córnea) que puede terminar en ceguera. La carencia de vitamina D produce defectos en la calcificación de los huesos y, consecuentemente raquitismo (en los niños) u osteomalacia. Puesto que se sintetiza en la piel por la exposición a la luz solar.

La carencia de niacina produce la enfermedad conocida como pelagra. Enfermedad era muy frecuente en algunas poblaciones que basaban su alimentación en el maíz, ya que la niacina presente en él está en una forma no biodisponible.

La carencia de tiamina produce daños neurológicos, y en los casos más serios, la enfermedad conocida como beri-beri. Enfermedad apareció al modificarse los sistemas de descascarillado del arroz, ya la vitamina se concentra en la cascarilla, que en el sistema antiguo parte pasaba con el grano, con el nuevo se perdía totalmente.

La carencia de ácido fólico tiene como consecuencia la aparición de anemia megalobástica, enfermedad que se encuentra con cierta frecuencia entre las mujeres gestantes de los países subdesarrollados, ya que el embarazo aumenta mucho (se estima que alrededor del doble) las necesidades de esta vitamina en particular. La carencia de vitamina C produce alteraciones en la síntesis del colágeno, lo que da lugar al escorbuto. Esta enfermedad fue muy grave entre los marineros de siglos pasados, pero ahora prácticamente no se producen casos.

En los casos de las demás vitaminas. La vitamina K es sintetizada por la propia flora bacteriana, en cantidades más que suficientes para cubrir nuestras necesidades. La vitamina B12 se encuentra en los alimentos de origen animal, y es sintetizada también por las bacterias del tubo digestivo, aunque no está claro el grado de biodisponibilidad de esta última. Las situaciones carenciales están relacionadas o con problemas de absorción (la biotina, y la vitamina B12, en particular) o con dietas muy desequilibradas

Minerales

El porcentaje de cenizas en la carne de alpaca en forma general oscila entre 0.8 a 1.8 %. Se encuentran representadas por el fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, calcio, azufre, hierro y silicio. Además se encuentran otros oligoelementos en concentraciones bajas como el cobre, zinc etc. La importancia del Ca radica en la ocurrencia de la contracción muscular, en la rigidez cadavérica, en el proceso de maduración de la carcasa y en la capacidad de hidratación de la carne. El Fe participa activamente en la coloración de la carne (Garnica 1993a).

La carne contiene todas las sustancias minerales que son necesarias para el organismo humano, entre las que destacan el Fe y P. Aunque las especies animales no ofrecen diferencias significativas entre sí, en cuanto al aporte de los nutrientes minerales, cabe resaltar la riqueza en fósforo de la ternera y los animales de caza. Se ven las diferencias de composición entre diferentes tipos de carne en la tabla 26.

El Calcio componente fundamental de los huesos, participa en la transmisión nerviosa y forma parte de la estructura de varios enzimas. El Fósforo junto con el calcio forma la estructura de los huesos y diente, forma parte metabolismo en la obtención y transmisión de energía, mantiene y transmite el mensaje genético. El Potasio participa en la presión osmótica, especialmente en el interior de las células, y en la transmisión nerviosa. El Cloro interviene en el equilibrio iónico y osmótico. Forma parte del jugo gástrico. El Sodio participa en la presión osmótica en compartimentos extracelulares, en la transmisión nerviosa y en el equilibrio ácido-base. El

Magnesio forma parte de los huesos, es también necesario para la actividad de muchos enzimas, especialmente de aquellos que utilizan ATP. En estos enzimas, el Mg está unido realmente al ATP, y no al propio enzima.

Hierro forma parte de la hemoglobina y mioglobina. Almacena cantidades importantes de este elemento como reserva, asociado a una proteína llamada ferritina. Flúor forma parte de la estructura de los dientes y huesos, aunque no es un elemento estrictamente esencial. Zinc forma parte de bastantes enzimas, como la carbónico-anhidrasa o la fosfatasa alcalina. Cobre forma parte de algunos enzimas, como la tirosinasa. Manganeso forma parte de algunos enzimas, entre ellos la superóxido dismutasa mitocondrial. Selenio forma parte de la selenocisteína, un aminoácido peculiar, (equivalente a la cisteína, pero con azufre en lugar de selenio) presente en la glutatión peroxidasa. Molibdeno forma parte de un cofactor específico necesario para tres enzimas, entre ellos la xantín-oxidasa. Yodo su única función biológica es como componente de las hormonas tiroideas. Cobalto se encuentra exclusivamente formando parte de la vitamina B12. Cromo solamente interviene, en forma de Cr⁺⁺⁺, como constituyente del "factor de tolerancia a la glucosa" Existen otros elementos (silicio, boro, vanadio, estaño, arsénico y níquel) de los que no se conoce con precisión su función biológica, si es que la tienen, ni enfermedades carenciales en humanos, puedan desempeñar alguna función en nuestro organismo, Varman (1995). (el silicio, en el desarrollo óseo, el boro en el metabolismo del calcio).

Tabla 26. Componentes nutricionales de las carnes de distintos animales

| Nutrientes / 100 gr | Buey | Ternera | Cordero | Carnero | Cerdo |
|---------------------|------|---------|---------|---------|-------|
| Agua gr | 60 | 69 | 62 | 58 | 56 |
| Proteínas gr | 17 | 19 | 17 | 16 | 16 |
| Carbohidratos gr | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.5 |
| Grasas gr | 20 | 10 | 19 | 24 | 25 |
| Sodio mg | 70 | 35 | 80 | 90 | 60 |
| Potasio mg | 300 | 200 | 300 | 250 | 300 |
| Fosforo mg | 200 | 200 | 200 | 160 | 160 |
| Magnesio mg | 20 | 20 | 23 | 24 | 30 |
| Hierro mg | 3 | 3 | - | 2 | 2.5 |
| Calcio mg | 10 | 11 | 13 | 10 | 10 |
| Vitamina a mg | 0.02 | 0.02 | - | - | - |
| Vitamina d mg | - | - | - | - | - |
| Vitamina e mg | 0.3 | - | - | - | - |
| Vitamina b1 mg | 0.09 | 0.16 | 0.20 | 0.20 | 1 |
| Vitamina b2 mg | 0.2 | 0.25 | 0.1 | 0.25 | 0.2 |

Fuente: Varman, 1995.

Composición química de las vísceras de llama

En la antigüedad el consumo de las vísceras era de forma habitual, tal es el hecho que como por ejemplo el hígado era suministrado a las personas enfermas aunque en forma cruda. En los últimos años el consumo se ha atenuado, no solo por su difícil conservación, aunque son difíciles de digerir.

Las vísceras son los órganos y partes no musculares de los animales. Están constituidas por fibras más cortas, por lo que su masticación resulta más fácil. Su sabor es más fuerte que el de la carne. Existen dos grandes grupos: las vísceras rojas hígado y riñones y las vísceras blancas sesos, criadillas y tuétanos. Hoy día existe un menor consumo, debido fundamentalmente, al mayor poder adquisitivo de la población (Massi, 1987).

El valor nutricional de las vísceras, el hígado y los riñones tienen un valor nutricional semejante a la carne magra, aunque tienen menos grasa, más colesterol, más agua, más minerales sobre todo Fe, Cu y K, así como más vitamina B₁₂, A, D y C. Los sesos, criadillas y el tuétano tienen un alto contenido en grasas y colesterol, Tabla 27.

Tabla 27. Composición química según el tipo de víscera (%).

| Carne | Agua | Proteínas | Grasas | Minerales | Contenido Energético Kcal/100 g |
|----------------|------|-----------|--------|-----------|------------------------------------|
| Hígado | | | | | |
| Vacuno | 69.9 | 19.7 | 3.1 | 1.4 | 141 |
| Cerdo | 71.8 | 20.1 | 5.7 | 5.7 | 147 |
| Cordero | 70.4 | 21.2 | 4 | 4 | 131 |
| Riñones | | | | | |
| Vacuno | 76.1 | 16.6 | 5.1 | 5.1 | 122 |
| Cerdo | 76.3 | 16.5 | 5.2 | 5.2 | 125 |
| Cordero | 78.5 | 16.5 | 3 | 3 | 102 |
| Corazón | | | | | |
| Vacuno | 75.5 | 16.8 | 6 | 6 | 133 |
| Cerdo | 76.8 | 16.9 | 4.8 | 4.8 | 122 |
| Cordero | 72 | 16.8 | 10 | 10 | 169 |
| Lengua | | | | | |
| Vacuno | 66.8 | 16 | 15.9 | 15.9 | 223 |
| Cerdo | 65.9 | 15.1 | 18.3 | 18.3 | 240 |
| Cordero | 69.2 | 13.5 | 14.8 | 14.8 | 200 |

La importancia del análisis químico de las vísceras, tiene singular importancia, porque el consumo de las mismas se realiza cotidianamente dentro las poblaciones donde se crían las llamas. El resumen de las características químicas de los diversos órganos analizados se puede apreciar en la Tabla 28.

Tabla 28. Análisis bromatológico de órganos y vísceras de llama en fresco.

| Componentes | Unidad | Hígado | Estómagos | Intestinos | Pulmón |
|-----------------------|------------|--------|-----------|------------|--------|
| Humedad (100 - 105°C) | (%) | 72.83 | 66.12 | 78.30 | 80.13 |
| Grasas | (%) | 3.65 | 8.34 | 5.27 | 3.44 |
| Proteínas (x6.25) | (%) | 21.84 | 21.2 | 20.72 | 19.50 |
| Colesterol | mg/100g | 328.40 | 147.3 | 286.60 | 274.90 |
| Valor Energético | (Cal/100g) | 105.02 | 138.69 | 365.86 | 95.29 |

Hígado

Para el caso del hígado en particular, este órgano dentro un contexto general se puede decir que históricamente este órgano era recomendado para combatir la anemia y estados carenciales en general, en humanos por tanto esta víscera es apreciada por su gran contenido nutricional. Massi (1987) reporta los porcentajes de proteína del hígado de diversas especies, 21% para los bovinos, 23% porcinos, 19% ovinos, mientras que en el presente trabajo se reporta un 21.84% de proteína para el hígado de llama fresco, por tanto la misma se encuentra dentro los parámetros anteriormente mencionados para las otras especies.

Para el contenido de lípidos, el mismo autor reporta un rango de 4 a 5%, mientras que otros autores reportan rangos de 3.1% para terneros, 5.7% para porcinos y 4% para ovinos, para el caso de los camélidos sudamericanos, como la llama se reporta una media de 3.65 %, este porcentaje puede variar de acuerdo a la edad del animal, porque a mayor edad el animal el incremento o la acumulación de lípidos es mayor. El aporte de calorías en diversas especies se reporta rangos de 121 cal/100 gr en ovinos y de 137 cal/100 gr en porcinos, para el caso de las llamas se reportan una media 105.02 cal/100 gr, valor que es menor en comparación con las otras especies domésticas. Un componente importante es el colesterol que en otras especies se esta se encuentra en una media de 300 mg/100 gr, mientras que para el caso del hígado en el presente trabajo se reporta 328.40 mg/100 gr, valor alto que la media de otras especies domésticas. En el presente trabajo también se reportan datos del contenido de humedad para el hígado que es de 72.83%.

Sistema digestivo

Que anatómicamente se refiere a los tres compartimientos gástricos que presentan los camélidos sudamericanos. Massi (1987) reporta un 17.8% para el contenido de proteína en el ganado bovino, mientras que para el caso de las llamas se reporta un 21.2% de proteína, siendo un porcentaje mayor en favor de los camélidos. Para el caso de los lípidos el mismo autor, para bovinos indica un 6%, mientras que en el caso de las llamas se reporta una media de 8.34%. En el caso del aporte calórico para vacunos se reporta 122 cal/ 100 gr mientras que para las llamas se reporta una media de 138.69 cal/100 gr, para otros componente no se tiene referencias, pero los niveles encontrados en llamas señalan un 66.12% de humedad, el contenido de colesterol es de 147,3 mg/100 gr.

Intestinos

Conocida comúnmente como tripa que corresponde a los intestinos delgado y grueso. Massi (1987), reporta un valor de 15.8% para el contenido de proteína en el ganado vacunos, mientras el reporte del trabajo para llamas señala 20.72% existiendo una diferencia mayor a favor de las tripas de las llamas en el contenido de proteína. Para el contenido de lípidos el mismo autor y para la misma especie señala un 5%, un similar valor se reporta en el intestino de las llamas de 5.27%. También el mismo autor indica que el aporte calórico de las tripas en ganado vacuno es de 109 cal/100 gr, mientras que en presente trabajo podemos indicar que el aporte calórico es de 365.86 cal/100 gr sustancialmente mayor en favor de las llamas. Para el porcentaje de humedad se reporta 78.30%, el contenido de colesterol, alcanza un nivel bastante alto como es de 286.60 mg/100 gr

Los pulmones

En relación al análisis de los pulmones son escasos los reportes del análisis químico para este órgano, porque es poco requerido para el consumo, en la mayoría de los casos la demanda es por los órganos de animales muy jóvenes. Se reportan los siguientes análisis, el porcentaje de humedad es del 80.13 %, el contenido de lípidos es de 3.44%, las proteínas reportan una media de 19.50 %, el nivel del colesterol es de 274,90 mg/100 g, así como el aporte calórico es de 95 cal/100 g.

En base a los valores del porcentaje de proteína de la carne de llamas, para enteros y castrados se efectuó un ajuste de la curva mediante una función logarítmica. Tomando en cuenta el valor del coeficiente de determinación de la relación entre el contenido de proteína y la edad, se obtiene que $r^2 = 0.70$ y $r^2=0.85$ para llamas enteros y castrados respectivamente. Valores que indican que un 70 % y 85 % las variaciones del contenido de proteína en la carne es por la variación de la edad de los animales (Calzada, 1982).

Bibliografía

- Aldana, L. (1984). Tecnología de la carne y sus productos. Habana, CU. Editorial Pueblo y Educación. p. 23-33.
- Associazione Scientifica di Produzione Animale ASPA. 1971. Zootecnia y producción animal. Roma-Italia
- Ayala, C 1992. Estudio detallado de la incidencia de sarcocystiosis en el Altiplano de Bolivia. Seminario Internacional de Tres Zoonosis. Oruro-Bolivia
- Calzada, B.J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Lima, PE. Editorial MILAGROS S.A. p. 209-428, 560-592.
- Charley, H. (1995). Tecnología de alimentos: procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. México D.F. Limusa S.A.. p. 519-552.
- CISA (Coordinadora Inter-Institucional del Sector Alpaquero, PE); PRORECA (Programa Regional de Camélidos, BO). (1996). Propuestas tecnológicas para la producción y comercialización de carne de camélidos domésticos andinos. Arequipa, PE. p. 125-140.
- Condori, G. (2000). Determinación de la edad óptima de faeneo y evaluación de la calidad de la carne de llama. Tesis de grado. Facultad de Agronomía – UMSA, La Paz Bolivia.

- Condori, G., Ayala C., Renieri, C., Rodríguez, T. y Martínez, Z. (2003). Evaluación de las características físicas de la carne de llama en diferentes periodos de crecimiento. En Memorias del II Congreso Mundial de Camélidos Potosí- Bolivia. Primer Taller Internacional del Proyecto DECAMA Tomo II. Potosí Bolivia.
- Di Marco, O. (1993). Crecimiento y respuesta animal. 1 ed. Buenos Aires, AR. AAPA. p. 11 – 30.
- Garnica, P. J. (1993^a). Composición Química de la Carne. In Bustinza, V. ed. Carne de Alpaca. Puno, PE. EPG – UNA. p. 105-120.
- _____. 1993b. Concentración de Colesterol en la Carne de Alpaca. In Bustinza, V. ed. Carne de Alpaca. Puno, PE. EPG-UNA. p. 129-133.
- Gerken, M.; Rodríguez, T.; González, M.; Torres, Z.; Ayala, C.; Barreda, E.; Condori, G.: (2000). Evaluación de la calidad organoléptica de carne de camélidos, resultados de panel test en Perú y Bolivia. Simposium Internacional Camélidos Sudamericanos Domésticos. Seminario Final Proyecto Supreme, Arequipa – Perú.
- Gerken, M. (1998). Metodología de estudio y análisis de la calidad de carne de camélidos y análisis sensorial. In Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos (3), Seminario Proyecto SUPREME (1). Resúmenes. Córdoba, AR. UCCOR, PLANCAD, ENEA, CCE. p. 7-9.
- González, M. (1996). Experiencia de DESCO en la crianza de camélidos en Caylloma: perspectivas del desarrollo pecuario en Caylloma. In Crespi D. Marquina, R. eds. Construyendo Nuestro Futuro. Lima, PE. ERPB, USAID, FGCP, AECI. p. 118-244.
- Lieven, C. (1985). Aprovechamiento de la carne de llamas, alpacas y capibaras en regiones tropicales. Tesis de Ph. D. Alemania. Universidad Ludwig-Maximilian de Munich Facultad de Veterinaria. p. 34-38.
- Limonta, L. M. (1987). Análisis de la carne y sus productos. Habana, CU. Editorial Pueblo y Educación. p. 30
- Martínez, F. J; Alzerreca, H. (1983). Evaluación del rendimiento en carcasa de alpacas (*Lama pacos*) en la Estación Experimental de Ulla Ulla. In Reunión Nacional de Pasto y Forrajes (7), Reunión Nacional de Ganadería (5). Potosí, BO. IBTA, INFOL, BCB, ABOPA. p. 45-49.
- Mora, E; Ureña, J; Chávez, J. (1994). Utilización de técnicas básicas para el procesamiento de productos cárnicos. Costa Rica. CITA Programa Cooperativo Universidad Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 98 -105
- Penny, I.F. (1984). Enzimología de la Maduración. In Lawrie, R. ed. Avances de la Ciencia de la Carne. Zaragoza ES. Editorial Acibia S.A. p. 149-177.
- Pinto, V. M. (1975). Estudio de algunos caracteres de la producción de carne en llamas. Tesis. Lic. Agr. Cochabamba, BO. Universidad Mayor de San Simón.
- Rodríguez, T. (1983). Importancia de la influencia de factores ambientales sobre algunos caracteres de producción de carne y lana en llamas (*Lama glama*). In Reunión Nacional de Pasto y Forrajes (7), Reunión Nacional de Ganadería (5). Potosí, BO. IBTA, INFOL, BCB y ABOPA. p. 81.
- Rodríguez, T. (1995). Importancia de la producción de carne de camélidos en la región andina de Bolivia. In I Mesa Redonda Sobre la Comercialización y el Consumo de la Carne de Llama. memorias. s.l., IICA, PRORECA p. 11 – 25.
- Téllez, J.G. (1992). Tecnología e industrias cárnicas. Lima PE. Tomo II. p. 346-347.
- Tichit, M. (1991). Los Camélidos en Bolivia. La Paz BO. Editorial EDOBOL. p. 16-20.
- Torres, S. D. (1998). Análisis de la potencialidad de producción y caracterización cualitativa de la carne de camélidos. In Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos Domésticos (3), Seminario Proyecto SUPREME. (1): resúmenes. Córdoba, AR. UCCOR, PLANCAD, ENEA, CCE. p. 12-13.
- Varnam, H. A; Sutherland, P. J. (1995). Carne y productos cárnicos: tecnología química y microbiología. Zaragoza ES. Editorial Acibia S.A. p. 5-57, 71-95.
- Vilca, L. M. (1991). Producción, tecnología e higiene de la carne. In Fernández, S. B. ed. Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago Chile. p. 387- 411.
- Visier, A. (1980). Industria de la carne. Barcelona ES. Editorial AEDOS. p. 23-36.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE CARCASAS DE LLAMA

Condori G.²¹; Gerken M.²²; Ayala C.²³; Renieri C.²⁴

Introducción

En la producción de carne uno de los factores de importancia en la calidad de la carcasa es su clasificación de acuerdo a patrones estandarizados, así en Bolivia desde 1997 el Instituto Boliviano de Normas y Calidad (IBNORCA), establece un reglamento para clasificar carcasas de camélidos sudamericanos domésticos, (alpacas y llamas) por el cual se clasifican en cuatro categorías generales que son: extra, primera, segunda e industrial; esta clasificación toma en cuenta el peso de carcasa, edad, sexo, presencia y/o ausencia de sarcocystis y con respecto a calidad, solo menciona la conformación y el acabado. Se constata en los principales mataderos de camélidos, que al momento de clasificar carcasas, se emplea solo el criterio de infestación de sarcocystis y muy poco el peso, no se toma en cuenta la conformación de músculos ni cobertura de grasa.

La importancia de la calidad de la carcasa, radica en que los actores que intervienen en la cadena de comercialización valoran la carcasa por el peso y por la forma que adquiere su musculatura, según Carballo *et al* (2004), es el principal criterio que rige las transacciones comerciales y es primordial para la determinación del precio de la carne. Para Cano (2003) y De Boer (1974) citado por Sañudo (1998), la calidad de la carcasa de cualquier especie animal, básicamente esta expresado por la conformación de los músculos, el espesor de la carne y el grado de cubrimiento de grasa.

La evaluación de la conformación se basa en la apreciación subjetiva del nivel de desarrollo y distribución de las masas musculares, según Delfa *et al* (1992) citado por Carballo *et al* (2004), este sistema de valoración subjetiva se debe contrastar con medidas objetivas (peso de carcasa, peso de cortes comerciales etc.) para determinar un patrón subjetivo básico para la clasificación de carcasas. Por lo tanto los objetivos que persigue el presente estudio es la clasificación subjetiva de carcasas de llamas, faenadas a una edad óptima, en base a la conformación de músculos y cobertura de grasa subcutánea, con una posterior evaluación a través de medidas objetivas.

Metodología

Se utilizaron 24 carcasas de llamas machos enteros del tipo intermedia, faenados a los 19 meses de edad, los que fueron trasladados de la región de Turco – Oruro y mantenidos en la Estación Experimental de Choquenaria (Ingavi – La Paz), alimentados bajo el sistema de pastoreo extensivo en praderas nativas del piso ecológico altiplano semiárido. La faena se realizó en el matadero de Palcoco, localizado a 50 Km de la Ciudad de La Paz siguiendo la metodología de bovinos. Se dejó madurar las carcasas por 24 horas en ambiente semicontrolado para su clasificación posterior.

La base de la metodología es la apreciación visual subjetiva de los cuartos traseros de carcasas colgadas, se eligió esta parte de la anatomía por el hecho que constituyen el 36% del peso total de la carcasa y además en bovinos las $\frac{3}{4}$ de la carne vendible se encuentra en esta región (Carballo *et al* 2004). La Clasificación por conformación se realizó por 3 parámetros de comparación subjetiva con una escala de cinco clases:

a) Por la Conformación de la Grupa (CG)

Este parámetro tiene como patrón básico la metodología desarrollada para ganado ovino según el reglamento

²¹ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

²² Docente, Universidad de Gottingüen, Alemania

²³ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia.

²⁴ Docente, Universidad de Camerino, Italia.

CEE –Nº 461/93 de la EU mencionado por Colomer y Rocher *et al* (1988) citado por Ruiz *et al* (2000), el cual se ajustó a la morfología de camélidos y contempla la forma y ancho de la grupa, la forma que adquiere los músculos de la nalga (glúteo medio, glúteo superficial y parte del bíceps femoral) cuyos relieves están en función al arquetipo de los huesos que determina la conformación de la carcasa respecto a la grupa (Figura 1).

b) Por el Perfil Interno de la Pierna y su conformación (PIP)

Este parámetro incide en la forma del conjunto de músculos del muslo y la pierna, (biceps femoral, semitendinoso, gracilis, etc.) y se observa la forma del músculo de la entropierna (gracilis) que en carcasas de buena conformación supuestamente presentan una convexidad, que forma un “Y” o “V” dependiendo del estado de la carcasa. (Figura 1).

c) Por el Perfil Isquio – Társico (PIT)

Este parámetro es sugerido por la Associazione Científica de Produzione Animale (ASPA), (1991) basado en un patrón elaborado para bovinos, tiene como base al perfil de los músculos semimembranoso y semitendinoso de la pierna, con respecto a una línea recta que se marca desde la tuberosidad del isquion hasta la cara anterior del tarso (Figura 1).

Para la clasificación subjetiva por cobertura de grasa, se observó cinco regiones según la sugerencia de ASPA (1991) las cuales son: Pierna (A), Lomo (B), Costillar (C), Brazuelo (D) y Cuello (E) (Figura 2), y se estableció 5 clases que a continuación se detalla:

Clase 1: denominado “No grasa” presenta la región anatómica completamente libre de grasa de cobertura.

Clase 2: “Poco cubierto”, la región presenta una ligera infiltración de grasa o una capa fina de grasa que cubre parte de la región.

Clase 3: “Cubierto” Presenta capas de grasa más espesa por partes y cúmulos de grasa.

Clase 4: “Graso” presenta la región anatómica cubierta por una densa capa de grasa, músculos parcialmente visibles, pero la mayor parte de la superficie está cubierto.

Clase 5: “Muy graso” Toda la región anatómica está cubierto por una densa capa de grasa.

Para esta clasificación se obtuvo el promedio de las 5 regiones corporales consiguiendo una nota final para cada carcasa el cual se ubica dentro de las nueve puntuaciones.

Se realizó el control del peso vivo (PV) y peso de carcasa después de 24 horas (PC). Luego en cada carcasa suspendida (Figura 3), se realizaron las siguientes medidas:

Perímetro de grupa (A), Ancho de grupa (B), Longitud de tronco (C), Ancho de tórax (D) y Ancho de tarso a nivel del maléolo interno de la tibia (E), después de la división de la carcasa en dos mitades se realizó medidas internas que son: Longitud de pierna (A-B), Longitud de carcasa (C-D), Profundidad de carcasa (E-F) (Figura 3) según Ruiz *et al* (2000) y ASPA (1991) posteriormente se efectuó cortes mayores de: pierna, lomo, brazuelo, costillar y cuello.

El ANVA se realizó bajo un diseño completamente al azar por el sistema SAS procedimiento GLM con la comparación de medias por el método “LS means”, se realizó un análisis de regresión múltiple con eliminación de variables por el método Backward y se calculó los índices de compacidad según Osorio *et al* (1995), Ruiz *et al* (2000), y Carballo *et al* (2004), bajo las siguientes relaciones:

Índice de compacidad de la carcasa = (Peso de carcasa (PC))/(Longitud de carcasa (LC))

Índice de compacidad de la pierna = (Ancho de grupa (AG))/(Longitud de pierna (LP))

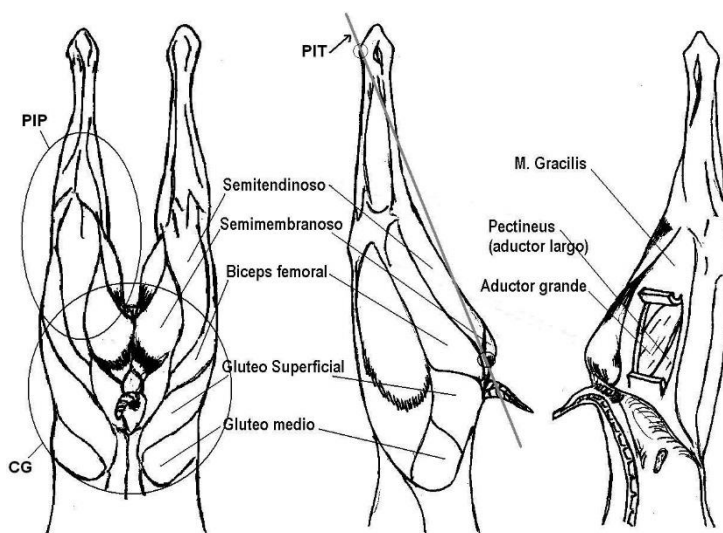


Figura 1. Principales músculos de la pierna y grupa de la carcasa de llama.

Resultados

Proporción de carcasas clasificadas por cobertura de grasa

La clasificación por cobertura de grasa muestra que la mayoría de las carcasas (63%) fueron clasificadas en la clase intermedia 2.5 (Entre Clase 2 y Clase 3) seguido de la Clase intermedia 1.5 con el 17% (Figura 4) con un rango de variación de nota de 1,6 a 3,1 sobre 5 puntos. A continuación se describen las características de las Clases bien definidas, las que se observan en la Foto No. 1 en el cual se incluye una carcasa de alpaca como Clase 1 y un posible Clase 4.

Clase 2 “Poco cubierto”, esta categoría presenta en la región de la pierna una escasa infiltración de grasa, al igual que los lomos, una delgada capa cubre la unión del costillar con el brazo, una capa más densa cubre la base y la parte media del cuello y los músculos abdominales están parcialmente libres de grasa (Foto 1).

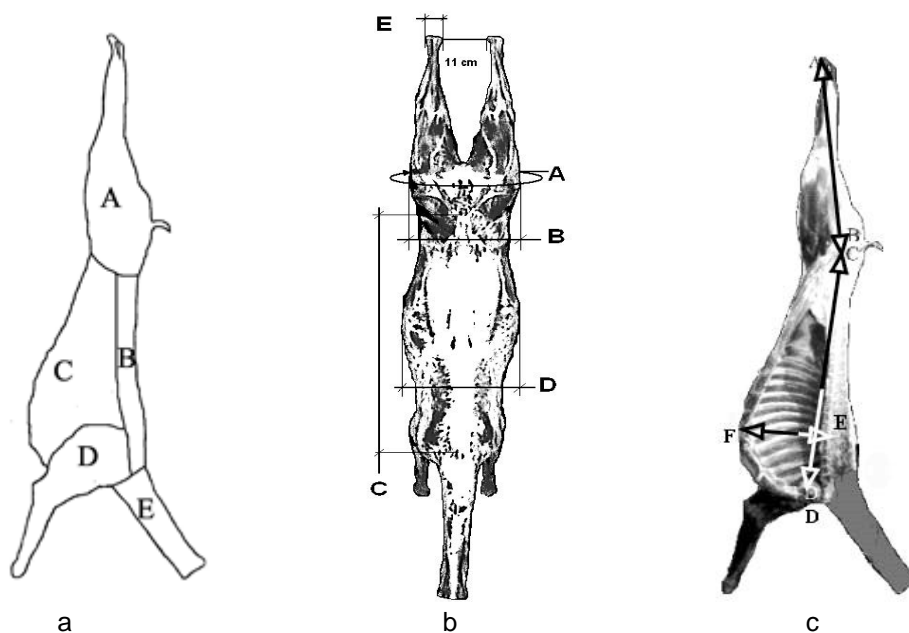


Figura 2. Regiones de evaluación de cobertura de grasa (a); Medidas externas e internas en carcasa de llama (b y c).

Clase 3 “Cubierto”, presentan los músculos aún visibles de la región de la pierna, el costillar y la espalda o lomo grueso cubierta con una capa importante de grasa. Más de la mitad del cuello y todo el brazo están cubierto de grasa, a nivel de la escápula y la base del cuello presenta una capa gruesa de tejido adiposo (Figura 3).

El tejido adiposo presenta distintos grados de desarrollo, al parecer la acumulación de grasa se inicia con infiltraciones entre los músculos, luego una delgada capa cubre superficialmente el músculo y empieza a acumularse por partes finalmente una densa capa de grasa cubre todo el músculo. En la mayoría de las carcasas el cuello siempre presenta un puntaje más alto que el resto de las regiones, en cambio la pierna al contrario presenta un puntaje bajo, lo que hace deducir que el desarrollo del tejido adiposo se inicia en el cuello extendiéndose hacia el brazo, le sigue el lomo al igual que el costillar, la grupa, el muslo y pierna. Esta tendencia es diferente comparado con ovinos en los cuales, según Osorio (1995) indica, que el lomo es la región que presenta mayor precocidad.

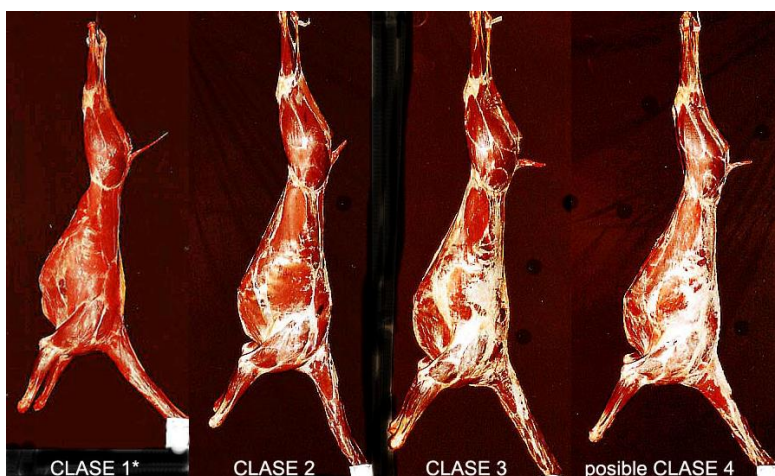


Figura 3. Carcasas de llama clasificadas por cobertura de grasa

El alto porcentaje (63%) de carcasas calificadas como “poco cubierto” a “cubierto” parece ser una característica propia de la especie y es similar a ovinos de montaña de la raza “segureña” que se considera como “medianamente grasa” pues tienden a acumular menor cantidad de grasa subcutánea, pero más de grasa interna (Word *et al* 1980 citado por Cano *et al* 2003).

Proporción de carcasas clasificadas subjetivamente por conformación de músculos

La clasificación realizada en las carcasas de llama de acuerdo a los tres parámetros, arroja diferentes resultados, Para el parámetro Conformación de Grupa (CG) y Perfil Isquio-Tarsico (PIT) la mayoría fueron clasificadas como Clase 2 con el 63% y 58% respectivamente, en cambio para PIP la mayoría fue clasificada como Clase 3 con el 50% (Figura 4). Las carcasas clasificadas por CG y PIT en la mayoría de los casos no coinciden con la clasificación por PIP, se presume esta diferencia debido a que no se encontraron carcasas con una entrepierna en “V” ya que este fue un carácter que se consideró al momento de la clasificación a parte de la conformación de la pierna.

En la Figura 4 se observa que las Clases de mejor conformación por CG, (Clase 3) presentan una grupa ancha con forma de trapecio invertido en el cual la base coincide con la línea del periné, músculos del glúteo prominentes, se denota al tacto la redondez del lomo, la paletilla es ancha y abierta, se manifiestan claramente los hombros. Por la clasificación por el PIP se observa que la apariencia de la pierna es corta en relación al volumen de la grupa, con la apariencia de un cono, los músculos de la pierna y muslo son redondos y convexos, cabe señalar que el perfil interno de la entre pierna no siempre forma una “Y” de ramas semicerradas. En

cambio las carcasas de peor conformación (Clase 1) por CG se observa una grupa estrecha poco abultada con tendencia a un trapecio invertido, músculos de la nalga pequeños y planos. Al tacto se perciben claramente la forma angular del lomo y las protuberancias de la espina torácica a la altura de la cruz, la espalda y paletillas son notoriamente estrechas. Para el método PIP, la Clase muy cercana a la Clase 1, presenta piernas relativamente largas aunque el perfil interno no forma necesariamente una "V".

Medidas objetivas

Conformación de la Grupa, por este parámetro se observa en la Tabla 2, que las variables (PV), peso de carcasa (PC), peso de lomo (PL), peso de costillar (Pcost), medida perímetro de grupa (PG) y el ICC no marcan diferencia entre la Clase 1 y la Clase 2 ($P < 0.05$), pero ambas Clases se diferencian de la Clase 3, en cambio para las variables longitud de carcasa (LC) y perímetro de tórax (PT) no existen diferencias entre la Clase 2 y 3 ($P < 0.05$) y ambos se diferencian de la Clase 1. Sin embargo para el peso de pierna y el ancho de grupa el parámetro diferencia adecuadamente en tres Clases (Figura 4), por lo cual las carcasas mejor conformadas (Clase 3) presentan mayores pesos de pierna y mayor anchura de grupa, que según Nimrod (1983) esta última variable es la que mejor traduce el carácter de conformación con relación a los planos musculares superficiales de la carcasa de ovinos independientemente de la grasa.

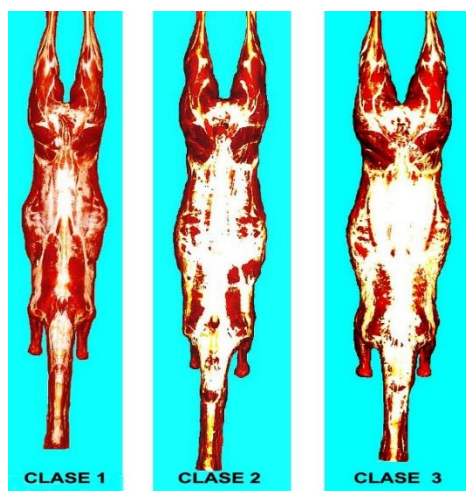


Figura 4. Carcasas de llama clasificadas por conformación de músculos.

Perfil Interno de la Pierna (PIP), se observa en la Tabla 2 que este parámetro no diferencia ($P < 0.05$) entre las Clases 3 y 4 para las variables PV, PC y PB, pero ambas se diferencian de la Clase 1.

Para el peso de lomo, costilla, longitud de pierna y ancho de grupa, el parámetro causa diferencia entre las Clases 2 y 4, sin embargo ambas son estadísticamente iguales a la Clase 3. El PIP diferencia apropiadamente en tres categorías a las variables peso de pierna, perímetro de grupa e ICC por lo que las carcasas de mejor conformación presentan mejores pesos de pierna y mayor perímetro de grupa (Foto 2) al respecto Nimrod (1983) asevera que a mayor grado de conformación mayor es el perímetro de grupa aunque esta medida está afectada en mayor grado por el desarrollo del tejido adiposo subcutáneo.

Perfil Isquio-Társico, por este parámetro las Clases 1 y 2 no muestran diferencias ($P < 0.05$) para las variables peso de carcasa, peso de costillar, perímetro de grupa e ICC, pero se diferencian de la Clase 3, Para las variables Ancho de grupa y profundidad de tórax el parámetro no causa diferencia entre la Clase 2 y 3, pero ambos se diferencian de la Clase 1. Para el peso de lomo existen diferencias entre la Clase 1 y 3 pero ambos son iguales a la Clase 2. Este parámetro diferencia adecuadamente al Peso de Pierna en tres Clases.

Índices de compactidad

Para distinguir carcasas con un formato más compacto, característica cualitativa importante de la ganadería especializada para carne, se ha determinado los índices de compactidad de carcasa (ICC) y pierna (ICP). En la Tabla 2 se observa que por el parámetro de clasificación CG y PIT, la variable ICC ($P < 0.05$), no presenta diferencia entre la Clase 1 y la Clase 2, pero ambos se diferencian de la Clase 3. En cambio el Parámetro PIP diferencia al ICC en 3 Clases bien definidas por lo cual las carcasas mejor conformadas presentan altos índices, que según Carballo *et al* (2004) y Nimrod (1983) esta variable es un buen discriminador entre categorías de carcasas de terneros y ovinos pues tiene un mayor efecto en la nota de conformación. Los valores del ICC de las llamas varían desde 0.36 a 0.46 superior a las alpacas (0.23 a 0.37), y ovinos de raza segureña cuyo ICC es de 0,20 (Cano *et al* 2003), 0,19 para la raza aragonesa y 0.21 para las manchega (Osorio *et al* 1995), sin embargo es inferior comparado con bovinos de raza rubia gallega reportados por Carballo *et al* (2004) quienes indican valores de 1.38 a 1.95. El ICP en este caso resultó no significativo.

La relación de medidas objetivas con la clasificación subjetiva permite diferenciar carcasas morfológicamente diferentes ($P < 0.05$) lo cual establece un patrón básico de clasificación de carcasas de camélidos.

La diferenciación estadística de 3 clases para las variables (AG, PG y PP) importantes para la producción de carne, hace suponer que la muestra en estudio presenta una marcada variabilidad que es contrastada por Lauverne *et al* (2003) quienes indican que las poblaciones de llama del sur de Potosí se encuentran en un estado de "primariedad" lo que significa que no sufrieron modificaciones importantes pues los alelos que inducen a la variación del color de la fibra, están presentes en las poblaciones de llama, por lo tanto es razonable pensar que esta condición de "primariedad" es válido para otras categorías de loci como por ejemplo la morfología de la carcasa.

El estado de "primariedad" hace deducir que en las poblaciones de llama de las localidades de la región de Turco, existe una amplia diversidad genética por tanto la variabilidad entre Clases del presente estudio se ajusta con esta base teórica considerando el número de observaciones relativamente bajo. Cabe señalar que es posible encontrar además una Clase adicional, pues Condori y Ayala (2000) reporta un peso promedio de carcasa de llama de 34.45 Kg para una edad de 19 meses, que comparado con el PC del presente estudio es mayor en 4.31 Kg, esta diferencia hace presumir que carcasas con este peso podrían presentar una mejor conformación por la alta correlación que existe entre PC vs CG y PIP por lo tanto mayor variabilidad para el carácter.

Tabla 2. Comparación de medias y variables objetivas por parámetro y Clases

| Pesos (en Kg) y Medidas (en cm) | C L A S E S (escala) | | | | Nivel | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------|---------------|---------|--------|--------|
| | (1) Pobre | (2) Normal | (3) Bueno | (4) Muy bueno | | | |
| PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN | Por CG ¹ | P. vivo | 52.50a | 55.70a | 60.17b | * | |
| | | P. Carcasa | 27.12a | 29.75a | 33.10b | ** | |
| | | P. Pierna | 4.41a | 5.02b | 5.64c | ** | |
| | | P. Lomo | 2.39a | 2.62a | 2.89b | ** | |
| | | P. Costillar | 1.61a | 1.92a | 2.26b | * | |
| | | Ancho Grupa | 23.50a | 24.88b | 26.18c | ** | |
| | | Ptro. Grupa | 72.40a | 75.08a | 79.28b | ** | |
| | | Long. | 70.65a | 73.92b | 75.25b | * | |
| | | carcasa | | | | | |
| | | Prof. Tórax | 25.75a | 27.95b | 28.27b | ** | |
| | | ICC | 0.38a | 0.40a | 0.44b | ** | |
| | | Por PIP ² | P. vivo | | 52.90a | 57.00b | 59.03b |
| | P. Carcasa | | | 27.60a | 30.50b | 32.60b | ** |
| | P. Pierna | | | 4.59a | 5.12b | 5.60c | ** |
| | P. Lomo | | | 2.54a | 2.69ab | 2.83b | * |
| | P. Brazuelo | | | 2.80a | 3.26b | 3.25b | ** |
| | P. Costillar | | | 1.72a | 1.98ab | 2.22b | ** |
| | Ancho Grupa | | | 24.18a | 25.19ab | 25.77b | * |
| | Ptro. Grupa | | | 72.78a | 76.13b | 78.35c | ** |
| | Long. Pierna | | | 56.46a | 57.70ab | 59.02b | * |
| | ICC | | | 0.38a | 0.41b | 0.43c | ** |
| | Por PIT ³ | P. Carcasa | 27.12a | 29.84a | 32.53b | ** | |
| | | P. Pierna | 4.41a | 5.04b | 5.53c | ** | |
| | | P. Lomo | 2.39a | 2.63ab | 2.84b | * | |
| | | P. Costillar | 1.61a | 1.94a | 2.19b | * | |
| | | Ancho Grupa | 23.50a | 25.03b | 25.76b | * | |
| | | Ptro. Grupa | 72.40a | 75.53a | 77.96b | ** | |
| Prof. Tórax | | 25.75a | 27.87b | 28.36b | ** | | |
| ICC | 0.38a | 0.40a | 0.43b | * | | | |

1: CG = Conformación de grupa 2:PIP = Perfil interno de la pierna 3: PIT=Perfil Isquio-társico
ICC: Índice de Compacidad de Carcasa

Correlación y regresión múltiple

Se destaca los valores altos de correlación simple ($0.8 > R \geq 0.6$) entre el método de clasificación por CG y el perímetro de grupa, ancho de grupa, peso de carcasa, peso de pierna, e ICC, correlaciones similares fueron reportados por Monson *et al* (2005) para las tres últimas medidas versus la nota de conformación, (63.5% al 72.6%) según los autores la clasificación por conformación de los cuartos posteriores (grupa, lomo y pierna), en bovinos, son los principales puntos de referencia para su evaluación.

La misma relación existe para la clasificación por el método PIP a excepción para el ancho de grupa. El método de clasificación PIT presenta una alta correlación con el peso de carcasa, profundidad de tórax, peso de pierna e ICC. El grado de cobertura de grasa presenta correlaciones altas ($0.8 > R \geq 0.6$) con el peso vivo, peso de carcasa, cortes comerciales, ICC, ancho de grupa, longitud de carcasa y perímetro de grupa.

El análisis de regresión múltiple con medidas en carcasa y clasificación por los tres parámetros, resulta en los siguientes modelos:

$$CG = - 13,90 + 0,13 (PG) + 0,21 (PT) \quad R^2 = 0,68 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$PIP = - 16,32 + 0,13 (PG) - 0,15 (LP) \quad R^2 = 0,57 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$PIT = - 12,82 + 0,087 (PG) + 0,30 (PT) \quad R^2 = 0,52 \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde: PG: Perímetro de grupa

PT: Profundidad de tórax

LP: Longitud de pierna

Para el modelo de CG el perímetro de grupa y la profundidad de tórax son variables que tienen una influencia positiva en la calificación de la carcasa es decir que por cada unidad de PG y PT, la calificación aumentará en 0.13 y 0.21 unidades respectivamente.

Por el $R^2=0.68$ el modelo explica el 68% de la variabilidad observada y el 32% está asociado al error. Para el modelo del PIP la variable de mayor influencia en la calificación de la carcasa es la longitud de pierna, seguido del perímetro de grupa. En el modelo del PIT la variable de mayor influencia es la profundidad de tórax seguido del perímetro de grupa. Se distingue en los tres modelos que el perímetro de grupa influye positivamente en la calificación de la carcasa, lo cual es respaldado por Nimrod (1983) quien indica que esta medida es la que más explica la variabilidad en la conformación de la carcasa.

Conclusiones

La mayor proporción de las carcasas clasificadas por cobertura de grasa fueron calificadas como “poco cubierto a cubierto” (Clase intermedia entre 2 y 3) al parecer esta condición es una característica propia de la especie, se deduce que en el desarrollo del tejido adiposo la región que presenta mayor precocidad es el cuello y la más tardía la pierna y por correlación se deduce que el grado de cobertura de grasa influye notablemente en el peso de carcasa, cortes mayores, medidas de perímetro y ancho de grupa.

La clasificación por conformación de músculos demuestra que en llamas es posible que no se presenten carcasas con entrepierna en forma de “V” de ramas rectas según el parámetro PIP Clase 1, como ocurre con ovinos aunque la conformación de la grupa sea “pobre”. Por tanto es necesario reajustar el parámetro de clasificación PIP, motivo por el cual las carcasas mejor conformadas no siempre presentan las entrepiernas en forma de “Y” como se esperaba, pero si se nota que las piernas adquieren la forma de un cono y son relativamente cortas en relación a la grupa y cuerpo.

Desde el punto de vista de medidas objetivas los tres parámetros de clasificación por conformación de músculos (CG, PIP y PIT) diferencian adecuadamente en tres Clases bien definidas a la variable peso de pierna. El ancho de grupa es diferenciado en tres Clases solo por el parámetro CG y el perímetro de grupa e ICC es diferenciado en tres clases por el PIP, el resto de las variables son diferenciadas en dos clases. Por este hecho es posible inferir que las poblaciones de llama de la región de Turco - Oruro no tuvieron cambios importantes en la composición genética dirigida a la producción de carne y por lo tanto es posible que mantengan una variabilidad genética semejante a poblaciones naturales de camélidos.

De acuerdo a la clasificación por CG, PIP y PIT, las carcasas mejor conformadas presentan un Índice de Compacidad de Carcasa (ICC) alto, por lo tanto adquieren un formato más compacto, al mismo tiempo este índice es un buen discriminador de diferentes categorías. El ICC de llama es superior al ICC de alpacas y ovinos de distintas razas pero inferior a la de bovinos, el ICP no se muestra como un discriminador de las Clases.

Bibliografía

- ASPA (Associazione Scientifica di Produzione Animale, IT). (1991). Metodología relativa alla macellazione degli animali de interesse zootecnico e alla valutazione e dissezione della loro carcassa. Ismea- Roma. p. 40-43.
- Carballo, J. A., Oliete B., Moreno T., Sanchez L. y Monserrat L. (2004). Categorización de las canales de ternero producidas en Galicia. Archivo Zootécnico 53. Coruña, ES. CIAM.
- Cano E., Peña F., Martos J., Domenech V., Alcalde M.J., Garcia A., Herrera M., Rodero E. y Acero de la Cruz R. (2003). Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros de raza segureña. Archivo Zootécnico 52. Universidad de Córdoba. ES. p. 315 – 326.

- Condori G, Ayala C. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo de llamas (*Lama glama* L.) y evaluación de la calidad en la carne. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, BO.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). (1997). Clasificación de las canales de camélidos sudamericanos de matanza (alpacas y llamas), Norma Boliviana 794 – 97.
- Lauverne J., Ayala, C. Martínez Z., Rodríguez T., Quispe J. L., Condori G. (2003) Identificación de una población primaria de camélidos sudamericanos domésticos en dos provincias de Potosí (Bolivia) usando las variaciones fenotípicas del color de la capa. *In* III Congreso Mundial Sobre Camélidos, I Taller Internacional de DECAMA. Tomo I. Potosí BO. UNEPCA p. 255 – 260.
- Monson F., Campo M., Panea B., Sañudo C., Olleta J.L., Alberti P., Ertbjerg P., Christensen M., Gigli S., Failla S., Gaddini A., Hocquette J.F., Jailler R., Nute G.R. y Williams J.L. (2005). Relación entre medidas objetivas y subjetivas de la conformación en quince razas europeas de vacuno. Ed AIDA, ITEA. IAMZ. ES Zaragoza.
- Nimrod M.G.A. (1983). Análisis de algunos factores determinantes de la conformación en las canales ovinas. Tesis Máster of Science. IAMZ, ES Zaragoza.
- Osorio J., Sierra I., Sañudo C., María G. y Osorio M. T. (1995). Estudio comparativo de la calidad de la canal en el tipo “ternasco” según procedencia. *Rev. Bras. AGROCIENCIA*, v.1 n°3 p. 145 – 150.
- Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Onega E. y Velasco S. (2000). Morfología de la canal ovina. *In* Cañeque V. y Sañudo C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, Madrid ES. INIA – MCT. P. 82-99.
- Sañudo C. (1998). Calidad de la canal por tipos. *In* Buxade C. Vacuno de Carne, Aspectos Claves 2da. Edición. Ed. Mundi Prensa. ES Madrid pp. 473-475.

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y LA RENTABILIDAD DE LOS CORTES MENORES DE LA CARNE DE LLAMA (*Lama glama L.*)

Arzabe C.²⁵; Rodríguez T.²⁶; Condori G.²⁵; Ayala C.²⁷; Claros A.²⁵; Martínez Z.²⁶; Cochi N.²⁵; Quispe J.²⁵; Laime V.²⁵; Álvarez T.²⁵

Introducción

La crianza de llamas en Bolivia, actualmente está orientada a la producción de carne y complementariamente a la producción de fibra. Según el Censo Nacional de Llamas y Alpacas, realizado por el UNEPCA (1999), existen alrededor de 51,997 unidades familiares dedicadas a la crianza de 2,398,572 llamas, de las cuales se extraen anualmente 295,894 cabezas para carne fresca, charque u otros productos.

Según el Programa Regional de Camélidos PRORECA (2004), el volumen estimado de producción potencial de la carne de llama y alpaca, en Bolivia, para el año 2003, fue aproximadamente 14,973 Tn. De este volumen el 75 % se destina a la venta y el 25 % se destina al autoconsumo de los productores. Del 75 % (11,229 Tn.) de producción de carne de llama y alpaca destinadas a la venta, el 77 % se comercializa como carne fresca, mientras que el restante 23 % se utiliza en la elaboración de charqui y chalonga.

La comercialización de carne fresca de llama, en los departamentos de La Paz y Oruro, se realiza en los mercados populares y ferias callejeras, en forma de cortes mayores y menores; aunque también existen una serie de carnicerías que comercializan este producto.

No obstante el potencial productivo de carne de llama, y de la aceptabilidad de la misma cuando es comercializada en forma de cortes especiales, solo se tiene datos empíricos sobre el rendimiento y la rentabilidad de los mismos y no existe una información objetiva y sistematizada sobre el tema.

Metodología

El trabajo de investigación se inició, con la selección de 12 llamas machos, tipo intermedia, de 11 meses de edad, procedentes de la zona de Turco, departamento de Oruro. Los animales fueron trasladados a la Estación Experimental Choquenaira, dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, departamento de La Paz, para su crianza, alimentación y sanidad.

En la Estación Experimental Choquenaira, durante un periodo de siete meses, las llamas fueron alimentadas en el día, bajo un sistema de pastoreo extensivo en praderas nativas, con predominancia de *Stipa ichu* (paja brava), por las noches fueron mantenidas en un corral dormitorio.

El sacrificio de las llamas se realizó en el matadero de la localidad de Palcoco, ubicado a 42 Km de la ciudad de El Alto, departamento de La Paz; según la técnica de la "puntilla" para su insensibilización descrita por Bustinza *et al.* (1993). Inmediatamente después del sacrificio, las carcasas fueron inspeccionadas para identificar enfermedades y la presencia de macro quistes de sarcocystiosis. No se reportaron macroquistes, ni hubo registro de ninguna enfermedad, en las carcasas.

Posterior al sacrificio se efectuó el control de peso de las carcasas en caliente. Pasadas 24 horas, se realizó el control de peso de las carcasas en frío y su transporte a la carnicería del PRORECA, en la ciudad de La Paz.

²⁵ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

²⁶ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

²⁷ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

En la carnicería, se procedió al trozado de las 12 carcasas. El primer corte consistió en la división de la carcasa en dos mitades (izquierda y derecha), previa separación del cuello. Obteniéndose 24 medias carcasas (12 izquierdas y 12 derechas) y 12 cuellos.

De las 24 medias carcasas se eligieron al azar 12 (6 izquierdas y 6 derechas), en las que, con la ayuda de una cortadora eléctrica, se realizaron los cortes menores con hueso al nivel de la pierna, la paleta y el medio lomo. Mientras que en las 12 medias carcasas restantes, con el apoyo de un cuchillo, se efectuaron los cortes menores sin hueso, en la pierna, la paleta y el medio lomo. En los medios costillares y el cuello solo se efectuaron cortes menores con hueso denominados: tiras de costilla y cazuelas de cuello.

La limpieza de cada corte se realizó con un paño húmedo y un chuchillo, eliminando los restos de tejido adiposo y óseo, con el fin de mejorar la presentación del producto. Antes del empaquetado se realizó un descarte de los cortes no aptos para la venta, por no reunir características uniformes. El empaquetado de los cortes destinados a la venta, se realizó utilizando envases de plastofilm y una envoltura de parafilm, en pesos de 1 Kg, ½ Kg y 2 Kg.

Los riñones y la grasa renal, fueron pesados y comercializados como menudencias. Los desperdicios o restos de tejido muscular adiposo y óseo, que resultan del proceso de transformación, limpieza y selección antes del empaquetado, fueron pesados y comercializados conjuntamente con las menudencias.

Los cortes menores fueron comercializados en la ciudad de La Paz. Los precios de venta se presentan en la Tabla 1, y fueron estimados sobre la base del documento presentado por Rivera (2003).

El análisis de rentabilidad de la transformación y comercialización de los cortes menores de la carcasa de llama se realizó sobre la base de la metodología recomendada por Paredes (1999). La cual permite medir la rentabilidad financiera del proyecto mediante la relación beneficio/costo (B/C), cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Relación } \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}} \left(\frac{B}{C} \right) = \frac{\text{Ingresos brutos (US\$)}}{\text{Costos Totales (US\$)}} \quad (1)$$

Tabla 1. Precios de venta de los cortes menores de llama

| Corte menor | Precio (Bs.) | Precio (US\$.) |
|---------------------------------|--------------|----------------|
| Medallones de pierna | 17 | 2.11 |
| Cazuelas de cadera | 13 a 14 | 1.61 a 1.74 |
| Medallones de osobuco | 10 | 1.24 |
| Pulpa o blanda | 18 | 2.24 |
| Chuletas de paleta o paletillas | 14 | 1.74 |
| Chuletas de lomo | 14 | 1.74 |
| Pulpa de lomo o churrasco | 22 a 24 | 2.73 a 2.98 |
| Filete | 24 a 25 | 2.98 a 3.11 |
| Tiras de costilla | 10 a 11 | 1.24 a 1.37 |
| Cazuelas de cuello | 10 a 11 | 1.24 a 1.37 |
| Huesos | 1 a 2 | 0.12 a 0.25 |
| Riñones y grasa renal | 5 | 0.62 |
| Desperdicios | 3 a 4 | 0.37 a 0.50 |

Resultados

Peso vivo, peso y rendimiento de la carcasa

El peso vivo promedio de llamas, a los 18 meses de edad, fue 56.94±4.85 Kg (Tabla 2). Este valor fue inferior al reportado por Condori (2000) quien encontró un peso de 68.42 Kg, en animales de 19 meses de edad,

alimentados en praderas nativas. La diferencia observada probablemente puede atribuirse a las diferentes condiciones de sanidad y medio ambiente, ofrecidas a los animales.

Tabla 2. Peso vivo y rendimiento de la carcasa de llamas.

| Detalle | Peso (Kg) | | Rendimiento (%) | |
|-------------------------------|-----------|------|-----------------|------|
| | Media | DS | Media | DS |
| Peso vivo | 56.94 | 4.85 | 100.00 | |
| Carcasa caliente | 31.13 | 3.1 | 54.64 | 2.14 |
| Carcasa fría | 29.94 | 3.01 | 52.56 | 2.24 |
| Cortes de la carcasa | | | | |
| Cuello | 2.79 | 0.17 | 9.34 | 0.76 |
| Media carcasa izquierda | 13.19 | 1.39 | 44.04 | 0.63 |
| Media carcasa derecha | 13.48 | 1.41 | 45.02 | 1.02 |
| Suma | 29.46 | | 98.4 | |
| Riñón y grasa renal izquierda | 0.23 | 0.09 | 0.77 | 0.29 |
| Riñón y grasa renal derecha | 0.22 | 0.06 | 0.73 | 0.19 |
| Desperdicios | 0.03 | | 0.10 | |
| TOTAL | 29.94 | | 100.00 | |

Según la Tabla 2, el peso y rendimiento promedio con relación al peso vivo, de las 12 carcasas frías de llama fueron 29.94 ± 3.01 Kg y $52.56 \pm 2.24\%$ respectivamente. El rendimiento de la canal fue similar al reportado por Condori (2000), quien encontró 52.25% de rendimiento, en llamas de 19 meses de edad. Mientras que el peso de la carcasa obtenido en el presente trabajo, fue inferior al encontrado por el mismo autor (35.75 Kg). La diferencia en el peso de la carcasa puede atribuirse a las mismas características señaladas para el peso vivo, debido a que se trabajó con animales del mismo tipo (intermedia) y sexo (machos).

Peso y rendimiento de los cortes mayores

El peso y rendimiento promedio, con relación al peso de la carcasa, de los 6 cuellos en los cuales se realizaron los cortes menores con hueso fue 2.96 ± 0.17 Kg y $9.69 \pm 0.85\%$ respectivamente (Tabla 3). Estos valores fueron similares a los reportados por Jiménez (2003), quien reportó 3.00 Kg como peso y 9.09% de rendimiento del cuello, en llamas de 2 años de edad, provenientes del centro de engorde Hualchapi, Oruro.

Tabla 3. Peso y rendimiento de los cortes mayores de llama.

| Cortes Mayores | Peso (Kg) | | Rdto/Carcasa (%) | |
|---------------------------|-----------|------|------------------|------|
| | Media | DS | Media | DS |
| Cuello | 2.96 | 0.17 | 9.69 | 0.85 |
| Paleta | 3.14 | 0.33 | 10.50 | 0.55 |
| Paleta | 3.11 | 0.22 | 10.43 | 0.71 |
| Paletas | 6.25 | 0.50 | 20.92 | 0.95 |
| Medio lomo | 2.94 | 0.38 | 9.83 | 0.86 |
| Medio lomo | 2.84 | 0.41 | 9.49 | 0.88 |
| Lomo | 5.78 | 0.61 | 19.32 | 0.53 |
| Medio costillar derecho | 1.97 | 0.41 | 6.53 | 0.81 |
| Medio costillar izquierdo | 1.97 | 0.33 | 6.54 | 0.61 |
| Costillar | 3.94 | 0.72 | 13.07 | 1.25 |
| Pierna | 4.98 | 0.49 | 16.66 | 0.60 |
| Pierna | 5.02 | 0.56 | 16.76 | 0.65 |
| Piernas | 10.00 | 1.03 | 33.42 | 1.05 |
| TOTAL CORTES MAYORES | 28.93 | | 96.42 | |

Las paletas provenientes de los animales tuvieron un peso y rendimiento promedio, con relación al peso de la carcasa, de 6.25 ± 0.50 Kg y $20.92 \pm 0.95\%$ respectivamente (Tabla 3). Valores que fueron similares a los reportados por Jiménez (2003), quien encontró 6.66 Kg como peso y 20.16% como peso y rendimiento del brazo, en animales de 2 años de edad.

Según la información de la Tabla 3, el peso promedio del lomo fue 5.78 ± 0.61 Kg y su rendimiento $19.32 \pm 0.53\%$. Estos valores fueron similares a los encontrados por Jiménez (2003) de 6.06 Kg de peso y 18.34% de rendimiento, en llamas de 2 años de edad; pero superiores a los obtenidos por Condori (2000), quien obtuvo 4.96 Kg como peso y 13.84 % como rendimiento del medio lomo, en llamas de 19 meses de edad. Las diferencias observadas pueden atribuirse a la forma de corte realizado, dicho autor no dividió las carcasas, sino realizó un corte transversal a la columna vertebral, por la mitad del lomo, obteniendo lomo fino y grueso.

Los costillares tuvieron un peso promedio de 3.94 ± 0.72 Kg y un rendimiento, con relación a la carcasa, de $13.07 \pm 1.25\%$ (Tabla 3). Jiménez (2003), encontró que el peso y rendimiento del costillar fueron 5.80 Kg y 17.58% respectivamente, en llamas de 2 años de edad; estos valores fueron superiores a los encontrados en el presente trabajo y las diferencias probablemente pueden atribuirse a que en la presente investigación, se consideró solo las 2/3 partes de las costillas.

La Tabla 3, muestra que el peso promedio de las piernas fue 10.00 ± 1.03 Kg y su rendimiento, con relación al peso de la carcasa fue 33.42 ± 1.05 %. El peso promedio de la pierna, obtenido en el presente trabajo, fue inferior al reportado por otros autores; Jiménez (2003) y Condori (2000) encontraron 11.24 Kg y 12.06 Kg como peso de la pierna en llamas de 2 años y 19 meses de edad respectivamente. Mientras que no hubo diferencias en lo referente al rendimiento de la pierna, puesto que dichos autores encontraron 34.06% y 33.74%, valores similares al encontrado en el presente trabajo (Tabla 3). Las diferencias en el peso de la pierna, pueden atribuirse a la edad de los animales.

Peso y rendimiento de los cortes menores

Las cazuelas de cuello, tuvieron un peso promedio de 2.93 ± 0.18 Kg y un rendimiento, con relación al peso de la carcasa fría, de 9.58 ± 0.84 %, y con relación al peso del corte mayor de 98.86 ± 0.71 % (Tabla 4). En la Tabla 4, se puede observar que las paletillas tuvieron mayor peso y rendimiento que los medallones de osobuco (anterior). El peso de las paletillas fue 2.51 ± 0.30 Kg y su rendimiento con relación al peso de la carcasa fue 8.40 ± 0.69 % y con relación al corte mayor $79.89 \pm 3.20\%$.

La relación hueso/carne (h/c) encontrada en la paleta, fue 0.39 lo que quiere decir que por cada 0.87 Kg de hueso existen 2.21 Kg de carne o pulpa (Tabla 4). Este valor fue similar al reportado por Cochi *et al.* (2004), quienes encontraron una relación hueso/músculo en el brazuelo de 0.41 (1.24 Kg de hueso/3.01 Kg de músculo), en llamas de 3 años.

El corte menor que tuvo mayor peso y rendimiento, en el medio lomo, fue chuletas de medio lomo, con 2.60 ± 0.37 Kg y 8.70 ± 0.90 % con relación a la carcasa y 88.41 ± 2.21 % con relación al corte mayor (Tabla 4). El filete solo tuvo un peso de 0.25 ± 0.03 Kg y su rendimiento, con relación al peso del medio lomo, fue $8.72 \pm 1.12\%$.

En el medio lomo se presentó una relación hueso/carne (h/c) igual a 0.58 lo que significa que existen 1.04 Kg de hueso/1.78 Kg de carne o pulpa (Tabla 4). Este valor fue similar al reportado por Cochi *et al.* (2004) en llamas de 3 años de edad, quien obtuvo 0.59 como relación hueso/músculo a nivel del lomo (2.44 Kg hueso/4.09 Kg de carne). Las tiras de costilla derecha tuvieron un peso y rendimiento con respecto a la canal de 1.96 ± 0.40 Kg y 6.48 ± 0.78 % y respecto al corte mayor de 99.21 ± 1.05 % (Tabla 4). El peso y rendimiento de las tiras de costilla izquierda fue 1.96 ± 0.33 y $6.51 \pm 0.60\%$ con relación al peso de la canal y con relación al corte mayor de $99.50 \pm 0.21\%$ (Tabla 4).

Tabla 4. Peso y rendimiento de los cortes menores.

| Cortes Menores | Peso (Kg) | | Rdto/Carcasa (%) | | Rdto/Corte mayor (%) | |
|-----------------------------------|-----------|------|------------------|------|----------------------|------|
| | Media | DS | Media | DS | Media | DS |
| Cuello: cortes con hueso | | | | | | |
| Cazuelas de cuello | 2.93 | 0.18 | 9.58 | 0.84 | 98.86 | 0.71 |
| Desperdicio | 0.03 | | 0.11 | | 1.14 | |
| TOTAL | 2.96 | | 9.69 | | 100.00 | |
| Paleta: cortes con hueso | | | | | | |
| Paletillas | 2.51 | 0.30 | 8.40 | 0.69 | 79.89 | 3.20 |
| Medallones de osobuco | 0.56 | 0.07 | 1.86 | 0.16 | 17.80 | 2.07 |
| Desperdicio | 0.07 | | 0.24 | | 2.31 | |
| TOTAL | 3.14 | | 10.50 | | 100.00 | |
| Paleta: cortes sin hueso | | | | | | |
| Pulpa de paleta | 2.02 | 0.16 | 6.76 | 0.57 | 64.84 | 2.01 |
| Pulpa de osobuco | 0.19 | 0.02 | 0.65 | 0.05 | 6.22 | 0.69 |
| Suma de la pulpa | 2.21 | | 7.41 | | 71.06 | |
| Huesos | 0.87 | | 2.93 | | 28.14 | |
| Desperdicio | 0.03 | | 0.09 | | 0.80 | |
| TOTAL | 3.11 | | 10.43 | | 100.00 | |
| Medio lomo: cortes con hueso | | | | | | |
| Chuletas de lomo | 2.60 | 0.37 | 8.70 | 0.90 | 88.41 | 2.21 |
| Filete | 0.25 | 0.03 | 0.85 | 0.08 | 8.72 | 1.12 |
| Desperdicio | 0.09 | | 0.28 | | 2.87 | |
| TOTAL | 2.94 | | 9.83 | | 100.00 | |
| Medio lomo: cortes sin hueso | | | | | | |
| Pulpa del lomo | 1.53 | 0.25 | 5.10 | 0.47 | 53.97 | 4.84 |
| Filete | 0.25 | 0.04 | 0.85 | 0.12 | 9.02 | 1.40 |
| Suma de la pulpa | 1.78 | | 5.95 | | 62.99 | |
| Huesos | 1.04 | 0.23 | 3.47 | 0.71 | 36.36 | 5.21 |
| Desperdicio | 0.02 | | 0.07 | | 0.65 | |
| TOTAL | 2.84 | | 9.49 | | 100.00 | |
| Medio costillar: cortes con hueso | | | | | | |
| Tiras de costilla derecha | 1.96 | 0.40 | 6.48 | 0.78 | 99.21 | 1.05 |
| Tiras de costilla izquierda | 1.96 | 0.33 | 6.51 | 0.60 | 99.50 | 0.21 |
| Desperdicio | 0.02 | | 0.08 | | 1.29 | |
| TOTAL | 3.94 | | 13.07 | | | |
| Pierna: cortes con hueso | | | | | | |
| Medallones de pierna | 2.98 | 0.30 | 9.97 | 0.67 | 59.80 | 2.73 |
| Cazuelas de cadera | 1.27 | 0.18 | 4.25 | 0.42 | 25.54 | 2.78 |
| Medallones de osobuco | 0.71 | 0.12 | 2.39 | 0.33 | 14.35 | 2.02 |
| Desperdicio | 0.02 | | 0.05 | | 0.31 | |
| TOTAL | 4.98 | | 16.66 | | 100.00 | |
| Pierna: cortes sin hueso | | | | | | |
| Pulpa de pierna y cadera | 3.37 | 0.42 | 11.23 | 0.48 | 67.02 | 1.55 |
| Pulpa de osobuco | 0.23 | 0.03 | 0.76 | 0.05 | 4.55 | 0.32 |
| Suma de la pulpa | 3.60 | | 11.99 | | 71.57 | |
| Huesos | 1.40 | | 4.69 | | 27.99 | |
| Desperdicio | 0.02 | | 0.08 | | 0.44 | |
| TOTAL | 5.02 | | 16.76 | | 100.00 | |
| TOTAL CORTES MENORES | 28.63 | | 95.43 | | | |

Según Claros y Quispe (2004a), en el mercado popular "Bolívar" de la ciudad de Oruro, el peso y rendimiento de las tiras de costilla, calculadas para medio costillar, fue 2.94 Kg y 6.80%. El rendimiento de las tiras de costilla fue similar al encontrado en el presente trabajo, de 6.51 % (Tabla 4). Sin embargo, el peso fue superior

al reportado en la Tabla 4 de 1.96 Kg, las diferencias observadas pueden atribuirse principalmente a la edad de los animales y a las condiciones de alimentación. Los medallones de pierna tuvieron un peso promedio de 2.98 ± 0.30 Kg y un rendimiento de 9.97 ± 0.67 % con relación al peso de la carcasa y 59.80 ± 2.73 % con respecto al corte mayor (Tabla 4).

En el caso de la pierna se encontró que por cada 1.40 Kg de hueso se tienen 3.60 Kg de carne o pulpa (Tabla 4), siendo la relación hueso carne 0.39, en carcasas de llamas de 18 meses de edad. Este valor fue inferior al reportado por Cochi *et al.* (2004) de 0.64 como relación hueso / músculo en la pierna (2.46 Kg de hueso/3.83 Kg de músculo), en llamas de 3 años de edad, en la localidad de Palcoco. Lo que quiere decir que las llamas a una edad de 18 meses rinden más en carne que en hueso en la pierna, en comparación a llamas de 3 años de edad.

Menudencias y desperdicios

Como se puede observar en la Tabla 5, las menudencias, tuvieron un peso total de 0.45 Kg lo que representa el 1.50 % del peso de la carcasa. Este valor fue inferior al reportado por Manso *et al.* (1998), en corderos de la raza Churra (2.71%). La diferencia puede atribuirse a las características de la especie animal, y evidencia que la llama tiene menor proporción de menudencias que los ovinos de raza Churra.

Tabla 5. Peso y porcentaje de la carcasa de las menudencias y los desperdicios.

| Detalle | Peso (Kg) | Porcentaje de la canal (%) |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|
| Menudencias | | |
| Riñón y grasa renal izquierda | 0.23 | 0.77 |
| Riñón y grasa renal derecha | 0.22 | 0.73 |
| TOTAL | 0.45 | 1.50 |
| Desperdicios | | |
| Desperdicios totales | 0.86 | 2.87 |
| TOTAL | 0.86 | 2.87 |

Por otra parte los desperdicios lograron un peso total de 0.86 Kg como consecuencia de la transformación la carcasa en cortes menores. Este valor representa el 2.87 % del peso total de la carcasa de llama (Tabla 5).

Rentabilidad y análisis de costos en diferentes escenarios

Para realizar el análisis de rentabilidad se partió de la compra de 12 carcasas de llamas de 18 meses de edad en el matadero; de tal forma que los gastos sólo son analizados a partir del procesamiento de la carne, no así desde la compra de los animales, su crianza ni los costos por el sacrificio.

En el análisis de rentabilidad se incorporó el análisis de un escenario, el cual consideró el funcionamiento de una carnicería con equipamiento básico, con el fin de comparar el ingreso neto y la relación beneficio/costo, con las obtenidas en la presente investigación, en la que se consideró una carnicería sin equipamiento para realizar cortes.

Costo total

El costo total por la transformación y comercialización de los cortes menores de llama, a partir de las 12 carcasas fue US\$ 561.03 (Tabla 6). Los que representa un costo de US\$ 46.75 por carcasa.

Tabla 6. Costo total de transformación y comercialización de cortes menores de la carne de llama.

| Detalle | Costo (US\$) | Unid. | Cantidad | Total (US\$) |
|--|--------------|---------|----------|--------------|
| Costos Fijos | 1,00 | día | 10 | 10,00 |
| Costos Variables | | | | |
| Compra y transporte de carcasas de llama | 33.86 | Carcasa | 12 | 406.32 |
| Alquiler de máquinas | 28.57 | Global | | 114.29 |
| Mano de obra | 7.46 | día | 2 | 14.92 |
| Material de empaquetado | 0,062 | Unid. | 250 | 15,50 |
| Costos fijos | | | | 10 |
| Costos variables | | | | 551.03 |
| Costo total | | | | 561.03 |

Ingreso neto y relación beneficio/costo

El ingreso neto obtenido por la comercialización de las 12 carcasas de llama, en forma de cortes menores, fue US\$ 9.93 (Tabla 7), lo que significa que por cada carcasa se obtuvo US\$ 0.83. Este valor fue inferior a los reportados por Claros y Quispe (2004 a y b), quienes mencionan que los detallistas de mercados populares, de Oruro, tienen un saldo de US\$ 5.76 y US\$ 7.15 por carcasa comercializada en cortes menores. Estas diferencias pueden atribuirse a los elevados costos totales, obtenidos en el presente trabajo.

Tabla 7. Ingreso neto y relación beneficio/costo por la venta de cortes menores de carne de llama.

| Detalle | Peso (kg) Promedio | Peso (kg) Vendido | %/carcasa ¹ | IB (US\$) | CT (US\$) | IN (US\$) | B/C |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|------|
| Cuello | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 2.93 | 2.78 | 10.08 | 45.70 | 56.55 | 10.85 | 0.81 |
| Paleta | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 3.07 | 2.91 | 10.56 | 57.58 | 59.25 | -1.67 | 0.97 |
| Cortes sin hueso | 3.08 | 2.93 | 10.61 | 58.94 | 59.53 | -0.59 | 0.99 |
| Medio lomo | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 2.85 | 2.71 | 9.80 | 60.53 | 54.98 | 5.55 | 1.10 |
| Cortes sin hueso | 2.82 | 2.68 | 9.69 | 63.78 | 54.36 | 9.42 | 1.17 |
| Medio costillar | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 3.92 | 3.72 | 13.48 | 61.16 | 75.62 | 14.46 | 0.81 |
| Pierna | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 4.96 | 4.71 | 17.05 | 106.89 | 95.66 | 11.23 | 1.12 |
| Cortes sin hueso | 5.00 | 4.75 | 17.19 | 95.92 | 96.44 | -0.52 | 0.99 |
| Total Cortes Menores | 28.63 | 27.19 | 98.46 | 550.50 | 552.39 | -1.89 | 1.00 |
| Menudencias | 0.45 | 0.43 | 1.54 | 3.20 | 8.64 | -5.44 | 0.37 |
| Desperdicios | 0.86 | 2.32 | 0.00 | 17.26 | | 17.26 | |
| Total | 29.94 | 29.94 | 100.00 | 570.96 | 561.03 | 9.93 | 1.02 |

¹Representa el porcentaje de los cortes menores con respecto al peso de la canal, incluidos los desperdicios

Tipo de cambio US\$ 1 = Bs. 8.05

La relación beneficio/costo (B/C) fue 1.02 (Tabla 7), lo que significa que por cada US\$ 1 invertido, se logró obtener US\$ 1.02, existiendo un mínimo beneficio económico. Esto se debe a que para el estudio no se contaba con la maquinaria necesaria, por lo que fue alquilada, lo que hizo que se incrementaran los costos totales del proceso.

Por otra parte, en la comercialización de los cortes menores sin hueso se tuvo que contabilizar los costos de transformación y comercialización de los huesos, por separado de las pulpas, cuyos costos totales fueron superiores a los ingresos brutos obtenidos (Tabla 7), lo que redujo el ingreso neto total.

Análisis de un escenario con equipamiento básico

La simulación económica, de un escenario que consideró el funcionamiento de una carnicería con equipamiento básico, reveló un costo de US\$ 454.26 (US\$ 37.86 por carcasa) y un ingreso neto, de US\$ 116.70 (Tabla 8). Lo que significa US\$ 9.73 por carcasa, valor que fue superior a los encontrados por Claros y Quispe (2004 a y c), los cuales reportaron un ingreso de US\$ 5.76 y US\$ 7.15 por carcasa, en los mercados populares de Oruro. Estas diferencias pueden atribuirse a los precios de venta de los cortes, que utilizan estos detallistas los cuales son inferiores a los utilizados en el presente trabajo. La relación beneficio/costo para este análisis tuvo un valor de 1.26 (Tabla 8), superior en comparación al escenario inicial.

Tabla 8. Análisis de escenario con equipamiento básico.

| Detalle | Peso (kg) Promedio | Peso (kg) Vendido | %/carcasa ¹ | IB (US\$) | CT (US\$) | IN (US\$) | B/C |
|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|------|
| Cuello | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 2.93 | 2.78 | 10.08 | 45.70 | 45.80 | -0.10 | 0.81 |
| Paleta | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 3.07 | 2.91 | 10.56 | 57.58 | 47.98 | 9.60 | 1.20 |
| Cortes sin hueso | 3.08 | 2.93 | 10.60 | 58.94 | 48.16 | 10.78 | 1.22 |
| Medio lomo | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 2.85 | 2.71 | 9.80 | 60.53 | 44.53 | 16.00 | 1.36 |
| Cortes sin hueso | 2.82 | 2.68 | 9.69 | 63.78 | 44.03 | 19.75 | 1.45 |
| Medio costillar | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 3.92 | 3.72 | 13.48 | 61.16 | 61.24 | -0.08 | 1.00 |
| Pierna | | | | | | | |
| Cortes con hueso | 4.96 | 4.71 | 17.05 | 106.89 | 77.46 | 29.43 | 1.38 |
| Cortes sin hueso | 5.00 | 4.75 | 17.19 | 95.92 | 78.10 | 17.82 | 1.23 |
| Total Cortes Menores | 28.63 | 27.19 | 98.45 | 550.50 | 447.30 | 103.20 | 1.23 |
| Menudencias | 0.45 | 0.43 | 1.54 | 3.20 | 6.96 | -3.76 | 0.37 |
| Desperdicios | 0.86 | 2.32 | | 17.26 | | 17.26 | |
| Total | 29.94 | 29.94 | 99.99 | 570.96 | 454.26 | 116.70 | 1.26 |

¹Representa el porcentaje de los cortes menores con respecto al peso de la canal, incluidos los desperdicios
Tipo de cambio US\$ 1 = Bs. 8.05

Conclusiones

El peso y rendimiento promedio, de la carcasa fría, con relación al peso vivo de llamas a los 18 meses de edad fue 29.94 ± 3.01 Kg. y $52.56 \pm 2.24\%$ respectivamente. El peso y rendimiento promedio de los cortes mayores, con relación al peso de la carcasa fría, fueron los siguientes: cuello 2.96 ± 0.17 Kg y $9.69 \pm 0.85\%$; paletas 6.25 ± 0.50 Kg y $20.92 \pm 0.95\%$; piernas 10.00 ± 1.03 Kg y $3.42 \pm 1.05\%$; lomo 5.78 ± 0.61 Kg y $19.32 \pm 0.53\%$; costillar 3.94 ± 0.72 Kg y $13.07 \pm 1.25\%$.

Los cortes menores, con mayor peso y rendimiento, fueron obtenidos en la pierna: cuyos valores fueron 5.00 Kg y 16.68% (cortes sin hueso) y 4.96 Kg y 16.61% (cortes con hueso). Los cortes menores, con menor peso y rendimiento, fueron obtenidos a nivel del medio costillar: cuyos valores fueron 1.96 Kg y 6.48% tiras de costilla derecha y 1.96 Kg y 6.51% tiras de costilla izquierda. El peso total de los cortes menores comercializados fue 27.19 Kg lo que representó el 90.81% del peso de la carcasa fría (29.94 Kg).

Las menudencias comercializadas tuvieron un peso promedio de 0.43 Kg y representaron el 1.45% del peso de la carcasa. El peso de los desperdicios y su porcentaje de la carcasa, fueron 2.32 Kg y 7.75% respectivamente. El costo de transformación y comercialización de los cortes menores fue US\$ 46.75 por carcasa (Bs. 376), el ingreso obtenido en la simulación de un escenario real de comercialización de carne fresca fue US\$ 47.58 por carcasa (Bs. 383), cifras que manifiestan una relación benéfico-costo igual a 1.02, que representó un ingreso neto de US\$ 0.83 por carcasa.

El costo del mismo procedimiento en un análisis de un escenario, que consideró el funcionamiento de una carnicería con equipamiento básico fue US\$ 37.86 por carcasa (Bs. 305) inferior al encontrado anteriormente, en este caso la relación beneficio / costo se incrementó a 1.26.

Bibliografía

- Bustanza, V., Garnica, J., Maquera, Z., Larico, J., Apaza, E., Foraquita, S., Medina, G., Bautista, J. Y Carreon, O. 1993. Carne de Alpaca. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Claros-Liendo, A. y Quispe, J.L. 2004b. Estructura y cuantificación de la cadena agroalimentaria de la carne de llama. Estudio de caso. Lagunas Papel Pampa y Sajama. Proyecto Desarrollo Sostenible de Productos Camélidos y Servicios de Mercadeo para la Región Andina (DECAMA) Paquete de Investigación 2 WP2 Mercados y servicios La Paz, Bolivia. Junio, 2004.
- Cochi, N., Condori, G., Pilco, S., Rodríguez, T, y Martínez, Z. 2004. Estudio de caso a la asociación de productores y comercializadores de productos cárnicos de camélidos (ACOPROCA), de la localidad de Palcoco. Proyecto Desarrollo Sostenible de Productos Camélidos y Servicios de Mercadeo para la Región Andina (DECAMA-BOLIVIA).
- Condori, G. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo de llamas (*Lama glama L.*) y evaluación de la calidad de la carne. Tesis de Grado para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Jiménez, T. 2003. Factibilidad técnico – económica en la producción de charque de llama (*Lama glama*) con diferentes métodos de deshidratado. Universidad Técnica de Oruro. Facultad de Agronomía. Oruro, Bolivia. Memoria del III Congreso Mundial sobre Camélidos. Potosí Bolivia. Oruro, Bolivia.
- Manso, T., Ruíz, A., Castro, T. 1998. Rendimiento a la canal, quinto cuarto y despiece de corderos de raza Churra sometidos a distintas estrategias de alimentación. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Madrid, España.
- Paredes, R. 1999. Elementos para la elaboración y evaluación de Proyectos. Tercera Edición. Editorial Sanjinez. La Paz, Bolivia.
- Programa Regional de Camélidos. 2004. PRORECA. Mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de camélidos. La Paz, Bolivia.
- Rivera, G. 2003. Posicionamiento de carne de llama en el sector salud y en el sector de mayor ingreso económico de la ciudad de La Paz. Memorias de III Congreso Mundial de Camélidos. Potosí, Bolivia.
- Unidad Ejecutora del Proyecto Camélido. 1999. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola; Fondo de Desarrollo Campesino; Corporación Andina de Fomento (UNEPCA - FIDA – FDC – CAF), Censo Nacional Llamas y Alpacas Bolivia. Oruro, Bolivia.

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA EN CARNE DE CAMÉLIDOS (RESULTADOS DEL PANEL TEST EN BOLIVIA Y PERÚ)

Gerken M.²⁸; Ayala C.²⁹; Barreda E.³⁰; Condori G.³⁰; Pilco S.³¹; Rodríguez T.³²; Gonzales M.³⁰; Torres D.³⁰.

Introducción

Los camélidos sudamericanos son especies autóctonas que se encuentran a lo largo de la América del Sur, pero el consumo de carne de camélidos no se encuentra ampliamente difundida. La predisposición a la aceptación de la carne de llamas por los consumidores, esta inhibida por factores culturales y otros (Gerken y King, 2000). Este problema se refleja por falta de conocimiento, sobre su calidad y las propiedades organolépticas (Vilca, 1991). En el presente estudio se realizaron los primeros esfuerzos por analizar algunas de las características sensoriales sobre la carne de camélidos. El panel de pruebas (Panel test) se llevó a cabo en Bolivia y Perú con muestras de carne de llamas y alpacas respectivamente, determinando la influencia sobre las especies, la edad y sexo sobre los factores sensoriales como la jugosidad, ternura, aroma y aceptación general.

Metodología

Para el presente estudio, se utilizaron las carcasas de 46 llamas y 20 alpacas, que difieren en edad y sexo (machos castrados vs no castrados). Las muestras de carne fueron tomadas de la musculatura *longissimus dorsi* (Bolivia) y el *semitendineus musculus* (Perú), las cuales fueron conservadas de 4 a 12 semanas a -18 °C. Se cortaron filetes de aproximadamente 15 mm de espesor los cuales previamente fueron descongelados y calentados en un horno eléctrico hasta una temperatura interna de aproximadamente 75 °C. Rebanadas de carne fueron cortadas con una pieza circular de 3 cm de diámetro y se ofreció a los degustadores o panelistas, que constaba de personas escogidas al azar.

Por las características de las pruebas, los panelistas no necesariamente fueron expertos en el tema, pero los resultados obtenidos tienen una validez, igual o mayor a los panelistas expertos (Cross, 1987; Hovenier al., 1993), la calificación se realizó de acuerdo a las siguientes metodologías: la calificación por puntajes (Norma DIN 10 952, DIN 1978) y la comparación por pares (Norma DIN 10 954, DIN, 1986). Durante el desarrollo de las sesiones, sólo se aplicó una prueba, pero si se realizaron repetidas muestras de la canal de cada uno de los animales, al final se contabilizó las muestras, que en general son 3 (puntajes) y 6 muestras (en pares de comparación), los que fueron evaluados para cada canal y en un período de sesiones.

Los panelistas calificaron las características predefinidas en una escala determinada para una determinada muestra (Tabla 2, DIN, 1978). Los datos se analizaron separadamente por país y a través de un análisis de varianza, incluyendo el efecto fijo de edad, sexo y el efecto aleatorio de los animales (medidas repetitivas). La influencia de la edad se evaluó mediante el cálculo de tau-b correlaciones entre la edad y las puntuaciones logradas en cada uno de los animales y por cada país.

Debido a la limitada cantidad de carne disponible por cada canal, las comparaciones entre los factores experimentales (especie, edad o sexo) fue limitado. Dos muestras (etiquetadas como A y B) lo que hace la diferencia por especie, edad y sexo, los mismos fueron presentados en un plato a los panelistas y a quienes se les preguntó sobre una posible diferencia entre las muestras (Tabla 3). Sin embargo, los panelistas desconocían que muestras de una misma canal podrían ser presentadas. Las respuestas se definen como la diferencia correcta (encontró diferencia) o falsa (no se encontró diferencias). El análisis estadístico de los datos

²⁸ Docente, Universidad de Göttingen, Alemania.

²⁹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³⁰ Investigador, Proyecto DECAMA, DESCO, Perú

³¹ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³² Docente, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

de cada país, se basa en la distribución binomial y tablas dadas por la Norma DIN 10 954 (DIN, 1986), el cual se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción simple (DIN 10 964).

| Fin | Descripción de características de productos |
|--------------|---|
| Método | Características de la muestra se describen con palabras (libremente o según lista). |
| Examinadores | Capacidad de describir sus percepciones sensoriales. |
| Instrucción | La descripción se hace individualmente o en el grupo. |
| Estadística | Las descripciones se utilizan para armonizar la descripción de características. |
| Formularios | Lista de palabras descriptivas. Formulario para el examinador. |

Descripción simple: Lista para el examinador, se la realiza en base a preguntas que señala la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción Simple: Lista de palabras descriptivas (ejemplos).

| | |
|---------|--|
| Color | Pálido, brillante, oscuro, mate, marmóreo, poco natural, manchado, desigual. |
| Forma | Desigual, agrietado, regular, quebrado. |
| Olor | Dulzón, insulso, armónico, viejo, a pescado, aromático, a tierra, afrutado, mohoso, rancio, a encerrado, a heno, ácido, acre, jabonoso, intenso, humoso, penetrante, a hierbas, podrido, aceitoso. |
| Gusto | (Véase olor), Fresco, crudo, aceitoso, metálico, salado, quemado, picante, agrio, amargo, suave, dulce. |
| Textura | Elástico, seco, grasiento, duro, jugoso, fibroso, húmedo, acuoso, gelatinoso, suave, granuloso, crujiente, tierno, a caucho, cremoso, agrietado, áspero. |

Descripción simple
(Formulario para el examinador)

| Muestra:..... | | Fecha:..... | |
|-------------------|----------------|--------------------|---------------|
| Experimento:..... | | Examinador/a:..... | |
| N° de muestra | Característica | Descripción | Observaciones |
| | A | | |
| | B | | |
| | C | | |
| | D | | |
| | A | | |
| | B | | |
| | C | | |
| | D | | |

Tabla 3. Diseño experimental de las muestras de carne, por país.

| Tratamiento | País | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | Bolivia | Perú |
| <i>Número de animales</i> | | |
| Alpacas (enteras) | - | 14 |
| Alpacas (castradas) | - | 6 |
| Llamas (enteras) | 20 | 11 |
| Llamas (castradas) | 15 | - |
| <i>Edad de los animales en meses</i> | 18-31 | 19-25 |
| <i>Muestra del músculo</i> | <i>musculus longissimus dorsi</i> | <i>musculus semitendineus</i> |

Tabla 4. Rangos y valores de las muestras de carne.

| Tratamiento | Valores | | |
|-------------|---------------------|------------|-----------------------|
| Jugoso | 1 | | 8 |
| | Extremadamente seco | | Extremadamente jugoso |
| Ternura | 1 | | 8 |
| | Extremadamente duro | | Extremadamente tierno |
| Aroma | 1 | 2 | 3 |
| | Insuficiente | Suficiente | Bueno |
| Aceptación | 1 | | 8 |
| | Inaceptable | | extremadamente bueno |

Tabla 5. Comparación por pares en muestras de carne.

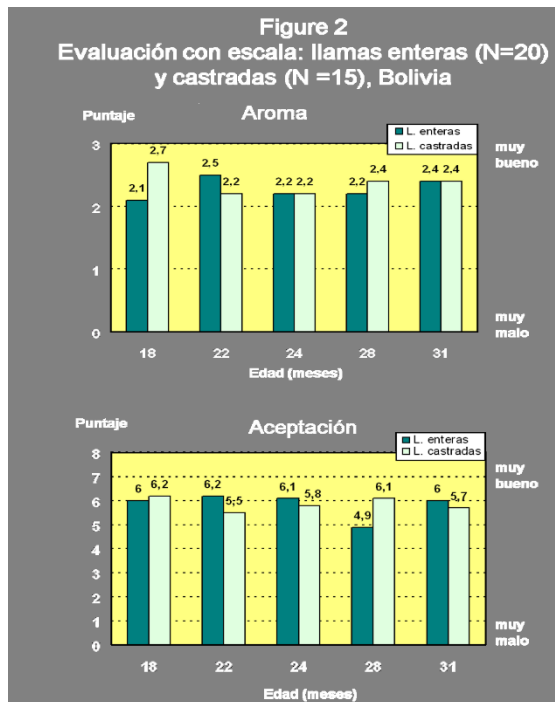
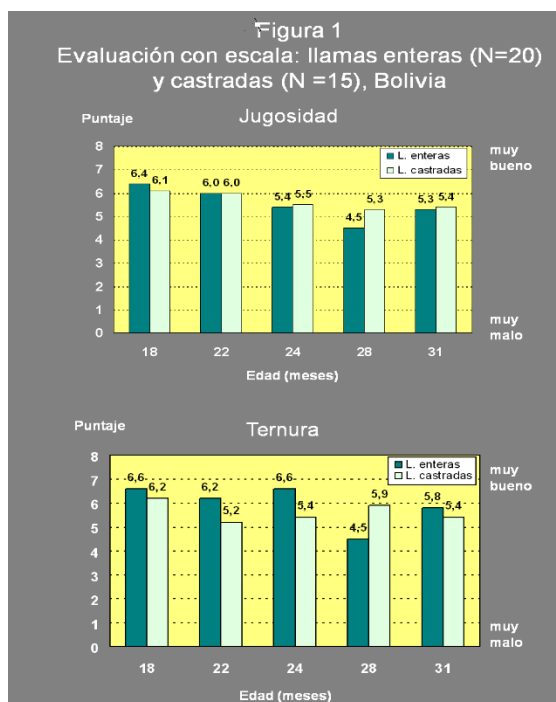
| | Muestra A | Muestra B | Ambas muestras son similares |
|----------------------------|-----------|-----------|------------------------------|
| Mayor Ternura | | | |
| Mayor jugosidad | | | |
| Mayor aroma | | | |
| Preferencia por la muestra | | | |

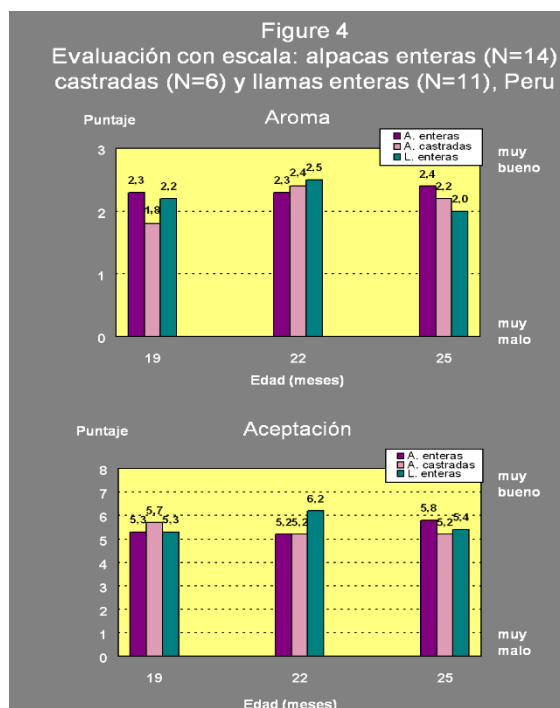
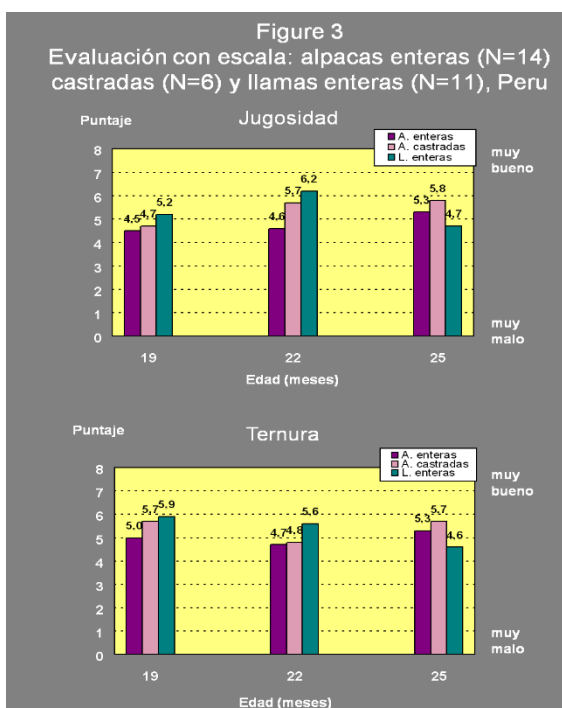
Ambas muestras son: (por favor marque):

- no diferente poco diferente
 diferente muy diferente

Resultados

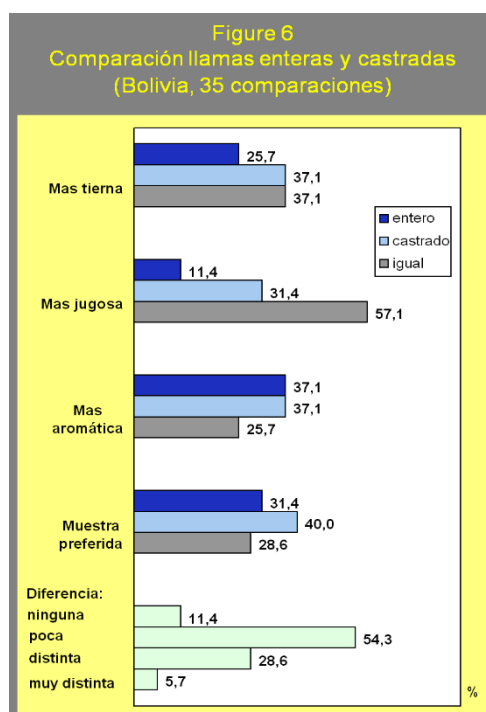
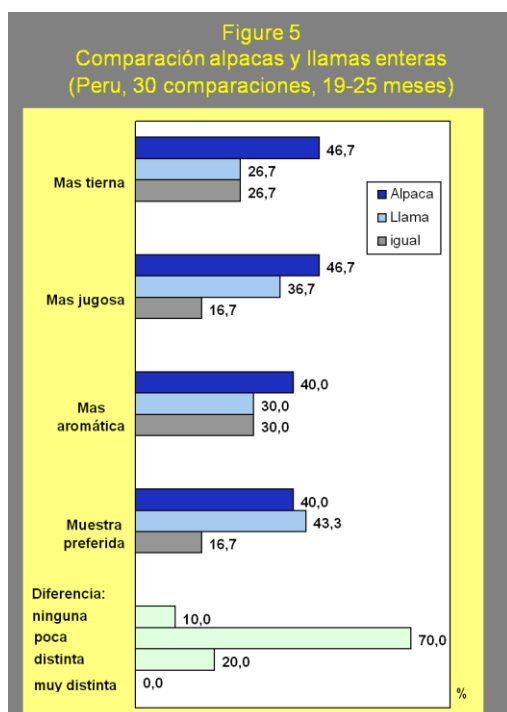
Debido a las diferencias en los procedimientos experimentales entre los países, los resultados se dan por separado para Bolivia y Perú.



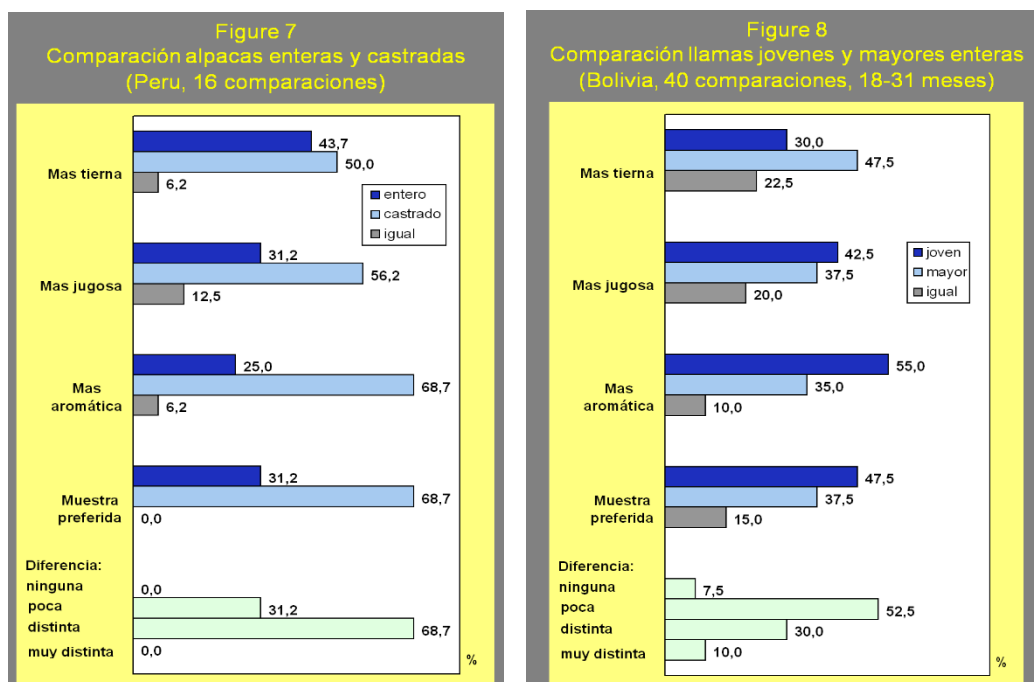


Se realizó la evaluación de llamas enteras (N=20) y castradas (N=15) en Bolivia y alpacas enteras (N=14), alpacas castradas (N=6) y llamas enteras (N=11). Midiéndose Figura 1 y 3. Jugosidad y Ternura, Figura 2 y 6. Aroma y Aceptación.

Figuras 5 y 6, nos muestran las comparaciones existentes entre la carne de llama y alpaca considerando la condición de animales enteros los resultados que la carne de alpacas son más tiernas, jugosas y más aromáticas (46,7%, 46,7% y 40%) respectivamente, mientras que para llama (26,7%, 36,7% y 30%) respectivamente.



Las diferencias para carne de llamas enteras y castradas se muestran en la figura No. 6, donde la condición de castrado supera en terneza 37,1% a los enteros 25,7%, así como también es más jugosa 31,4% para castrado y 11,4% para castrado, mientras que en aroma ambas son iguales 37,1%



Para el caso de las diferencias de la carne entre alpacas enteras y castradas, se muestran en la figura No. 7, donde los castrados presentan mejores porcentajes terneza, aroma, jugosidad y preferencia (50%, 56,2%, 68,7% y 68% respectivamente).

La degustación para carne que proviene de llamas jóvenes hasta 18 meses y mayores de 18 a 31 meses, bajo la condición sexual de enteros, los resultados se muestran en la figura No.8, donde en el aspecto de terneza, la carne de animales mayores es preferida 47,5%, en comparación a las jóvenes con 30%, pero en otras características, aroma, jugosidad y preferencia la carne de animales jóvenes obtuvo los mayores porcentajes, 42,5%, 55% y 47,5% respectivamente

Puntaje

Los resultados muestran una buena aceptación de la carne de camélidos, las calificaciones fueron siempre superiores a la media de 4. En general los análisis indican que los factores de especie, edad y sexo no tienen influencia significativa en las características, sólo en la característica de ternura o suavidad de la carne (Bolivia) hubo una influencia significativa de la edad ($p = 0,02$) y la interacción entre sexo y edad se encontró diferencias significativas ($p = 0,006$).

En las figuras del 1 a 4 muestran algunas tendencias lineales del efecto de la edad, las que fueron confirmadas por las correlaciones entre la edad, siendo los resultados significativos como lo muestra la (Tabla 4). En el caso de los datos de Bolivia, la jugosidad y la terneza presentaron diferencias significativas a la disminución de la edad en llamas ($P < 0,05$). Sin embargo, para los datos del Perú no existe una tendencia similar para el efecto de la edad.

Tabla 4. Correlaciones (Kendall's tau b) entre edad y valores, por tratamiento y país

| Jugosidad | Tratamiento | | |
|------------------------------|-------------|-------|------------|
| | Terneza | Aroma | Aceptación |
| <i>Bolivia</i> ¹⁾ | | | |
| - 0.28 | -0.29 | 0.03 | -0.15 |
| * | * | Ns | Ns |
| <i>Peru</i> ²⁾ | | | |
| 0.13 | -0.06 | 0.01 | 0.08 |
| Ns | Ns | ns | ns |

¹⁾ A partir de llamas enteras (N=20) y llamas castradas (N=15), 18-31 edad en meses

²⁾ A partir de alpacas enteras (N=14), alpacas castradas (N=6), llamas enteras (N = 11), 19-25 edad en meses

* $p < 0.05$ ns = non significante

Comparación por pares

Se combinaron los datos a través de varias sesiones para formar comparaciones válidas. En general, sólo pocas comparaciones resultaron con diferencias entre ambas muestras. Los resultados sobre las preferencias de las muestras de acuerdo a los factores experimentales, no son del todo claras. Hubo una tendencia que da preferencia a la carne de alpaca que a la carne de llama respecto a la sensibilidad ($p < 0,10$), la jugosidad y el aroma, pero la diferencia fue descrita principalmente como “poco” (70% de las comparaciones), (Figura 5 y 6). La diferenciación fue más clara para los animales castrados vs sin castrar a través de todas las edades y en ambas especies. En general, los machos castrados presentaron carne más tierna y jugosa, y tiene un mejor aroma y mejor preferencia ($p < 0,10$). La diferencia entre los machos castrados y sin castrar, fue más pronunciado en alpacas (Perú), frente a las llamas (Bolivia) con una alta preferencia del 68,7%.

Las comparaciones entre las muestras de los animales más jóvenes y mayores mostró que los panelistas fueron capaces de diferenciar ($p < 0,10$) entre las muestras y que preferían la carne de los animales más jóvenes. Las mismas tendencias se han encontrado en las comparaciones entre las muestras de los machos intactos y castrados de diferentes edades.

Conclusiones

Las pruebas llevadas a cabo independientemente en dos países pusieron de manifiesto una buena aceptación de la carne de camélidos. Los participantes de las pruebas de panel no fueron utilizados para el consumo regular de carne de camélidos y no fueron informados sobre el origen de la carne.

Sin embargo, ninguna de las muestras fue rechazada como inaceptable sobre el gusto, el sabor o resistencia. Tendencias similares se encontraron con los dos métodos de prueba (resultados de calificación, por pares de comparación), que indica que ambos métodos son complementarios. En las condiciones actuales, la prueba de comparación pareada dio resultados más claros con respecto a los factores experimentales. Valores más bajos de la escala se dieron en Perú y podría reflejar la influencia de la ubicación de muestreo *semitendineus musculus*, en comparación con el *musculus longissimus dorsi* en Bolivia.

Se encontraron tendencias similares con respecto a la edad y el sexo para ambas especies. Hubo una ligera preferencia por la carne de alpaca a la de llama, esto podría también atribuirse a las diferencias en los patrones de las especies. Los resultados adicionales de las curvas de crecimiento y análisis de calidad de la carne tienen que ser evaluados antes de las conclusiones. La hipótesis es que las alpacas podría tener una edad óptima ligeramente diferente de la canal de acabado de las llamas.

Se encontraron tendencias claras para el efecto de la edad en llamas estudiadas en Bolivia, pero no para los datos del Perú. Sin embargo, en este último país las muestras de alpacas y llamas sólo cubre el rango entre 19 y 25 meses, la no existencia de correlación significativa entre las puntuaciones y la edad indican que la influencia de la edad en la fase de crecimiento es menor que en otras etapas.

Las comparaciones por pares mostraron diferencias entre los sexos (castrados vs sin castrar) en ambas especies. En general, la carne de machos castrados fue más aceptada. Resultados similares están de acuerdo con los informes de Álvarez (1986) que mide la ternez de la carne de llama sin castrar y castrado por métodos mecánicos. Sin embargo, está abierto a la cuestión de si la castración de los machos puede ser recomendado para una calidad óptima de la carne de camélidos. En el presente estudio, no hubo ventaja evidente de castrados en comparación con los machos intactos con respecto a la viabilidad de su gestión hasta la edad de la faena de 31 meses. La castración parece no influir en el crecimiento (Vilca, 1991), sin embargo la operación implica algunos riesgos de salud para los animales en las condiciones rurales. Además, será difícil obtener un precio superior para la carne de camélidos castrados en la etapa actual.

Una vez que la aceptación general de la carne de camélidos como producto de alta calidad sea establecida por el consumidor, la carne de camélidos castrados puede ser un producto especial de nicho para el mercado. Las evaluaciones se hicieron en los animales jóvenes y se supone que los machos llegan a la madurez sexual completa a los 31 meses (Sumar, 1983). La carne de los machos sin castrar no fue descrita como carne con sabor extraño. Sin embargo, bajo las condiciones de las zonas rurales de América del Sur, los machos son sacrificados con frecuencia a la edad de 5 a 6 años. Las características organolépticas de los machos adultos no están bien establecida y que está abierto a la cuestión de si hay problemas con el "sexo" sabores causados por las feromonas, como por ejemplo, en los verracos maduros (Griffith y Patterson, 1970). Habida cuenta de la existencia de tales olores, la castración que se podría recomendar para machos adultos antes de la faena.

La comparación entre los resultados de los dos países donde se realizó el estudio es cierta, ya que se tomaron muestras de diferentes músculos y los diseños experimentales fueron diferentes (Tabla 1). Pese a estas limitaciones se encontraron las principales tendencias, que fueron similares en ambos países e indicar la repetibilidad de los resultados.

El número de muestras fue restringido debido a la capacidad limitada de la prueba. Además, que las pruebas del panel fueron realizadas por personas no entrenadas, por lo que su capacidad para hacer una diferenciación repetibles de cada muestra (por pares de comparación) no estaba bien entrenados. Para obtener una confirmación definitiva de las actuales tendencias descritas, más las muestras deben ser probadas por personas capacitadas.

Bibliografía

- Álvarez, V. 1986. Determinación de terneza y cocción en cortes mayores de ovinos y camélidos. Anales de la 1a. Convención Nacional de Prod. de Camélidos Sudamericanos. Oruro, Bolivia, 79-93.
- Cross, H.R. 1987. Sensory characteristics of meat. Part 1- Sensory factors and evaluation. In: The Science of Meat and Meat Products. Food and Nutrition Press, 307-327
- DIN. 1978. Sensorische Prüfverfahren. Bewertende Prüfung mit Skale. DIN 10 952. Beuth Verlag, Berlin, Germany
- DIN. 1986. Sensorische Prüfverfahren. Paarweise Unterschiedsprüfung. DIN 10 954. Beuth Verlag, Berlin, Germany
- Gerken, M., J.M. King. 2000. Unconventional animals in rural development: 2 Domesticated autochthonous species. Proc. Deutscher Tropentag, 14-15 October 1999, Berlin (in press)
- Griffith, N.M., R.L.S. Patterson. 1970. Human olfactory response to 5 α -androst-16-en-3-one. J-Sci. Food. Agric. 21, 4-6
- Hovenier, R., E. Kanis, J.A.M. Verhoeven. 1993. Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. J. Anim. Sci. 71, 2018-2025
- Sumar, J. 1983. Studies on reproductive pathology in alpacas. Master thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala and Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Vilca, M.A. 1991. Producción, tecnología e higiene de la carne. In: Fernández-Baca S. (ed.): Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile, 387-417.

TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE SUBPRODUCTOS PROCESADOS CON CARNE DE LLAMA

Laime V.³³; Cochi N.³³; Ayala C³⁴.; Rodríguez T.³⁵; Grazia L.³⁶; Quispe J.³³

Introducción

Desde la épocas ancestrales en los Altos Andes, la carne de llama fue considerada como un alimento importante en la dieta de esta población, es así que este producto era consumido en forma fresca, chalona (carne deshidratada con hueso) y charque o "charqui (carne cortada en lonjas, con abundante sal y secado a la intemperie).

La disponibilidad de carne de llama en nuestro medio, en este último tiempo, ha recobrado su importancia, debido a que este producto es de excelente calidad para la alimentación humana, principalmente en el área rural. El consumo de esta carne en forma fresca y transformada va en aumento año tras año; sin embargo, productos procesados con carne de llama, son muy escasos en los mercados de nuestro medio, razón por lo que es necesario elaborar diversidad de productos empleando carne de camélidos.

Para resguardar la salud de los consumidores de carne de llama existe la necesidad de conocer y aplicar normas sanitarias para la de elaboración de productos cárnicos, así como la información sobre sistemas de crianza de animales, a fin de minimizar riesgos que afecten la salud de la población.

Por las razones expuestas, el presente trabajo pretende lograr los siguientes objetivos:

- Aplicar técnicas para la elaboración de productos procesados con carne de llama (*Lama glama* L).
- Estudiar las características organolépticas de los productos procesados.
- Determinar la carga microbiológica total en los productos procesados.
- Analizar las características bromatológicas de los productos procesados.

Metodología

El presente estudio se realizó con animales procedentes de la comunidad de T'olamoco, perteneciente a la provincia Ladislao Cabrera, segunda sección municipal de Pampa Aullagas departamento de Oruro. El municipio se encuentra a 170 km de la ciudad de Oruro. La faena de dichos animales fue efectuada en el matadero del mismo municipio. El procesamiento de los diferentes productos fue realizado en instalaciones del Centro de Acopio y Transformación (CAT) del CEDPAN, ubicado en la localidad de Challapata del departamento de Oruro.

Para la fase de identificación y selección de animales, se realizó la inspección visual del pecho, la grupa, la parte de la unión del cuello con el cuerpo a la altura de la cruz y el contorno de la pierna, indicadores del estado corporal en que se encuentran los animales. Posteriormente los animales fueron aislados, esquilados y mantenidos en ayunas por 24 horas antes de la faena. Asimismo, se efectuó un control sanitario en el matadero, con la finalidad de obtener carcasas libres de cualquier tipo de enfermedades o lesiones presentes en el animal, para garantizar su consumo.

Posteriormente estos animales fueron faenados, cumpliendo con todas las etapas que implica este proceso (puntillado, colgado, desangrado, desuello, eviscerado, colgado y oreado). Concluida esta etapa se procedió al traslado de las carcasas, desde el matadero hasta el centro de procesamiento.

³³ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³⁴ Docente Investigador, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³⁵ Docente, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³⁶ Docente, Universidad de Bolonia, Italia.

Según el protocolo establecido en el proyecto, se inició la segunda etapa con el procesamiento de las cuatro carcasas en ambientes del Centro de Acopio y Transformación de carne perteneciente al CEDPAN en la localidad de Challapata. Previo al proceso de elaboración, las carcasas de los cuatro animales fueron divididas en medias carcasas, diferenciándose el lado izquierdo del derecho, en cada una de las medias canales se efectuó cortes mayores (pierna, paleta, lomo, costillar y cuello) para procesar cada uno de los productos. De los músculos obtenidos de las carcasas se elaboró sfilacci, chorizo fresco, lomo ahumado, salchicha wüerstel y salame, empleando procesos recomendados por Grazia, 2004. Para la evaluación de la calidad sanitaria y el contenido de nutrientes de los productos obtenidos, se realizó un análisis microbiológico y bromatológico en laboratorios de INLASA. Para la evaluación de la aceptabilidad y cualidades del producto se realizó un test de descripción simple tomando en cuenta las características organolépticas (color, olor, sabor, ternura, jugosidad, consistencia y aceptación), según la metodología establecida por Gerken y Snell, 1998.

Resultados

Descripción del procesamiento para la preparación de los embutidos

a) Sfilacci

Tabla 1. Ingredientes y cantidad para la elaboración de Sfilacci.

| Ingredientes | Cantidad |
|------------------------|----------------------------|
| Carne (peceto, filete) | 4.300 K |
| Sal | al 2% del peso de la carne |
| Nitrito | 6 gr para un kilo de sal* |
| Hilos para colgar | Lo que sea necesario |

(*) Primero se preparó la mezcla de sal curada (6 gramos para un kilo de sal), luego en función del peso de la carne se calculó la cantidad de sal (2%).

Procedimiento

Se procedió a salar en seco la carne con una mezcla de sal y nitrito, se masajeó manualmente hasta lograr que la sal se distribuya uniformemente en la carne, luego se refrigeró por 24 horas a una temperatura de 4 °C. Transcurridas las 24 horas, se procedió con el pesado de la carne refrigerada, posteriormente se amarró con hilo de algodón hasta formar una especie de canastilla, en seguida se procedió con el ahumado por 4 a 6 horas, a una temperatura de 80°C. Se obtuvo un 40% de humedad, sin embargo, a menor humedad, el producto podrá ser desmenuzado más rápidamente.

El desmenuzado de la carne se lo realizó en dirección longitudinal de las hebras de los músculos, de tal manera que las miofibrillas queden sueltas. Una vez desmenuzado se volvió a introducir al ahumador, por un tiempo muy breve.

b) Chorizo fresco

Tabla 2. Ingredientes y cantidad para la elaboración de chorizo fresco.

| Ingredientes | Cantidad |
|----------------|---------------|
| Carne (Paleta) | 3.300 kg |
| Tocino | 990 gr (30%) |
| Hielo | 86 gr (2%) |
| Sal de mesa | 87 gr (2%) |
| Pimienta negra | 7 gr (0.15%) |
| Comino | 4.38 (0.15%) |
| Pimienta dulce | 5 gr (0.10%) |
| Ajo | 13 gr (0.30%) |
| Cebolla picada | 21 gr(0.46%) |
| Orégano molido | 21 gr (0.46%) |

Procedimiento

La carne y el tocino fueron troceados manualmente en pequeños cuadrados para luego picarlos en una moladora eléctrica juntamente con el hielo, empleando un disco de 5 mm. de diámetro, posteriormente se mezcló la carne y el tocino picado en la mezcladora, en la cual se añadió la sal y especias, hasta obtener una masa homogénea, evitando que la grasa se funda. El mezclado se realizó por un tiempo breve (5 a 10 minutos). La masa mezclada se llevó a la embutidora, donde se lo embutió en tripas naturales de cerdo, obteniendo piezas individuales de 8 a 10 cm de largo.

c) Lomo ahumado

Tabla 3. Ingredientes y cantidad para la elaboración de lomo ahumado.

| Ingredientes | Cantidad |
|---------------------|----------------------------|
| Lomo entero | 4.00 kg |
| Agua hervida a 4 °C | 5 litros |
| Ajo machacado | 5 gramos |
| Ajo picado | 5 gramos |
| Sal curada | 2.5% según peso |
| Comino | 1 gramo por kilo de carne |
| Presunto | 1 gramos por kilo de carne |

Procedimiento

Se inició con el desnervado y desgrasado de la carne del lomo, hasta obtener la carne del lomo fino bien limpia, simultáneamente se preparó la mezcla de la solución en un recipiente de plástico introduciendo todas las especias. Se colocaron las piezas de lomo entero en la solución que contenía las especias y se dejó reposar por 24 horas manteniendo en refrigeración a 4 °C. Trascorridas las horas de reposo se extrajo las piezas y se colgaron para su escurrimiento por una hora, luego con un hilo se formó una especie de canastilla y se procedió al ahumado por espacio de 4 a 6 horas a una temperatura de 80 °C. Concluido el proceso de ahumado se dejó madurar en la sala de maduración por dos a tres días en un ambiente destinado para tal efecto (ambiente oscuro).

d) Salchicha wüistel

Tabla 4. Ingredientes y cantidad para la elaboración de salchicha wüistel.

| Ingredientes | Cantidad |
|----------------------|--|
| carne, sin desnervar | 3.410 kilos |
| tocino | 25% respecto al peso de la carne |
| hielo | 25 % respecto al peso total de la carne y tocino |
| | 2.5 % respecto al peso total |
| de sal nitrada | 0.3 % gramos |
| de fosfato | 0.5 % gramos |
| de azúcar | en polvo (1 gr por kilo) |
| Ajo | 5 % fécula |
| de yuca | 0.05 % |
| pimienta dulce | 0.05% |
| nuez moscada | |

Procedimiento

Primera fase: Se pesó la carne y el tocino, los cuales se trozaron en pequeños cuadrados y se agregó el 50% del hielo, que previamente fue picado en una moladora, utilizando el disco de 5 mm. de diámetro. Después de la molienda, se agregó sal y se procedió al mezclado de la masa en una mezcladora automática por 20 minutos. Posteriormente, esta masa se mantuvo refrigerada hasta el día siguiente a una temperatura entre 0 a 2 °C.

Segunda fase: La masa preparada el día anterior, se llevó a la Cutter, y se procedió a mezclar por 10 minutos; a la mezcla se agregó las especias (sal nitrada, fosfato, azúcar, ajo molido). Durante el mezclado se tuvo el cuidado de que la temperatura no pase de los 10 °C; para lograr este cometido se agregó el restante 50% de hielo o una cantidad mayor si es necesario.

Una vez realizada la mezcla, esta masa se llevó a la embutidora, para luego embutir en tripas de oveja, hasta agotar la mezcla contenida en la embutidora y obtener las salchichas. Concluido el proceso de embutido, las salchichas fueron trasladadas al horno ahumador, en la que debe permaneció entre 40 a 60 minutos, a una temperatura de 68 °C, hasta lograr que la salchicha adquiriera una coloración rosado a rojiza. Una vez retirado del horno, inmediatamente fueron llevadas a cocción en agua caliente a una temperatura de 75°C por 10 minutos, hasta obtener salchichas listas para consumo.

e) Salame

Tabla 5. Ingredientes y cantidad para la elaboración de salame.

| Ingredientes | Cantidad |
|--------------------------|---------------------|
| Carne. | 6,230 kilos |
| Tocino | 15 % |
| Sal curada | 2.5 % |
| Azúcar | 0.6 % |
| Pimienta molida y entera | 15 gr para 10 kilos |
| Ajo | 5 gr para 10 kilos |

Procedimiento

La carne y el tocino, fueron cortados en pequeños trozos, luego fueron picados en la moledora empleando el disco o grilla de 5 mm de diámetro. Posteriormente, se trasladó a la mezcladora en la que se agregó sal curada, pimienta, azúcar, la solución de agua con ajo, y se procedió a mezclar por 5 minutos, hasta obtener una masa lijosa y homogénea. Se dejó reposar durante 24 horas, para que las especias se distribuyan en toda la mezcla preparada y se refrigeró a 4 °C, posteriormente se procedió a embutir la mezcla en tripa natural de cerdo, obteniendo piezas individuales de 10 a 12 centímetros. En seguida se realizó el ahumado a 75 °C por 4 horas. Luego se dejó madurar por 30 días hasta que exista la pérdida del 30% de humedad, con relación al peso inicial.

Características organolépticas de los productos transformados

Mediante el análisis organoléptico de los diferentes productos procesados con carne de llama mediante el método simple, se evaluaron varias características organolépticas como ser el color, aroma, sabor, ternura, jugosidad, apariencia, consistencia y aceptación. Cada una de estas características poseen sus términos descriptores que cualifican al producto, la utilización de las mismas permitió obtener los resultados que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados porcentuales del análisis organoléptico de los cinco productos elaborados con carne de llama, según características organolépticas y términos descriptivos.

| | Características organolépticas | Productos procesados con carne de llama | | | | |
|--------------|--------------------------------|---|----------------|--------------|-------------------|--------|
| | | Sfilacci | Chorizo fresco | Lomo ahumado | Salchicha Würstel | Salame |
| Color | 1. Pálido | 9.76 | 18.75 | 44.30 | 32.50 | 2.27 |
| | 2. Oscuro | 2.44 | 5.00 | 1.27 | 10.00 | 20.45 |
| | 3. Rojizo | 21.95 | 28.75 | 12.66 | 26.25 | 48.86 |
| | 4. Manchado | 6.10 | 15.00 | 3.80 | 11.25 | 17.05 |
| | 5. Desigual | 37.80 | 27.50 | 2.53 | 10.00 | 10.23 |
| | 6. Claro | 21.95 | 5.00 | 35.44 | 10.00 | 1.14 |
| Aroma | 1. Muy agradable | 17.50 | 38.75 | 21.25 | 19.75 | 18.75 |
| | 2. Satisfactorio | 45.00 | 47.50 | 70.00 | 51.85 | 58.75 |
| | 3. Desagradable | 21.25 | 1.25 | 7.50 | 12.35 | 8.64 |
| | 4. Insuficiente | 16.25 | 12.50 | 1.25 | 16.05 | 13.58 |
| Sabor | 1. Salado | 30.86 | 46.15 | 27.16 | 30.49 | 40.91 |
| | 2. Agrio | 16.05 | 7.69 | 20.99 | 6.10 | 22.73 |
| | 3. Amargo | 14.81 | 5.13 | 25.93 | 12.20 | 10.23 |
| | 4. Dulce | 30.86 | 20.51 | 19.75 | 45.12 | 6.82 |
| | 5. Aceitoso | 2.47 | 15.38 | 6.17 | 4.88 | 13.64 |
| | 6. Picante | 4.94 | 5.13 | 0.00 | 1.22 | 5.68 |
| Ternura | 1. Extremadamente tierna | 3.70 | 8.75 | 3.75 | 3.75 | 0.00 |
| | 2. Tierna | 56.79 | 60.00 | 78.75 | 81.25 | 30.49 |
| | 3. Dura | 37.04 | 31.25 | 15.00 | 13.75 | 60.00 |
| | 4. Extremadamente dura | 2.47 | 0.00 | 2.50 | 1.25 | 8.75 |
| Jugosidad | 1. Extremadamente jugosa | 8.64 | 3.75 | 5.00 | 5.00 | 2.47 |
| | 2. Jugosa | 58.02 | 72.50 | 36.25 | 63.75 | 38.27 |
| | 3. Seca | 32.10 | 23.75 | 55.00 | 30.00 | 14.81 |
| | 4. Extremadamente seca | 1.23 | 0.00 | 3.75 | 1.25 | 44.44 |
| Apariencia | 1. Atractivo | 76.92 | 87.50 | 87.50 | 86.25 | 71.25 |
| | 2. Desagradable | 23.08 | 12.50 | 12.50 | 13.75 | 28.75 |
| Consistencia | 1. Muy compacto | 3.75 | 12.50 | 21.25 | 11.25 | 18.75 |
| | 2. Ligeramente compacto | 38.75 | 32.50 | 31.25 | 37.50 | 31.25 |
| | 3. Firme | 53.75 | 51.25 | 31.25 | 47.50 | 48.75 |
| | 4. Muy blando | 3.75 | 3.75 | 16.25 | 3.75 | 1.25 |
| Aceptación | 1. Extremadamente bueno | 13.75 | 10.00 | 8.75 | 9.64 | 3.75 |
| | 2. Bueno | 42.50 | 71.25 | 67.50 | 56.63 | 52.50 |
| | 3. Poco aceptable | 38.75 | 18.75 | 18.75 | 31.33 | 28.75 |
| | 4. Inaceptable | 5.00 | 0.00 | 5.00 | 2.41 | 15.00 |

a) Sfilacci

Después de haber sometido los productos a un proceso de degustación realizada por un grupo de panelistas, se observó que el 37.80% de los participantes han señalado que tiene un color desigual, 21.95% rojizo y 21.95% claro; un 45.00% sostienen que presenta un aroma satisfactorio; el 30.86% indican que el sfilacci es salado y 30.8% señalan que es dulce, este tipo de contradicciones probablemente se debe a la inexperiencia de los panelistas. Un 56.79% catalogan al producto como tierno y 37.04% indican como duro; un 58.02% califican como producto jugoso y el 76.92% sostienen que presenta una apariencia atractiva; asimismo, el 53.75% indican que presenta una consistencia firme y el 38.75% afirman que es ligeramente compacto; un 42.50% de los degustadores catalogan como un producto de aceptación buena (Tabla 6).

b) Chorizo fresco

De acuerdo a los datos de Cuadro 1, el 28.75 % de los panelistas sostienen que el chorizo presenta un color rojizo y el 27.5% señalan que es desigual; el 47.5% indican que presenta un aroma satisfactorio y el 38.75% catalogan como muy agradable; un 46.15% califican que este producto es salado; el 60.00% califican como tierno; el 72.50% catalogan que el chorizo es jugoso, el 87.50% indican que tiene una apariencia atractiva; el 51.25% de los panelistas consideran que tiene una consistencia firme y el 71.25% de los examinadores indican que la aceptación del producto es buena. En algunas calificaciones existen contradicciones, aspecto que, como ya se señaló anteriormente, posiblemente se deba a la inexperiencia de los panelistas en este tipo de actividades, ya que este grupo de personas fueron elegidas sin ningún tipo de requisitos previos (Tabla 6).

c) Lomo ahumado

El lomo ahumado es un producto poco conocido en nuestro medio y muy escaso en los mercados locales. Este producto ha merecido que el 44.30% de los degustadores lo hayan catalogado de color pálido y el 35.44% sostienen que es de color claro; un 70.00% califican que este producto presenta un aroma satisfactorio; el 78.75% sostienen que es tierno, el 55.00% de los panelistas señalan que el producto es seco, el 87.50% indican que lomo tiene una apariencia atractiva y el 67.50% indican que tiene una aceptación buena. Es importante resaltar que este producto solo recibe un proceso de ahumado y no requiere de maquinaria o equipos especializados (Tabla 6).

d) Salchicha wüster

Con relación al color de la salchicha wüster, el 32.50% de los degustadores indican que tiene una coloración pálida; el 51.85% sostienen que la salchicha presenta un aroma satisfactorio; el 45.12% indican que presenta un sabor dulce; un 81.25% señalan que es tierna; el 63.75% lo califican como un producto jugoso; el 86.25% catalogan que este producto tiene una apariencia atractiva; el 47.50% indican que es de consistencia firme y, el 56.63% de los panelistas afirman que la aceptación del producto es buena (Tabla 6).

e) Salame

El 48.86% del grupo de los panelistas sostienen que el salame presenta un color rojizo respecto a los otros términos descriptores; el 58.75% indican que este embutido se caracteriza por tener un aroma satisfactorio; el 40.91% señalan que presenta un sabor salado; el 60.00% catalogan como un producto duro; el 44.44% señalan que es extremadamente seco; el 71.25% califican al producto de apariencia atractiva; el 48.75% señalan que es un producto de consistencia firme; el 52.5% de los panelistas sostienen que la aceptación del producto es buena y el 28.75% afirman como poco aceptable (Tabla 6).

Análisis microbiológico en los productos transformados

La presencia y desarrollo de los diferentes tipos de microorganismos tanto en la carne fresca como en los productos acabados están expresados en unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g), que es una forma de conocer la calidad sanitaria de un determinado producto. Un análisis comparativo del valor encontrado y permitido para los diferentes tipos de microorganismos en los productos elaborados, nos permitirá evaluar su calidad sanitaria.

a) Sfilacci

Tabla 7. Resultado del análisis microbiológico en el sfilacci en (ufc/g).

| Tipo de microorganismos | Valor encontrado | | | | Valor permitido |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | |
| Mesofilos | 7.0E+04 | 3.2E+04 | 1.8E+05 | 7.4E+04 | 1.0E+03 |
| Staphylococcus aureus | 8.6E+03 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 |
| Coliformes totales | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | 0.0E+00 |
| Escherichia coli | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | 0.0E+00 |
| Mohos y levaduras | 1.0E+01 | 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 |
| Salmonella | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos |

La expresión < 1.00E+02 ufc/g y < 1.00E+01 ufc/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica usada.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 2, el sfilacci tuvo un desarrollo de colonias de microorganismos del tipo mesó filis superior al valor permitido de acuerdo a normas vigentes. La presencia de estos microorganismos es considerada como un indicador de exposición a condiciones desfavorables, contaminación durante el proceso de elaboración de los alimentos y ocasiona la reducción del tiempo de vida útil del producto. Sin embargo, siendo el sfilacci, según su proceso tecnológico de elaboración un producto incluido dentro del grupo de los ahumados y, de acuerdo a la Norma Boliviana-762 IBNORCA (2002), el valor permitido en este grupo de alimentos es 10^5 ufc/g. Considerando este último valor, de las cuatro muestras analizadas; tres están dentro del límite permitido, y una muestra se encuentra fuera de los valores límite de recuento de mesó filis establecidos por la NB-762.

La presencia de mesó filis, reduce la vida útil del producto y considerando que el periodo óptimo de conservación de este producto es de 15 días (GRAZIA 2004), en atención a los resultados encontrados se aconseja conservar este producto por menos de 15 días para su consumo. Debido a que el resto de microorganismos considerados para este análisis están dentro de los parámetros; y en razón de la ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* en 25 gramos del producto, se aconseja consumir el mismo en menos de cinco días.

b) Chorizo fresco

En el chorizo fresco se observa que las colonias de mesófilos solo tuvieron un ligero desarrollo en relación al valor permitido (Tabla 8). En lo que se refiere a las unidades formadoras de colonias microbianas del tipo coliformes fecales y totales, su desarrollo fue superior en relación a los otros tipos de microorganismos (Cuadro 3). Sin embargo siendo el chorizo un producto crudo, que para su consumo debe ser sometido a un proceso de cocción a una temperatura que oscila entre 60°C – 70 °C, las bacterias coliformes mueren (Cambiano 2000). En este producto, no se observó la presencia de salmonella.

Tabla 8. Resultado del análisis microbiológico en el chorizo fresco en (ufc/g).

| Tipo de microorganismos | Valor encontrado | | | | Valor permitido |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | |
| Mesofilos | 4.0E+05 | 3.8E+06 | 3.5E+05 | 3.6E+06 | 1.0E+06 |
| Staphylococcus aureus | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+03 |
| Coliformes totales | 3.7E+04 | 3.4E+04 | 3.5E+04 | 2.4E+04 | 1.0E+03 |
| Coliformes fecales | 3.7E+04 | 3.4E+04 | 3.5E+04 | 2.9E+04 | 1.0E+01 |
| Mohos | 9.0E+02 | 8.5E+02 | 8.0E+02 | 7.0E+02 | 1.0E+04 |
| Levaduras | 4.7E+03 | 4.2E+03 | 2.6E+03 | 7.0E+02 | 1.0E+04 |
| Salmonella | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos |

La expresión < 1.00E+02 ufc/g y < 1.00E+01 ufc/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica usada.

c) Lomo ahumado

Según la Tabla 9, el lomo ahumado muestra un ligero desarrollo de microorganismos del tipo mesofilos; por otra parte, no existe el desarrollo del *Escherichia coli* en ninguna de las muestras estudiadas; asimismo, todas las muestras de lomo están libres de la presencia de salmonella.

Tabla 9. Resultado del análisis microbiológico en el lomo ahumado en (ufc/g).

| Tipo de microorganismos | Valor encontrado | | | | Valor permitido |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | |
| Mesofilos | 7.5E+03 | 1.9E+04 | 1.5E+05 | 4.7E+03 | 1.0E+05 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 |
| Coliformes totales | < 1.0E+01 | 5.0E+01 | < 1.0E+01 | 2.0E+01 | 1.0E+02 |
| <i>Escherichia coli</i> | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 |
| Levaduras | 2.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 | 1.2E+02 | 1.0E+03 |
| <i>Salmonella</i> | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos |

La expresión < 1.00E+02 ufc/g y < 1.00E+01 ufc/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica usada.

d) Salchicha wüistel

En las salchichas obtenidas para el presente estudio, se ha identificado un ligero desarrollo microbiano del tipo mesofilos, principalmente en las muestras 3 y 4, frente a los valores permitidos por las normas bolivianas de IBNORCA, 1997 – NB-798. Por otra parte se ha observado que el producto mostró ausencia total de salmonella en 25 gramos en las cuatro muestras estudiadas (Tabla 10).

Tabla 10. Resultado del análisis microbiológico de la salchicha wüistel en (ufc/g).

| Tipo de microorganismos | Valor encontrado | | | | Valor permitido |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | |
| Mesofilos | 5.0E+02 | 8.5E+02 | 1.6E+05 | 1.8E+05 | 1.0E+05 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 |
| Coliformes totales | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | 1.4E+02 | 1.7E+03 | 1.0E+02 |
| <i>Escherichia coli</i> | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | 0.0E+00 |
| Levaduras | < 1.0E+02 | < 1.0E+01 | 8.5E+02 | 1.0E+02 | 1.0E+03 |
| <i>Salmonella</i> | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos |

La expresión < 1.00E+02 ufc/g y < 1.00E+01 ufc/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica usada.

e) Salame

Tabla 11. Resultado del análisis microbiológico en el salame en (ufc/g).

| Tipo de microorganismos | Valor encontrado | | | | Valor permitido |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | < 1.0E+02 | 1.0E+02 |
| Coliformes totales | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 |
| <i>Escherichia coli</i> | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | < 1.0E+01 | 0.0E+00 |
| <i>Salmonella</i> | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos | ausencia en 25 gramos |

La expresión < 1.00E+02 ufc/g y < 1.00E+01 ufc/g, significa que no existe desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica usada.

El salame es un producto que ha sido sometido al proceso de ahumado y maduración por tiempo prolongado, observándose que la supervivencia de los diferentes tipos de microorganismos es casi nula, tal como se observa en el Cuadro 6; además no existe presencia de salmonella en ninguna de las muestras analizadas,

esta situación probablemente se debe a que este producto es seco y la humedad del mismo es controlada en la sala de maduración que está bajo sombra y es oscura.

Análisis bromatológico de los productos transformados

El contenido de humedad en el chorizo y lomo están por debajo de lo permitido (65%), lo cual no ocurre con la salchicha, ya que la humedad en promedio es mayor (66.9%). El contenido de grasa es considerable en el chorizo fresco (20.67%), situación que se debe probablemente a la presencia del tocino de cerdo que es agregado en su preparación. El contenido de Cloruro de sodio (sal) varía de 1.10 a 1.78% que está muy por debajo del máximo permisible (3%); en los tres productos. El pH en los tres productos está dentro los rangos de los límites fijados, es decir, entre 5.8 a 6.4, rango en el que hay poco desarrollo de colonias de microorganismos que afectan la salud del consumidor de los productos señalados (Tabla 12).

Tabla 12. Resultado del análisis bromatológico del chorizo. Lomo y salchicha, según parámetros de bromatología.

| Parámetro | Limite | Chorizo fresco | | | Lomo ahumado | | | Salchicha wüistel | | |
|--------------------|-------------------|----------------|----------|-------|--------------|----------|-------|-------------------|----------|-------|
| | | Promedio | Desv Est | CV | Promedio | Desv Est | CV | Promedio | Desv Est | CV |
| Humedad (%) | Max 65 | 63.22 | 1.34 | 2.11 | 64.24 | 3.80 | 5.91 | 66.97 | 0.83 | 1.24 |
| Grasa (%) | Max 30 | 20.67 | 3.55 | 17.16 | | | | | | |
| Reacción de Eber | Negativo | Negativo | | | Negativo | | | Negativo | | |
| Cloruro - ClNa (%) | Max 3 | 1.78 | 0.43 | 23.96 | 1.10 | 0.23 | 21.16 | 1.75 | 0.94 | 53.78 |
| PH | Min 5.8 - max 6.4 | 5.83 | 0.11 | 1.95 | 5.90 | 0.18 | 3.00 | 6.55 | 0.06 | 0.97 |

Conclusiones

El presente trabajo, es uno de los pocos que describe, el procesamiento y las características de cada uno de los productos procesados utilizando carne de llama. Asimismo, el sfilacci, lomo ahumado y chorizo fresco son productos muy naturales y orgánicos que no demandan una tecnología de punta, y en su proceso se usa poca cantidad de preservantes y otros productos químicos nocivos a la salud. Debido a que estos productos son poco conocidos en nuestro medio, posiblemente tengan un futuro prometedor en cuanto a su posicionamiento.

De acuerdo a los resultados del panel test, el 70% de los panelistas han catalogado al lomo ahumado y el 58.7% al salame como productos que tienen un aroma satisfactorio en relación a los otros productos. El 46% de los degustadores han señalado que el chorizo es salado y el 45.1% indican que la salchicha es dulce. El 71.2% de los catadores sostienen que el chorizo y el 67.5% que el lomo son productos que ofrecen buena aceptación en relación a los otros productos.

De acuerdo a varias de las características organolépticas como ser de ternura y aceptación, el lomo ahumado, sfilacci y salame son los productos más atractivos y con buena aceptación frente a los otros productos. Por tanto, podemos deducir que estos tres productos elaborados con carne de llama pueden fácilmente posicionarse en el mercado nacional e internacional, ya que reúne características aceptables.

El sfilacci, chorizo fresco, lomo ahumado y salchicha son los productos en los que se ha observado el mayor desarrollo de los mesofilos frente a los otros tipos de microorganismos (*S. aureus*, *C. totales*, *C. fecales*, *Mohos* y *levaduras*); se ha podido verificar que este tipo de colonias microbianas están por encima del valor permitido, de acuerdo a las normas bolivianas vigentes en nuestro país. Por otra parte, en ninguno de los productos en estudio (muestra de 25 gramos) se ha detectado la presencia de salmonella.

El contenido de humedad, grasa, reacción de eber, cloruro de sodio y pH, del chorizo fresco, lomo ahumado y salchicha están dentro los rangos permisibles y dentro los límites permitidos por las normas bolivianas.

Bibliografía

- Condori, G.; Ayala, C.; Cochi, N. y Rodriguez, T. 2005. Evaluación de la calidad de carcasas de alpaca y su clasificación. Artículo Científico Proyecto DECAMA – Bolivia. p. 11.
- Cambiano, M. 2000. Fundamentos de Esterilización HTST, UHT. Artículo disponible en www.club.telepolis.com/ohcop/index.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). 1997. Clasificación de las canales de camélidos sudamericanos de matanza (alpacas y llamas), (Classification of the carcass of South American camelids of slaughter (alpacas y llamas), Norma Boliviana 794 – 97.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). 2002. Carnes rojas y productos derivados. Requisitos microbiológicos, Norma Boliviana 762-2002
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). 1997. Carne de camélidos y productos derivados. Embutidos requisitos, Norma Boliviana 798 – 97.
- Iriarte R. Norma S. (2001). Determinación química, microbiología y aceptabilidad del charqui de llama. Tesis de grado para optar a Licenciatura en Nutrición. Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias de la Salud. Salta Argentina.
- Grazia, L. (2004). Nuevos procesos de transformación de la carne de camélidos. DECAMA. El Alto, Bolivia (Comunicación Personal).
- Gerken M., Snell H. 1998. Análisis sensorial de productos animales – carne de camélidos domésticos. UNI-GOE. EU-PROJECT SUPREME. Arequipa, Perú. 48 p.

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CARNE DE CAMÉLIDOS (Charqui)

Celso Ayala Vargas³⁷

Introducción

Por muchos años, se viene buscando intensamente la posibilidad de conservar los alimentos por largos periodos de tiempo, existen muchos métodos el último que es la exposición a radio isotopos, para la conservación de grandes cantidades de alimento (FAO, 2007), ante todo aquellas proteínas que son de origen animal y vegetal, para que las mismas sean destinadas a países del tercer mundo las que no disponen de las cadenas de refrigeración.

El frío es el mejor sistema de conservación de los alimentos, en cuanto este no cambia la naturaleza del producto y reduce el desarrollo de los microorganismos y la actividad enzimática que causa la alteración de la carne (Visier, 1981).

Se han probado diversos métodos de conservación, pero se requiere grandes complejos de infraestructura, y costosos métodos como conservación al vacío, conservación a atmósfera controlada, la congelación, conservación radiación ionizada, liofilización, salado y otros (Visier, 1981).

A pesar de los recientes avances en tecnología de conservación de alimentos, como la refrigeración y envasado, los métodos más tradicionales de conservación de la carne, como el salado y secado, siguen desempeñando un papel importante en la estructura de comercialización de la carne de muchos de los países en desarrollo de la región Andina y del mundo.

Los productos sometidos a control de humedad, preparados por deshidratación, ya sea directamente o indirectamente, mediante el aumento de la presión osmótica extracelular, como es el caso de la curación, puede asumir una importancia en los próximos años, frente a las demandas de los sistemas tradicionales de ventas comerciales de carne, cada vez más sofisticados y centralizados por el sector industrial.

Las carnes frescas, suministrados por los mataderos municipales dentro de las 24 horas, para el consumo local, desde las instalaciones de faeneo hacia los centros de expendio, son cada vez más complejos, por las distancias de los centros de consumo y el desplazamiento que permite llegar a los centros o regiones de expendio, Arzabe, 2007.

El problema es particularmente muy agudo, sobre todo en las instalaciones de almacenamiento para mantener la cadena de frío, más aún para el sector minorista que es carente de infraestructura y equipamiento para conservación de la carne.

Productos de carne salada y semisecos que son populares en su propio derecho, facilitan y economizan de mejor manera, los monopolios de las redes de distribución de la carne refrigerada o fresca, favoreciendo la llegada de los productos hacia los estratos más pobres de las poblaciones.

Se ha podido apreciar que bajo un control cuidadoso del proceso de transformación, un producto con niveles adecuados de sal, secos, con características y presentación agradables, podrían tener una vida útil de varios años a temperatura ambiente, sin deterioro notable.

La necesidad de las poblaciones ha hecho de productos tan valiosos como el charqui tengan vigencia, especialmente en las regiones inaccesibles debido a las dificultades de comunicación; los cambios climáticas,

³⁷ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

hacen que los patrones de matanza de los animales sea irregular, lo cual provoca picos elevados en la oferta de carne, teniendo que la carne es transportada hacia las regiones de consumo, donde muchas veces estos carecen de infraestructura básica para comercializar un producto refrigerado o congelado.

Las alternativas de producción y abastecimiento de carne fresca y controlada, es a menudo el establecimiento de cadenas de frío que son costosos y difíciles de mantener.

El presente artículo presenta algunos de los procedimientos de la transformación y conservación de productos tradicionales en la región andina como es el charqui que se consumen actualmente en las regiones más alejadas y pobres del país.

Metodología

Existen varias metodologías para conservación de la carne en charqui, pero a través de la recopilación de información y la descripción de experiencias de campo, describimos las más comunes en términos de mantener sus cualidades como producto. El nivel artesanal con que se produce el charqui, es debida a su limitada calidad en el proceso, además que se procesa donde se consume, pero también se puede apreciar un gran despliegue de este material en muchas regiones del país, pero que la mismas están elaborados en base a carne de otras especies y no solamente considerando como fuente principal a la proveniente del ganado camélido.

Resultados

En la actualidad las comunidades o regiones donde tradicionalmente se elabora el charqui tienen muchas dificultades para garantizar el suministro regular de carne fresca, sobre todo por los niveles reproductivos de los camélidos que no sobre pasan el 40% de natalidad o por su carácter estacional para el faenamiento de los animales que se encuentra al final de la estación de verano, donde el estado corporal de los animales, está en mejores condiciones que en otras épocas del año.

Por tanto dentro del manejo del rebaño, la elaboración del charqui ha establecido una estrategia, que se adecua a los períodos de exceso de producción de carne, donde se realiza el proceso de elaboración de charqui, los mismos que cubren los momentos en que la oferta es limitada durante el año.

En muchos aspectos el charqui atiende las necesidades de las comunidades subsanando el déficit de proteína animal, lo que no es posible lograr con las carnes refrigeradas y congeladas, porque que la implementación de este tipo de infraestructura demanda mucha inversión, la cual solo puede ser lograda a un muy largo plazo, por tanto es preciso aprovechar tecnologías disponibles que involucran una menor inversión de capital y energía involucrada en su transformación y almacenamiento de productos cárnicos, por lo tanto el uso de estas tecnologías como la conservación del charqui son muy recomendables para los países con menos desarrollo.

Dado que los productos salados, como el charqui tiene características casi idénticas a la cocción de las carnes frescas, su aceptación presenta algunos problemas por apariencia distintiva y características organolépticas, en las regiones donde existe desconocimiento por el mismo.

Características del charqui

El charqui es un producto de carne salada, deshidratada al sol y así como también expuesta a las heladas (bajas temperaturas -5°C) durante las noches, su duración de conservación no está muy bien determinada, pero se puede indicar experiencias que señalan una durabilidad por varios años, dependiendo de su elaboración, se consume en grandes cantidades en el área rural y algunas ciudades de la región de los Andes. El producto tiene como base la carne de llama, pese que en la actualidad se puede encontrar charqui elaborado con carne de otras especies, se caracteriza por tener una presentación distintiva de lonjas y apariencia de color blanco en la superficie.

Se utiliza como un sustituto de la carne fresca, en zonas donde se carece de una infraestructura de cadena de frío, sobre todo en el comercio al detalle o ferias comunales, donde en muchos de los casos sirve como un producto de intercambio con productos o semillas de vegetales.

El nombre de charqui proviene de las lenguas Aimara y Quechua, que significa “seco”, el medio por el que se procesa normalmente se expone directamente al sol durante la deshidratación, donde también interviene el viento (heladas), el secado puede estar colgado en cordones o se realiza generalmente en cubiertas, áreas bien ventiladas, permitiendo la desecación gradual y controlada de la superficie de los tejidos.

La técnica de conservación de la carne con sal, expuesta al sol y las heladas, se remonta a tiempos muy antiguos de los habitantes de los Andes, las mismas que reciente han sido superadas por los métodos de conservación como la refrigeración y congelación.

El gran éxito del producto se dio con la expansión del imperio Inca, donde uno de los principales productos alimenticios que contribuyeron a la movilización de grandes grupos de personas de una región a otra, fue el charqui, la papa y el maíz, en las cuales se presentan peculiares condiciones climáticas, en cada uno de los pisos ecológicos que aún persisten en el región de los Andes.

En la actualidad las altas temperaturas y la falta de refrigeración en el ámbito comercial y doméstico han hecho necesaria la elaboración de productos cárnicos que tengan una vida útil extendida. Las condiciones sociales de nuestros pueblos han limitado el desarrollo de una producción industrial, sin embargo a pesar de que se consume en mayores cantidades que el charque, aun su procesamiento es a nivel artesanal, en medios inadecuados y sin un control de los procedimientos de procesamiento. Por esta razón las características físico-químicas de los productos varían considerablemente de una región a otra o de un pueblo a otro.

El procesamiento del charqui, comienza a partir de la canal entera de un camélido, en el cual se realiza el deshuesado, y se procede hacer cortes o lonjas (forma de lenguas) con un espesor de aproximadamente de 3 cm, de los músculos más prominentes, de los cuales también se extrae los tendones y la grasa de cobertura, para evitar el ranciamiento del producto. Los cortes permiten la penetración de la sal y la pérdida de agua durante el procesamiento, donde los cambios físico-químicos durante el proceso que se traducen en una reducción de agua libre en el tejido de la carne.

Charque es un producto de carne obtenida mediante la salazón y el secado de la carne deshuesada en condiciones que permiten su conservación por largos períodos a temperatura ambiente. El charque a menudo es transportado a largas distancias y se consume en regiones distantes desde el punto de su fabricación. Se considera alternativa como un aporte proteico para las regiones donde los recursos son limitados.

Charque o charqui, es un producto de carne obtenida mediante la salazón y el secado de la carne de vacuno deshuesada en condiciones que permitan su conservación por largos períodos a temperatura ambiente. A diferencia de la Carne de Sol, que puede ser considerado solamente para el consumo local.

La conservación de la carne de los camélidos sudamericanos (CSA) en charqui, es un procedimiento tecnológico que se ha desarrollado hace miles de años por la cultura Tahuacota e Inca, proceso de conservación mediante el secado y salado de la carne, similar procedimiento se realiza con la conservación de la papa en chuño y/o tunta, la deshidratación de la carne y/o vísceras provenientes del faeneo de los CSA, tiene un uso permanente en las comunidades alto andinas

El Charqui es un producto altamente proteico, elaborado por las comunidades de los Altos Andes que consiste en deshuesar la carne, filetear, salado en salmuera o untada con sal granulada, secada al sol y bajo condiciones de heladas por la noche, hasta su deshidratación total, casi el mismo procedimiento ocurre con las vísceras, procedimientos que permiten la conservación de la carne por largos periodos de tiempo a una temperatura

ambiental. De acuerdo a los análisis bromatológicos (Tabla 1) del charqui de llamas, Saavedra (1993) menciona la siguiente composición del charqui obtenido bajo el método de secador solar.

Tabla 1 Análisis bromatológico de charqui de carne de llama

| Componentes | Und | Entero |
|-----------------------|-----|--------|
| Humedad (100 - 105°C) | (%) | |
| Grasas | (%) | 5,96 |
| Proteínas | (%) | 60,27 |
| Fibra | (%) | 0,28 |
| Cloruro de Sodio | (%) | 10,03 |

Fuente: Saavedra A. et, al. 1993.

En el procesamiento del charqui se estima la pérdida de agua durante el salado y secado es por periodos largos, resultando un producto con menos contenido total de agua (44 – 45%), existe una baja actividad del agua (a_w 0.87 – 0.91), y alto contenido de sal (0,5 – 15%). Incrementa el pH de 0,6 a 0,8 unidades, y la fermentación enzimática da un típico sabor al producto. Los cambios físicos-químicos ocurren durante todo el proceso, y resulta una drástica reducción de agua libre contenida en el músculo, contaminantes pueden elevarse en proporción a otros componentes especialmente la sal y proteína.

Según la calidad de carne que es un conjunto de características que satisfacen las expectativas del consumidor, de la misma manera la elaboración del charqui, tiene una estrecha relación entre carne y producto final charqui. Hay factores de calidad, que son aquellos que en conjunto determinan la calidad de la carne: propiedades nutritivas que la carne lleva implícitas; propiedades higiénico-sanitarias que hacen a la seguridad alimentaria; propiedades sensoriales tales como color, ternura, jugosidad, aroma y sabor; factores cuantitativos como la relación entre cantidad de carne magra y grasa, Chana (2000). Hay factores de influencia, que no son en sí mismos características de calidad pero que influyen sobre ellas: características intrínsecas del animal dadas por raza, categoría y edad; condiciones de producción como manejo y alimentación; manejo antemortem; condiciones de industrialización que implican las tecnologías aplicadas; condiciones de almacenamiento y transporte; así como la preparación de los alimentos a base de charqui de llama.

La calidad de la carne se va integrando a la misma a lo largo de todo el proceso de producción, industrialización, comercialización y consumo de sus derivados. Laime (2007) . Es así que para la elaboración del charqui tradicional tiene las siguientes características:

- a) La carne destinada a la elaboración de charque, generalmente proviene de animales viejos o de descarte, faenados bajo condiciones de matanza en los predios del productor.
- b) Deshuesar la carne para que se puedan elaborar filetes.
- c) Desgrasar la carne para que no se ponga rancia y para facilitar la penetración de la sal.
- d) Rebanar la carne en filetes para asegurar una buena penetración de la sal.
- e) La sal que se utiliza, es sal granulada.
- f) El proceso de salado tiene que ser en el tiempo suficiente para lograr una buena penetración.

Un procedimiento recomendado para la elaboración del charqui es el siguiente:

- a) Se selecciona animales jóvenes, de dos a tres años de edad.
- b) Se seleccionan las carcasas observando la consistencia de la carne como para elaborar charqui
- c) Trozado de la canal, para el deshuesado
- d) Se realizan los cortes mayores de la carcasa en piezas, siguiendo su estructura muscular.
- e) Desgrasado y destindinado (eliminación de los tendones). Una vez separado los músculos se saca la grasa de cobertura, de la misma forma los tendones, sino se desgrasa el charqui en un corto tiempo tiende a ranciarse.
- f) Rebanado y fileteado, se corta la carne uniformemente con un espesor aproximadamente de un centímetro.

- g) Salado y/o salmuera de la carne. Se intercalan filetes con capas uniformes de sal hasta llenar un recipiente, luego se deja reposar de 12 a 24 horas, para que la sal penetre en la carne, se utiliza aproximadamente de 0,5-15 g de sal por cada kilo de carne.
- h) Secado de filetes. Los filetes salados son secados en cordeles, expuestas al sol y a las heladas durante la noche, esta permite el deshidratado uniforme de la carne.

Según sea el tratamiento, existen muchas variaciones en la elaboración del charqui, por ejemplo el remojo en salmuera, secado al sol o a la sombra y el uso de algunas especias como la muña, y hasta en algunos caso se ha visto el ahumado del producto.

Bibliografía

- Arzabe, C. 2007. Determinación del Rendimiento y La Rentabilidad de los Cortes Menores de la Carne de Llama (*Lama glama* L.), Tesis de Ingeniero Agrónomo. UMSA, La Paz - Bolivia. pp 1 – 87.
- Chana, J. L. 2000. Comercialización y Hábitos de Consumo de Carne de Camélidos (*Llama* y *Alpaca*) en La Paz y El Alto, UMSA. La Paz - Bolivia. pp 1 – 150.
- FAO, 200. Buenas prácticas para la industria de la carne. Manual, Roma-Italia.
- Laime, V 2007. Aplicación de técnicas para la elaboración de productos procesados con carne de llama (*Lama glama*), bajo el enfoque de modernas normas de comercialización. Tesis de grado para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. Pp. 115.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), 2011. Políticas para el desarrollo sostenible del recurso camélido. Oruro - Bolivia. pp 113 – 115.
- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria SENASAG – MACIA, Selección de Cortes de Carne de Llama (sf), Oruro - Bolivia. pp 7 – 1.
- Visier, A.1981. Industria de la carne”, Zaragoza, Acibia.

NUEVOS PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DEL CHARQUI DE LLAMA

Pilco S.³⁸, Ayala C.³⁹, Rodríguez T.⁴⁰, Condori G.³⁸, Cochi N.³⁸

Introducción

Los altos índices de desnutrición ubican a Bolivia dentro de los países más vulnerables de la región, siendo que el país cuenta con muchas potencialidades para la producción de alimentos, como la carne de llama que tiene alto valor nutricional y tecnología ancestral para su conservación por largos periodos de tiempo, esta tecnología tiene la necesidad de ser estudiada y mejorada para su mejor conservación.

En este sentido y de acuerdo a las actividades enmarcadas en el proyecto DECAMA se tuvo como objetivo presentar, demostrar y validar tecnologías de producción innovativas, que se desarrollan a través de toda la cadena del procesamiento de carne, las mismas que van desde la crianza de los animales hasta el beneficio, transformación de la carne, comercialización y mercadeo de los productos, como también, definir la elaboración del charqui⁴¹ tradicional y un proceso nuevo que mejore la calidad del proceso de conservación del charque de llama.

Metodología

El presente estudio fue desarrollado en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en el municipio de Viacha, a 37 km de la ciudad de la Paz, se encuentra a una altura de 3750 msnm con una precipitación entre 400 – 600 mm año⁻¹ y una temperatura promedio de 14°C.

Los animales se criaron bajo un sistema extensivo y en praderas nativas, que caracterizan al altiplano boliviano. El proceso de elaboración de charqui inicio con la selección de animales al azar; *el beneficio de los animales* (aturdimiento, degüello y desangrado, desuello, eviscerado, colgado y oreo), actividad que se realizó en el matadero de Palcoco ubicado en la provincia Los Andes.

Posteriormente se realizó los *cortes mayores* obteniéndose las piezas de costillar, brazos, piernas, cuello y lomo de los cuales y debido a la experiencia de nuestros antepasados al igual que de empresas que trabajan en este rubro se determinó que existe mayor aprovechamiento de la carne para charqui en los cortes mayores correspondientes a brazos, piernas y lomo. El resto de las piezas se deshidrataron pero no fueron utilizadas como parte de la investigación.

El proceso de la elaboración de charque consistió en el *deshuesado* de los músculos de las piernas y brazuelos; separando la carne de los músculos siguiendo el tejido conjuntivo “costuras musculares”, eliminando al mismo tiempo tejidos gruesos, tendones y grasas; proceso conocido comúnmente como *desgrasado*.

El fileteado; se realizó con un espesor aproximado de 1cm. El siguiente proceso y el más importante para la conservación de la carne “*el salado*” fue en piezas limpias. La cantidad de sal utilizada fue utilizando la siguiente formula; obtenida de acuerdo a varias experiencias tradicionales.

$$\text{Cantidad de sal} = X \cdot 0.10 \quad (1)$$

Dónde: X = peso total de la carne limpia - 54% del peso de la carne limpia.

³⁸ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³⁹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴⁰ Docente, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴¹ Carne de llama o de res, que ha pasado por un proceso de deshidratación expuesta al sol por varios días cubierta de sal.

El proceso de *secado*; se realizó en la fábrica de embutidos Mayken ubicado sobre la carretera a Viacha, se utilizó tres métodos de secado (secado en sombra, sol directo y un método mejorado haciendo uso de secador solar).

Para diferenciar la calidad y cualidades del charque obtenido, se realizó un análisis microbiológico, químico y organoléptico. El análisis microbiológico fue en el laboratorio de INLASA (Instituto Nacional de laboratorios de salud “Néstor Morales Villazón”), para estos análisis se tomaron músculos de la pierna, paleta y lomo por tratamiento, tanto en carne fresca como en charque.

El análisis de carne cruda fue siguiendo las normas de referencia del IBNORCA (NB 762).

Para el **análisis microbiológico** se determinó la carga microbiana, mesofilos, mohos y levaduras, staphylococcus áureos, coniformes totales, clostridium perfringens y Salmonella. rigiéndose a las normas de IBNORCA NBT – 655, NBT – 658, NBT – 656, NBT – 657 y FAO 1992 para carne cruda y deshidratada.

Respecto al **análisis químico** únicamente se determinó la humedad y no así la grasa, proteína, ni ceniza debido a estudios existentes.

Para el **análisis organoléptico**, se utilizó el método de descripción simple, mediante formularios (Gerken, 1998. SUPREME), tomándose en cuenta los parámetros de color, olor, gusto, dureza y masticabilidad.

La preparación del charque para el análisis organoléptico inicialmente consistió en el remojo del charque durante 12 horas para quitar el exceso de sal, se lo cocinó durante 2 horas a fuego lento, se cortó en trozos homogéneos y se puso al asador durante aproximadamente un minuto. Es importante aclarar que aunque no se hizo un estudio minucioso, el consumo de charque es en crudo, sólo salada y secada; hervida y / o tostada.

Resultados

El procedimiento para la obtención de charqui, desde el beneficio de los animales hasta su almacenamiento, se muestra en la Figura 1.

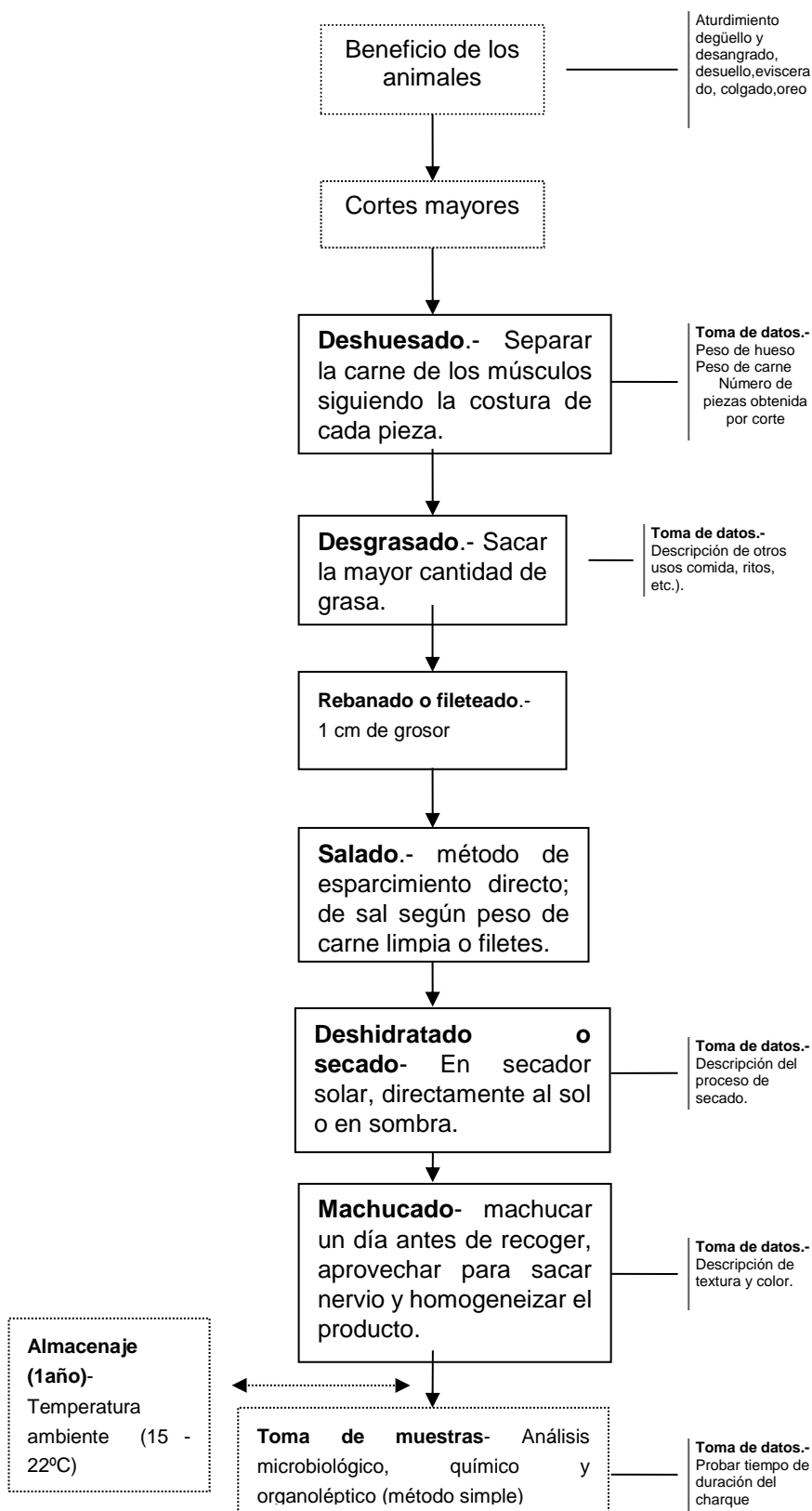


Figura 1. Proceso para la obtención de charqui.

Cortes mayores

En los cortes mayores no se observó variaciones cuantitativas significativas en peso de carcasa, obteniéndose un promedio aproximado de 25.53 kg en las carcasas utilizadas. En la Figura 2 se puede observar la relación: huesos (incluye costillas y cuello), grasa y tendones, carne limpia para la utilización de charque y merma respecto al peso inicial.

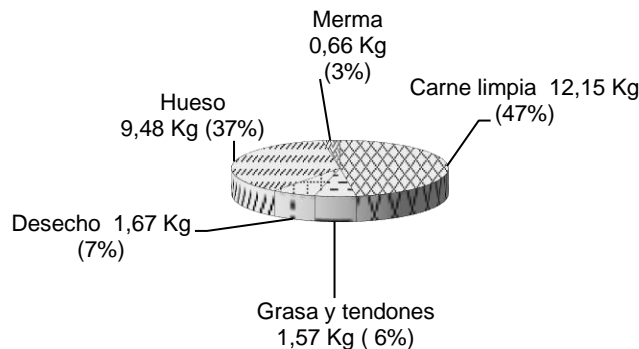


Figura 2. Relación porcentual de grasa, tendón, hueso y carne limpia.

Salado y secado

Durante el proceso del salado se utilizó como promedio 637.6 g de sal, para 12.15 kg de carne limpia, (4.6% con relación a carne limpia); con el fin de evitar la putrefacción e inactivar las bacterias existentes (Peña, 2001). En tanto que en el proceso de secado se observó tres fases: a) calentamiento; donde los filetes todavía tienen cierta suavidad y flexibilidad este fenómeno se observó en los tres tratamientos (secado a sol directo, en sombra y en secador solar); esta fase es muy notoria en las primeras 48 horas, a esta etapa le sigue el b) estado decreciente donde la carne está algo seca y donde los pesos de filetes se mantienen relativamente constante; con variaciones numéricas no significativas. Finalmente existe la c) etapa constante donde los filetes adquieren una superficie dura y color superficial blanquecino, en esta etapa ya se tiene un producto terminado.

Para la conservación de charque es importante considerar el tiempo de deshidratación; debido a que en esta etapa el crecimiento microbiológico se paraliza por privación de humedad (Varnqam y Sutherland, 1998). El resultado del análisis de peso por la pérdida de humedad diaria se muestra en la Figura 3.

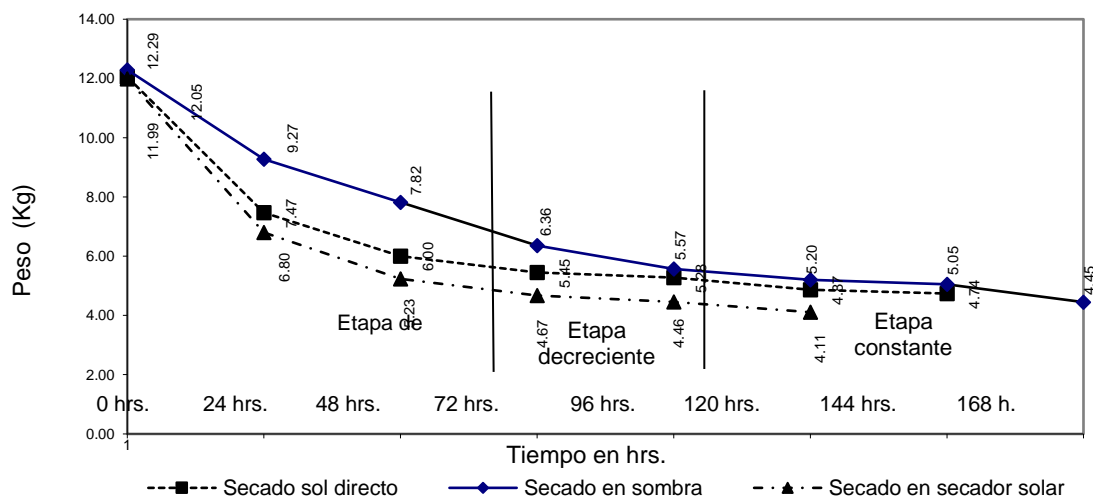


Figura 3. Relación del peso de la carne por el tiempo de secado y tratamiento.

El charqui

Durante la etapa del secado se pierde aproximadamente 62.73% de peso inicial (carne limpia); la relación final de carne limpia con el producto final charque, tuvo los siguientes valores: con un secado a sol directo se obtiene 39.42% de charque con relación al peso inicial de carne limpia; en secado a sombra 38.45% y en secador solar 33.93%. Es de esperar que estos valores estén muy relacionados con la cantidad de agua pérdida, durante la etapa de secado.

Análisis microbiológico

Mediante el análisis microbiológico se determinó que las cantidades de sal, los tiempos de secados utilizados para la conservación del charque; fueron adecuadas, demostrándose que estos factores permitieron minimizar el desarrollo microbiano en el producto.

a) Mesófilos

El recuento de estas bacterias permite determinar la calidad sanitaria y la vida útil de los productos, también indica las condiciones de higiene de la materia prima, la forma de procesamiento y la manipulación durante su elaboración y comercialización. Según las Normas de IBNORCA los valores permitidos de esta bacteria en carne fresca fueron 1,00E+06 mientras que en charque fue 1,00E+03.

La relación de bacteria en carne fresca y en charque determina que en ambos casos el número de bacterias es menor al permitido, la carne fresca tiene mayor cantidad de Mesofilos; las mismas se reducen notablemente al pasar por un proceso de secado. En algunos casos se redujo hasta el punto de no observarse desarrollo de colonias de acuerdo a la sensibilidad de la técnica empleada, otro aspecto observado es que la parte de lomo, en carne fresca tuvo mayor contaminación respecto a la paleta y pierna probablemente debido al cambio ambiental violento del interior al exterior (Figura 4).

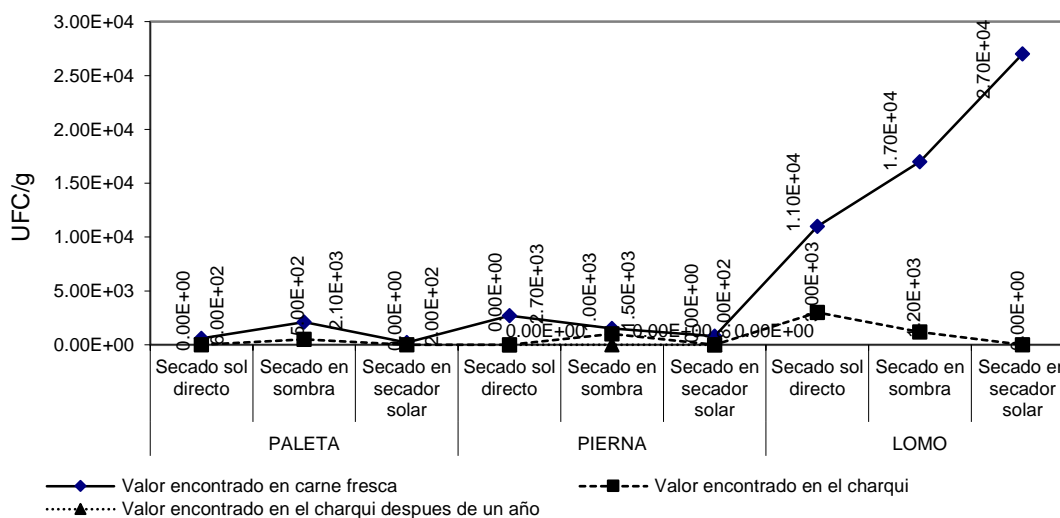


Figura 4. Relación de Mesofilos en carne fresca y charque.

Las piezas secadas en sombra a los seis meses de almacenamiento mostraron desarrollo microbiano (1,00E+03 UCF/g.) al término de un año de almacenamiento este desapareció por completo (0,00 UCF/g.).

b) Mohos y levaduras

Los esporidios de las levaduras y hongos, que son los causantes de olores y aromas extraños de igual forma el decoloro de la superficie, son resistentes al calor, congelación y los antibióticos (NB – 32006).

Como se puede apreciar en la Figura 5, inicialmente no se observó desarrollo de colonias, pero durante el proceso de secado particularmente en sombra en pierna y lomo se desarrolló estas bacteria, sobrepasando el rango aceptado en el caso del lomo, considerando que los valores permitidos son $1,00E+04$ para carne fresca y valor permitido del charque $1,00E+02$, la técnica de exposición al calor “neutraliza” la proliferación de colonias de levaduras y mohos.

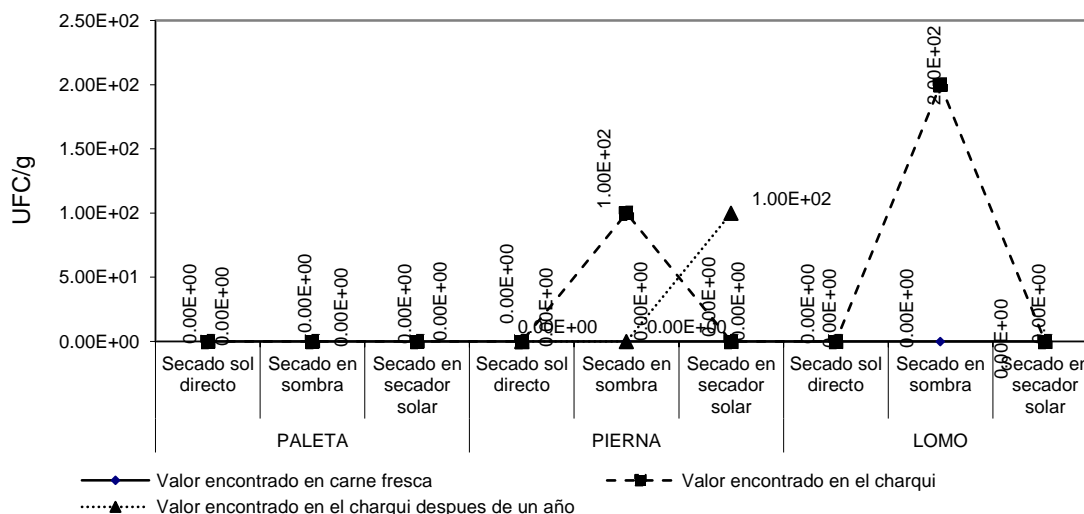


Figura 5. Relación de mohos y levaduras en carne fresca y charque

c) Staphylococcus aureus

El género Staphylococcus están conformadas por células esféricas gram positivas, generalmente agrupadas en racimos irregulares, crecen con facilidad en diferentes medios de cultivos y son metabólicamente muy activos, fermentan carbohidratos y producen pigmentos que van desde el blanco al amarillo intenso.

El contenido de este microorganismo en carne fresca fue inapreciable, pero durante la elaboración de charque en el proceso de secado directo al sol la pieza de la pierna tuvo una proliferación de 1×10^2 UCF g^{-1} ; esto probablemente debido a algún contaminante externo, pero aun así el valor se encuentra en el rango de lo aceptado.

d) Coliformes totales y Clostridium pertringens

Las bacterias coliformes son bacilos cortos gram negativos, aeróbicos y anaeróbicos no esporulados, que fermentan glucosa y lactosa con formación de ácido y gas. Los coliformes son indicadores de un proceso sanitario inadecuado, la cantidad de este microorganismo en cantidades mayores al permitido, indican mala manipulación y/o mal procesamiento del alimento con mayor probabilidad de existencia de bacterias entéricas patógenas como Salmonella y Shigilla.

Los resultados de laboratorio demostraron la no existencia de estos microorganismos ni en la carne fresca ni charque, determinándose que la manipulación de la carne en el proceso de faeneo y en la elaboración de charque fue de forma adecuada.

e) *Escherichia coli*

Los resultados microbiológicos de las muestras de carne fresca y en muestras de charque demostraron la ausencia de este microorganismo indicador de la contaminación de origen fecal (NB – 32005).

f) *Salmonella*

Estos bacillos crecen, acidifican el medio y generalmente desprenden gas a partir de la glucosa, maltosa, manitol, dextrina, son generalmente resistentes a la congelación del agua y a ciertos agentes químicos como el tetratiónato de sodio y soxicolato sódico. Se tuvo ausencia en todos los casos en 25 g de muestra

Composición química del charque

Debido a los diversos estudios existentes no se realizó un análisis completo de la composición química. Se observó una variación de humedad en cada tratamiento, en la Tabla siguiente se observa diferencias numéricas significativas por piezas en dos de los tratamientos secado en sol directo y secado en sombra, siendo el lomo y la pierna los que se quedaron con mayor porcentaje de humedad. Mientras que los filetes del secador solar tienen un contenido de humedad con variaciones numéricas mínimas en todas las piezas.

Respecto a los promedios obtenidos el charque secado en secador solar tiene menor porcentaje de humedad, seguido del charque secado en sombra y finalmente el charque secado en sol. Con los resultados obtenidos se puede concluir que el secador solar permite lograr piezas de charque secados uniformemente, situación que no sucede con los otros métodos.

Los resultados obtenidos en los tres métodos fueron: para una humedad 13.33% en sombra requiere 7 días (temperatura ambiente 35 – 37 °C), para secado a sol directo 6 días (humedad 19.47%) a una temperatura ambiente 37 - 38.5 °C y finalmente para secado en secador solar a una humedad promedio de 10.08%, se necesita de 5 días (Temperatura de 38.5 – 39 °C).

El porcentaje de humedad obtenida en los tres procesos de secado y la cantidad de sal utilizada, garantiza la calidad del producto final, al igual que la reducción en la proliferación de bacterias contaminante por lo menos por un periodo de un año.

Tabla 1. Análisis del porcentaje de humedad por piezas.

| Descripción de la pieza | Secado sol directo | Secado en sombra | Secado en secador solar |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| Pierna | 21,12 | 16,02 | 10,15 |
| Brazuelo | 17,6 | 11,3 | 10,48 |
| Lomo | 19,7 | 12,68 | 9,61 |
| Promedios | 19,47 | 13,33 | 10,08 |

Respecto a los otros componentes químicos como la *Grasa*, según bibliografía es una de las más importantes debido a que los productos que aportan mayor cantidad de grasa aportan mucha energía, aunque menor cantidad de *proteínas*, vitaminas y minerales. (Bustanza, 2001).

Clano y Velon (1999) mencionado por Bustanza (2001) indica que la carne de llama desecada en secador solar tiene un valor proteico de 55.0g/100g⁻¹; mientras que con un proceso artesanal el charque obtuvo mayor valor proteicos 57.24g/100g⁻¹.

Cenizas: la importancia de este elemento es por la participación en la concentración muscular, el rigor mortis, en el proceso de la maduración de la carcasa, así como la capacidad de hidratación de la carne (Bustanza, 2001).

Se debe mencionar que la proporción de cenizas del charque artesanal y solar en charque de llamas es de 3.32 y 5.0 g 100g⁻¹ respectivamente (Clano y Velon, 1999, mencionado por Bustinza, 2001).

Análisis organoléptico

a) Color

El método de secado influye en el color siendo así que la mayoría de los panelistas coincidieron que el charque secado a sol directo tenía un color que variaba entre claro, manchado y desigual. Otro aspecto interesante es que el 88.9% de los panelistas mencionaron que la pieza de charque elaborado del lomo y secado a sol directo tenía un color claro, esto fue visiblemente notorio. Contrariamente a aquel lomo secado en secador solar; el 70% de los panelistas mencionaron que este charque tenía un color oscuro. Respecto al charque secado en sombra la característica de color fue muy variable encontrándose de oscuro y desigual.

b) Olor

La mayoría de los panelistas coincidió en que las características del olor son satisfactorias y muy agradables en los tres métodos.

c) Gusto

La característica de gusto tuvo una respuesta variable según las piezas; la paleta se catalogó entre salado y aceptable, el charque elaborado de los músculos de la pierna se calificó como amargo y aceptable mientras que el lomo dulce y aceptable. El charque secado en sombra elaborado de pierna y paleta se calificó como dulce y amargo; mientras que el charque elaborado del lomo se calificó como dulce y aceptable.

El charque secado en secador solar y secado a sol directo en general fue calificado como aceptable. Por los valores obtenidos se podría decir que el charque elaborado del lomo tiene un gusto más dulce que las otras piezas.

d) Dureza

Al igual que la característica anterior se obtuvo bastante variabilidad en las respuestas, tal como se puede observar en anexos, pero contrariamente a la categoría otorgada al lomo como carne suave; en charque la mayoría de los panelistas coincidieron que esta pieza es ligeramente dura.

e) Masticabilidad

La opinión de los panelistas fue variable, encontrándose coincidencias que las piezas de charque que se disgregan fácilmente son la paleta y el lomo, en los tres métodos de secado. En un trabajo similar de Jiménez (2002) menciona que la aceptabilidad del charque, tanto artesanal como elaborado fue de igual aceptabilidad.

Conclusiones

Para un nuevo proceso de charque, considerando el estado nutricional y el tiempo de conservación se debe considerar como muy importantes las condiciones de faeno, la humedad, cantidad de sal y el tiempo de secado y no tanto así el método de secado.

| | Secado a sol directo | Secado en sombra | Secado en secador solar |
|-----------------------|---|--------------------------|-------------------------|
| Condiciones de faeneo | El proceso de faeneo debe pasar por una esquila, el transporte de los animales al matadero, descanso del animal, inspección ante mortem. El proceso de faeneo mismo debe contar básicamente con insensibilización, (sacrificio por enervación utilizado en la parte experimental), evisceración, limpieza de la carcasa, pesado de carcasa caliente, pesado de la carcasa fría, cortes mayores y finalmente procesamiento del charque. | | |
| Cantidad de sal | 4.6 % respecto al peso de carne limpia | | |
| Tiempo de secado | 6 días (humedad 19.47 %) | 7 días (humedad 13.33 %) | 5 días (humedad 10.08%) |

Sabiendo que el principal objetivo de elaborar charque es la de conservación de la carne, se debe mencionar que los métodos utilizados en la investigación (secado en sol directo, en sombra y en secador solar) cumplen con el objetivo.

La diferencia más notable respecto a los métodos de secado utilizado es el tiempo de secado, el método que permite un secado más rápido y con mayor homogeneidad es el secador solar. Con el presente trabajo se probó que la cantidad de sal utilizada y el tiempo utilizado; permite la conservación del charque a temperatura ambiente por un periodo de un año, sin ningún problema.

Por otro lado; el método de secado a utilizarse y el tipo de pieza a secar influyen en la característica del color, dureza y masticabilidad y no así en el contenido microbiológico debido a la acción inhibidora de la sal sobre estos.

Bibliografía

- Bustanza, V. 2001, Carne de Alpacas, Centro de Investigaciones en Camélidos Sudamericanos, FMVZ, Puno, Perú.
- Echazu, R. et. Al. 2002. Secado solar de carne de llamas. Universidad Nacional de Salta.
- Gerken, M. y Snell, H., 1998. Análisis Sensorial de Productos Animales – Carne de Camélidos Domésticos, UNI – GOE. EU – PROYECT SUPREME., Arequipa - Perú, 51 p
- IBNORCA NB 851. 1997. Carne de camélidos y derivados – charque - requisitos.
- IBNORCA NB 314001. 1997. Carne y productos cárnicos, Primera revisión, 6p.
- Jiménez, T. 2002. Factibilidad Económico-Social-Técnico de la Producción de Charque de Llama (Lama glama), Universidad Técnica de Oruro, Oruro-Bolivia, 6 p
- Lourenzo da Costa, E. & Andrade S. J. 2001. Evaluación microbiológica de carne de sol, elaborados con bajos tenores de cloruro de sodio. Ciencia y Tecnología de alimento Vol. 21 N° 2. Scielo Brazil.
- Peña, R. 2001. Tecnología de calidad de alimentos y control de calidad.
- Varnam, A. y Sutherland, J.1998. Carne y productos carnicol, tecnología, química y microbiología. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza España.
- Zambrana, J.E. 200) Proyecto de mejoramiento de la formación en economía. Consumo y Comercialización de carne de llama en Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de ciencias Económicas. Cochabamba, Bolivia.

EVALUACIÓN DEL CHARQUI DE LLAMA PREPARADO CON CUATRO MEDIOS DE EMPAQUE

Álvarez T.⁴²; Pilco S.⁴²; Ayala C.⁴³; Cochi N.⁴²; Laime V.⁴²; Mita Y.⁴⁴

Introducción

La carne fresca es uno de los alimentos más perecederos, su conservación es necesaria para mantener las características físicas, químicas y sensoriales. Sin embargo, existen pocos sistemas fiables de conservación como ser el ahumado, la salazón, salmueras, el escabeche, el aceite y, técnicas sofisticadas de liofilización que consiste en un proceso de conservación mediante desecación al vacío.

En las zonas rurales el método más utilizado y sencillo de conservar la carne es la técnica del salazón y deshidratado, denominándose al producto final "charqui". Si bien el charque es muy apetecible para mucha gente por sus cualidades y por el tiempo de duración, este producto no garantiza la inocuidad del alimento, existiendo la posibilidad de presencia de microorganismos patógenos dañinos al hombre, lo cual no permitiría una proyección hacia nichos de mercado sobre todo en el extranjero. Por tanto se pretende buscar nuevas formas de presentación y diversificación, que garanticen su comercialización y consumo, sin descuidar las normas del CODEX ALIMENTARIO.

El charqui de llama se caracteriza principalmente por su alto contenido de proteína (54%), bajo tenor graso (3.62%) y valor energético de 317 Kcal/100g., por tanto, es un producto saludable, dietético y 100% ecológico, de excelentes cualidades lo que le permite ser un producto de alta calidad para su consumo (Pilco *et al*, 2006).

Las alternativas de presentación y diversificación del charqui, para una rápida preparación o de consumo directo, es una nueva tendencia que nos permita mantener las características propias del producto sin descuidar la calidad. El enlatado de charque es una alternativa, que permitirá consumir de forma directa el producto.

Por todo lo mencionado anteriormente el presente trabajo pretende buscar nuevas alternativas para su presentación y aceptabilidad del charque.

El objetivo principal fue evaluar cuatro medios de empaque del charque de llama enlatado (aceite, vinagre, salsa de tomate y en seco), mediante el análisis organoléptico (sabor, color, olor, terneza, jugosidad y aceptación general). Los objetivos secundarios fueron a) determinar si el producto final cumple con las Normas del CODEX Alimentario y b) determinar los costos de producción para cada uno de los tratamientos.

Metodología

La metodología del presente trabajo fue dividida en tres fases, la cual esta esquematizada en la Figura 1.

⁴² Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴³ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴⁴ Docente, Universidad Católica, Bolivia.

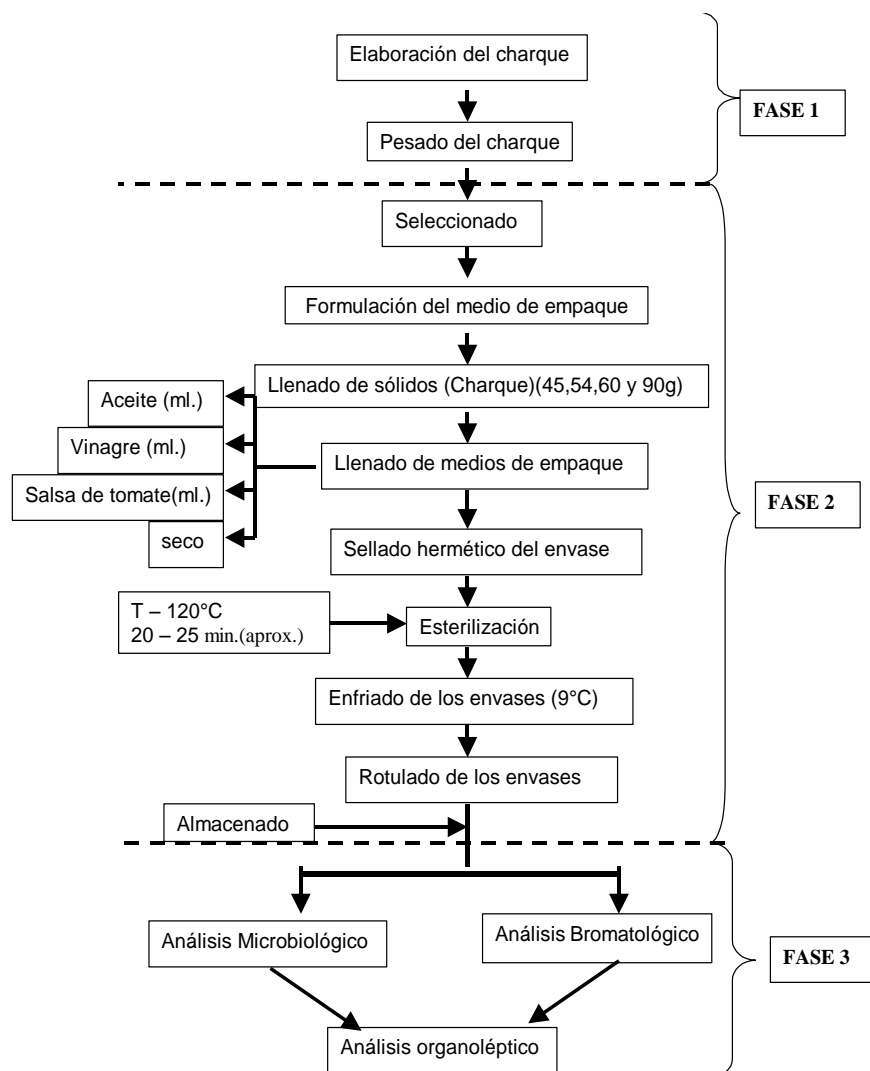


Figura 1. Flujograma de la metodología del presente trabajo de investigación.

En la Tabla 1, se presenta la distribución de los pesos de charque y volúmenes de cada medio de empaque que fueron empleados para cada tratamiento, cabe recalcar que para obtener estos valores se realizaron varias prácticas preliminares.

Tabla 1. Distribución de los tratamientos con los diferentes medios de empaque.

| Tratamientos | Charque | Aceite | | Vinagre | | Salsa tomate | | Seco | |
|--------------|---------|--------|-----|---------|-----|--------------|-----|------|-----|
| | (g) | (ml) | (%) | (ml) | (%) | (ml) | (%) | (ml) | (%) |
| T1 | 60 | 190 | 72 | | | | | | |
| T2 | 54 | 195 | 75 | | | | | | |
| T3 | 45 | 205 | 78 | | | | | | |
| T4 | 60 | | | 160 | 60 | | | | |
| T5 | 54 | | | 165 | 62 | | | | |
| T6 | 45 | | | 175 | 66 | | | | |
| T7 | 60 | | | | | 140 | 53 | | |
| T8 | 54 | | | | | 150 | 57 | | |
| T9 | 45 | | | | | 170 | 64 | | |
| T10 | 90 | | | | | | | 0 | 0 |

Después de la cuarentena (cuarenta días después del enlatado) se llevó los productos al laboratorio para su análisis microbiológico y bromatológico (Laboratorio del INLASA Y SELADIS, respectivamente)

a) Características organolépticas del charqui de llama

Según IBNORCA (1997), de acuerdo a la NB – 851, las características organolépticas del charqui de llama tienen los siguientes requisitos:

- Sabor: Característicos del producto agradable.
- Color: No debe presentar un color oscuro, ni blanco, debe ser de un color café claro.
- Olor: Característico del producto y sin ningún indicio de descomposición, ni enranciado.
- Textura: Para obtener charque de buena textura, esta tiene relación con la edad del animal, es en este sentido que se recomienda utilizar animales machos no mayores de dos a cuatro años.

b) Técnicas de conservación

La conservación de los alimentos como medio para prevenir tiempos de escasez, ha sido una de las preocupaciones de la humanidad; la experiencia había demostrado, a lo largo de la historia, que existían muy pocos sistemas fiables. Sólo el ahumado, las técnicas de salazón, salmueras, el escabeche, y el aceite, podían generar medios que mantuvieran los alimentos en buen estado.

El enlatado: La necesidad del hombre para mantener en buenas condiciones los alimentos, lo ha llevado a desarrollar diversas técnicas de conservación, que le permiten hacer uso de ellos, en el momento que lo necesiten, sin ver alteradas sus características nutritivas y organolépticas luego de un largo periodo de tiempo (Sánchez, 2004).

Medios de empaques o aditivos alimentarios: Se denomina medios de empaque a aquellas sustancias que se utiliza tanto en el proceso tecnológico, incorporando directa o indirectamente la sustancia o sus subproductos a un determinado alimento, o para modificar el mismo (Limonta, 1987).

Existen varios tipos de medios de empaque, entre ellos se puede mencionar a: Aceite de Girasol Semi Hidrogenado, Vinagre, Salsa de Tomate (Ketchup)

Medio de Empaque en Seco: Otro Medio de empaque, considerado, es el envasado en seco, que técnicamente consiste en eliminar el aire mediante un equipo de vacío transparente, en ella se colocan las latas, se cierra el equipo herméticamente y se le hace al vacío con una bomba (Limonta, 1987).

c) Definición de parámetros microbiológicos

Recuento de Mesófilos: Asistiri (1999), menciona que el recuento de bacterias aerobios mesófilos sigue siendo uno de los indicadores más útiles del estado microbiológico de un alimento.

Coliformes totales y Clostridium pertringens: Las bacterias coliformes son bacilos cortos gram negativos, aeróbicos y anaeróbicos no esporulados, que fermentan glucosa y lactosa con formación de ácido y gas. Los coliformes son indicadores de un proceso sanitario inadecuado, la cantidad de este microorganismo en cantidades mayores al permitido, indican mala manipulación y/o mal procesamiento del alimento con mayor probabilidad de existencia de bacterias entéricas patógenas como Salmonella y Shigilla. NB – 762 (IBNORCA, 2002).

Escherichia coli: Este microorganismo es un indicador de la contaminación de origen fecal NB – 762 (IBNORCA, 2002).

Mohos y Levaduras: Los esporidios de las levaduras y hongos son los causantes de olores y aromas extraños, de igual forma el decoloro de la superficie. Estos esporidios son resistentes al calor, a la congelación y a los antibióticos. NB – 762 (IBNORCA, 2002)

Staphylococcus aureus: El género *Staphylococcus* están conformadas por células esféricas gram positivas, generalmente agrupadas en racimos irregulares, crecen con facilidad en diferentes medios de cultivos y son metabólicamente muy activos, fermentan carbohidratos y producen pigmentos que van desde el blanco al amarillo intenso NB – 762 (IBNORCA, 2002).

Salmonella: Estos bacillos crecen, acidifican el medio y generalmente desprenden gas a partir de la glucosa, maltosa, manitol, dextrina, son generalmente resistentes a la congelación del agua y a ciertos agentes químicos como el tetrionato de sodio y soxicolato sódico NB – 762 (IBNORCA, 2002).

d) Análisis bromatológico

La bromatología es el estudio de la composición, las propiedades, el valor nutritivo y el control de calidad de los productos alimenticios. Proviene de las palabras; broma, que significa “alimento” y logia “estudio”.

Índice de pH: La acción del pH influye sobre el crecimiento de los microorganismos tiene lugar a tres niveles: a) el medio, puesto que la disponibilidad de ciertos nutrientes; b) las variaciones en la concentración de hidrógenos y oxidrilos; y c) la actividad metabólica, las reacciones enzimáticas, (Casp et al., 1999).

Humedad: Los microorganismos necesitan agua para su crecimiento, la disminución de la actividad de agua lleva consigo un fenómeno de plasmólisis de la célula, esto disminuye o paraliza el crecimiento de los microorganismos como consecuencia de la inhibición de las actividades enzimáticas (Casp et al., 1999).

Cenizas: Las cenizas están en cantidades y proporciones variables en todos los alimentos, siendo estos elementos minerales esenciales, clasificados en macro elementos y los oligoelementos, (Raymond, 1961).

Grasas: Son ésteres de glicerina y son originados por los ácidos grasos. La distribución de las grasas y el contenido relativo de varios ácidos grasos puede adquirir importancia en relación con factores de palatabilidad y nutrición (Ordóñez, 1998).

Proteínas: Las proteínas, son una fuente de nitrógeno, siendo importante para la regeneración de tejidos, síntesis de enzimas, producción de anticuerpos y hormonas. Las proteínas de la carne están constituidas por una mezcla de 20 aminoácidos unidos entre sí, mediante enlaces peptídicos (Ordóñez, 1998).

Nitrógeno amoniacal: Este componente sirve para indicar la importancia del deterioro que se ha producido en el producto alimenticio, (Raymond, 1961).

e) Análisis o Evaluación Organoléptico (panel test)

El análisis organoléptico consiste en evaluar pequeñas muestras de productos alimenticios mediante individuos que conforman un panel de jueces con el fin de discriminar muestras y/o describir sus preferencias de un producto. Los métodos sensoriales frecuentemente se suplementan con métodos de evaluación físicos y químicos de la calidad del alimento (Ott, 1992). Estas características sensoriales se mencionan a continuación:

Olor y sabor: Son las características organolépticas aquellas satisfacciones que producen, durante el consumo de un determinado producto. Estimulan la secreción de las glándulas salivales y del jugo gástrico, aumentando el apetito y favoreciendo la digestión.

Color: Esta impresión óptica se relaciona, de inmediato, con distintos aspectos relacionados con la calidad y el grado de frescura (Ordóñez, 1998).

Terneza: La terneza de la carne de llama depende de varios factores; entre los factores ante-mortem, características genéticas, factores fisiológicos y las prácticas de alimentación y explotación, forma de faeneo, edad del faeneo, entre los factores post-mortem están la temperatura, duración del almacenamiento, la maduración, la congelación.

Jugosidad: La jugosidad o la liberación de jugos durante la masticación de la carne juegan un papel importante en la percepción de la palatabilidad. Los jugos portan sustancias sápidas y aromáticas, favoreciendo su detección. De esta forma, la jugosidad de la carne puede aumentar su satisfacción sensorial global (Ordóñez, 1998).

Resultados

Análisis microbiológico del charqui de llama enlatado

De acuerdo a los resultados de la Tabla 2; los productos elaborados y analizados después de la cuarentena son considerados aceptables para el consumo humano, debido a que en ninguna de las muestras analizadas en laboratorio se observó un crecimiento poblacional de microorganismos, reflejando la calidad sanitaria de los productos, además de las condiciones higiénicas de la materia prima; tal como indica Pascual (1992).

Tabla 2. Recuento de microorganismos mesófilos.

| Parámetros | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | VP | VE | VE | VE | VE | VE | VE | VE | VE | VE |
| Mesófilos anaerobios UFC/g | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mesófilos aerobios UFC/g | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(Ref. Reglamento sanitario Alimentos Chile). Dónde: VP = Valor permitido; VE = Valor encontrado; UFC/g = Unidades Formadoras de Colonias por gramo.

El efecto de la alta temperatura en el proceso de esterilización durante el enlatado tiene como objetivo destruir microorganismos patógenos termo resistentes y a la vez cocinar el producto, así como menciona Casp et al. (1999); los objetivos de la aplicación de tratamientos térmicos a los alimentos se resume en:

- Destrucción de microorganismos patógenos
- Evitar alteraciones producidas por los microorganismos no patógenos
- Aplicar el grado de cocción adecuado al tipo de alimento en cuestión.

Análisis bromatológico de charqui de llama enlatado

Los resultados del análisis bromatológico (pH, humedad, cenizas, grasa, proteína y nitrógeno amoniacal) cada parámetro es explicada detalladamente más adelante.

Cabe señalar, que este análisis se llevó a cabo en el laboratorio SELADIS con el propósito de comparar y comprobar la composición química y el estado de toxicidad del charque.

a) Resultados del pH

De manera general la mayoría de los alimentos tienen un pH ligeramente ácido, es así que el pH de la carne de llama alcanza a 5,5 (Condori, 2000). Por tanto, el pH con valores bajos determinan la supervivencia y la proliferación de microorganismos en consecuencia pueden ayudar a la conservación de los alimentos. Según la Tabla 3, los tratamientos con aceite, vinagre, salsa de tomate y seco obtuvieron un pH ligeramente ácido, manteniéndose de manera similar al pH del charque en seco (5,88), sin embargo, los tratamientos con vinagre

alcanzaron valores de pH aún más bajos (4,25; 4,24 y 4,09 respectivamente), esto debido a la acidez del ácido acético, no obstante que la acidificación inhibe el crecimiento microbiano (Callisaya, 2000). Asimismo, Casp et al. (1999) señala que la variación del pH implica una disminución de la actividad enzimática y, en consecuencia, del crecimiento de microorganismos.

Tabla 3. Contenido del pH para los 10 tratamientos

| Componente | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|
| bromatológico | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| PH | 5,91 | 5,88 | 6,07 | 4,25 | 4,24 | 4,09 | 5,01 | 4,99 | 5,08 | 5,88 |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de Resultados del SELADIS.

Este mismo autor menciona además que el pH de los alimentos depende no solo de la cantidad de sustancias ácidas y básicas, que contenga, sino también de la capacidad tampón del producto, que generalmente está asociada a la concentración de proteínas (Casp et al., 1999).

b) Resultados del porcentaje de humedad

De acuerdo a la Tabla 4, la humedad en los tratamientos con aceite obtuvieron valores relativamente bajos (7,51; 7,90 y 7,48 % respectivamente), con relación a los tratamientos con vinagre (53,20 a 58,00%) y salsa de tomate (46,26 a 53,89%), entre tanto, en el tratamiento en seco (que no contiene medio líquido), la humedad del producto tuvo un ligero incremento (13,5%) respecto a la humedad del charque tradicional (12%) encontrado por IBNORCA (1997).

Tabla 4. Contenido la humedad para los 10 tratamientos.

| Componente | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-------|
| bromatológico | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| Humedad (%) | 7,51 | 7,90 | 7,48 | 53,20 | 58,00 | 53,73 | 46,26 | 46,28 | 53,89 | 13,50 |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de resultados del SELADIS.

Sin embargo Pilco (2006), menciona que la humedad también es un indicador de conservación, es decir, que a menor contenido de humedad el producto se conserva más tiempo.

c) Resultados del porcentaje de ceniza

El porcentaje de ceniza de los tratamientos con aceite (9,38; 9,05 y 11,51%) y en seco (8,40%) mostraron valores superiores con relación a los tratamientos con vinagre (2,17; 1,95 y 1,39%) y salsa de tomate (3,55; 2,85 y 2,92%) (Tabla 5).

Tabla 5. Contenido de ceniza para los 10 tratamientos.

| Componente | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|
| Bromatológico | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| Ceniza (%) | 9,38 | 9,05 | 11,51 | 2,17 | 1,95 | 1,39 | 3,55 | 2,85 | 2,92 | 8,40 |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de Resultados del SELADIS.

Los valores encontrados en los tratamientos con aceite y en seco son similares al reportado por Iriarte (2001), quien encontró 10% de cenizas en el charque tradicional. Asimismo, PRORECA (1996), encontró 3,32% de ceniza en el charque, este porcentaje se asemeja a los tratamientos con vinagre y salsa de tomate.

Esta diferencia de porcentajes de ceniza en los tratamientos, se debe a la composición química del aceite, el cual contiene aminoácidos, aumentando de esta manera la cantidad de minerales, en el caso del tratamiento en seco, el contenido de ceniza aumenta a medida que se deshidrata la carne. Se sabe que el contenido de minerales en el organismo animal es esencial, ya que la deficiencia de estos minerales ocasiona posibles desordenes fisiológicos en el organismo del animal.

d) Resultados del porcentaje de grasa

Según la Tabla 6, el porcentaje de grasa en los tratamientos con aceite (27,15; 24,26 y 30,13%) es mayor a los tratamientos con vinagre (5,92; 1,37 y 1,40%), salsa de tomate (2,26; 10,99 y 6,30%) y seco (2,99%). Esta diferencia se debe al aceite de girasol (grasa insaturada) utilizada en el presente trabajo, por tanto, tiende a elevar el porcentaje de grasa del producto. Ordóñez (1998), menciona que el aceite de girasol tiene 28% de grasa, este valor se asemeja a los porcentajes de grasa encontrados en los tratamientos con aceite.

Tabla 6. Contenido de grasa para los 10 tratamientos.

| Componente bromatológico | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|
| | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| Grasa (%) | 27,15 | 24,26 | 30,13 | 5,92 | 1,37 | 1,40 | 2,26 | 10,99 | 6,30 | 2,99 |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de resultados del SELADIS.

Los bajos porcentajes de grasa encontrados en los tratamientos con vinagre y salsa de tomate se deben principalmente al bajo contenido de grasa del medio de empaque y del charque, a excepción del tratamiento ocho (salsa de tomate), este resultado es contradictorio, ya que la salsa de tomate no contiene cantidades elevadas de grasa. Con relación al tratamiento en seco, el resultado encontrado fue de 2,99% de grasa, este valor es relativamente inferior al encontrado por Iriarte (2001), quien halló 3,75% de grasa en charque de llama. Esta diferencia podría atribuirse a la edad del animal, el tenor graso de la especie y la alimentación del animal.

e) Resultados del porcentaje de proteína

En la Tabla 7, se observa que el porcentaje de proteína en los nueve tratamientos, vale decir, con aceite (54,57; 56,78 y 53,68%), vinagre (55,78; 58,56 y 57,07%) y salsa de tomate (58,56; 57,60 y 58,56%) no se diferencian significativamente en términos numéricos, estos valores son similares a los hallados por Jiménez (2002) y PRORECA (1996), quienes obtuvieron 54% y 55% respectivamente.

Tabla 7. Contenido de proteína para los 10 tratamientos.

| Componente bromatológico | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| Proteína (%) | 54,57 | 56,78 | 53,68 | 55,78 | 58,56 | 57,07 | 58,56 | 57,60 | 58,56 | 65,85 |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de resultados del SELADIS.

Entre tanto, el tratamiento en seco (65,85%) presentó un valor elevado con relación a los tratamientos mencionados, acercándose al encontrado por Iriarte (2001), quien reporta 63,42% de proteína en charque de llama. Las diferencias de porcentajes de proteína del charque se deben al grado de deshidratación del charque, que está relacionada con el tiempo de exposición al calor y al porcentaje de humedad, al cual, se ha llegado en el charque.

f) Resultados del porcentaje de nitrógeno amoniacal

De acuerdo a la Tabla 8, el porcentaje de nitrógeno amoniacal solo se presentó en los tratamientos con aceite (16,70; 6,51 y 22,90mg %).

Tabla 8. Contenido de Nitrógeno Amoniacal para los 10 tratamientos

| Componente bromatológico | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|
| | Aceite | Aceite | Aceite | Vinagre | Vinagre | Vinagre | S. tomate | S. tomate | S. tomate | Seco |
| Nitrógeno amoniacal (mg%) | 16,70 | 6,51 | 22,90 | - | - | - | - | - | - | - |

Fuente: Elaboración propia en base a registros de Resultados del SELADIS.

El contenido de Nitrógeno Amoniacal encontrado en los tratamientos con aceite, están dentro lo permisible, según VINO (2006) este valor debe estar por debajo del 30mg %. En los tratamientos con vinagre, salsa de tomate y en seco, no existe presencia de nitrógeno amoniacal.

g) Análisis de factores mediante componentes principales

En la Tabla 9, se observa la correlación positiva y negativa de las variables en estudio (pH, humedad, ceniza, grasa, proteína y nitrógeno amoniacal). Es así que el pH y la humedad son características inversamente proporcionales, es decir, a mayor humedad el pH disminuye, este comportamiento se debe a la acidificación de la carne, por el contenido de ácido acético en el vinagre, que es donde se obtuvo mayor contenido de humedad. El pH está correlacionado positivamente con el contenido de ceniza, grasa y el nitrógeno amoniacal, un incremento numérico de estas características también se traducirá en un incremento del pH.

Tabla 9. Análisis de Correlación Lineal de los Componentes Bromatológicos, según Pearson.

| Variables | pH | Humedad (%) | Ceniza (%) | Grasa (%) | Proteína (%) | Nitrógeno Amoniacal (mg %) |
|----------------------------|--------|-------------|------------|-----------|--------------|----------------------------|
| PH | 1 | | | | | |
| Humedad (%) | -0,926 | 1 | | | | |
| Ceniza (%) | 0,938 | -0,979 | 1 | | | |
| Grasa (%) | 0,745 | -0,797 | 0,823 | 1 | | |
| Proteína (%) | 0,028 | 0,066 | -0,120 | -0,611 | 1 | |
| Nitrógeno Amoniacal (mg %) | 0,679 | -0,741 | 0,816 | 0,906 | -0,599 | 1 |

Además, se observó, que la humedad está inversamente correlacionada con la ceniza, la grasa y el nitrógeno amoniacal, pero si se halla correlacionada positivamente con la proteína, cabe decir que a mayor humedad; la ceniza, grasa y nitrógeno amoniacal disminuyen. Resaltando que a menor humedad el contenido de proteína aumenta mejorando la calidad del producto. La grasa está correlacionada de manera positiva con el pH y con el contenido de ceniza, pero no así con el contenido de humedad, vale decir que cuando aumenta el contenido de grasa la humedad se reduce, pero sube el porcentaje de ceniza. Finalmente, el tratamiento (seco) se encuentra en el cuadrante inferior, presentando el mayor contenido de proteína.

En resumen los alimentos enlatados con salsa de tomate y vinagre, se caracterizan por su mayor contenido de humedad, menores cantidades de grasa, ceniza y pH. En cambio los tratamientos con aceite se caracterizaron por su mayor contenido de nitrógeno amoniacal, grasa, ceniza y un mayor pH. El tratamiento en seco (100% de charque) se caracteriza por su mayor contenido de proteína y menor contenido de humedad y grasa.

Análisis organoléptico

a) Olor

Según la prueba de panel test, el 58,0; 63,3 y 70,0% de los panelistas consideraron como buenos los tratamientos con aceite, salsa de tomate y en seco respectivamente (Figura 2) y, como aceptable estos mismos tratamientos con porcentajes de 34,7% (aceite), 20,0% (salsa de tomate) y 30,0% (en seco).

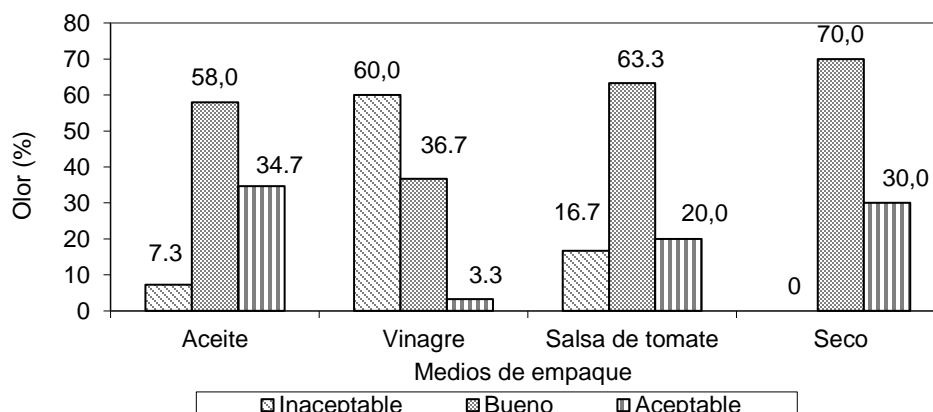


Figura 2. Aceptabilidad de los medios empaque respecto al olor.

Sin embargo, los tratamientos con vinagre, resultaron inaceptables en un 60,0% debido a que el principal responsable del sabor y olor agrio, es el vinagre, cuya característica determinó que los panelistas lo cataloguen como inaceptable. De acuerdo a Ordoñez (1998), un olor agradable estimula la secreción de las glándulas salivales y del jugo gástrico, aumentando el apetito y favoreciendo la digestión, es así, que como el vinagre tiene un olor ácido, no resulta agradable al olfato; ocasionando el rechazo de los panelistas durante la evaluación de esta característica.

b) Color

Los panelistas calificaron el color de los tratamientos con aceite, salsa de tomate y seco, como oscuro (de 70,0 a 80,0%) a muy oscuro (65,0%). Y los tratamientos con vinagre resultaron pálidos (48%) y con un color oscuro (41,4%), por tanto estos tratamientos no fueron del gusto de los panelistas. La característica de color oscuro a muy oscuro, se debe al proceso de esterilización, sometidas a altas temperaturas (120°C), lo que favorece a la oxidación, y esta provoca la aparición de peróxidos, que por ruptura, dan compuestos responsables del color y del aroma (Casp et al., 1999).

c) Terneza

Se observa que los tratamientos con aceite y en seco se caracterizaron por su terneza muy dura (56,7%) y dura (50,0%); entre tanto que los tratamientos con vinagre por ser suave (43,3%) y salsa de tomate por presentar el charque algo duro (36,7%). Notándose que, los tratamientos con terneza dura y muy dura, tuvieron mayor aceptación de parte de los panelistas.

A pesar de la terneza suave del tratamiento con vinagre que fue de fácil digestión por los panelistas, este fue rechazado, debido a la alta concentración del ácido acético del medio de empaque. Contrariamente los tratamientos con aceite, salsa de tomate y en seco, no obstante a la dureza, fueron preferidos por los panelistas.

d) Jugosidad

Se muestra que los tratamientos con vinagre y salsa de tomate fueron calificados entre seco (56,7%) y jugoso (50,0%) respectivamente, por tratarse de medios líquidos. Por otro lado, los tratamientos con aceite y en seco presentaron características de jugosidad seca (46,7%) y muy seca (60,0%).

c) Sabor

Según los panelistas evaluaron como salado a los tratamientos con aceite y seco (51,7 y 70,0% respectivamente), debido a que la sal se conservó en el charque, existiendo preferencia por esta característica por parte de los evaluadores.

d) Aceptación general

De acuerdo a la Figura 3, los resultados de la aceptación general indican que los cuatro medios de empaque resultaron poco apetecibles, sin embargo, los tratamientos con aceite (46,7%), salsa de tomate (33,3%) y en seco (40,0%) fueron los más aceptados por los panelistas. Entre tanto, los tratamientos con vinagre (50,0%) fueron inaceptables por los panelistas.

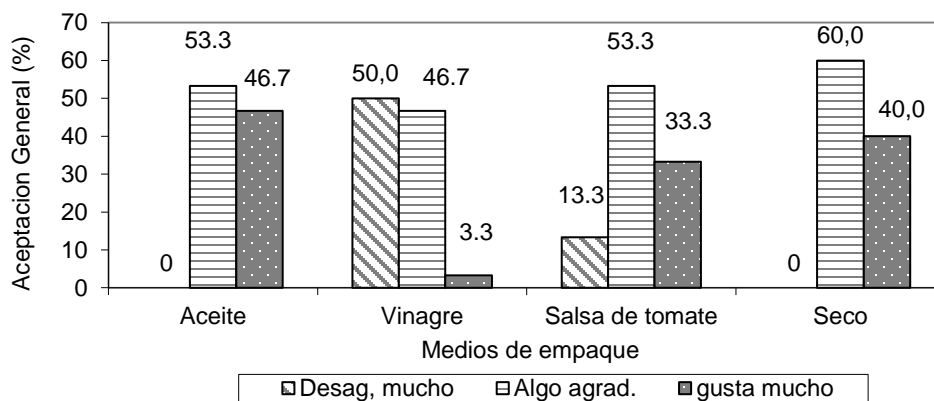


Figura 3. Aceptabilidad de los medios empaque respecto a la aceptación general.

En términos generales, las variables como ser; color, olor, textura, jugosidad y sabor; contribuyeron a la aceptabilidad general del charque enlatado, conforme a las reacciones que le produjo al panelista al degustar el producto. Esta evaluación se efectuó mediante una escala con valores numéricos que comprende características sensoriales. Callisaya (2000), menciona que la calidad del producto se distingue mediante sus cualidades internas (análisis microbiológico y bromatológico) y externas (análisis organoléptico).

e) Análisis de componentes principales para el panel test

De la misma manera se efectuó el análisis de componentes principales para el estudio de panel test con el fin de comprender la relación entre las variables organolépticas que fueron parte del trabajo de investigación.

En la Figura 4, se observa que cada variable: color, olor, textura, jugosidad y sabor; fueron determinantes para la aceptabilidad del producto enlatado. El análisis estadístico demuestra que las escalas de las variables, como la terneza suave, algo dura, asimismo, color pálido y muy pálido, además de sabor amargo e inadecuado y finalmente de aprobación inaceptables: se hallan relacionados sobre el primer eje sintético (Factor 1), es decir, estas características ya mencionadas se asocian con las características que no son preferidas. Por tanto, los tratamientos con vinagre se situaron en este sector del plano factorial, observándose que tuvieron características no muy aceptables.

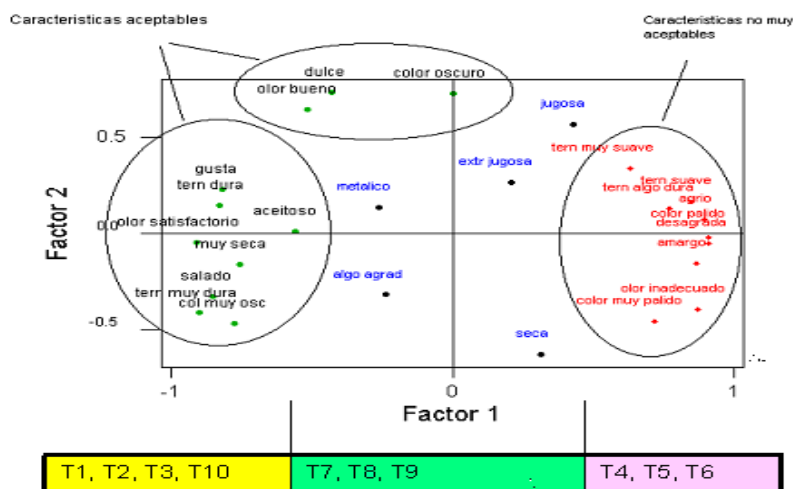


Figura 4. Agrupamiento de variables de acuerdo a sus características organolépticas.

Los tratamientos con aceite, salsa de tomate y seco, fueron los más preferidos por los panelistas distinguiéndose las siguientes características: terneza dura a muy dura, sabor aceitoso, salado y dulce, color

oscuro a muy oscuro y olor satisfactorio. Estos resultados son similares a los presentados en el análisis porcentual. En la Figura No. 5. Se corrobora la posición de las variables organolépticas con relación a la ubicación de los tratamientos distribuidos en los ejes horizontal y vertical.

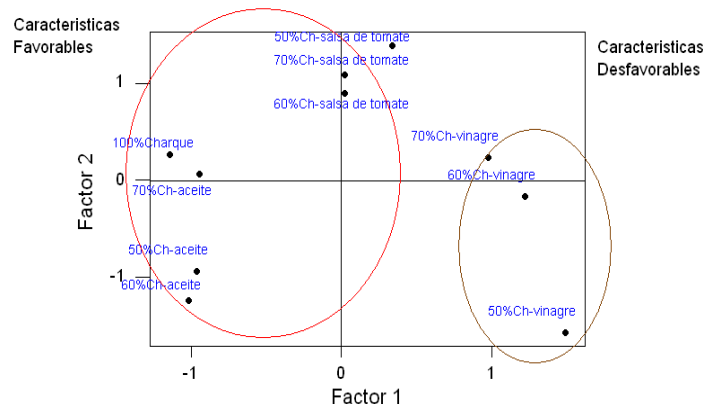


Figura 5. Agrupamiento de las variables de estudio.

En cambio, los procesados con salsa de tomate, que se caracterizaron por su color oscuro, sabor dulce y olor bueno, agradaron a los panelistas, distinguiéndose como los mejor aceptados. Mientras que los tratamientos con vinagre no fueron aceptados, pese a presentar terneza muy suave y color pálido, sin embargo, los panelistas lo catalogaron de sabor agrio y amargo, y finalmente el olor resultó inaceptable.

Codex Alimentarius de las conservas

Los productos obtenidos en el presente trabajo cumplieron con la mayor cantidad de los artículos establecidos en normas del Codex Alimentarius, con excepción del artículo 419, el cual indica, que los envases deben encontrarse en perfectas condiciones, es decir; sin abolladuras, lo que sí sucedió con el tratamiento 10 (en seco), que durante el proceso de esterilización las latas se comprimieron, abollándose a causa de la falta de un medio líquido. Por tanto, según estas normas este producto no puede ser dirigido para el consumo humano.

Costos de producción

Según el Cuadro 10, los tratamientos con vinagre resultaron ser los más económicos, con relación a los demás tratamientos (aceite, salsa de tomate y en seco), sin embargo, estos fueron inaceptados por los panelistas. Por el contrario los tratamientos con aceite, salsa de tomate y seco, tuvieron un costo ligeramente mayor, atribuyéndose esta pequeña diferencia a la cantidad de charqui utilizada, según el tratamiento, es decir, los tratamientos con menor cantidad de charque (45g), resultaron los más económicos.

Tabla 10. Costos de producción para cada tratamiento.

| Medio de empaque | Tratamiento | Cantidad de charque (g) | Costo fijo (Bs) | Costo variable (Bs) | Costo total (Bs) |
|------------------|-------------|-------------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Aceite | 1 | 60 | 6 | 5,15 | 11,15 |
| | 2 | 54 | 6 | 4,79 | 10,79 |
| | 3 | 45 | 6 | 4,33 | 10,33 |
| Vinagre | 4 | 60 | 6 | 4,67 | 10,67 |
| | 5 | 54 | 6 | 4,35 | 10,35 |
| | 6 | 45 | 6 | 3,87 | 9,87 |
| Salsa de tomate | 7 | 60 | 6 | 5,25 | 11,25 |
| | 8 | 54 | 6 | 5,01 | 11,01 |
| | 9 | 45 | 6 | 4,71 | 10,71 |
| Seco | 10 | 90 | 6 | 5,40 | 11,40 |

Para la producción masiva del producto, se debería tomar en cuenta en primer lugar la aceptabilidad del mismo y en segundo término los costos de los tratamientos. Es así que los tratamientos 1, 2 y 3 con medio de empaque aceite y los tratamientos 7, 8 y 9 (salsa de tomate) no tuvieron diferencias significativas en términos de costos de procesamiento y mucho menos entre niveles dentro de cada medio de empaque. Se debe mencionar que se tomaron en cuenta como costos fijos: el alquiler de la planta, que incluía la utilización de la enlatadora, el autoclave, el almacenado del producto y el costo del envase. Asimismo, como costos variables: el costo del charque y el costo del medio de empaque.

Conclusiones

El porcentaje de sal utilizada en la elaboración del charque, fue de 2,3% con relación al peso de la carne fresca y limpia, resultando ideal para los panelistas. Durante el proceso de enlatado del charque, el tratamiento en seco tuvo dificultades en el momento de la esterilización, presentando abolladuras en las latas por falta de un medio líquido.

No se encontraron diferencias numéricas significativas entre niveles dentro de cada medio de empaque (70, 60 y 50% de charque). Los tratamientos más aceptados según los resultados del panel test, fueron los tratamientos con aceite, en seco y salsa de tomate. Contrariamente el tratamiento con vinagre resultó el menos aceptable, debido a la acidez del producto. Para esta conclusión de aceptabilidad se tomaron en cuenta los siguientes análisis:

Todos los tratamientos estuvieron en condiciones aptas para el consumo humano, según las normas recomendadas en el Reglamento Sanitario de Alimentos de Chile, por tanto, no se observaron ningún desarrollo de microorganismos, debido a la salazón de la carne y al proceso de esterilización que favorecieron la destrucción de microorganismos.

En el análisis bromatológico se evaluó la calidad del producto final mediante parámetros como: pH, humedad, ceniza, grasa, proteína y nitrógeno amoniacal. Observándose que el pH en los tratamientos con vinagre (T4, T5 y T6) disminuyó a 4,25; 4,24 y 4,09% respectivamente, debido a la presencia del ácido acético. Entre tanto, en los demás tratamientos no hubo variaciones en este parámetro.

La humedad en los tratamientos con aceite obtuvieron valores relativamente bajos (7,51; 7,90 y 7,48 % respectivamente) con relación a los tratamientos con vinagre (53,20 a 58,00%) y salsa de tomate (46,26 a 53,89%), mientras, la humedad del tratamiento en seco, tuvo un ligero incremento (13,50%) respecto a la humedad del charque tradicional (12,00%). Esta diferencia de humedades encontradas en el presente trabajo, se debe a que los tratamientos con aceite, fueron sometidos a una temperatura mayor a los 120°C, llegándose a freír el charqui, consecuentemente secándola casi por completo. Contrariamente los otros tratamientos (vinagre y salsa de tomate) presentaron mayor porcentaje de humedad debido al medio líquido.

El porcentaje de ceniza de los tratamientos con aceite (9,38; 9,05 y 11,51%) y en seco (8,40%) mostraron valores superiores con relación a los tratamientos con vinagre (2,17; 1,95 y 1,39%) y salsa de tomate (3,55; 2,85 y 2,92%).

El porcentaje de grasa en los tratamientos con aceite (27,15; 24,26 y 30,13%) fue superior a los tratamientos con vinagre (5,92; 1,37 y 1,40%), salsa de tomate (2,26; 10,99 y 6,30%) y en seco (2,99%), esta superioridad de los tratamientos con aceite se debe a la proporción de grasa que contiene el aceite de girasol utilizada como medio de empaque.

En cuanto al porcentaje de proteína, los nueve tratamientos, vale decir, con aceite (54,57; 56,78 y 53,68%), vinagre (55,78; 58,56 y 57,07%) y salsa de tomate (58,56; 57,60 y 58,56%) no presentaron diferencias significativamente en términos numéricos. Entre tanto, el tratamiento en seco obtuvo un valor superior (65,85%)

a los demás tratamientos. Finalmente, el nitrógeno amoniacal encontrado en los tratamientos con aceite se encuentra dentro de lo permisible para el consumo humano. Las características de buen olor, terneza dura, color oscuro a muy oscuro, seca a muy seca, sabor aceitoso y salado, tuvieron una mayor aceptación por los panelistas; encontrándose dentro de estas características los tratamientos que contenían como medio de empaque el aceite, la salsa de tomate y en seco (sin medio líquido).

Pero las características de olor inaceptable, color pálido, terneza suave, jugosa y sabor amargo a agrio; resultaron inaceptables. Los tratamientos con estas características fueron los que contenían como medio de empaque el vinagre. En cuanto al cumplimiento de las normas que establece el CODEX, los productos en estudio fueron elaborados bajo estas normas, por lo tanto, son considerados aptos para su consumo.

En cuanto a los costos de producción, los tratamientos con vinagre resultaron ser los más económicos con relación a los demás tratamientos (aceite, salsa de tomate y en seco), sin embargo, estos fueron inaceptados por los panelistas. Por el contrario los tratamientos con aceite, salsa de tomate y seco, tuvieron un costo ligeramente mayor, atribuyéndose esta pequeña diferencia a la cantidad de charque utilizada, según el tratamiento, es decir, los tratamientos con menor cantidad de charque (45g.) resultaron los más económicos. Asimismo el medio de empaque tuvo influencia en los costos de producción, ya que el vinagre es el más económico con relación a los otros medios de empaque (aceite y salsa de tomate).

Bibliografía

- Asistiri, A. 1999. Determinación de Especies Cárnicas Empleadas en la Elaboración de Embutidos. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, carrera de Farmacia y Bioquímica, La Paz - Bolivia, 26p.
- Callisaya, L. E. 2000. Evaluación de la Condiciones de la Tunta en la Comunidad de Yanamuyo Alto (Provincia Los Andes del Departamento La Paz), Tesis de grado para obtener el título en Licenciatura en Ingeniería Agronómica, La Paz - Bolivia, p. 13 – 48.
- Casp, A., Abril, J. 1999. Procesos de Conservación de Alimentos. Editorial Mundi - Prensa, España, 158p.
- Condori, G. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo de Llama (*Lama glama*) y Evaluación de la calidad de la carne, Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad mayor de san Andrés, facultad de Agronomía, La paz – Bolivia, 49p.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad NB – 851). 1997. Carne de camélidos y derivados- charque- requisitos, Primera Revisión, 1p.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad NB – 762). 2002. Carnes rojas y productos derivados, Requisitos Microbiológicos, y productos cárnicos, Tercera revisión, 2002, 5 p
- Iriarte, N. 2001. Determinación Química, Microbiológica y Aceptabilidad del charqui de Llama, Tesis de grado para optar el título a Licenciatura en Nutrición, Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias de la Salud, Salta - Argentina, Oruro - Bolivia, 19p.
- Jiménez, T. 2002. Factibilidad Económico-Social-Técnico de la Producción de Charque de Llama (*Lama glama*), Universidad Técnica de Oruro, Oruro-Bolivia, 6 p.
- Limonta, M. 1987. Análisis de la carne y sus Productos, Ed. Pueblo y Educación, 57 p., p. 87-92.
- Ordóñez, J. 1998. Tecnología de los Alimentos, Editorial Síntesis S.A., Vol. I, Compuestos de los Alimentos y Procesos, Vol. II, Alimentos de Origen Animal, Madrid – España, p 60 – 172 y Cap 7 y 8.
- Ott, D.B. 1992. Manual de Laboratorio de Ciencias de los Alimentos, Edición ACRIBIA S.A., Michigan State University, Zaragoza – España, 223p.
- Pascual, M. 1992. Microbiología Alimentaria, Metodología Analítica Para Alimentos y bebidas, Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid – España, 13p.
- Pilco, S. 2006. Descripción de un Nuevo Proceso de Charqui. Seminario Final del PROYECTO DECAMA, Proyecto de Desarrollo Disponible de productos de Camélidos y Servicios de Mercadeo para la Región Andina, Ponencias, Resúmenes y Posters, Arequipa - Perú, 105p.
- PRORECA (Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de Camélidos Sudamericanos). 1996. Manual de Conservación de Carne y Piel de Camélidos, Argentina, 38p.

ESTRUCTURA Y CUANTIFICACIÓN DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE DE LLAMA, ESTUDIO DE CASO: TURCO

Claros A.⁴⁵; Quispe J.⁴⁶; Claros A.⁴⁵; Condori G.⁴⁶; Ayala C.⁴⁷

Introducción

La crianza de llamas en esta región, está orientada principalmente a la producción de carne y complementariamente a la producción de fibra, debido a la mayor proporción de llamas de tipo Q´aras e Intermedias. Este estudio de caso adquiere especial importancia a razón de la existencia de un matadero especializado en la faena de camélidos que logra canalizar alrededor del 30% del total de animales de la zona, destinados a la producción de carne.

Los animales que son faenados por esta vía, debido a las condiciones de higiene y calidad del matadero, se habilitan para acceder a mercados de mayor poder adquisitivo, en las ciudades de Oruro, Cochabamba y La Paz. La comercialización se realiza en mercados populares, fríasles, restaurantes e inclusive supermercados. La investigación fue desarrollada en el marco del Proyecto DECAMA (Desarrollo Sostenible de Productos Camélidos y Servicios de Mercadeo para la Región Andina) y Programa Regional de Camélidos Sudamericanos

Características del área de estudio

Este estudio de caso se localiza en la provincia Sajama del departamento de Oruro, Bolivia, y su radio de acción corresponde a las comunidades que circundan la localidad de Turco, que se encuentra a 165 Km. al oeste de la ciudad de Oruro. Estas comunidades presentan altitudes que varían entre 3.880 a 4.100 msnm, caracterizada por un clima frígido, seco y árido, con una temperatura media anual de 7,5 °C y con una precipitación pluvial promedio anual de 348,2 mm. (SENAMHI, 1997).

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Turco (2002), la existencia de llamas en este municipio es de 93.230 cabezas. De esta población el 46,5% corresponde al tipo Q´ara, el 48,7% al tipo Intermedio y el 4,8% al tipo T´amphulli.

Cadena de la carne fresca y procesada

En la cadena de agregación de valor de carne de llama, de este estudio de caso participan: productores de ganado, intermediarios, un matadero, transformadores de charque, mayoristas, detallistas, fríasles, supermercados, restaurantes y consumidores.

- a) **Productores:** En el municipio de Turco, existen 953 familias de productores, con un promedio de tenencia de tierra de 175 has. y 58 cabezas de llama.
- b) **Intermediarios:** Son aquellos individuos que recorren la zona, adquiriendo ganado en pie de los productores que luego son transportados al matadero. Una vez faenados los animales, las carcasas son trasladadas a la ciudad de Oruro (principalmente), La Paz y Cochabamba. Cabe mencionar que estos agentes residen en Turco.

⁴⁵ Investigador, Proyecto DECAMA-PRORECA.

⁴⁶ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴⁷ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

- c) **Faena en matadero:** Este caso de estudio, está caracterizado por la existencia de un matadero especializado en faena de camélidos, ubicado en la localidad de Turco a 165 Km. de la ciudad de Oruro (carretera Oruro-Tambo Quemado). Este matadero funge como un nexo articulador entre la producción y el mercado de carne de llama.
- d) **Procesadores de charque:** En la localidad de Turco existen 7 microempresas que elaboran charque, compran aproximadamente 30% del total de animales faenados por el matadero. Asimismo en la ciudad de Oruro también existen microempresas dedicadas a esta labor las cuales se aprovisionan de los mayoristas.
- e) **Mayoristas:** Son aquellos comerciantes que se dedican a la venta de cortes mayores en el mercado Walter Khon de la ciudad de Oruro.
- f) **Detallistas:** Están representados por los comerciantes que se dedican a la venta al detalle de cortes menores, en el mercado Bolívar de la ciudad de Oruro.
- g) **Fríales:** Si bien los fríales también se dedican a la venta de cortes menores, se distinguen de los detallistas por ser más especializados en cuanto a productos transformados (embutidos, hamburguesas, etc.) y venta de cortes especiales. Los fríales se abastecen en su integridad directamente del matadero de Turco.
- h) **Restaurantes:** Tanto en la ciudad de Oruro como en La Paz y Cochabamba, existe demanda por los restaurantes que preparan platos típicos con carne proveniente de este circuito. Por tanto estos se constituyen en un importante bloque de demanda de carcasas y de cortes mayores, los canales de aprovisionamiento incluyen desde acopiadores a mayoristas.
- i) **Supermercados:** El charque embolsado, producido con carne de este circuito se comercializa en los supermercados de las distintas ciudades de Bolivia.
- j) **Consumidores:** Dado los diferentes canales de comercialización con los que cuenta este circuito, se puede encontrar consumidores en todos los estratos (bajos, medios y altos).

Mercados de agregación de valor

El circuito de comercialización de la carne, se divide en cinco mercados definidos según la generación de valor agregado que realizan: mercado en animales en pie, mercado en carcasa, mercado en cortes mayores, mercado en cortes menores y mercado de charque. Cabe destacar que el análisis de estos mercados, solamente considerará el movimiento económico generado a partir de la oferta de animales incorporados al circuito comercial del cual es parte el matadero de Turco.

Mercado de animales en pie

La extracción anual de animales del municipio de Turco es de aproximadamente 19.960⁴⁸ cabezas de ganado, de los cuales el 88% (17.565 cabezas), es destinado a la venta en pie y el restante al auto consumo. Según la administración del matadero, del total de animales destinados a la venta en pie por año, alrededor del 34% (6.011 cabezas⁴⁹) son canalizados en forma de carcasa.

En la zona existen tres grandes acopiadores que se dedican a la compra de ganado en pie para su posterior faena en el matadero, por lo general compran animales adultos mayores a 3 años, pagando un precio promedio

⁴⁸ Representado una tasa de extracción de 21.41%

⁴⁹ Faena total de llamas durante el año 2003.

de US\$ 38,0. El año 2003, del total de animales faenados, el 90% correspondió a los animales adquiridos por los acopiadores, mientras que el 10% restante a productores asentados cerca a la población de Turco.

Generalmente los productores que acuden con su ganado al matadero, tienen la finalidad de comercializar la carcasa, estos asumen el costo de oportunidad que representa la venta de sus animales. Este aspecto supone que el total de llamas que ingresan al matadero, son parte de las transacciones del mercado de venta en pie. Por tanto el movimiento económico generado por este mercado alcanza los US\$ 228.418,0 monto que relacionado con el costo por concepto de crianza de un animal de 3 años de US\$ 7,50 supone una utilidad bruta de US\$ 183.335,0.

Mercado en carcasa

El mercado de carcasa tiene distintos escenarios de interrelación como agentes involucrados, por tanto, antes de ingresar en el mismo, conviene describir el papel del matadero de Turco, dado su rol de nexo articulador entre la oferta de ganado en pie y el circuito de comercialización.

Como se mencionó anteriormente, el volumen de faena del matadero se sitúa alrededor de las 6.011 cabezas de llamas por año, cifra que representa el 76,4% del total de animales (entre alpacas, ovinos y bovinos), faenados anualmente por la planta y el 14% de su capacidad de operación total.



Figura 1. Carcasas de llama en el matadero de Turco.

El costo por faena es de US\$ 0,82 por animal, que representa para el matadero un ingreso anual de US\$ 4.930,0 de los cuales US\$ 2.663,0 se destinan como pago a los operarios de la faena y el restante a cubrir otros gastos de funcionamiento. La faena de los animales se realiza en base a normas bolivianas de calidad e higiene. En vista de lo cual las carcasas son clasificadas según las normas de IBNORCA (1997, 2002): Extra, Primera, Segunda e Industrial. Esta categorización se realiza principalmente de acuerdo a la presencia de quistes de *Sarcosystis eucheniae*.

Pese a que el matadero no cuenta con carros frigoríficos, sin embargo, existen camiones precariamente acondicionadas para el traslado de carcasas que pertenecen a los intermediarios que operan en la zona. Estas características constituyen la diferenciación en términos de calidad de la carne proveniente de la faena en este matadero respecto a la oferta de carne de llama de los circuitos comerciales tradicionales. Explicando por tanto la existencia de los diferentes agentes y escenarios de comercialización a lo largo de los eslabones de agregación de valor que le continúan.

El promedio de rendimiento por carcasa en el matadero es de 48,9 Kg. Una vez que los animales son faenados, las vísceras extraídas generalmente son vendidas al administrador del matadero a un precio de US\$ 1,90. Este

por su parte las comercializa a los comunarios de la región, los cueros por lo general son vendidos a comerciantes de cuero y fibra de la zona a razón de US\$ 1,90 por pieza.

Del total de carcasas obtenidas, aproximadamente el 30% es adquirido por las microempresas de charque que funcionan en Turco a un precio promedio de US\$ 0,95 por Kg cuando es adquirida de los acopiadores y a US\$ 0,87 cuando los oferentes son los productores. Esta variación de precios, se explica por un lado a razón de los costos mínimos y a la baja oferta de carcasas de los productores respecto a los acopiadores. Y por otro lado, se debe a que los intermediarios, dada la disponibilidad de transporte que poseen, no están dispuestos a perder el costo de oportunidad que les representa la venta de las carcasas, en virtud de que sus costos de transporte presentan variaciones poco significativas por concepto de incrementos en el volumen de carga.

Las microempresas de charque, para completar su requerimiento de aprovisionamiento adquieren la totalidad de las carcasas ofertadas por los productores y el resto los complementan con la compra a los acopiadores. En tal sentido la estructura de costos e ingresos, para los productores que comercializan con carcasas obtenidas del matadero se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura de costos e ingresos de los productores

| Ítem | Cantidad (Cabezas) | Costo unitario (US\$) | Total (US\$) | |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------|
| Compra de animales ⁵⁰ | 601 | 38,00 | 22.838,00 | |
| Faena | 601 | 0,82 | 492,82 | |
| Total (US\$) | | 38,82 | 23.330,82 | |
| Estructura de ingresos | | | | |
| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
| Venta de carcasas | kg | 29.388,90 | 0,87 | 25.568,34 |
| Venta de vísceras | Global | 601,00 | 1,90 | 1.141,90 |
| Venta de cueros | Pza | 601,00 | 1,90 | 1.141,90 |
| Total (US\$) | | | | 27.852,14 |
| Saldo (US\$) | | | | 4.521,32 |

En lo que respecta a los acopiadores del total de carcasas obtenidas el 22,2% se comercializa directamente a las microempresas de charque de la zona, el 68,4% se comercializa en la ciudad de Oruro, tanto a frías como a mayoristas del mercado Walter Khon. Un 6,4% es vendido a restaurantes y en algunos casos a frías de la ciudad de La Paz. Por último el 3,0% restante es destinado a restaurantes de la ciudad de Cochabamba, principalmente aquellos que se dedican a la venta de charquekan (Tabla 2).

Tabla 2. Comercialización de carcasas, según destino.

| Ciudad de destino | Carcasas comercializadas | | Porcentaje (%) | Bloque de demanda |
|-------------------|--------------------------|------------|----------------|--------------------------|
| | (Piezas) | (kg) | | |
| Turco | 1.202 | 58.777,80 | 22,20 | Microempresas de charque |
| Oruro | 3.704 | 181.125,60 | 68,40 | Mayoristas y frías |
| La Paz | 350 | 17.115,00 | 6,40 | Frías y restaurantes |
| Cochabamba | 154 | 7.530,60 | 3,00 | Restaurantes de charque |
| Total | 5.410 | 264.549,00 | 100,00 | |

Considerando esta desagregación por tipo de mercado, la estructura de costos e ingresos de estos agentes se muestra en la Tabla 3.

⁵⁰ A efectos de cálculo del movimiento económico, se considera una venta virtual por parte de los productores a ellos mismos.

Tabla 3. Estructura de costos e ingresos de los acopiadores.

| Estructura de costos | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|-----------------|
| Ítem | | Cantidad (Cabezas) | Costo unitario (US\$) | Total (US\$) |
| Compra de animales | | 5.410 | 38,00 | 205.580,00 |
| Transporte al matadero de Turco | | 5.410 | 0,50 | 2.705,00 |
| Faena | | 5.410 | 0,82 | 4.436,20 |
| Transporte a los centros urbanos | | 4.208 | 1,50 | 6.312,00 |
| Total (US\$) | | | 40,82 | 219.033,20 |

| Estructura de ingresos | | | | |
|------------------------------|--------|------------|------------------------|--------------|
| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
| Venta de carcasas en Turco | kg | 58.777,80 | 0,95 | 55.838,91 |
| Venta de carcasas en Oruro | kg | 181.125,60 | 0,99 | 179.314,34 |
| Venta de carcasas La Paz | kg | 17.115,00 | 1,26 | 21.564,90 |
| Venta de carcasas Cochabamba | kg | 7.530,60 | 1,26 | 9.488,56 |
| Venta de vísceras | Global | 5.410,00 | 1,90 | 10.279,00 |
| Venta de cueros | Pza | 5.410,00 | 1,90 | 10.279,00 |
| Total (US\$) | | | | 286.764,71 |
| Saldo (US\$) | | | | 67.731,51 |

Los productores y acopiadores, mediante la comercialización de las carcasas, vísceras y cueros, generan un movimiento económico bruto de US\$ 314.616,8 monto que permite costear el aprovisionamiento de animales y generar un ingreso de US\$ 72.252,8.

Mercado para cortes mayores

La venta de cortes mayores (piernas, brazos, espalda, etc.), tiene lugar todos los días en horas de la mañana en el mercado Walter Khon de la ciudad de Oruro. En este mercado los mayoristas constituyen el bloque de oferta, en tanto que en el lado de la demanda se encuentran transformadores de charque, restaurantes y comerciantes minoristas e inclusive restaurantes de Cochabamba. Los mayoristas de este mercado manejan cerca del 90% (3.334 carcasas) de la oferta de carcasas que los acopiadores destinan a la ciudad de Oruro, las cuales son adquiridas en proximidades del mercado Walter Khon. El restante 10% es adquirido por los fríales directamente de los acopiadores mediante la mediación de contratos verbales previos. En la Tabla 4, se muestra la estructura de costos de los mayoristas.

Tabla 4. Estructura de costos de los mayoristas.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Costo unitario (US\$) | Total (US\$) |
|--------------------|---------|----------|-----------------------|--------------|
| Compra de carcasas | kg | 163.013 | 0,99 | 161.382,91 |
| Despresado | Carcasa | 3.334 | 0,25 | 833,40 |
| Total (US\$) | | | | 162.216,31 |

En tal sentido, del total del volumen de oferta manejado por los mayoristas, el 60% alimenta principalmente al aprovisionamiento de transformadores de charque y de restaurantes de la ciudad de Oruro. El 30% se destina a la comercialización de venta al detalle en el mercado Bolívar y alrededor el 10% es adquirido por restaurantes de la ciudad de Cochabamba que acuden a este mercado.



Figura 2. Venta de carne de llama en el mercado Walter Khon (Oruro).

Considerando la proporción que representa cada uno de los cortes mayores en una carcasa y la relación de precios de mercado, el ingreso percibido por quienes se dedican a la venta en este mercado es de US\$ 55,58 por carcasa, generando por tanto una utilidad bruta de US\$ 6,91 por canal (Tabla 5).

Por tanto, la venta de 3.334 carcasas en cortes mayores, genera un movimiento económico de US\$ 185.281,5 (Tabla 6). Considerando el saldo a favor por carcasa de US\$ 6,91 los mayoristas, generan una utilidad bruta de US\$ 23.065,2.

Tabla 5. Relación de proporción de cortes mayores e ingresos por carcasa.

| Cortes mayores | Proporción ⁵¹ (%) | Peso de carcasa (kg) | Precio de venta (US\$/kg) | Ingresos por carcasa (US\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Piernas | 27,63% | 13,51 | 1,14 | 15,40 |
| Brazos | 19,27% | 9,42 | 1,08 | 10,18 |
| Lomo | 29,66% | 14,51 | 1,27 | 18,42 |
| Cuello | 4,16% | 2,03 | 1,01 | 2,05 |
| Costilla | 19,27% | 9,42 | 1,01 | 9,52 |
| Total | 100,00% | 48,90 | | 55,58 |
| Saldo | | | | 6,91 |

Tabla 6. Ingresos de los mayoristas, por concepto de venta en cortes mayores.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
|-------------------------|----------|----------|------------------------|--------------|
| Venta de cortes mayores | Carcasas | 3.334 | 55,58 | 185.281,49 |

Mercado para cortes menores

En este mercado consideraremos tanto el papel de los detallistas del mercado Bolívar como el de los fríales que se abastecen en su totalidad del matadero de Turco.

Los detallistas del mercado popular "Bolívar", en virtud de su participación como demandantes del anterior mercado, poseen un volumen de oferta de 48.900,0 kg de carne con hueso. Estos adquieren piezas equivalentes a una carcasa por un valor de US\$ 55,58. Para determinar los ingresos de estos comerciantes por concepto de venta al detalle, es necesario remitirnos a la relación porcentual de carne y hueso que conforman los cortes mayores.

⁵¹ Fuente: Estudio de caso a la asociación de productores y comercializadores de productos cárnicos de camélidos (ACOPROCCA), de la localidad de Palcoco. Proyecto DECAMA 2004.



Figura 3. Venta de carne de llama al detalle en el mercado Bolívar, ciudad de Oruro.

Los cortes y precios de venta manejados por los detallistas son: del cuello, cazuelas y/o carne molida y tienen un precio de US\$ 1,27. De la costilla se obtiene tira de costilla con un precio de US\$ 1,01. La pulpa es obtenida del brazo y la pierna con un precio de US\$ 1,77, el lomo tiene un precio de US\$ 1,90, los medallones y paletillas que se obtiene del brazo tienen un precio de US\$ 1,77. Los huesos se venden a un precio promedio de US\$ 0,25 (Tabla 7).

Tabla 7. Estructura de costos e ingresos de venta al detalle.

| Estructura de costos | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Ítem | Peso (kg) | Costo (US\$) | |
| Compra de cortes mayores | 48,90 | 55,58 | |
| Transporte | | 0,50 | |
| Total | | 56,08 | |
| Estructura de ingresos | | | |
| Corte | Cantidad (kg) | Precio (US\$) | Ingreso (US\$) |
| Pierna | 11,02 | 1,77 | 19,50 |
| Brazo | 6,78 | 1,77 | 12,01 |
| Lomo | 10,52 | 1,90 | 19,99 |
| Cuello | 1,50 | 1,27 | 1,91 |
| Costilla | 6,66 | 1,01 | 6,72 |
| Huesos | 12,42 | 0,25 | 3,10 |
| Total (kg) | 48,90 | | 63,23 |
| Saldo | | | 7,15 |

Considerando que este mercado posee un volumen de oferta de 48.900,0 kg. de carne (adquiridas a un costo de US\$ 55.580,0) y que por la venta de las cuales se obtiene un ingreso bruto de US\$ 63.230,0, la utilidad bruta generada por la venta al detalle en el mercado Bolívar es de US\$ 7.150,0. Actualmente existen dos fríales en la ciudad de Oruro que se dedican a la comercialización de carne de llama certificada proveniente del matadero de Turco y a la venta de otras carnes (pollo, bovinos, etc.). La demanda de carne en fríales es de 370 carcasas, que son adquiridas como se mencionó anteriormente directamente de los acopiadores a un precio de US\$ 0,99 por kilogramo.

Los precios de venta de los fríales, se encuentran muy por encima de los precios de los puestos de venta al detalle en el mercado Bolívar pese a que el costo de adquisición de las carcasas es menor, Esto se debe principalmente a que los costos operativos de los primeros son mucho mayores, así como las inversiones necesarias, así el hecho de que la carne adquirida en un fríal sea más garantizada que el de la venta al detalle. Utilizando a modo de comparación los mismos cortes vendidos por los detallistas. Los precios de venta manejados por los fríales son: del cuello, cazuelas y/o carne molida y tienen un precio de US\$ 1.27. De la

costilla se obtiene tira de costilla con un precio de US\$ 1.27. La pulpa es obtenida del brazo y la pierna con un precio de US\$ 2.28. El lomo tiene un precio de US\$ 2.40, los medallones y paletillas que se obtiene del brazo tienen un precio de US\$ 1.90. Por último los huesos se venden a un precio promedio de US\$ 0.25. En tal sentido, la relación de costo - ingreso por concepto de venta al detalle se observa en la Tabla 8. Los fríales generan un movimiento económico de US\$ 28.864,0 de los cuales US\$ 6.264,0 representa la utilidad o valor agregado generado por su participación dentro el circuito de comercialización de carne de llama.

Tabla 8. Estructura de costos e ingresos de venta en fríales de la ciudad de Oruro

| Estructura de costos | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Ítem | | Peso (kg) | Costo (US\$) |
| Compra de cortes mayores | | 48,9 | 55,58 |
| Transporte | | | 0,5 |
| Costos de operación | | | 5,0 |
| Total | | | 61,08 |
| Estructura de ingresos | | | |
| Corte | Cantidad (kg) | Precio (US\$) | Ingreso (US\$) |
| Pierna | 11,02 | 2,28 | 25,12 |
| Brazo | 6,78 | 2,09 | 14,18 |
| Lomo | 10,52 | 2,40 | 25,25 |
| Cuello | 1,50 | 1,27 | 1,91 |
| Costilla | 6,66 | 1,27 | 8,45 |
| Huesos | 12,42 | 0,25 | 3,10 |
| Total | 48,90 | | 78,01 |
| Saldo | | | 16,93 |

Mercado de charque

En total tanto los transformadores de charque como aquellos restaurantes que se dedican a la venta de platos en base a charque, en las ciudades de Oruro y Cochabamba, generan una demanda de carne de llama, valuada en US\$ 219.841,61 (Tabla 9). Esta cifra se incrementaría considerablemente considerando el movimiento económico que se genera a razón de la venta de charque a granel, en bolsa o como plato en los restaurantes. Considerando que en el proceso de elaboración de charque el rendimiento es de 4 a 1, es decir de 4 kilos de carne fresca se obtiene 1 kilo de charque, el costo promedio por elaboración de 1 kilo es de US\$ 1,26 y el precio promedio es de 6,32 US\$/kg. El movimiento aproximado generado por este mercado estaría alrededor de US\$ 331.497,7 con una utilidad bruta de US\$ 45.565,0.

Tabla 9. Volumen de adquisición de carne de llama, según transformadores de charque y restaurantes⁵²

| Productores y restaurantes | Volumen de adquisición de carne de llama | |
|---|--|------------|
| | (kg) | (US\$) |
| Productores de charque Turco | 88.167,00 | 81.407,53 |
| Restaurantes y productores de charque Oruro | 97.807,82 | 110.522,84 |
| Restaurantes de Cochabamba | 23.833,86 | 27.911,24 |
| Total | 209.808,68 | 219.841,61 |

Conclusiones

El movimiento económico anual que se genera mediante este circuito alcanza los US\$ 1'131.229 de los cuales el mercado de charque es quien posee la mayor participación con un 26% del total. En la Tabla 10, se muestra el resumen del movimiento económico y generación de valor agregado.

⁵² Restaurantes que se dedican a la venta de charque en plato.

Tabla 10. Resumen movimiento económico y generación de valor agregado por tipo de mercado.

| Tipo de mercado | Movimiento económico (US\$) | Generación de valor agregado, de la oferta (US\$) |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| Mercado en pie | 228.418,00 | 183.335,00 |
| Mercado en carcasa | 293.937,90 | 51.573,88 |
| Mercado en cortes mayores | 185.281,49 | 23.065,18 |
| Mercado en cortes menores | 92.094,80 | 13.914,00 |
| Mercado de charque | 331.497,71 | 45.565,00 |
| Total (US\$) | 1'131.229,90 | 317.453,06 |

Por su parte el mercado de carcasa, se constituye en el mayor participante en la generación de valor agregado, llegando a alcanzar el 59% del total.

Bibliografía

- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 1997. IBNORCA. Clasificación de las canales de camélidos sudamericanos de matanza (alpacas y llamas), (Classification of the carcass of South American camelids of slaughter (alpacas y llamas), Norma Boliviana 794 – 97.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 2002. IBNORCA. Carnes rojas y productos derivados. Requisitos microbiológicos, Norma Boliviana 762-2002.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 1997. IBNORCA. Carne de camélidos y productos derivados. Embutidos requisitos, Norma Boliviana 798 – 97.
- Plan de Desarrollo Municipal de Turco, provincia Sajama, Oruro. 2002.
- SENAMHI. 1997. Pronóstico del tiempo para Bolivia.

ESTUDIO DE CASO DE LA MICROEMPRESA RURAL “DELICIAS” DEDICADO A LA ELABORACIÓN DE CHARQUE DE LLAMA MEJORADO DE LA LOCALIDAD DE CARACOLLO PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE URURO

Condori G.⁵³; Cochi N.⁵³; Rodríguez T.⁵⁴; Ayala C.⁵⁵

Introducción

La producción de charque de llama en Bolivia está ampliamente difundida, principalmente en la parte occidental del país y son muchas las familias dedicadas a este rubro, sin embargo no deja de ser una actividad artesanal. Las asociaciones que procesan charque de camélidos en condiciones aceptables son pocas, en su gran mayoría producen artesanalmente; es decir, lo procesan en condiciones no adecuadas en sus predios rurales, y secan la carne al aire libre, colgado en alambres o esteras.

Las instituciones apoyo al sector camélido, han destinado cierto financiamiento como fondos rotatorios y de fomento a los diferentes actores de la cadena camélidos como las Asociaciones de productores de carne de llama y procesadores de charque. Estos recursos, principalmente están encaminados a procesos de capacitación y fortalecimiento de las mismas.

Son pocas las organizaciones que ponen en práctica el conocimiento adquirido en los cursos de capacitación, para desarrollar e innovar técnicas del buen procesamiento de la carne y transformación en charque, pese a esta situación actualmente existen más de 7 microempresas que producen charque de llama embolsado lo que quiere decir charque procesado higiénicamente con aceptación en el mercado que tiene cierto grado de exigencia en calidad y garantía del producto.

Las microempresas que actualmente desarrollan esta actividad en el país son: Llamita, Sabrosa, Nayra, Camel, Bolivia Marka, SUMA, Delicias y El Buen Gusto. Todas estas microempresas funcionan en el departamento de Oruro y en algún momento recibieron financiamiento de instituciones estatales y ONG's.

El presente estudio de caso está enfocado a describir los métodos y técnicas de procesamiento que aplica la microempresa “Delicias”, que se dedica a elaborar charque de llama hace más de seis años. Es una de las pioneras en este rubro y la experiencia acumulada durante este periodo en torno a esta actividad por parte de los dueños de esta microempresa es la clave para mantener sus productos en el mercado.

Descripción del centro de procesamiento de charqui

El centro de elaboración de charque de llama “Delicias”, se encuentra en la localidad de Caracollo, de la Provincia Cercado del Departamento de Oruro a una distancia de 35 Km de la ciudad de Oruro y 199 Km de la ciudad de La Paz, sobre la carretera troncal Oruro - La Paz.

Instalaciones

La microempresa de elaboración de charque está instalada en un domicilio particular de Caracollo, cuenta con energía y agua potable de 8 a 12 horas del día, no tiene alcantarillado aunque existe en esta población. Para el procesamiento se tiene dos ambientes acondicionados específicamente para este propósito, los cuales se detallan a continuación:

⁵³ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁵⁴ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁵⁵ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

- a) 1 sala de deshuesado, desnervado, desgrasado, fileteado, salado y almacenamiento temporal de cortes mayores principalmente piernas, cuyas dimensiones son de 2.8 x 3 metros, haciendo un área total de 8.4 m², el piso está revestido de cemento, las paredes son de adobe y gruesas lo cual permite que en el cuarto impere un ambiente de baja temperatura, al interior de la sala cuenta con un mesón revestido de azulejos de 0.7 x 2 metros a un altura de 0.85 metros, un arco para colgar las piezas (piernas), una mesa de madera, ganchos metálicos, recipientes de plástico.
- b) 1 sala de machacado, estrujado, embolsado, pesaje y almacenaje, cuyas dimensiones son de 3 x 4.5 metros hace una superficie total de 13.5 m², en este ambiente se encuentra los equipos y materiales para el procesamiento.

Equipos y materiales

Los equipos y materiales utilizados en el centro de elaboración de charque, no demandan mucha inversión y están adecuados a la funcionalidad específica para cada procedimiento.

- a) **Equipo de machacado**, se tiene un batan especial de fierro y un combo de 2 Kg de peso, con el cual se realiza el machacado.
- b) **Estrujadora**, es un equipo diseñado para aplanar y uniformizar el espesor de las lonjas, consta de una boca de entrada, rodillos de 5 cm de diámetro, tornillos de graduación y una manivela giratoria, esta estrujadora es posible adaptar a un motor con reductor de velocidades y pueda funcionar con energía eléctrica.
- c) **Selladora**, la microempresa cuenta con una selladora eléctrica normal, con la cual se realiza el sellado de las bolsas de charque en forma manual.
- d) **Balanza**, es un equipo de 10 Kg de capacidad con el cual se controla el peso de las piezas de carne fresca y el peso del charque a embolsar.
- e) **Muebles y materiales**, se cuenta con 4 mesas, ropa de trabajo, cuchillos, esmeril para afilar los cuchillos, ganchos metálicos, colgador de carne (cortes mayores) y recipientes de plástico.

Descripción del secador solar

El secador solar tipo "túnel" es una infraestructura construida de materiales ligeros; como soportes principales se utilizó tubos cuadrados metálicos de 1", fierro angular de 1" y para el soporte en la parte central se utilizó fierro platino de una 1 ½", la cubierta del secador está constituida por láminas de policarbonato de 4 mm de espesor de color transparente. La pared anterior, donde se ubica la puerta de entrada, también está construida de policarbonato y la pared posterior está construida con adobes, en esta pared existe una abertura de salida de aire caliente de 0.20 m de diámetro que se conecta a través de un tubo metálico a un extractor eólico ubicado a 2.6 m de altura desde el piso.

Es importante señalar que el secador solar no presenta ninguna ventana por donde pueda ingresar aire desde el medio exterior, sino más bien está completamente cerrado, esto con la finalidad de concentrar mayor presión de calor al interior del secador, lo cual no ocurre cuando presenta ventanas o existe circulación del aire, según afirma el responsable de la microempresa.

Las dimensiones del secador solar son 6.20 m. de largo, 3 m. de ancho y 2 m. de alto en la parte más elevada de la construcción, toda la infraestructura está construida sobre piso de cemento con desnivel, alrededor del área ocupada por el secador existen canales de desagüe.

Dentro del secador se encuentran 2 estructuras movibles que funcionan como plataformas de secado, ubicadas a los costados de la estructura; al medio existe un pasillo de 1 m de ancho. Estas plataformas tienen 5 m de largo, 1 m de ancho y 0.5 m de alto, haciendo un área total de secado de 5 m² cada una, están construidas de tubos cuadrados de 1" y fierro angular de 1", la parte superior de la plataforma sobre la cual se colocan y secan los filetes de carne charqueado, está cubierta con malla o tul⁵⁶ de color negro.

En una de estas plataformas es posible colocar y secar 79 Kg de carne fresca fileteada, cuando es necesario secar más carne, se habilita en el pasillo otra bandeja móvil sobre la que ya existe, es decir, una sobre otra de tal manera que se aprovecha al máximo el espacio interior del secador, por lo tanto la capacidad del secador solar aumenta hasta 230 Kg. los detalles de construcción se observa en la Figura 1.

La temperatura registrada al interior del secador solar en un día con pleno sol, entre las 12 a 16 horas de la tarde, alcanza un valor promedio de 41 °C, y la temperatura ambiental alcanza un valor de 26 °C.

Personal de trabajo

El personal que trabaja en la microempresa de elaboración de charque "Delicias" son 5, de los cuales 3 son permanentes y 2 son eventuales. Para el trabajo utilizan ropa adecuada como ser birrete de tela o casco que cubre la cabeza, mandiles de cuerina, guardapolvos que cubren el cuerpo y para el aseo del local utilizan botas y escobas.

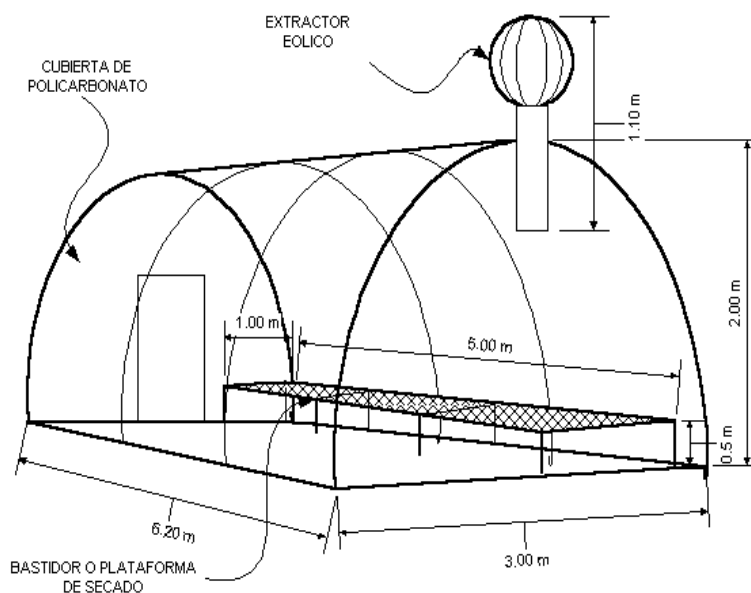


Figura 1. Secador solar tipo túnel con extractor eólico.

Procesamiento de charqui de llama

Provisión de materia prima

La microempresa se provee de materia prima de la feria comunal de Choquecota principalmente, también efectúan compras directas en el matadero de Turco así como también realizan la compra en el mercado Walter kon. (Ciudad de Oruro). Entre los cortes que compran principalmente son las piernas, en muy pocas ocasiones compran rabadillas⁵⁷. Las cantidades que se compran dependen de la temporada, cuando hay fiestas existe mayor demanda y las compras son apreciables promedian entre 50 a 70 piernas. Cuando se adquieren los

⁵⁶ Material sintético de polipropileno, tejido en forma de red o mallas poligonales utilizado para dar semisombra en viveros forestales.

⁵⁷ Músculos del hueso sacro y parte del lomo fino.

cortes mayores (piernas), ya sea en el área rural o urbana, estas son transportadas en bolsas de polietileno (saqaña), y trasladadas hasta el centro de procesamiento en transporte público microbuses o minibuses.

Procedimientos para la elaboración del charqui

- a) **Deshuesado**, es el proceso en el cual separan la carne del hueso, lo realizan cortando y siguiendo las uniones de los músculos tratando de extraer cada músculo completo.
- b) **Desgrasado**, consiste en extraer cúmulos de grasa localizados entre los músculos de la pierna.
- c) **Destindenado**, consiste en la extracción de nervios, tendones y la extracción de una capa de tejido conjuntivo externo e interno. En la Tabla 1 se observa los rendimientos de los diferentes componentes anatómicos del corte mayor pierna.

Tabla 1. Rendimiento en peso de componentes anatómicos de la pierna.

| Componente | Peso promedio (Kg) |
|---|--------------------|
| Músculo o carne de primera (limpio) | 4.43 |
| Musculo o carne de segunda (limpio) | 0.34 |
| Hueso | 0.87 |
| Grasa + tejido conjuntivo + nervios Desperdicio | 0.88 |
| (tendones, corvejón) | 0.29 |
| Total (corte pierna) | 6.81 |

- d) **Fileteado**, es un proceso por el cual solo la carne limpia es rebanada y es cortado en el mismo sentido de las fibras musculares obteniendo aproximadamente 1 cm de espesor y un peso de 270 g. por cada filete.
Estos procesos se desarrollan en forma simultánea sobre el mesón cuidando de no contaminar la carne, generalmente son 3 personas las que se ocupan de estos 4 procesos, son las tareas que demandan más tiempo en el proceso de elaboración de charque.
- e) **Salado**, generalmente lo realiza una sola persona y no demanda mucho tiempo, en una mesa de madera se colocan ordenadamente los filetes de carne y se espolvorea en forma manual con sal yodada, a razón de 4.2%, se inicia en una de las caras de los filetes y posteriormente se vuelcan los filetes y nuevamente se repite la operación de espolvoreo. Posteriormente las lonjas saladas son acomodadas unas sobre otras (apilado), para luego llevarlo a un recipiente de plástico, procedimiento que se realiza para uniformizar la distribución de la sal en las lonjas, según indica el elaborador.
- f) **Reposo**, esta es una operación que se realiza en aproximadamente 5 minutos no más porque, según los procesadores si se pasa el tiempo existe la exudación normal de agua de la carne y junto con esta agua se escurre la sal.
- g) **Secado**, los filetes de carne salada y reposada se trasladan en recipientes de plástico hasta el secador solar dentro del cual son colocados en forma ordenada en las plataformas de secado, esta operación lo realiza una sola persona y no demanda mucho tiempo. El tiempo de deshidratado depende principalmente del clima como promedio se estima que en días con sol, el secado demora desde 2 a 3 días y en días nublados incluso con lluvia demora de 3 a 4 días, los procesadores mencionan que en algunas ocasiones se ha hecho uso de estufas a gas para apresurar el secado en días con lluvia. Con este procedimiento el secado tiene una duración de 2 días.
- h) **Volteo**, es la operación mediante la cual los filetes de carne son volteados en la misma plataforma de secado, aproximadamente a 3 horas y media después de haber iniciado el proceso de secado. Esta operación tiene el objetivo de uniformizar el deshidratado del filete y no permite que se pegue la carne

a la plataforma y además el espesor del filete se reduce sino se voltea. Se realiza un solo volteo durante todo el proceso de secado.

- i) **Enfriamiento**, es la etapa en la cual las lonjas de charque después de ser secadas en el secador solar deben ser enfriadas a temperatura ambiente, recomiendan un tiempo de 2 horas antes de ser machacadas.
- j) **Machacado y estrujado**, el machacado de las lonjas de charque se realiza cuando están totalmente enfriadas y no muy secas, esta operación se efectúa en el batan especial de fierro con golpes del combo, hasta que la superficie del charque quede parejo. Cuando las lonjas están óptimamente secas se deja pasar por la estrujadora colocando la lonja en la boca de entrada y con la manivela se hace girar los rodillos y es posible definir el espesor deseado de la lonja, mediante la regulación con los tornillos de graduación. El objetivo es ablandar y uniformizar el espesor de las lonjas.
- k) **Envasado**, para el envasado del charque deshidratado primeramente proceden a seleccionar, por el tamaño, en lonjas grandes medianas y pequeñas, para luego ser introducidas en las bolsas, en la que necesariamente debe contener los 3 tamaños y posteriormente se procede a controlar el peso para finalmente proceder al cierre hermético de las bolsas con la selladora eléctrica. En esta operación es importante extraer el aire de la bolsa, para permitir que el producto tenga mayor tiempo de vida y durante el manipuleo del producto embolsado no exista mucho movimiento de las lonjas en el interior de la bolsa, evitando la fragmentación del charque. Las bolsas de envase están elaboradas de polipropileno trilaminado, interiormente es de color estaño.

Duración de las etapas en el procesamiento del charque

El tiempo empleado para el procesamiento de 54.6 Kg de carne fresca de llama, desde el deshuesado hasta obtener el producto embolsado se observa en la Tabla siguiente:

Tabla 2. Duración y rendimiento del proceso de carne fresca de llama en charque.

| Actividad | *Tiempo empleado / persona | *Duración del proceso | Rendimiento / persona |
|--|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| - Descarnado + desgrasado + desnervado | | | |
| + extracción de tejido conjuntivo. | 5° 10' | 5° 10' | 7.38 Kg/Hrs. |
| - Salado | 0° 20' | 0° 20' | 115.00 Kg/Hrs |
| - Reposo | | 0° 5' | - |
| - Secado | 0° 10' | 49° 35' | - |
| - Enfriamiento | 0° 15' | 0° 15' | - |
| - Machacado | 6° 21' | 6° 21' | 6 Kg/Hrs. |
| - Envasado** | 0° 45' | 0° 45' | 20 Kg/Hrs. ó |
| | | | 40 bolsas/Hrs. |
| Total | 13° 1' | 62° 31' | - |

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos. * El tiempo considerado es por el procesamiento de 54.6 Kg de carne bruta (corte pierna). ** El envasado es por carne deshidratada de 14.76 Kg (charque).

El tiempo total empleado para obtener el producto acabado es de 62 horas con 31 minutos o dos días y medio. El tiempo empleado por persona en el procesamiento son 13 horas ó 1.6 jornales. De la Tabla 2 se rescata que las actividades que demandan mayor trabajo son la limpieza de la carne (deshuesado, desnervado, extracción de tejido conjuntivo y tendones y el fileteado) y el machacado del charque.

El proceso que demanda mayor tiempo es sin lugar a dudas el secado o deshidratado de los filetes de carne que emplea aproximadamente 2,5 días (62 horas y 16 minutos) a una temperatura promedio de 41 °C alrededor del medio día y la temperatura interna en el filete alcanza los 60°C, este resultado es menor al reportado por Saavedra (1993), quien indica un tiempo de 3 días de secado y Jiménez (2003) señala un tiempo de secado

en cámara solar⁵⁸ de 70 horas y 13 minutos, aproximadamente 3 días con una temperatura promedio de 29°C. La diferencia probablemente se debe al tipo de secador solar utilizado, ya que el primer autor mencionado, utilizó un secador solar tipo invernadero con cubierta de plástico de 250 micrones.

Rendimiento de carne y charque de llama

El rendimiento de charque se verifica en el índice de reducción por deshidratación de la carne fresca en el secador solar, en la Tabla 3 se observa los rendimientos de charque obtenidos.

Tabla 3. Rendimiento de charque e índice de conversión.

| Detalle | Peso |
|---|------|
| Carne fresca (Kg) | 38.1 |
| Charque o carne deshidratada (Kg) | 15.8 |
| Índice de conversión (Kg de charque / Kg de Carne fresca) | 0.41 |

El contenido de humedad en las lonjas de charque estimado es de aproximadamente 27.65 %, siendo mayor al valor reportado por Jiménez (2003) quien señala un contenido de humedad del 12% en charques obtenidos en cámara solar, esta diferencia está relacionado con el factor tiempo de secado, lo cual significa que existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de humedad del charque y el tiempo de exposición en el secador solar, quiere decir, a mayor tiempo de secado menor es la concentración de humedad.

Al respecto, el valor estimado en el presente estudio de caso (27.65%), es mayor al recomendado por los analistas nutricionales y expertos en productos cárnicos quienes indican que el charque que tiene un contenido de humedad menores al 10% son los mejores (Soria M.O., 2003).

El valor de la concentración de humedad en el producto final influye en el índice de conversión, que para el presente estudio de caso es 0.41 Kg de charque/ Kg de carne fresca, este valor es mayor al reportado por Jiménez (2003), quien señala un valor de 0.34 para el corte mayor, pierna. La diferencia que se observa depende de dos factores: el tiempo de secado y la concentración de humedad, puesto que ha menor tiempo de secado mayor contenido de humedad y consecuentemente mayor peso del charque.

Desde el punto de vista del microempresario, el índice de conversión alto es positivo porque el charque tiene mayor peso y el precio es también mayor, o por el contrario cuanto más seco menor es el peso, por lo tanto el precio es bajo. Sin embargo, la probabilidad de que exista desarrollo de microorganismos patógenos, por la elevada concentración de humedad, es anulada con el manejo higiénico y embolsado en envases especiales del producto final.

Subproductos del procesamiento del charque

Durante el procesamiento de la carne fresca de llama en charque, se producen subproductos como ser los huesos, grasas duras (cebo), grasas suaves, tejido conjuntivo, nervios suaves y tendones. En la Tabla 4 se observa el destino y utilidad que se le da a estos subproductos.

Tabla 4. Destino de los subproductos del procesamiento del charque.

| Componente | Destino | Precio |
|---|--------------------|---------------|
| Huesos | Venta al por mayor | 8 Bs/qq |
| Grasas duras (cebo) | Panaderías | - |
| Grasas suaves + tej. conjuntivo + tendones suaves | Chicharrón | 1 Bs/platillo |

⁵⁸ Cámara solar tipo túnel con cubierta de policarbonato celular transparente de 4 mm de grosor, cuenta con ventanas laterales cubiertas con malla milimétrica.

Conclusiones

La microempresa “Delicias” se constituye como una de las pioneras dentro del rubro del procesamiento de la carne de llama tecnificada, el personal que trabaja ha sido objeto de capacitaciones constantes y han logrado poner en práctica todo lo aprendido, a pesar de todo ello, desde el punto de vista de las instalaciones e infraestructura que posee, no son las más adecuadas pero se adaptan a las condiciones mínimas de procesamiento semi-industrial, puesto que se observa ambientes exclusivos para el procesamiento y áreas exclusivas para el secado, además existe un cuidado en utilizar ropa de trabajo por parte de los empleados para el manipuleo de la carne.

Sin embargo, la microempresa debe seguir mejorando en algunos aspectos como el uso de mesas recubiertas con laminas de acero inoxidable, el uso de guantes especiales y todo material que entre en contacto directo con la carne debería ser de un material que no cause reacciones de oxidación. El uso de equipos como la estrujadora, la selladora y la balanza son indicadores de una clara innovación de técnicas en el procesamiento de charque. La cámara solar con la cual que cuenta garantiza el secado higiénico de los filetes de carne y no permite el contacto directo con el medio ambiente externo (presencia de insectos, polvo, residuos vegetales, etc.).

Lo mencionado anteriormente son aspectos mejorados, con relación al procesamiento tradicional del charque, esta situación favorece a la aceptación del producto en un mercado que tiene cierto grado de exigencia en calidad e higiene. Sin embargo, a pesar de lo señalado existe cierta carencia de conocimientos por parte de los procesadores con respecto a la calidad de la materia prima, por ejemplo, se emplea carne de animales de origen desconocido y no se conoce la forma en que fue faenado, detalles que al final determinan la calidad de la carne fresca por ende la calidad del charque a obtener, la coloración oscura de la carne fresca se refleja en una coloración también oscura del charque obtenido.

Por otro lado, la presencia de sarcocystiosis es evidente en animales mayores a dos años y es inevitable que en la carne que se procesa también exista presencia de quistes, los cuales son extraídos al momento del fileteado pero no garantiza que la carne esté libre de quistes. Aunque este aspecto deja de ser preocupante porque la sal y los rayos del sol inactivan a este parásito.

Los aspectos señalados evidentemente no dependen de los procesadores de charque sino de los productores que ofertan su ganado en pie o carcasas a intermediarios quienes finalmente proveen a los procesadores de charque, por lo tanto mejorar este aspecto está más relacionado con los productores que con los procesadores.

Finalmente la microempresa Delicias tiene el desafío de introducir innovaciones en el producto acabado; tal es como el desmenuzado de las lonjas y entrar en el campo del procesamiento del charque pre cocido, ambos procesos facilitan el preparado para el consumidor, por lo tanto la microempresa aumentará la calidad y cantidad y lograra que el producto se poseione en un segmento de la sociedad que valore la calidad de la carne de llama y el producto transformado como es el charque.

Bibliografía

- Jiménez, T. 2003. Factibilidad técnico – económica en la producción de charque de llama (*Lama glama*) con diferentes métodos de deshidratado. *En* III Congreso Mundial de Camélidos. Potosí, Bolivia, Tomo II. Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Agronomía. Empresa MILENIUM S.R.L.
- Saavedra, A.F. 1993. Deshidratado solar técnico de carne de llama. Proyecto Energía Solar – UMSS, Consolidación Programa de Auto desarrollo Campesino (CON PAC I), Oruro Bolivia.
- Soria, M.O. 2003. Industrialización de carne deshidratada de llama. Boletín Divulgativo, UNEPCA – ING. ENERGIA S.R.L. Oruro, Bolivia.

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CUANTIFICACIÓN DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE CARNE DE LLAMA ESTUDIO DE CASO: LAGUNAS, PAPEL PAMPA Y SAJAMA

Claros L.⁵⁹; Quispe J.L.⁶⁰; Claros G.A.⁵⁹; Condori G.⁶⁰; Ayala C.⁶¹

Introducción

La cadena agroalimentaria descrita en este estudio de caso corresponde a las localidades de Lagunas, Sajama y Papel Pampa, ubicadas en la provincia Sajama del departamento de Oruro. Estas comunidades se caracterizan por la crianza de llamas del tipo Q'ara e Intermedia, cuyo valor económico está dado por la comercialización de carne fresca en carcasa.

Las comunidades de Lagunas, Sajama y Papel Pampa tienen vinculación directa con la carretera internacional Tambo Quemado-La Paz a 4 horas de viaje a las ciudades de El Alto y La Paz, centros urbanos que en conjunto tienen una población de aproximadamente dos millones de habitantes. Esta vinculación rápida y directa, hace que el territorio donde están ubicadas las comunidades antes mencionadas muestre ventajas competitivas en relación a otras zonas de cría y de comercio de ganado en pie. Los agentes económicos que participan en este circuito son: los productores de animales, los Intermediarios y los minoristas o detallistas que realizan la distribución final a los consumidores. La investigación fue desarrollada en el marco del proyecto DECAMA (Desarrollo Sostenible de Productos Camélidos y Servicios de Mercadeo para la Región Andina) y Programa Regional de Camélidos Sudamericanos

Características del área de estudio

Este estudio de caso se localiza en la provincia Sajama del departamento de Oruro, Bolivia y su radio de acción corresponde a las comunidades de Lagunas, Sajama y Papel Pampa, que se encuentran ubicadas a 280 kilómetros al sur-oeste de la ciudad de La Paz, a una altitud por encima de 4.220 msnm. Esta región presenta un clima frígido, seco y árido, con una temperatura media anual de 3,4 °C, con una precipitación pluvial que varía entre 300 a 400 mm/año y heladas frecuentes en todo el año, debido a estas condiciones, no progresa las actividades agrícolas. (SENAMHI, 1980).

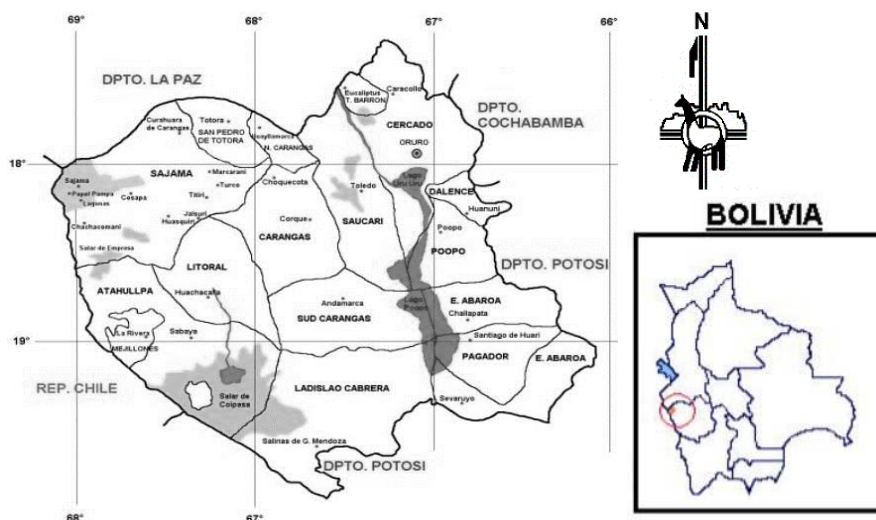


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

⁵⁹ Investigador, Proyecto DECAMA-PRODECA.

⁶⁰ Investigador, Proyecto DECAMA, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁶¹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

La vegetación de la zona está compuesta principalmente por asociaciones vegetales tipo queñual, tholar, pajonal - tholar, pajonal de iru ichu y bofedal. Según el Primer Censo Municipal Pecuario Curahuara de Carangas (2002), la existencia de llamas en la zona es de 18.841 cabezas, con una tasa de crecimiento anual del 1,3 %. De esta población de llamas el 90% son Q'aras e Intermedias destinadas a la producción de carne, mientras que el restante son T'amphullis que son productoras de fibra.

Cadena de la carne de llamas

El circuito que el producto debe recorrer desde la estancia hasta el consumidor final, se define como la cadena de agregación de valor de la carne de llama, en el cual participan: productores de ganado, intermediarios, faena tradicional, ferias provinciales, mayoristas, mercados urbanos, transformadores de charque y embutidos y finalmente los consumidores.

a) Productores, En la zona de estudio existen alrededor de 168⁶² familias de productores, con un promedio de tenencia de tierra de 150 ha y de 112 cabezas de llama. Cabe mencionar que existen productores con menos de 50 ha así como productores con más de 1.000 ha. en este último caso se incluyen tierras comunales.

b) Intermediarios o mañazos, dentro esta catalogación encontramos a matanceros, y acopiadores⁶³.

Matanceros, Son aquellos individuos que luego de adquirir los animales en las comunidades, realizan la faena en cercanías a la carretera de (Tambo Quemado-La Paz), con la ayuda de los productores que le vendieron los animales y otros, a quienes les retribuyen por el servicio con US\$ 0,63 o con las vísceras. Las carcasas obtenidas son transportadas a la ciudad de El Alto, en camiones o en vehículos de transporte público, descuidando en su totalidad normas de higiene y cuidado en el transporte.

Acopiadores, Son aquellas personas que poseen un transporte y se trasladan por las estancias de los productores, comprando ganado en pie tanto maltones como animales adultos, los primeros son transportados a centros de engorde para su posterior venta en pie, los segundos a la ciudad de El Alto, para su faena y posterior venta como carcasa.

c) Faena tradicional, En este estudio de caso, adquiere especial importancia el hecho de no encontrar mataderos o playas de faena involucrados dentro el circuito de comercialización, la faena de los animales se realiza en dos lugares específicos: lugar de compra (estancia, o ferias provinciales) y/o en la cercanías de los centros urbanos, con la única necesidad de que dichos lugares tengan fácil acceso y se pueda contar con agua.

d) Mayoristas, Son aquellos agentes que compran volúmenes significativos de carcasas y posteriormente venden en cortes mayores a los detallistas de los mercados urbanos.

e) Detallistas, Son aquellos que se encargan de la venta al menudeo en los mercados populares, en la mayoría de casos estos comerciantes venden la carne a la intemperie descuidando la calidad y sanidad del producto, sumado a ello la falta de medios de conservación en frío que obliga a estos a vender la totalidad del producto en el día.

f) Mercados urbanos, Los principales mercados que participan dentro del circuito son en la ciudad de El Alto: Corazón de Jesús, 16 de Julio, 12 de Octubre. En la ciudad de La Paz: Garita de Lima y Bueno Aires.

⁶² Fuente: Caracterización de los sistemas de producción del Parque Nacional Sajama y la zona de Amortiguación. MAPZA GTZ. 2001.

⁶³ En algunos casos los mismos productores de la zona desempeñan el papel de intermediarios.

- g) Restaurantes,** Los restaurantes⁶⁴ que se aprovisionan de este circuito, generalmente lo hacen a través de los mayoristas y detallistas.
- h) Consumidores,** Dentro esta catalogación se consideraran tanto a los consumidores de carne y transformadores de embutidos, charque y chalona. En lo que se refiere a los consumidores de las ciudades de El Alto y La Paz, el segmento de consumo principal son personas de bajos ingresos⁶⁵, los cuales acuden a los mercados populares para aprovisionarse del producto o bien lo consumen, muchas veces sin percatarse de ello, mediante la compra de comida rápida en puestos ambulantes (hamburguesas, hot dog, sándwich de chorizo, etc.). El segmento de consumo de ingresos medio y alto se aprovisiona generalmente de fríales especializados.

En lo que respecta a los transformadores de embutidos, la gran mayoría de los embutidos de carne de llama son comercializados sin marca. Este problema hace casi imposible identificar el origen de los embutidos, pero se sabe que una vez que la carne se encuentra en los centros de venta al mayoreo, estos transformadores compran cantidades apreciables de carne y la llevan a pequeñas fabricas familiares y clandestinas en la ciudad de El Alto y La Paz. Posteriormente estos embutidos son repartidos a puestos de venta de carne en los diferentes mercados populares. Por su parte, los transformadores de charque y chalona, generalmente se aprovisionan de los mayoristas, comprándoles en cortes mayores.

Mercados de agregación de valor

El circuito de comercialización de la carne, se divide en cuatro mercados bien definidos que son: mercado de animales en pie, mercado en carcasa, mercado en cortes mayores y mercado en cortes menores.

Mercado de animales en pie

El mercado de animales en pie está formado por la oferta que efectúan alrededor de 168 productores y la demanda de un cierto número de intermediarios. La extracción anual de animales es de 5.140⁶⁶ cabezas de ganado, de las cuales 1.240 son destinadas al auto consumo y el restante (3.900 cabezas), a la venta de animales en pie. En este mercado, participan productores, matanceros y acopiadores, cuyo escenario son las estancias de los productores.

Los matanceros previo convenio con algunos productores realizan la compra en proximidades de la carretera (Tambo Quemado-La Paz). El precio promedio de una llama macho adulto con un peso vivo de 82 Kg, es de US\$ 38,00. La faena se realiza en horas de la mañana, con ayuda de los productores o de comuneros de la población de Lagunas a los cuales se les retribuye por el servicio con US\$ 0,63. El volumen de compra anual por esta vía esta alrededor de 2.400 cabezas.

La interrelación comercial entre productores y matanceros que se realiza en la zona de estudio, permite un ingreso anual de US\$ 92.712,0⁶⁷ en beneficio de los primeros.

⁶⁴ Los cuales, en su mayoría tienen como mercado a la población de bajos ingresos. Los restaurantes con segmentos de mercado de ingresos medio y alto se aprovisionan de otros circuitos de comercialización.

⁶⁵ Los consumidores de este circuito son por lo general migrantes aymaras, asentados en los cinturones marginales de la ciudad de El Alto y La Paz.

⁶⁶ Representando una tasa de extracción de 11%

⁶⁷ Se considera tanto la venta de animales en pie, como la retribución por los servicios de faena.



Figura 2. Faena tradicional de llamas en la localidad de Lagunas, Oruro.

Los acopiadores compran tanto maltones como animales adultos, pagando por los primeros un precio promedio de US\$ 20,0 los cuales son transportados a zonas de engorde para su posterior venta. La compra de animales adultos, en cuanto a precios, se maneja de igual manera que en el caso de los matanceros, con la diferencia de que los acopiadores llevan el ganado hasta las proximidades de la ciudad de El Alto para realizar la faena, donde pagan un monto similar al de los matanceros. El volumen anual de compra que manejan estos agentes es de 400 cabezas en el caso de los maltones y 1.100 cabezas en animales adultos. Este tipo de interrelación comercial (productores-acopiadores), se traduce en un ingreso anual para los productores de la zona de US\$ 49.800,0.

El total del movimiento económico anual, generado por la interrelación comercial entre productores e intermediarios por la venta de ganado en pie que es inyectado a la economía de los productores es de US\$ 142.512,0 representando un ingreso promedio anual por productor de US\$ 848,3. A partir de la información recolectada en los cuestionarios para los estudios de caso, el costo promedio de crianza de un animal adulto se sitúa alrededor de US\$ 7,5 por tanto la generación de valor agregado del total de ingresos percibidos por los productores por la venta de ganado en pie, mas los servicios de faena, es de US\$ 113.262,0

Mercado para las canales

El bloque de oferta de este mercado está conformado por los: matanceros, acopiadores y rescatistas, la demanda por su parte está integrada por los mayoristas, el escenario de interrelación entre estos dos bloques, se da todos los días por la tarde en la Avenida Raúl Salmón de la ciudad de El Alto. Donde los mayoristas adquieren las carcasas a un precio de US\$ 0,95/kg. Se estima que alrededor del 95% (aproximadamente 143,47 Tn.) de las carcasas obtenidas por los intermediarios de la zona, se comercializan a través de esta vía. El restante 5% así como las vísceras son comercializadas por los intermediarios a distintos destinos (mercados, restaurantes, consumidores, etc.).

A efectos de contabilizar el papel de los intermediarios dentro la cadena, consideraremos todas las fuentes de ingreso que estos disponen. Sin embargo, una vez que observemos el movimiento económico de este mercado solamente consideraremos aquellos específicamente relacionados con la venta de carcasas. En tal sentido, los matanceros mediante la comercialización de las carcasas, vísceras y cueros, generan un movimiento de US\$ 107.502,0 que les permite cubrir los costos de aprovisionamiento y obtener una utilidad bruta de US\$ 10.254,0, que representa la capacidad de generación de valor agregado de este tipo de agentes de comercialización (Tabla1).



Figura 3. Almacenamiento de carcasas de llamas en la ciudad de El Alto, La Paz

Tabla 1. Estructura de costos e ingresos de los matanceros, en el mercado de carcasas.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
|---------------------------------|----------|----------|------------------------|--------------|
| Costos | | | | |
| Compra de animales adultos | Cabezas | 2.400 | 38,00 | 91.200,00 |
| Faena | Cabezas | 2.400 | 0,63 | 1.512,00 |
| Transporte | Carcasas | 2.400 | 1,89 | 4.536,00 |
| Total costos (US\$) | | | | 97.248,00 |
| Ingresos | | | | |
| Venta de carcasas ⁶⁸ | Kg, | 103.560 | 0,95 | 98.382,00 |
| Venta de vísceras | Global | 2.400 | 1,90 | 4.560,00 |
| Venta de cueros | Pza, | 2.400 | 1,90 | 4.560,00 |
| Total Ingresos (US\$) | | | | 107.502,00 |
| Saldo (US\$) | | | | 10.254,00 |

A su vez, los acopiadores por concepto de la venta de animales en pie, carcasas, vísceras y cueros, logran un movimiento económico anual de US\$ 64.471,7, de los cuales US\$ 11.143,7 (Tabla 2) representa la utilidad bruta generada por este grupo. En general el proceso de interrelación comercial en el mercado de carcasas, esta caracterizado por el control que los mayoristas tienen del proceso, pues además de manejar el 95% de la producción de este circuito, son ellos quienes definen el precio de compra, antes de negociar con los intermediarios, La venta generalmente se realiza a crédito, el tiempo de pago es de una semana, determinando por tanto el ciclo de comercialización de los intermediarios. Con el propósito de contar con algo de liquidez los intermediarios venden el 5% de la producción de carne en carcasa directamente a detallistas en los mercados populares.

Tabla 2. Estructura de ingresos de los acopiadores.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
|----------------------------|---------|----------|------------------------|--------------|
| Costos | | | | |
| Compra de animales adultos | Cabezas | 1.100 | 38,00 | 41.800,00 |
| Compra de maltones | Cabezas | 400 | 20,00 | 8.000,00 |
| Transporte | Cabezas | 1.500 | 1,89 | 2.835,00 |
| Faena | Cabezas | 1.100 | 0,63 | 693,00 |
| Total costos (US\$) | | | | 53.328,00 |
| Venta de animales | Cabezas | 400 | 38,00 | 15.200,00 |
| Venta de carcasas | Kg. | 47.465 | 0,95 | 45.091,75 |
| Venta de vísceras | Global | 1.100 | 1,90 | 2.090,00 |
| Venta de cueros | Pza. | 1.100 | 1,90 | 2.090,00 |
| Total (US\$) | | | | 64.471,75 |
| Saldo (US\$) | | | | 11.143,75 |

⁶⁸ Se considera para la zona un rendimiento de carcasa promedio de 43,15 Kg.

Mercado de cortes mayores

La venta de cortes mayores (piernas, brazos, espalda, etc.), tiene lugar todos los días, en horas de la madrugada, tanto en mercados populares de las ciudades de El Alto y La Paz. En este mercado los mayoristas constituyen el bloque de oferta, en tanto que en el lado de la demanda se encuentran principalmente comerciantes minoristas y en menor medida transformadores de charque y chalona e inclusive restaurantes.

Los mayoristas logran acaparar cerca del 95% de la oferta de carcasas de los intermediarios, en tal sentido la estructura de costos para estos agentes se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Estructura de costos de los mayoristas.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Costo unitario (US\$) | Total (US\$) |
|--------------------|---------|----------|-----------------------|--------------|
| Compra de carcasas | Kg. | 143.474 | 0,95 | 136.299,35 |
| Despresado | Carcasa | 3.325 | 0,25 | 831,25 |
| Transporte | Kg. | 143.474 | 0,012 | 1.721,68 |
| Total (US\$) | | | | 138.852,28 |

En tal sentido, del total del volumen de oferta manejado por los mayoristas, el 70% se destina principalmente a la comercialización al detalle en mercados populares, en tanto que el 30% restante es adquirido por los otros participantes del bloque de la demanda de carcasas.

Considerando la proporción que representa cada uno de los cortes mayores en una carcasa y la relación de precios de mercado, el ingreso percibido por quienes se dedican a la venta en este mercado es de US\$ 49,04 por carcasa generando por tanto una utilidad bruta de US\$ 7,79 (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de proporción de cortes mayores e ingresos por carcasa.

| Cortes mayores | Proporción (%) | Cantidad (Kg.) | Precio de venta (US\$/Kg.) | Ingresos por carcasa (US\$) |
|----------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| Piernas | 27,63% | 11,92 | 1,14 | 13,59 |
| Brazos | 19,27% | 8,32 | 1,08 | 8,98 |
| Lomo | 29,66% | 12,80 | 1,27 | 16,26 |
| Cuello | 4,16% | 1,80 | 1,01 | 1,81 |
| Costilla | 19,27% | 8,32 | 1,01 | 8,40 |
| Total | 100,00% | 43,15 | | 49,04 |

La venta de 143,5 Tn, de carcasas en cortes mayores, genera un movimiento económico de US\$ 163.058,0 (Cuadro No.5) que, descontado los costos en los que incurren los mayoristas, permite a estos, una utilidad bruta de US\$ 24.205,7.

Tabla 5. Ingresos de los mayoristas, por concepto de venta en cortes mayores.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio unitario (US\$) | Total (US\$) |
|-------------------------|----------|----------|------------------------|--------------|
| Venta de cortes mayores | Carcasas | 3.325 | 49,04 | 163.058,00 |

Mercado en cortes menores

Los detallistas de los mercados populares, en virtud de su participación como demandantes del anterior mercado, poseen un volumen de oferta de 100,4 Tn. de carne con hueso. Un detallista adquiere piezas equivalentes a una carcasa por un valor de US\$ 49,04.



Figura 4. Venta de carne de llama en cortes menores en la ciudad de El Alto, La Paz.

Los cortes y precios de venta que manejan los detallistas son: del cuello se obtienen, cazuelas y/o carne molida que tienen un precio de US\$ 1,27; de la costilla se obtiene tira de costilla a un precio de US\$ 1,01; la pulpa es obtenida del brazo y la pierna con un precio de US\$ 1,77; el lomo tiene un precio de US\$ 1,90; los medallones y paletillas que se obtiene del brazo tienen un precio de US\$ 1,77; por último los huesos se venden a un precio promedio de US\$ 0,25. En tal sentido, la relación de costo-ingreso por concepto de venta al detalle se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Estructura de costos e ingresos de venta al detalle.

| Estructura de costos | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|
| Ítem | | Peso (Kg.) | Costo (US\$.) |
| Compra de cortes mayores | | 43,15 | 49,04 |
| Transporte | | | 1,00 |
| Total | | | 50,00 |
| Corte | Cantidad (Kg.) | Precio (US\$) | Ingreso (US\$) |
| Pulpa de pierna | 9,72 | 1,77 | 17,21 |
| Pulpa de Brazo | 5,99 | 1,77 | 10,60 |
| Lomo | 9,28 | 1,90 | 17,64 |
| Cuello | 1,32 | 1,27 | 1,68 |
| Tira de Costilla | 5,87 | 1,01 | 5,93 |
| Huesos | 10,96 | 0,25 | 2,74 |
| Total (Kg) | 43,15 | | 55,80 |
| Saldo | | | 5,76 |

Considerando que este mercado posee un volumen de oferta de 100,4 Tn de carne (adquiridas a un costo de US\$ 114.140,6) y por la venta de las cuales se obtiene un ingreso de US\$ 129.874,5, la utilidad bruta generada anualmente por la venta al detalle es de alrededor de 15.734,0.

Conclusiones

La producción de llamas de la zona está caracterizada por una crianza extensiva en praderas nativas, con deficiencias en sanidad, nutricionales y de manejo reproductivo que inciden directamente en la tipología de oferta de animales en pie, la cual depende de las necesidades económicas de los productores antes de una oferta conformación de un bloque organizado.

Asimismo, uno de los problemas que se suscita dentro este circuito, tiene mucho que ver con el esquema tradicional, que no permite tener un producto de calidad que garantice un posicionamiento óptimo en segmentos de mercado con mayores ingresos, puesto que pese a las características y bondades del producto el segmento de consumo principal continua siendo aquel de bajos ingresos, lo cual no permite un incremento en el valor del producto que incluya mejoras en la calidad del mismo. En otras palabras es necesario que la

mejora se realice de atrás hacia delante y no de la manera que los productores esperan, los cuales mantiene altas expectativas al respecto de diseño de políticas de apoyo o de acciones, con tendencias a la apertura de mejores mercados con las actuales condiciones de producción. En la Tabla 7, se muestra el resumen del movimiento económico y generación de valor agregado por tipo de mercado.

Tabla 7. Resumen movimiento económico y generación de valor agregado por tipo de mercado.

| Tipo de mercado | Movimiento económico (US\$) | Generación de valor agregado (US\$) |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|
| Mercado de animales en pie | 142.512,00 | 113.262,00 |
| Mercado de carcasa | 143.473,75 | 21.397,75 |
| Mercado de cortes mayores | 163.058,00 | 24.205,73 |
| Mercado de cortes menores ⁶⁹ | 114.140,60 | 15.734,00 |
| Total (US\$) | 563.184,35 | 174.599,48 |

Bibliografía

- MAPZA. 2001. Caracterización de los Sistemas de Producción del Parque Nacional Sajama y la Zona de Amortiguación. Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). Manejo de Áreas Protegidas y Zonas de Amortiguación MAPZA-GTZ.
- Plan de Desarrollo Municipal de Curahuara de Carangas, provincia Sajama, Oruro, 2002.
- Quispe J. L., 2003. Características Productivas y Socioeconómicas de la Región Central y Occidental del Municipio de Curahuara de Carangas. PRORECA. Proyecto Mejoramiento del Nivel de Vida de Criadores de Camélidos en Bolivia. La Paz, Bolivia.

⁶⁹ Considera solamente el 70% del volumen total manejado por los mayoristas.

SARCOCISTIOSIS **(Arrocillo, Falsa triquina, Falso cisticercos, Sarcosporidiosis)** **Revisión literaria**

Celso Ayala Vargas⁷⁰

Introducción

En nuestro país, son numerosas las enfermedades que aquejan a los animales, constituyéndose en un factor importante que diezma la producción animal, por lo mencionado es necesario conocer y desarrollar acciones que puedan coadyuvar en el control, tratamiento y erradicación de las enfermedades que afectan a cada una de las especies domésticas y de esta manera proporcionarle tanto al producto como a los consumidores un aspecto fundamental sobre la inocuidad de los alimentos.

En esta oportunidad, nos avocaremos a la descripción de una enfermedad que afecta drásticamente en la producción de carne en los camélidos sudamericanos. Por tanto la descripción del presente documento, hace referencia sobre una revisión de varios trabajos de investigación desarrollados en torno a la enfermedad de la sarcocistosis, que afecta a diversas especies domesticas y silvestres, y un capítulo específico del desarrollo de la enfermedad en llamas y alpacas que son confundidas con otro tipo de patologías como la cisticercosis o la triquinosis que afectan a otras especies animales.

El objetivo es generar conocimiento, sobre la identificación del patógeno causante de la enfermedad de sarcocistosis en diferentes especies domesticas y silvestres específicamente en los camélidos sudamericanos.

Descripción

Sarcocyst (en griego: sarkos carne =, kystis = vejiga).

La Sarcocistosis es una enfermedad causada por organismos del género *Sarcocystis*. Los miembros de este género son parásitos unicelulares que se encuentran en los músculos y otros tejidos de mamíferos, aves y reptiles. Hasta hace muy poco aun existe una discusión sobre la exacta clasificación taxonómica de la *Sarcocystis*, algunos estudiosos la han relacionado con los protozoos mientras que otros autores la identifican con los hongos. En experimentaciones recientes, se ha podido demostrar que algunas especies de *Sarcocystis*, que afectan al ganado bovino y ovino son parásitos intermediarios de coccidias y los hospederos definitivos se encuentran en los gatos, perros y seres humanos.

Existen algunas diferencias morfológicas entre los quistes de *Sarcocystis* de diferentes animales. El sarcocistos encontrado en ovejas, conejos, ratones, llamas y patos tiene una visibilidad macroscópica, mientras que otras formas de mamíferos (ciervos, alces y otros) son microscópicas.

En los patos, los quistes son marcas blanquecinas que se asemejan a granos de arroz, mientras que los quistes en los conejos son más delgados y alargados. Hay numerosas especies de *Sarcocystis* según la literatura, la mayoría de ellos son nombrados de acuerdo al hospedero intermediario en los que se encuentran, por ejemplo: *S. rileyi* (pato), *S. cuniculi* (conejo), *S. tenella* (ovinos) y *S. miescheriana* (cerdos). Estos parásitos no siempre son de un hospedero específico estos pueden parasitar a otros animales y es posible que todos representen a una sola especie.

Los quistes de *Sarcocystis* fueron reportados por primera vez, por Miescher (1843), en los músculos estriados de un ratón (quistes filiformes). En 1865, las estructuras similares fueron encontrados en el músculo de cerdo (*Sarcocystis meischeriana*) nombre que fue propuesto para identificar a los mismos (Dubey et al., 1976).

⁷⁰ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Durante mucho tiempo, se debatió si las especies de *Sarcocystis*, son protozoos u hongos. Luego de 124 años, después del primer informe de *Sarcocystis*, en 1967, los bradizoítos fueron estudiados por microscopía electrónica, donde se observa el api complejo de los protozoos así como se los encuentra en el *Toxoplasma* y *Eimeria*, (Senaud J. 1967).

El ciclo de vida y todas las demás fases se desconoce hasta 1970, cuando los bradizoítos de sarcocistos de músculos de aves, fueron inoculadas en cultivos de células de mamíferos y se sometió a las etapas en el desarrollo sexual y ooquistes (Fayer, 1970). También se denota que los sarcocistos fueron alimentados a diferentes potenciales hospedadores definitivos -perros, gatos y seres humanos- *S. bovicanis* se encontró que abarca a tres especies, *S. bovicanis*, *S. bovivifelis* y *S. bovihominis* (que son denominados de esta manera por los hospedadores intermediarios y definitivos). (Heydorn y Rommel. 1972; Rommel y Heydorn, 1972; Rommel *et al*, 1972) Apoyan la clasificación taxonómica del sarcocystis expresado en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

| | |
|---------|----------------|
| Reino | Protistas |
| Filum | Aplicomplexa |
| Clase | Conoidasida |
| Orden | Eucoccidiorida |
| Familia | Sarcocystidae |
| Genero | Sarcocystis |

Distribución

La distribución de la enfermedad es cosmopolita y se encuentra en muchas especies, incluyendo ovejas, vacas, caballos, cerdos, perros, gatos, conejos, ratones, pollos y los seres humanos. Muchas especies de vida silvestre se han encontrado infectadas, incluyendo ciervos, alces, caribúes, patos, focas entre otros. A continuación se describen las especies de *Sarcocystis* de acuerdo a su hospedero específico, existen dos especies que corresponden a los camélidos sudamericanos:

Sarcocystis accipitris, *Sarcocystis alces*, *Sarcocystis alceslatrans*, *Sarcocystis ameivamastigodyasi*, *Sarcocystis americana*, *Sarcocystis arieticanis*, *Sarcocystis asinus*, *Sarcocystis atheridis*, *Sarcocystis aucheniae*, *Sarcocystis bertrami*, *Sarcocystis bigemina*, *Sarcocystis booliati*, *Sarcocystis bovicanis*, *Sarcocystis bovivifelis*, *Sarcocystis bovihominis*, *Sarcocystis buffalonis*, *Sarcocystis cameli*, *Sarcocystis camelopardalis*, *Sarcocystis campestris*, *Sarcocystis chamaleonis*, *Sarcocystis cernae*, *Sarcocystis cervi*, *Sarcocystis cervicanis*, *Sarcocystis canis*, *Sarcocystis capracanis*, *Sarcocystis cornixi*, *Sarcocystis crotali*, *Sarcocystis cruzi*, *Sarcocystis cuniculi*, *Sarcocystis cymruensis*, *Sarcocystis danzani*, *Sarcocystis dasypi*, *Sarcocystis debonei*, *Sarcocystis diminuta*, *Sarcocystis dirumpens*, *Sarcocystis dispersa*, *Sarcocystis dubeyella*, *Sarcocystis dubeyi*, *Sarcocystis equicanis*, *Sarcocystis falcatala*, *Sarcocystis fayeri*, *Sarcocystis felis*, *Sarcocystis fusiformis*, *Sarcocystis gallotiae*, *Sarcocystis garnhami*, *Sarcocystis gracilis*, *Sarcocystis grueneri*, *Sarcocystis hoarensis*, *Sarcocystis fusiformis*, *Sarcocystis gallotiae*, *Sarcocystis gerbilliechis*, *Sarcocystis gigantea*, *Sarcocystis giraffae*, *Sarcocystis gongyli*, *Sarcocystis gracilis*, *Sarcocystis greineri*, *Sarcocystis grueneri*, *Sarcocystis hardangeri*, *Sarcocystis hemioni*, *Sarcocystis hemionilatrans*, *Sarcocystis hericanis*, *Sarcocystis hircicanis*, *Sarcocystis hirsuta*, *Sarcocystis hofmanni*, *Sarcocystis hominis*, *Sarcocystis horvathi*, *Sarcocystis idahoensis*, *Sarcocystis inghami*, *Sarcocystis jorrini*, *Sarcocystis kinosterni*, *Sarcocystis kirkpatricki*, *Sarcocystis kirmsei*, *Sarcocystis klaseriensis*, *Sarcocystis kortei*, *Sarcocystis lacertae*, *Sarcocystis lamacanis*, *Sarcocystis leporum*, *Sarcocystis levinei*, *Sarcocystis lindemanni*, *Sarcocystis lindsayi*, *Sarcocystis medusiformis*, *Sarcocystis melis*, *Sarcocystis mephitisi*, *Sarcocystis miescheriana*, *Sarcocystis mihoensis*, *Sarcocystis mitrani*, *Sarcocystis mongolica*, *Sarcocystis montanaensis*, *Sarcocystis mucosa*, *Sarcocystis moulei*, *Sarcocystis murinotechis*, *Sarcocystis muris*, *Sarcocystis muriviperae*, *Sarcocystis neotomafelis*, *Sarcocystis nesbitti*, *Sarcocystis neurona*, *Sarcocystis odoi*, *Sarcocystis odocoileocanis*, *Sarcocystis ovicanis*, *Sarcocystis ovifelis*, *Sarcocystis oviformis*, *Sarcocystis ovalis*, *Sarcocystis phacochoeri*, *Sarcocystis phoeniconaii*, *Sarcocystis podarcicolubris*, *Sarcocystis poephagi*, *Sarcocystis poephagicanis*, *Sarcocystis porcifelis*, *Sarcocystis porcihominis*, *Sarcocystis*

rangi, *Sarcocystis rangiferi*, *Sarcocystis rauschorum*, *Sarcocystis rileyi*, *Sarcocystis rodentifelis*, *Sarcocystis roudabushi*, *Sarcocystis scandinavica*, *Sarcocystis seremi*, *Sarcocystis sibirita*, *Sarcocystis zigodontas*, *Sarcocystis singaporenses*, *Sarcocystis peri*, *Sarcocystis stehlinii*, *Sarcocystis stenodactylicolubris*, *Sarcocystis suicanis*, *Sarcocystis sui hominis*, *Sarcocystis sulawesiensis*, *Sarcocystis sybillensis*, *Sarcocystis tarandi*, *Sarcocystis tarandivulpes*, *Sarcocystis tenella*, *Sarcocystis tilopodi*, *Sarcocystis turcicii*, *Sarcocystis turdi*, *Sarcocystis ursusi*, *Sarcocystis villivilliso*, *Sarcocystis wapiti*, *Sarcocystis zamani*.

Ciclo de vida

Las especies de *Sarcocystis*, corresponden al grupo de protozoarios, parásitos intracelulares que tienen un ciclo de vida, en la que intervienen necesariamente dos especies animales presa-depredador, dentro los cuales una de ellas es el hospedero intermediario y otro es el hospedero definitivo.

La descripción del desarrollo inicial, se basa en estudios de *S. cruzi* en los bovinos (Fayer, 1979; Fayer y Johnson, 1973) plantean que después de que el hospedero definitivo libera ooquistes o esporoquistes a través de sus heces, los hospederos intermediarios susceptibles ingieren estos esporoquistes diseminados en el pasto, agua y otros, pasando directamente al intestino delgado. Las paredes del esporocisto se abren y liberan cuatro esporozoitos móviles que migran a través del epitelio intestinal, hacia las células endoteliales de las pequeñas arterias, por todo el cuerpo. Después de unos 15 a 16 días, de haber ingerido esporoquistes, se produce la primera reproducción asexual (esquizogonia o llamada también merogonia), en la cual se producen numerosos merozoitos (células morfológicamente similares a los esporozoitos y bradizoitos).

Las generaciones posteriores de merozoitos se desarrollan en el flujo de sangre de las arteriolas, vasos capilares, vénulas y venas, y culminan la reproducción asexual de la última generación en los músculos. Después de 27 días de la ingestión de esporoquistes, los merozoitos que constituyen la segunda generación (*Trypanosoma Sarcocystis*), pueden ser observados en la sangre periférica, donde algunos se mantienen sin reproducirse con uno o dos núcleos. En la tercera generación asexual aparecen los esquizontes multinucleados en los capilares de todo el cuerpo. Los merozoitos de esta generación invaden las células musculares, para formar metrocytes (células madre), e iniciar su formación.

Los sarcocystos, inician su acción como un organismo unicelular el cual contiene un solo metrocito y que a través de repetidas multiplicaciones asexuales se acumulan numerosos metrocitos, por tanto también aumenta el tamaño del sarcocystis. Los metrocitos de forma redondeada aun son no maduros, hasta transformarse en organismos infecciosos y adquieren la forma de media luna denominados bradizoitos (que proviene del griego brady = lento, zoite = pequeños animales). Este proceso de maduración varía en cada una de las especies, como media se tiene 2 meses o más hasta la formación de bradizoitos y sarcocystos dentro el huésped definitivo los cuales pueden vivir durante meses o años.

Los sarcocystos de cada especie varían en tamaño, que van desde tamaños microscópicos hasta macroscópicos, también varían en longitud y circunferencia, además que los sarcocystos desarrollan paredes estructuralmente distintas, que varían en espesor, en los cuales se encuentran numerosos bradizoitos. Los sarcocystos se encuentran prácticamente en todos los músculos estriados del cuerpo, incluyendo la lengua, el esófago y el diafragma, también en el músculo cardíaco y en menor medida en el músculo liso. Los sarcocystos también se han encontrado en pequeñas cantidades en el tejido neural, como en la médula espinal, el cerebro y las fibras de Purkinje del corazón. Los seres humanos al parecer son huéspedes accidentales como hospederos intermediarios, en el desarrollo de sarcocystos en los músculos estriados, porque que hay poca o ninguna oportunidad de que puedan mantener un ciclo de vida ya que los seres humanos no son frecuentemente comidos o expuestos a las heces de un hospedero definitivo carnívoro.

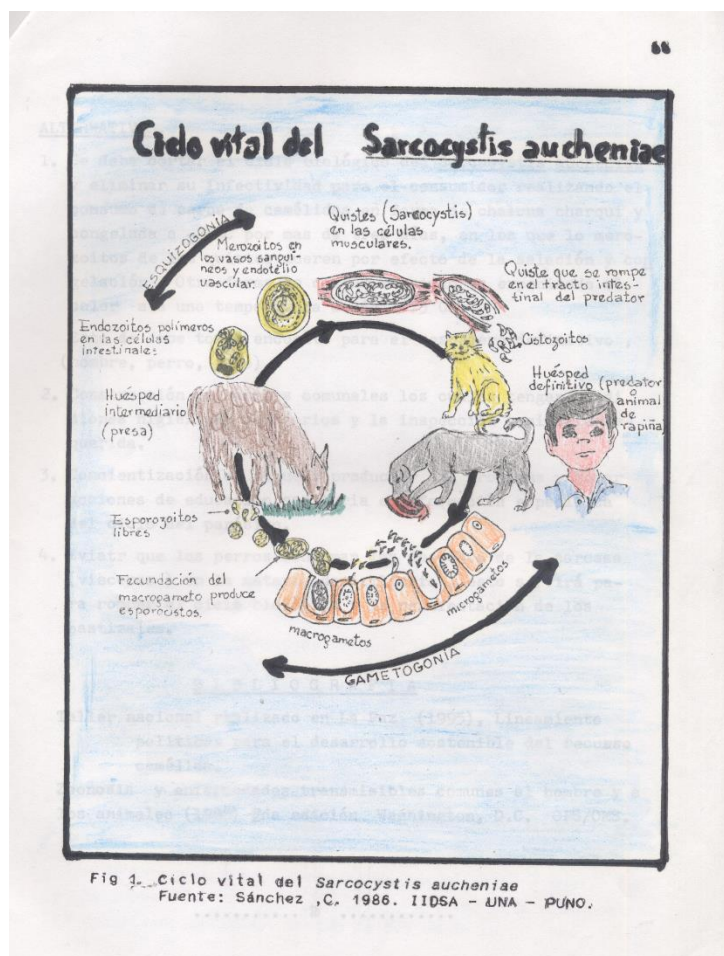


Figura 1. Ciclo vital del *Sarcocystis aucheniae*. Fuente: Sánchez (1986).

Las etapas dentro el **huésped definitivo (Predador)**, prosiguen después de que este ha consumido carne contaminada con sarcocystos. La pared del sarcocysto se rompe mecánicamente para dejar salir a los bradizoítos, estos bajo movimientos propios penetran las células de la lámina propia intestinal. En esta etapa cada bradizoíto intracelular se convierte en microgametos, es decir gametos femeninos y masculinos. Después de la unión sexual de los dos gametos, el citoplasma del macrogameto experimenta un desarrollo secuencial (esporogonia) y se convierte en un ooquiste maduro que contiene dos esporocistos. A continuación los ooquistes pasan a la luz intestinal para formar parte de las heces del cuerpo, la pared del ooquistes es delgada y a menudo se rompe, liberando esporocistos individuales, los que pueden ser observados en las heces. Los esporocistos de la mayoría de las especies miden aproximadamente 10 x 15 mm, contienen cuatro esporozoítos y un discreto cuerpo residual granular, estos son potencialmente infecciosos para los huéspedes intermediarios susceptibles.

Etiología

Existen múltiples especies de sarcocistosis, pero desde el punto de vista de la salud humana, nuestro interés se centra en aquellas que afectan al hombre o están dentro del ciclo de vida de la especie, como: *S. hominis*, *S. bovihominis*, *S. Suihominis* y *S aucheniae*.

Como se ha mencionado anteriormente las sarcocistosis son coccidias, cuyo ciclo vital se debe cumplir a través de dos huéspedes, un definitivo y otro intermediario, en el huésped definitivo (predador) se desarrolla el ciclo sexual gametogonia, y en el huésped intermedio (presa) el ciclo asexual esquizoogonia.

El hombre actúa como huésped definitivo de las especies antes citadas, al ingerir la carne cruda o insuficientemente cocida de res o llama con quistes musculares (sarcocystes), en el intestino del hombre se liberan merozoitos (conteniendo los quistes) que penetran bajo el epitelio intestinal y se alojan en la lamina propia. Los merozoitos se diferencian en micro y macrogametos que fecundados se transforman, en ooquistes que esporulan dentro del intestino (formación de esporozoitos), Los esporoquistes son eliminados en forma esporádica con las heces durante varios meses y cuando los bovinos, llamas o cerdos ingieren estos esporoquistes se contaminan, una vez en el tubo digestivo de bovinos, llamas o cerdos la acción combinada de la bilis y la tripsina rompe la pared de los sarcocystos y estos pasan a la circulación sanguínea y a diferentes órganos. La esquizoogonia (división asexual) se produce en el endotelio vascular, son llevados por la sangre e invaden el tejido muscular donde siguen multiplicándose asexualmente y por ultimo dan lugar a los quistes que contienen miles de merozoitos, el ciclo vital se renueva cuando el hombre ingiere carnes con quistes que contienen merozoitos maduros (carne contaminada).

En algunos casos el hombre dentro el ciclo de vida del sarcocystos puede actuar como hospedero intermediario, y el sarcocystos puede ser ubicado en el músculo esquelético y músculo cardíaco, pero también se han encontrado en los músculos de la laringe, la faringe y la parte superior del esófago. Los Sarcocystos de *S. hominis* son microscópicos en los músculos de bovinos, mientras que los de *S. suihominis* son macroscópicos en los músculos de los cerdos.

La especificidad del hospedero intermediario

Como la mayoría de las especies de *Sarcocystis*. *S. hominis* y *S. suihominis* están genéticamente programados para completar sus ciclos de vida en determinados hospedadores intermediarios o dentro de acogida de especies estrechamente relacionadas. Por ejemplo, esporoquistes de *S. hominis* infectan al ganado vacuno, pero no a los cerdos mientras que las de *S. suihominis* infectan a los cerdos, pero no a bovinos. Del mismo modo, los seres humanos parecen servir como hospedadores intermediarios de varias especies no identificadas de *Sarcocystis*, tal vez estas infecciones sean debidas a la ingestión de esporoquistes de primates no humanos y excretadas por sus depredadores.

La especificidad de hospedadores definitivos

Similares relaciones de especificidad se han encontrado en huéspedes definitivos de algunas especies. Los perros y los coyotes sirven como huéspedes definitivos de *S. cruzi*, pero los seres humanos y los gatos no (Leek y Fayer, 1978). Los seres humanos, los bubalinos y monos rhesus pueden servir como huéspedes definitivos de *S. hominis* (Heydorn *et al*, 1976). (Fayer *et al*, 1979) plantea que los seres humanos, chimpancés y macacos Rhesus, pueden servir como huéspedes definitivos de *S. suihominis*.

Prevalencia

Sarcocistosis muscular en humanos

El *Sarcocystis lindemanni*, fue el nombre propuesto por primera vez para todos los casos de sarcocystos intramuscular en humanos (hospedero intermediario), pero esta no fue descrita claramente, ya que existen evidencias múltiples de quistes con diferencias morfológicas, lo que sugiere que existen probablemente varias especies de *Sarcocystis* implicados en infecciones humanas (Dubey *et al*, 1970).

Se ha reportado que la sarcocistosis afecta a un amplio rango de edad entre las personas, desde recién nacidos, pasando por los 26 años y llegando hasta personas de 75 años de edad. (Lele *et al*, 1986).

Dubey *et al*, (1970) Indicó que la mayoría de 46 casos reportados en hallazgos histológicos en 1990 son de países tropicales o subtropicales de Asia y el sudeste asiático, una de China, dos de malasia de origen indio; otras dos personas de origen indeterminado, uno de África, Europa y los Estados Unidos, cinco de América

Central y del Sur, once procedentes de la India, y trece del sudeste asiático, que posiblemente sean debidos a los hábitos alimentarios y los niveles de saneamiento ambiental.

Sarcocistosis muscular en los animales

Al examen de los tejidos muscular en los mataderos, se indica que un alto porcentaje de ganado en todo el mundo está infectada con sarcocystos, el caso más fácil de identificar histológicamente es el de *S. cruzi*, que infecta a los caninos por el consumo de carne de vacuno con sarcocystos (Van Knapen, 1987).

La mayoría de los estudios no han diferenciado las especies de sarcocystos que se encuentran en la carne, pero debido a que *S. hominis* (infectan del ganado a los humanos) y *S. hirsuta* (infectan del ganado a felinos) son difíciles de distinguir, excepto por microscopía electrónica, por tanto algunos datos de prevalencia pueden ser erróneas, por ej. *S. hominis* no se ha detectado en los Estados Unidos, mientras que se informa que hasta un 63% del ganado en Alemania está infectado, de 238 canales de bovinos examinados en India, más del 80% están infectados (Jain y Shah 1987).

Sarcocistosis intestinal en humanos

De una base de encuestas limitadas, se determinó que la sarcocistosis intestinal en humanos se da con mayor frecuencia en Europa que en otros continentes (Dubey *et al*, 1970). De muestras fecales de niños examinados en Polonia y Alemania, el 10,4 y el 7,3% fueron positivas, respectivamente. En un experimento de consumo de carne cruda que contenía *S. hominis*, se alimenta a siete voluntarios humanos, seis de ellos excretaron esporocistos y dos presentaron diarrea (Pena *et al*, 2001).

En el Tíbet, se detectó que el 42,9% de las muestras de carne examinada en el mercado, estaban contaminadas con *S. hominis* y *S. suihominis*, también se indica que en el análisis fecal de 926 personas se encontraron esporocistos de *S. hominis* y *S. suihominis* en un 21,8% y el 7% respectivamente (Yu, 1991).

Transmisión de animales a humanos

El consumo de carne cruda o mal cocida, que contiene sarcocistosis maduros como en la carne de cerdo (*S. hominis* y *S. suihominis*), da lugar a la infección de los seres humanos con sarcocistosis intestinal. En Tailandia, al examen histológico se denotan lesiones intestinales en aquellas personas que consumen carne poco cocida de ganado *Bos indicus*. (Bunyaratvej *et al*, 1982)

S. cruzi es la especie más frecuente en el músculo de bovinos, que infecta a los perros pero no a los seres humanos. Leek y Fayer (1978) también indica que muchas especies de animales domesticados contienen sarcocystos infecciosos en la carne, pero se desconocen a sus huéspedes definitivos, esto incluye a camellos, llamas, búfalos, yaks, y a especies de cerdos que no son domésticos como *Sus scrofa*. La carne de los reptiles, aves y especies de mamíferos silvestres contienen sarcocystos, que se comen en diversas partes del mundo, con consecuencias desconocidas. Por lo tanto, existen muchas fuentes potenciales que provocan la sarcocistosis intestinal humana, pero de los cuales se desconoce su origen.

Síntomas

a) Los humanos como hospederos definitivos

Voluntarios en Alemania consumieron carne cruda que contiene *S. hominis*, fueron infectados y al análisis fecal se encontró que las heces contenían ooquistes (Aryeetey y Piekarski 1976; Rommel y Heydorn, 1972) de ellos una persona se enfermó y los signos aparecieron después de 3-6 h de haber consumido la carne infectada, causando, náuseas, dolor de estómago y diarrea, síntomas que fueron transitorios, el cual duró alrededor de 36 h.

Chen *et al*, (1999) indico que voluntarios en China consumieron en forma experimental de 1.567 a 14.740 sarcocistos de *S. hominis* en carne de búfalo infectada, ellos presentaron dolor abdominal, distensión, diarrea acuosa y eosinofilia a partir de la 1ra semana y terminando a las 4 semanas después de haber ingerido sarcocistos, la enfermedad tuvo un curso rápido y una resolución de forma espontánea y sin tratamiento. El caso señala, un consumo excesivamente grande de sarcocistos, que no es posible encontrar en carne infectada en forma natural.

Voluntarios en Alemania, que comieron carne cruda de cerdo infectada con *S. sui hominis*, evacuaron en sus heces ooquistes y los síntomas se manifestaron entre las 6-48 h más tarde, incluyendo náuseas, pérdida del apetito, dolor de estómago, vómitos, diarrea, dificultad en la respiración y el pulso rápido (Heydorn, 1977; Rommel y Heydorn, 1972). Otros voluntarios que comieron la misma carne pero cocida permanecieron asintomáticos (Heydorn, 1977). Los síntomas parecen estar relacionados con la cantidad de sarcocistosis en la carne consumida y su cocción de las mismas pero las reacciones individuales varían considerablemente.

b) Animales Hospederos Intermediarios

A dos semanas después de que los bovinos y ovinos ingieren los esporocistos de *Sarcocystis* (*en pasto o agua infectada*), que provienen de las heces de perros que han sido alimentados con carne infectada, en su tracto digestivo desarrollan merozoitos en células endoteliales de las pequeñas arterias, por este hecho la temperatura corporal se eleva. Aproximadamente a las cuatro semanas después de la ingestión de esporoquistes, prosigue una reproducción asexual que es posterior a la maduración de las células endoteliales vasculares, la cual es acompañada de una reacción inflamatoria aguda.

Esta reacción se caracteriza por una infiltración masiva perivascular de células mononucleares y hemorragia petequial multiorgánica asociada con debilidad, fiebre, aborto en las hembras preñadas y a veces la muerte (Johnson *et al*, 1974; Johnson *et al*, 1975; Leek *et al*, 1977; Proctor *et al*, 1976). La gravedad de la infección depende del número de esporoquistes ingeridos. Algunos animales no se recuperan completamente de la fase aguda y la infección se vuelve crónica, se caracteriza por la falta de apetito, pérdida de peso, lana o pelo quebradizo, retraso o déficit en el crecimiento, atrofia muscular, letargo y debilidad. Al examen histológico revela a menudo una miositis generalizada, incluyendo glositis y la inflamación del músculo cardíaco.

c) Humanos como Hospederos Intermediarios.

Los casos en humanos, han reportado la presencia de quistes en los músculos, la mayoría sin ningún tipo de síntomas o respuesta inflamatoria. Sin embargo, ocho casos de *Sarcocystis* con vasculitis y/o miositis se han reportado en la India, donde se encontraron sarcocistos en biopsias realizadas a cuatro personas con quistes y dolor en las extremidades (McLeod *et al*, 1980; Mehrotra *et al*, 1996).

De 15 militares estadounidenses en Malasia, siete presentaron fiebre aguda, mialgias, broncoespasmo, erupciones pruriginosas, linfadenopatía y nódulos subcutáneos asociados con eosinofilia, la elevación de la velocidad de eritrosedimentación y elevación de los niveles de creatinina quinasa, a las muestras de biopsia se encontraron Sarcocistos, cuyos síntomas mejoraron por el tratamiento con albendazol, el cual duró más de cinco años. (Arness *et al*, 1999).

Diagnóstico

El diagnóstico presuntivo de sarcocistosis intestinal en humanos (hospedero definitivo), se basa en los síntomas y antecedentes por el consumo de carne cruda o poco cocida proveniente de animales infectados. El diagnóstico definitivo, exige la identificación de esporoquistes en las heces, esto puede requerir de varios exámenes de heces por varios días después de haber comido la carne. Los esporoquistes de *S. hominis* se excretan los primeros 14 a 18 días después de la ingestión de carne de res y los de *S. sui hominis* se excretan de 11-13 días después de la ingestión de carne de cerdo.

Los esporocistos pueden ser vistos por microscopía de campo, en una flotación fecal húmeda y otros medios de flotación de soluciones de alta densidad, como de cloruro de sodio, cloruro de cesio, sulfato de zinc, sacarosa, Percoll, Ficoll-Hypaque, así como los gradientes de densidad como las de formol-acetato de etilo y otros métodos de sedimentación, esto debido a que los esporocistos de diferentes especies se superponen en tamaño y forma, no permitiendo distinguirse a las especies sólo por microscopía.

En el caso de sarcocistosis intramuscular (hospedero intermediario), se sospecha sobre la sintomatología de varias combinaciones de criterios, entre ellos las persistentes mialgias, debilidad episódica, nódulos subcutáneos, dermatomiositis, eosinofilia y niveles elevados de creatinina quinasa muscular. En algunos casos, los hallazgos clínicos a menudo son vinculados con un historial de residencia o viaje a lugares tropicales, que conllevan a una biopsia del músculo afectado. Los sarcocistos en muestras de biopsia muscular se pueden identificar mediante examen microscópico de cortes histológicos teñidos con hematoxilina y eosina, y otras tinciones. Las células inflamadas que pocas veces se encuentran en contacto directo con los sarcocistos, han provocado en algunos casos miositis, mionecrosis, inflamación intersticial perivascular, vasculitis, miositis eosinofílica y han sido asociados a los problemas de sarcocistosis intramuscular (Arness *et al*, 1999; McLeod *et al*, 1980).

La *Sarcocystis* pueden ser detectados en la carne, mediante la observación directa de sarcocistos en forma macroscópica y al examen microscópico por cortes histológicos. Grandes cantidades de carne pueden ser inspeccionadas artificialmente a través de una solución de pepsina y ácido clorhídrico y al examen microscópico del sedimento se nota la presencia de bradizoítos. Durante muchos años, la miositis eosinofílica, se observó como un tinte azul-verde en la superficie de las canales frescas, las mismas que tiene una relación con infección por sarcocistos, las cuales pueden ser confirmadas generalmente con cortes histológicos de los músculos. Sin embargo, muchos animales contaminados por sarcocistos no muestran respuesta inmune celular, mientras que numerosas infecciones experimentales en el ganado no han podido dar lugar a miositis eosinofílica (Johnson *et al*, 1974; Johnson *et al*, 1975; Proctor *et al*, 1976; Stalheim *et al*, 1976).

Tratamiento

No se conoce profilaxis o tratamiento para sarcocistosis intestinal, ya que las infecciones son limitadas de corta duración y asintomáticas. La eficacia de cotrimoxazol 8 o furazolidona 36 quedan a ser demostradas.

Ningún tratamiento profiláctico o terapéutico para miositis, vasculitis, relacionados con lesiones en humanos han sido aprobadas. Las profilaxis probadas en estudios experimentales en animales, para su tratamiento de las infecciones son datos aún insuficientes. Arness *et al*, (1999) indica que la eficacia del albendazole queda por ser sustentada en un test controlado. La terapia inmunosupresiva para vasculitis o miositis, reduce la reacción inflamatoria severa o facilita la proliferación del parásito que todavía es aun no conocido. El uso de piremetamina u otra droga conocida efectiva relativa a protozoarios como el *Toxoplasma*, es también desconocido. Por tanto los casos de tratamientos reportados y otros casos de estudios controlados no son bases de evaluación, por tanto no pueden ser recomendados como tratamientos.

Prevención

La sacositosis puede ser prevenida, a través del cocimiento o congelamiento de la carne infectada, son acciones que matan a los bradizoítos en el sarcocystos. Los sarcocystos en el musculo de cerdo resultan ser no infecciosos después del cocimiento de la carne entre 60, 70 y 100°C por un lapso de tiempo de 20, 15 y 5 min, respectivamente. El congelamiento de -4 a -20°C por 48 y 24 horas respectivamente, tiene como resultado a bradizoítos no infecciosos en la carne de cerdo Saleque *et al*, (1990). Los productos procesados y carne fresca reflejan resultados de laboratorio favorables ante la cocción y el congelamiento (Leek y Fayer, 1978).

Como profilaxis el uso de anticocidas o fármacos como el amprolium y salomicina, son efectivas en prevenir severas afecciones y muerte en terneras y corderos (Fayer y Johnson. 1975; Leek y Fayer 1980; Leek y Fayer. 1983).

No existe reporte alguno sobre la profilaxis en humanos. La mejor forma de combatir la enfermedad es prevenir la infección del alimento de los animales, no permitiendo que los esporoquistes de heces humanas, lleguen al agua y pastos. Otra medida fundamental preventiva es no proporcionar carne contaminada a los hospederos definitivos (hombres, perros, gatos y otros), para tener mayor seguridad de ello es mejor congelarlas, por periodos de dos días o más, o cociéndola para matar a los bradizoitos infecciosos. Estas medidas pueden prevenir el desarrollo de los estados intestinales en humanos que sirve como hospedero definitivo. La prevención para que los humanos no puedan ser infectados como hospederos intermediarios, es prevenir la ingestión de esporoquistes que frecuentemente se encuentran en fuentes de agua contaminada o alimentos bañados o irrigados con agua contaminada.

Sarcocistosis en camélidos sudamericanos

Los camélidos sudamericanos (Llama y Alpaca), se constituyen en el patrimonio natural de los Altos Andes, no solo porque son las únicas especies domesticas que contribuyen en la solución de problemas económicos, sociales y alimenticios de los pobladores de esta regiones, sino también porque son las únicas especies que pueden vivir y producir en altitudes mayores a los 3800 msnm, siendo las únicas especies domesticas que aprovechan de forma eficiente las praderas nativas que se distribuyen en estas regiones.

Las alpacas y llamas, por sus aptitudes productivas son muy atractivas para la producción de fibra y carne respectivamente, pero ambas especies se ven frecuentemente afectada por la presencia de macroquistes de *Sarcocystis aucheniae* y de microquistes de *Sarcocystis lamacanis*, los cuales ocasionan grandes pérdidas económicas, por el rechazo del consumo humano de las carnes infectadas con sarcocystos, las cuales presentan un aspecto no agradable.

La especificidad de los camélidos sudamericanos domésticos, permite la presencia de dos especies de *Sarcocystis* en su etapa de huésped intermediario. El *S. aucheniae*, el cual manifiesta quistes macroscópicos en la musculatura de llamas y alpacas, quistes que miden entre 0.1 a 1 cm de largo, de un color blanco con apariencia de un grano de arroz compacto que tienden a crecer lentamente en las fibras musculares esqueléticas. Por el contrario el *S. lamacanis* genera quistes de un menor tamaño (microscópicos) pero que se desarrollan más rápidamente y resultan más infectivos que el anterior, tendiendo a localizarse en la musculatura cardíaca (Leguía *et al.*, 1990; Perle *et al.*, 1999).

Actualmente, con la finalidad de prevenir y controlar la presencia de la sarcocistosis, se están llevando a cabo diversos estudios tendientes a eliminar éstos parásitos mediante la utilización de drogas *in vitro* como el ponazuril (Lindsay *et al.*, 2000; Franklin *et al.*, 2003), así también se han evaluado algunos tratamientos con Toltrazuril en caninos infectados experimentalmente con *Sarcocystis* sp. procedentes de CSA (Barrientos *et al.*, 2007). Así mismo se han probado vacunas para prevenir la sarcocistosis en alpacas (Hung *et al.*, 2004) con resultados aún desconocidos.

Se señala que el desarrollo de métodos para el cultivo *in vitro* de *Sarcocystis*, se perfila como una alternativa válida para sustituir a los modelos de experimentación animal, ya que se dispondría en el laboratorio de una suspensión de parásitos que podrían facilitar estudios sobre la interacción huésped-parásito, además de disponer de una fuente de extracción de proteínas y material genético para estudios moleculares bioquímicos e inmunológicos futuros.

Ciclo de vida

La sarcocistosis es una coccidea de ciclo de vida indirecto y de tipo predador-presa, con reproducción sexual en el epitelio intestinal del predador (perro y carnívoros silvestres) y reproducción asexual en el endotelio

vascular de los órganos y tejido muscular de la presa (alpacas y llamas), estos adquieren la enfermedad mediante la ingestión de pasto o agua contaminados por esporoquistes (Leguía y Guerrero, 1989).

El ciclo de vida es diferente a los de *Eimeria* y *Toxoplasma* (Leguía 1999) por lo siguiente:

- Los ooquistes esporulan en la lámina propia del intestino, dando lugar a dos esporoquistes con cuatro esporozoitos cada uno. La membrana del ooquiste es muy frágil y a menudo se rompe liberando esporoquistes que son evacuados al exterior con las heces.
- Ausencia de reproducción asexual en el intestino del predador.
- Periodo patente en el predador prolongado de 42 a 72 días.

La falta de la definición morfológica de las distintas especies, y sobre todo al desconocimiento de los ciclos biológicos se creyó que los quistes encontrados en cada especie hospedadora pertenecían a una misma especie parasitaria, actualmente se ha demostrado lo contrario, que pueden ser varias especies y que alguna de ellas pueden desarrollarse en varios hospederos definitivos (*et al.*,1999).

Las especies que se conocen han demostrado ser altamente específicas para el hospedero intermediario, pero no para el hospedero definitivo (Rojas, 1990; Radostits *et al.*, 2002). Varias especies de *Sarcocystis* son altamente patogénicas para los hospederos intermediarios, siendo poco patogénicos para el hospedero definitivo (Barriga, 2002).

Etiología

La sarcocistosis es una enfermedad causada por un parásito protozoo apicomplejo denominado *S. aucheniae*. En 1903, Brumpt describió al *S. aucheniae* como nombre específico de todos los sarcocystis de camélidos sudamericanos (Torres *et al.*, 1981), posteriormente Leguía *et al.* (1989) propusieron llamar *S. aucheniae* a aquél que produce macroquistes en las fibras musculares esqueléticas y que son de maduración lenta y *S. lamacanis* a aquel que produce microquistes en la musculatura cardíaca y son de maduración rápida (Guerrero y Hernández, 1967; Leguía *et al.*, 1989, 1990; Perle *et al.*, 1999).

Características morfológicas

Las formas parasitarias del *Sarcocystis aucheniae* son: Los ooquistes a diferencia de los de la clase *Isospora sp.*, están esporulados cuando son eliminados con las heces y contienen dos esporocistos, cada uno de ellos con cuatro esporozoitos (Urquhart *et al.*, 2001). Los ooquistes presentan una cubierta ooquistica muy tenue y delicada, por lo que durante la defecación o el tránsito intestinal se rompe con facilidad, liberando los esporocistos que contiene, encontrándose libres en las heces; los cuales se identifican morfológicamente porque tienen un tamaño aproximado de 12-16 x 9-11 μ m.

Los esquizontes se encuentran en células endoteliales de los hospedadores intermediarios, son de pequeño tamaño y miden de 2-8 μ m de diámetro (Urquhart *et al.*, 2001).

Los quistes pueden crecer notablemente y formar estrías blancas como granos de arroz dentro el músculo, señalándose que pueden llegar a varios cm de longitud (Barriga, 2002); llegando a medir de 0.1-1 cm de largo (Leguía *et al.*, 1990). Según un estudio realizado por Taype *et al.*, (2004) a través de microscopía electrónica, se ha podido determinar las ultra estructuras tanto externas como internas del macroquiste de *S. aucheniae*.

Diversos estudios señalan el desarrollo de métodos para el cultivo *in vitro* de *Sarcocystis*. Así, Fayer (1972) fue el primero en cultivar *Sarcocystis*, a partir de *S. neurona* en células de aves y mamíferos. Luego tenemos el cultivo de *S. cruzi* (Straka *et al.*, 1991) NO HAY, *S. capracanis* y *S. tenella* (Straka *et al.*, 1991) , especies patogénicas de *Sarcocystis* en bovinos, cabras y ovinos respectivamente, así como cultivos de especies con baja patogenicidad como *S. hirsuta* en bovinos. Recientemente se han hecho cultivos de *S. neurona* en

monocitos de bovino a partir de homogenizados de médula espinal de equinos afectados (Davis *et al.*, 1991) y *S.singaporensis* en células endoteliales de cerebro de ratas (Duvey *et al.*, 1976).

En la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Mayor de San Marcos, (citado por Leguía se logró la reproducción de cistozoitos de *Sarcocystis aucheniae* en cultivo primario de células embrionarias de cornete nasal de alpaca y en cultivo de líneas celulares establecidas de riñón de mono africano (*Cercopithecus oethiops*) y de riñón de bovino (BHK) Además, se demostró que los cistozoitos producidos *in vitro*, mantuvieron su antigenicidad pues reaccionaron frente al antisuero antimacroquistes de *Sarcocystis aucheniae* en las pruebas de inmunofluorescencia indirecta e inmunoperoxidasa. (Uzuriaga., *et al* 2008).

Epidemiología

La sarcocistosis, está asociada a la convivencia de llamas y alpacas con perros y a la alimentación de estos con carne cruda o poco cocida, de las cuales se ha observado lo siguiente:

- Los perros y carnívoros silvestres, después del consumo de carne infectada, eliminan diariamente y por periodos prolongados, millones de esporoquistes. Legía *et al.* (1989), reporta una eliminación de hasta dos millones de esporoquistes en perros infectados experimentalmente con microquistes.
- Los esporoquistes son inmediatamente infectivos y pueden permanecer viables durante mucho tiempo en condiciones de humedad y bajas temperaturas.
- Debido a la ausencia de reproducción asexual, el perro no desarrolla inmunidad y es re infectado continuamente.
- Excesiva cantidad de perros en las zonas ganaderas
- La infección puede efectuarse durante todo el año. Sin embargo los pastizales se contaminan con mayor cantidad de esporoquistes durante la primavera y el verano.
- El 95% de llamas y alpacas mayores a dos años se encuentran infectadas con micro y macroquistes (Guerrero *et al.* 1967)
- Las alpacas y llamas adquieren inmunidad después de la exposición a pequeñas dosis infectivas. Ello previene infecciones agudas o subagudas, pero no evita infecciones crónicas que se traducen en la presencia masiva de micro y macroquistes en animales adultos.
- La matanza clandestina de animales favorece la diseminación de la enfermedad porque los perros son alimentados con carne infectada.

Patología

El principal efecto patógeno es producido por la destrucción masiva del endotelio vascular, de capilares y arteriolas de todos los órganos del cuerpo, como consecuencia de la reproducción asexual del parásito. Leguía *et al.* (1989), reporta que alpacas tuis de cuatro meses de edad inoculadas experimentalmente con 160.000 esporoquistes de *S lamacanis*, presentaron cuadros clínicos agudos y muerte entre los 21 – 26 después de la inoculación.

Diagnóstico

En el hospedero definitivo, a través del examen fecal, se permite la detección de esporoquistes y ooquistes. En los hospederos intermediarios (llamas y alpacas), el diagnóstico es difícil porque el curso de la enfermedad es subclínico y que en las lesiones agudas, los síntomas y lesiones no son específicos, ya que pueden ser confundidas con otras enfermedades infectocontagiosas o intoxicaciones, por esta razón un diagnóstico presuntivo, debe basarse en una evaluación crítica de la historia clínica de la enfermedad apoyada en pruebas de laboratorio. Sin embargo en inoculaciones experimentales se ha observado depresión del apetito, fiebre, excesiva salivación, anemia, disnea, pérdida de peso, debilidad, incoordinación, postración y muerte.

Un signo clínico es la anemia normocítica – normocromica, que es la característica de una reducción dramática de valores de los glóbulos rojos (55%), hemoglobina (56%), Hematocrito (73%) y glóbulos blancos (61%). Por otra parte se debe tener presente que Duvey (1970), informa sobre casos de aborto durante la fase aguda de la enfermedad en ovinos y vacunos.

A la necropsia, el hallazgo de quistes macroscópicos visibles o al examen histopatológico en los músculos afectados con microquistes. En inoculaciones experimentales, los cambios patológicos observados fueron: severa congestión, acompañada de infiltración de células mononucleares, edema y hemorragias equimóticas en las serosas de todo el tracto gastrointestinal, órganos tóraco-abdominales (pulmón, corazón, hígado, páncreas, etc.) y del sistema nervioso central, así como los músculos esqueléticos y cardiacos con extensas áreas de hemorragia y necrosis; el miocardio con una coloración roja oscura, casi negro, los músculos esqueléticos, de aspecto moteado, con áreas de color rosado pálido alternadas con bandas rojo negruzcas; hidrotórax, hidropericardio e hidroperitoneo, con abundante líquido serohemorrágico.

Tratamiento

El tratamiento es impráctico por las siguientes razones: No existe tratamiento efectivo contra las infecciones una vez que los síntomas se han desarrollado, fármacos anticoccidiales, como el amprolium, en dosis de 50 a 100 mg/kg de peso por 30 días consecutivos pueden prevenir la sarcosistosis clínica, solo si se suministran al inicio de la enfermedad (Fayer *et al*, 1982). No hay terapia efectiva luego que los microquistes y macroquistes, se han desarrollado en la musculatura.

Prevención y control

Debe estar orientada esencialmente a prevenir la enfermedad a través de la interrupción del ciclo biológico del parásito, es decir evitando que perros y carnívoros silvestres tengan acceso a carnes infectadas. Sin embargo esta actitud aparentemente sencilla, ofrece serias dificultades por los hábitos tradicionales y los bajos niveles socioeconómicos y culturales del poblador andino. Las principales medidas preventivas son:

- Educación sanitaria considerando el rol fundamental de los carnívoros en el ciclo biológico de la enfermedad;
- Prohibir la faena clandestina de los animales;
- evitar que los perros u otros carnívoros tengan acceso a carne contaminada;
- limitar la población de perros en las zonas ganaderas.

Bibliografía

- Arness, MK, JD Brown, JP Dubey, RC Neafie, and DE Granstrom. 1999. An outbreak of acute eosinophilic myositis due to human Sarcocystis parasitism. *Am. J. Trop. J. Trop. Med. Med. Hyg.* 1: 548-553.
- Aryeetey, ME, and G. Piekarski. 1976. Serologische Sarcocystis -studien an Menschen und Ratt Beaver, PC, RK Gadgil, and P. Morera. 1979. Sarcocystis in man: a review and report of five cases. *Am. J. Trop. J. Trop. Med. Med. Hyg.* 28: 819.
- Bunyaratvej, S., P. Bunyawongwiroj, and P. Nitiyanant. 1982. Human intestinal sarcosporidiosis: report of six cases. *Am. J. Trop. J. Trop. Med. Med. Hyg.* 31: 36-41. *en. Z. Parasitenkd.* 50: 109-124.
- Barriga; O. 2002. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América latina. P 194-195. Editorial Germinal. Santiago.
- Barrientos, M.; A. Chávez; D. Ticona; V. Leyva. 2007. Efecto del Toltrazuril y la combinación de Sulfadoxina y Pirimetamina en el tratamiento durante el periodo prepatente de la Sarcocistiosis canina *Rev. Inv. Vet. del Perú.* 18(1).

- Chen, X., Y. Zuo, and W. Zuo. 1999. Observation on the clinical symptoms and sporocysts excretion in human volunteers experimentally infected with *Sarcocystis hominis*. *Zhongguo Ji Sheng Chong Xue Yu Ji Sheng Chong Bing Za Zhi* 17: 2527. (In Chinese.).
- Dubey, J. P. 1976. A review of *Sarcocystis* of domestic animals and other coccidia of cats and dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 169: 1061-1078.
- Dubey, J. P.; C. S10. Fayer, R. 1970. *Sarcocystis*: development in cultured avian and mammalian cells. *Science* 168: 1104-1105.
- Fayer, R. 1972. Gametogony of *Sarcocystis* sp. in cell culture. *Science* 175: 65-67.
- Fayer, R. 1979. Multiplication of *Sarcocystis bovicanis* in the bovine bloodstream. *J. Parasitol.* 65: 980-982.
- Fayer, R., JP Dubey, and RG Leek. 1982. Infectivity of *Sarcocystis* spp. from bison, elk, moose, and cattle via sporocysts from coyotes. *J. Parasitol.* 68: 681-685.
- Fayer, R., AO Heydorn, AJ Johnson, and RG Leek. 1979. Transmission of *Sarcocystis sui hominis* from humans to swine to nonhuman primates (*Pan troglodytes*, *Macaca mulatta*, *Macaca irus*). *Z. Parasitenkd.* 59: 15-20.
- Fayer, R., and AJ Johnson. 1973. Development of *Sarcocystis fusiformis* in calves infected with sporocysts from dogs. *J. Parasitol.* 59: 1135-1137.
- Fayer, R., and AJ Johnson. 1975. Effect of amprolium on acute sarcocystosis in experimentally infected calves. *J. Parasitol.* 61: 932-936.
- Franklin, R.P.; R.J. Mackay; K.D. Gillis; S.M. Tanhauser; P.E. Ginn; T.J. Kennedy, 2003. Effect of a single dose of ponazuril on neural infection and clinical disease in *Sarcocystis neurona*-challenged interferon-gamma knockout mice. *Vet. Parasitol.* 114 (2):123-130.
- Guerrero, D.; J. Hernández. 1967. Ciclo evolutivo del *Sarcocystis*. Segundo Boletín Extraordinario IVITA Nov., Lima 70-71.
- Guerrero, C.; J. Hernández; J. Alva. 1967. *Sarcocystis* en alpacas. *Rev. Fac. Med. Vet., Lima* 21: 69-76.
- Hung, Armando; C. Bravo de Rueda; N. Arias; C. Martínez; A.G. Murguía. 2004. *Sarcocystis auchenia*: FASE 1. Proyecto PROCOM-CONCYTEC. [Online]. Disponible: <http://tumi.lamolina.edu.pe/estrategia/descarga/archivo2.pdf> [10/02/07].
- Heydorn, AO, and M. Rommel. 1972. Beitrage zum Lebenszyklus der Sarkosporidien. II. II. Hund und Katze als Ubertrager der Sarkosporidien des Rindes. *Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr.* 85: 121-123.
- Heydorn, AO 1977. Sarkosporidien enfiziertes Fleisch als mogliche Krankheitsurache fur den Menschen. *Arch. Lebensmittelhyg.* 28: 27-31.
- Jain, PC, and HL Shah. 1987. *Sarcocystis hominis* in cattle in Madhya Pradesh and its public health importance. *Indian Vet. J.* 64: 650-654.
- Johnson, AJ, R. Fayer, and PK Hildebrandt. 1974. The pathology of experimental sarcosporidiosis in the bovine. *Lab. Investig.* 30: 377-378.
- Johnson, AJ, PK Hildebrandt, and R. Fayer. 1975. Experimentally induced
- La Perle, K.; F. Silverio; D. Anderson; A. Blomme. 1999. Dalmeny Disease in an alpaca (*Lama pacos*): *Sarcocystis* infection, eosinophilia myositis and abortion. *J. Comp. Path.*, 121: 287-293.
- Leguía, G. 1991. The epidemiology and economic impact of llama parasites. *Parasit Today*, 7:54-56.
- Leguía, G.; N. Clavo. 1989. *Sarcocystis* o «triquina». Boletín Técnico N° 7 – CICCS UNMSM CI IVITA Agosto - Lima - Perú. p 5-19.
- Leguía G.; F. Arévalo. 1990. Efecto de la cocción, refrigeración, congelación y deshidratación (charqui) sobre la viabilidad del *Sarcocystis* de alpacas. *Rev. Cienc. Vet., Lima* 6(1): 19-28.
- Leguía, G.; E. Casas. 1999. Enfermedades parasitarias y atlas parasitológico de camélidos sudamericanos. p 23-30. Editorial de Mar. Lima.
- Leguía, J.; C. Guerrero; R. Sam; A. Chavez. 1989. Infección experimental de perros y gatos con macroquistes y microquistes de *Sarcocystis* de alpacas (*Lama pacos*). *Rev. Cienc. Vet.*, 5(3): 10- 13.
- Leguía, G.; C. Guerrero; A. Chavez; F. Arévalo; R. Sam. 1990. Estudio de la sarcocistiosis en alpacas. En: *Avances sobre investigación en salud animal camélidos sudamericanos*. Ed. IVITA UNMSM, Lima 23:43-46.
- Leek, RG, and R. Fayer. 1978. Infectivity of *Sarcocystis* in beef and beef products from a retail food store. *Proc. Helminth. Soc. Wash.* 45: 135-136.

- Leek, RG and R. Fayer. 1980. Amprolium for prophylaxis of ovine *Sarcocystis*. J. Parasitol. 66: 100-106.
- Leek, RG, and R. Fayer. 1983. Experimental *Sarcocystis ovicanis* infection in lambs: salinomycin chemoprophylaxis and protective immunity. J. Parasitol. 69: 271-276.
- Leek, RG, R. Fayer, and AJ Johnson. 1977. Sheep experimentally infected with *Sarcocystis* from dogs. Disease in young lambs. J. Parasitol. 63: 642-650.
- Lele, VR, PV Dhopavkar, and A. Kher. 1986. *Sarcocystis* infection in man. Indian J. Pathol. Microbiol. 29: 87-90.
- Lindsay, D.; J. Dubey. 2000. Determination of the activity of Diclozuril against *Sarcocystis neurona* and *Sarcocystis falcatula* in cell cultures. J. Parasitol., 86(1): 164-166.
- Lindsay, D.; J. Dubey; T. Kennedy. 2000. Determination of the activity of ponazuril against *Sarcocystis neurona* in cell cultures. Vet Parasitol. 92(2):165-169.
- McLeod, R., RN Hirabayashi, W. Rothman, and JR Remington. 1980. Necrotizing vasculitis and *Sarcocystis*: a cause and effect relationship? South. Med. J. 73: 1380-1383.
- Mehrotra, R., D. Bisht, PA Singh, SC Gupta, and RK Gupta. 1996. Diagnosis of human *Sarcocystis* infection from biopsies of the skeletal muscle. Pathology 28: 281-282.
- Proctor, SJ, D. Barnett, OHV Stalheim, and R. Fayer. 1976. Pathology of *Sarcocystis fusiformis* in cattle, p. 329-336. Proceedings of the 19th Annual Conference of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians.
- Radostits, O.; C. Gay; D. Blood; W. Kenneth; H. Cliff. 2002. Medicina veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. p 1550-1553. Editorial Mc Graw-Hill. España.
- Rojas, M. 1990. Parasitismo de los rumiantes domésticos: terapia, prevención y modelos para su aprendizaje. p 335-343. Editorial Mijosa. Lima.
- Rommel, M., AO Heydorn, and F. Gruber. 1972. Beitrage zum Lebenszyklus der Sarkosporidien. I. Die Sporozyste von *S. tenella* in den Fazes der Katze. Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr. 85: 101-105.
- Saleque, A., PD Juyal, and BB Bhatia. 1990. Effect of temperature on the infectivity of *Sarcocystis meischeriana* cysts in pork. Vet. Parasitol. 36: 343-346.
- Senaud, J. 1967. Contribution a l'etude des sarcosporidies et des toxoplasmes *Toxoplasma*. Protistologica 3: 169-232.
- Stalheim, OH, SJ Proctor, R. Fayer, and M. Lunde. 1976. Death and abortion in cows experimentally infected with *Sarcocystis* from dogs. 19th Ann. Proc. Proc. Vet. Lab. Laboratorio. Diagnost. p. p. 317-327.
- Straka, S., J. Skracikova, I. Konvit, M. Szilagyi, and L. Michal. 1991. *Sarcocystis* species in Vietnamese workers. Cesk. Epidemiol. Epidemiol. Mikrobiol. Immunol. 40: 204-208.
- Taype, L., Vélez, V., Díaz, G., Torres, J., Fernán-Zegarra, J., y J. Zegarra. 2004. Descripción de la estructura y ultraestructura de la pared primaria del *Sarcocystis aucheniae* hallados en alpacas (*Vicugna pacos*) en la comunidad de Tocra-Arequipa. Resúmenes de la XVII Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Piura - Perú.
- Torres, J.; M. Bober; J. García. 1981. Avance en el estudio del ciclo biológico del *Sarcocystis aucheniae*. Avance Veterinario UNICA, Chíncha 1(1): 37-40.
- Van Knapen, F., D. Bouwman, and E. Greve. 1987. Study on the incidence of *Sarcocystis* spp. in Dutch cattle using various methods. Tijdschr. Diergeneesk. 112: 1095-1100.
- Urquhart, G.; J. Armour; J. Duncan; A. Duna; F. Jenmings. 2001. Parasitología Veterinaria. 2ª ed. p 239-276; 305-306. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Uzuriaga, M.; R. Sam.; T. Lopez.; A. Manchego.; A. Alvarado. 2008. Desarrollo de estadios asexuales de *Sarcocystis aucheniae* en cultivo de células. Rev. investig. vet. Perú v.19 n.1 Lima ene./jun.
- Yu, S. 1991. Field survey of *Sarcocystis* infection in the Tibet autonomous region. Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao. 13: 29-32. (In Chinese).

ESTUDIO DETALLADO DE LA OCURRENCIA DE SARCOCYSTIS EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

Celso Ayala Vargas⁷¹

Introducción

Una de los problemas que se mantiene latente desde hace décadas atrás para la comercialización de la carne de llama es indudablemente la presencia de macroquistes de sarcocystis un parásito que se encuentra en las estrías del músculo de los camélidos.

Este parásito cuando es ingerido conjuntamente con la carne poco cocida en un estado de baja infestación no causa graves problemas de salud, se ha comprobado que con una infestación muy alta podría causar vómitos y náuseas que al poco tiempo se pasa, sin embargo el verdadero problema es cuando la carne es ofertada en el mercado a simple vista se observan los macroquistes, Sloss (1991) y esto ocasiona un rechazo por parte del consumidor "exigente en calidad" al respecto existen algunos reportes de incidencias y actualmente en la Universidad Cayetano Heredia - Perú se viene trabajando en un proyecto que tiene por objeto desarrollar una vacuna para prevenir esta enfermedad parasitaria y Bolivia participa de este proyecto.

La carne de camélidos en sus formas fresca o deshidratada (charque), es considerada como una de las principales fuentes de proteína para los habitantes de la región Alto Andina; mientras que contrariamente a esta actividad, el consumo en las áreas urbanas no tiene mayor aceptación, no solo por los prejuicios sociales que provienen desde la época de la colonia, sino también por el mal aspecto que presentan las canales de camélidos las que se encuentran infestadas con quistes de *Sarcocystis* *ssp.* Guerrero *et al* (1967), la cual le da un mal aspecto y que por esta apariencia, es confundida con otras enfermedades de índole zoonótico (Triquinosis y Cisticercosis), no reportadas en camélidos.

El grado de ocurrencia de la enfermedad a nivel de la población camélida en el Altiplano boliviano no cuenta con información epidemiológica de esta enfermedad, razón por la que es necesario detallar única presencia del quiste de sarcocystis con la finalidad de conocer la magnitud del problema en toda la región, la misma que no está aún bien definida y más aun cuando esta enfermedad es confundida con otras zoonosis (Sánchez, 1986), enfermedades no reportadas en camélidos. Pero si podemos afirmar, que este problema es determinante para que los ganaderos perciban bajos precios por la contaminación parasitaria en la canal.

Metodología

El presente trabajo se desarrollo en dos fases, la primera que corresponde al análisis y distribución de la enfermedad, mediante la inspección macroscópica de las canales que se comercializan en los diferentes centros de expendio de carne de camélidos, los cuales se hallan difundidos en su mayor parte en la zona rural (ferias rurales) y las áreas periféricas de las urbes de la región del Altiplano. Estos datos fueron obtenidos en diferentes ferias, donde confluyen productores de diferentes comunidades, quienes comercializan carne de camélidos en forma fresca o deshidratada y hasta algunas veces ganado en pie.

Por la particularidad de algunas ferias, las canales son expandidas conjuntamente con las menudencias (cabeza, patas, estómago), razón por la que, mediante cronología dentaria se pudo identificar la edad de algunos animales faenados, la mayor parte de la comercialización se la realiza en forma de carcasa de las que se tomaron datos de infestación y procedencia de la canal.

La segunda fase consistió en el análisis macroscópico de los quistes de sarcocystis (quistes), Georgi (1980), donde mediante un análisis macroscópico se diferencio las estructuras de quistes de Sarcocystis con quistes

⁷¹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

de Cisticercos provenientes de canales de camélidos y de porcinos respectivamente. También en esta misma fase se realizó el análisis microscópico de cada uno de los quistes de sarcocystis tomados en cada una de los muestreos en los centros de expendio.

Resultados

Se indica datos finales de la inspección macroscópica de canales de camélidos, (Leguia 1989), así como también la distribución y ocurrencia de la enfermedad parasitaria mediante un mapa descriptivo de las regiones donde fueron inspeccionados dichos canales.

Los datos fueron tabulados de acuerdo a las ferias donde se realizó los muestreos (Tabla 1), considerando que los centros de expendio de mayor importancia son las ferias de Ahuachafa y El Alto, en el departamento de La Paz y Challapata para los departamentos de Oruro y Potosí.

Tabla 1. Centros de expendio de carne de camélidos.

| Departamento | Región | Centro de expendio | Forma de venta |
|--------------|---------------|--------------------------------------|--|
| La Paz | (*)El Alto | Merc. Raúl Salmon | Cortes mayores, carne, molida, charque huesos, vísceras y huesos (1) |
| | | Merc. 16 de julio | Cortes mayores, Carne molida, charque, huesos |
| | Merc. Tacagua | Cortes mayores, carne molida, huesos | |
| | Lahuachaca | Feria Provincial | Ganado en pie, canal, cortes mayores, charque |
| | Curahuara | Feria Provincial | Canal, Cortes mayores, vísceras |
| | Viacha | Feria Provincial | Cortes mayores, carne molida, charque (2) |
| Oruro | (*)Cercado | Merc. Walter Kon | Ganado en pie y canal |
| | | Feria Provincial | Canal, cortes mayores, carne molida y vísceras |
| | | Feria Provincial | Canal, cortes mayores, charque |
| Potosí | Uncia | Merc. Central | Ganado en pie, canal, cortes mayores |
| | | Merc. Central | Cortes mayores. |
| Cochabamba | Cercado | Merc. La Cancha | Cortes mayores, carne molida y charque (2) |
| | | Ch'alla | Feria Provincial |

(*) Centros de mayor expendio de carnes; (1) Venta de huesos como subproducto de la carne; (2) Centros de mayor expendio de charque

Por las características de comercialización en la feria provincial de Lahuachaca, se pudo identificar la edad de los animales por medio del método de la cronología dentaria como muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Canales inspeccionados en la feria de lahuachaca.

| Edad años | Casos positivos | Casos negativos |
|-------------|-----------------|-----------------|
| 1 | - | 1 |
| 2 | 1 | 58 |
| 3 | 2 | 54 |
| 4 | 30 | 58 |
| 5 | 27 | 28 |
| > 5 | 12 | 6 |
| Total casos | 70 | 204 |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Total canales inspeccionadas | 274 |
| Canales infestadas | 70 |
| Porcentaje de infestación | 25.5% |
| Canales no infestados | 74.5% |
| Canales infestadas menores a 3 años | 2.2% |
| Canales infestados mayores a 3 años | 23.4% |

De un total de 1043 canales inspeccionadas, 253 de ellas se encontraron infectadas con quistes macroscópicos, lo que representa el 24.64%, el resto 770 canales se encontraban aparentemente libres de

infestación (75.36%), cuadro 3, por lo que se puede deducir que el 25% de la población de camélidos se encontraría infestada con quistes de sarcocystis, contrariamente a lo que indica otros autores Leguía (1989), señalando que el 100% de los camélidos se encontrarían infectados con este tipo de quistes. Por medio de visitas realizadas a las zonas tradicionales de producción de camélidos y por información verbal de los productores, podemos indicar que en zonas donde existe un manejo no controlado relacionado con una alta carga animal, la enfermedad es un problema inminente, (Ulla Ulla, Cordillera de Tres Cruces (Tablachaca, Lauhuchaca)), mientras que en zonas donde existe un pastoreo rotacional y un manejo adecuado, dicha enfermedad tiene una importancia relativa frente a otras enfermedades (sarna) que causan mayores problemas, es el caso de los ganaderos de Los López.

Tabla 3. Inspección de canales en distintas ferias del altiplano.

| Feria | Casos pos. | Casos neg. | Total | % ocurrencia |
|------------------------|------------|------------|--------|--------------|
| El Alto | 50 | 128 | 178 | 28% |
| Lahuachaca | 70 | 204 | 274 | 25.5% |
| Challapata | 56 | 200 | 256 | 28% |
| Tablachaca | 46 | 102 | 148 | 31% |
| Oruro | 24 | 110 | 134 | 17.9% |
| Curahuara | 7 | 16 | 23 | 30.4% |
| Quetena | - | 10 | 10 | 0 |
| Canales inspeccionados | | 1023 | 100% | |
| Canales infestadas | | 253 | 24.64% | |
| Canales no infestados | | 770 | 75.36% | |

Dentro la inspección de canales, aquellas que se encontraban infectadas con quistes de sarcocystis, se las muestreo, en un promedio de 8 quistes por canal, de las diferentes regiones del cuerpo del animal, las cuales indican que 32 quistes (13%), corresponden a calcificaciones de color pardo, las que en su análisis microscópico no contienen merozoitos contaminantes, mientras que el 87% restante, corresponden a quistes de color blanquecino con presencia de líquido y merozoitos contaminantes. En ambos casos el tamaño de los quistes varía de 1mm a 6.5mm.

En el estudio microscópico se pudo determinar, que dentro las 2024 muestras analizadas en forma macro y microscópicamente, no se encontró la presencia de otros tipos de larvas, más que los quistes de sarcocystis. Con la finalidad de apreciar la viabilidad del quiste a la exposición solar se realizó cortes de carne infectada con quistes de sarcocystis las mismas que fueron expuestas a dicho tratamiento (charque), desaparecido los mismos en un período de 5 días.

Conclusiones

Los resultados a la presente gestión indican que en 14043 canales inspeccionados en forma macroscópica, el 24,64% de dichas carcasas se encuentran infestados con quistes de *Sarcocystis* ssp. En el caso de la región de Lahuachaca se determinó que las canales provenientes de animales mayores a tres años tienen una infestación del 23.4%, en comparación a las canales provenientes de animales jóvenes menores a esta edad, donde el promedio alcanza al 2.2% de infestación.

Se identificaron diversas formas de comercialización de la carne de camélidos, la que va desde animales en pie, canal entera, cortes mayores, vísceras, charque y huesos como subproductos de la carne. Se determino la presencia de dos tipos de quistes, los cuales están bien diferenciados, uno de forma calcificada sin la presencia de merozoitos, la segunda forma, son quistes blanquecinos con presencia de líquido y merozoitos contaminantes.

Solo se pudo detectar quistes de sarcocystis y no se encontró la presencia de otro tipo de larvas (*Cysticercus*) u otro tipo de quiste correspondiente a otras especies parasitarias.

La exposición de quistes a la irradiación solar, en la técnica de preparación de charque se puede eliminar la viabilidad de los quistes de sarcocystis.

Recomendaciones

Continuar con las evaluaciones de viabilidad de los quistes con técnicas de deshidratación u otras técnicas que permitan eliminar la viabilidad contaminante o de provocar zoonosis en los consumidores.

Realizar trabajos que ayuden a determinar el grado de patogenicidad que pueda ocasionar la ingestión de carnes contaminadas con sarcocystis

Cortar el ciclo biológico de estas coccidias ayudan a disminuir la ocurrencia de la enfermedad, la cual debe difundirse en forma educativa.

Bibliografía

- Georgi, J. 1980. Parasitology for veterinarians. Ed. Saunders Company. Phyladelphia USA.
- Guerrero, C.; J. Hernández y J. Alva (1967) Sarcocystis en alpacas Rev.Fac.Med. Vet. Lima-Perú.
- Leguia, G. y N. Chavez (1989) Sarcocystiosis Boletín Técnico No.7 CICCS. Lima-Perú.
- Sánchez, C. y E. Hurtado (1986) Enfermedades Parasitarias de las Alpacas in I Reunión de Sistemas de Producción Alpaquera en el Departamento de Puno. Puno-Perú.
- Sloss, W.M., Kemp, L. R. 1991. Veterinary clinical parasitology. Ed. Iowa State University Press USA.

Coordinación Editorial - REVISTA RIIARn

Celso Ayala Vargas
Gladys J. Chipana Mendoza
Juan José Aparicio Porres
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
y de Recursos Naturales (IIAREN)
Héroes del Acre N°1850 esq. Landaeta, Ed. Antiguo 2do piso
Tel/fax: (591-2) 2484647
iiaren.umsa@gmail.com
www.agro.umsa.bo



MAYORES INFORMES:

**Instituto de Investigaciones Agropecuarias
y de Recursos Naturales (IIAREN)
Héroes del Acre N° 1850 esq. Landaeta, Edif. Antiguo 2do piso
Telf/fax: (591-2) 2484647
www.agro.umsa.bo**