



**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE MANTAS ELABORADAS CON CARNE DE
CABRA SERRANA Y OVEJA CHURRA GALEGA BRAGANZANA**

**UNA ESTRATEGIA PARA VALORIZAR LOS PRODUCTOS CÁRNICOS DE ESTAS
ESPECIES**

M. Sc. RUBÉN ANDRÉS ORTEGA BONILLA

*Disertación presentada a la Escuela Superior Agraria de Braganza para la obtención del grado
de Maestro en Tecnologías de Ciencia Animal*

Orientado por:

Profesor Doctor Alfredo Jorge Costa Teixeira

Profesora Doctora Sandra Sofia do Quinteiro Rodrigues

BRAGANZA

2012

M. Sc. RUBÉN ANDRÉS ORTEGA BONILLA

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE MANTAS ELABORADAS CON CARNE DE
CABRA SERRANA Y OVEJA CHURRA GALEGA BRAGANZANA**

**UNA ESTRATEGIA PARA VALORIZAR LOS PRODUCTOS CÁRNICOS DE ESTAS
ESPECIES**

Disertación original expresamente elaborada para la obtención del Grado de Maestro en Tecnología de Ciencia Animal de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto – Ley N°74/2006, de 24 Marzo.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANZA – ESCUELA SUPERIOR AGRARIA

BRAGANZA

2012

Nombre: M. Sc. Rubén Andrés Ortega Bonilla

Orientador: Profesor Doctor Alfredo Jorge Costa Teixeira, Escuela Superior Agraria – Instituto Politécnico de Braganza.

Co-Orientador: Profesora Doctora Sandra Sofia do Quinteiro Rodrigues, Escuela Superior Agraria – Instituto Politécnico de Braganza.

Agradecimientos

Quiero agradecer:

- E2NHANCE Project. Erasmus Mundus External Co-operation Window (EM ECW).
Dr. Ramón Vilanova y Merce Amat.
- Instituto Politécnico de Braganza – Escuela Superior Agraria. Por su agradable ambiente académico.
- Dr. Alfredo Teixeira, Dra. Sandra Rodrigues, Etelvina Pereira y equipo de investigación. Por todo lo que aprendí al lado de ellos y su generosidad al enseñar.
- A mi padre Rubén Ortega, mi madre Clemencia Bonilla y mi hermana Angélica Ortega. Gracias por su infinita paciencia y comprensión.

“La honestidad no es una virtud sino una obligación”

Andrés Calamaro (compositor y músico Argentino)

CONTENIDO

| | pág. |
|--|------|
| LISTA DE TABLAS | iv |
| LISTA DE FIGURAS | v |
| LISTA DE ABREVIATURAS | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS | 4 |
| 2.2 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS DE CAPRINO Y OVINO | 8 |
| 2.3 UTILIZACIÓN DE LA SAL Y DEL SECADO EN LA PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS DE CAPRINO Y OVINO | 13 |
| 2.3.1. Sal común (cloruro sódico, NaCl) | 14 |
| 2.4 TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE PRODUCTOS CÁRNICOS | 14 |
| 2.4.1 pH | 15 |
| 2.4.2 Color | 16 |
| 2.4.3 Capacidad de retención de agua (CRA) | 18 |
| 2.4.4 Textura | 19 |
| 2.4.5 Actividad acuosa (a_w) | 20 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 3.1 LOCALIZACIÓN E INSTALACIONES | 21 |

| | pág. |
|--|------|
| 3.1.1 Materia prima | 21 |
| 3.1.2 Salado y secado de las mantas de carne | 21 |
| 3.2 REACTIVOS Y EQUIPOS | 23 |
| 3.3 MEDICIÓN INSTRUMENTAL | 24 |
| 3.3.1 Medida del pH | 24 |
| 3.3.2 Medición del color | 25 |
| 3.3.3 Capacidad de retención de agua (CRA) | 25 |
| 3.3.4 Determinación de la textura | 26 |
| 3.3.5 Actividad acuosa (a_w) | 26 |
| 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS | 27 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 5. CONCLUSIONES | 38 |
| BIBLIOGRAFÍA | 41 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Media \pm desviación estándar del pH de la carne de caprino y ovino | 29 |
| Tabla 2. Media \pm desviación estándar de la actividad acuosa (a_w) de la carne de caprino y ovino | 30 |
| Tabla 3. Media \pm desviación estándar de la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de caprino y ovino | 31 |
| Tabla 4. Media \pm desviación estándar de la textura de la carne de caprino y ovino | 32 |
| Tabla 5. Media \pm desviación estándar del color inicial de la carne de caprino y ovino | 33 |
| Tabla 6. Media \pm desviación estándar del color salado final de la carne de caprino y ovino | 36 |
| Tabla 7. Media \pm desviación estándar del color secado final de la carne de caprino y ovino | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Clasificación de los productos cárnicos más destacados mostrando las diferencias entre curado seco y húmedo. Esquema adaptado de Flores et al. (2003) | 5 |
| Figura 2. Mantas: (a) de carne fresca. (b) de carne salada | 22 |
| Figura 3. Mantas en proceso final de secado | 23 |
| Figura 4. Mantas empacadas al vacío | 23 |
| Figura 5. Medias estimadas para caprinos y ovinos en la parte delantera o trasera del músculo de las variables del color: i) a^* , ii) b^* y iii) C^* | 34 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--|
| a* | Índice de color rojo |
| a _w | Actividad acuosa |
| ANCRAS | Asociación Nacional de Caprincultores de raza Serrana |
| ACOB | Asociación Nacional de Criadores de Ovinos da Raza Churra Galega Braganzana |
| b* | Índice de color amarillo |
| C* | Croma |
| CIE | Comisión Internacional de L'Eclairage |
| cm | Centímetro |
| CRA | Capacidad de retención de agua |
| °C | Grados Centígrados |
| DFD | Dark, firm and dry – Oscura, firme y seca |
| DOP | Denominación de origen protegida |
| H* | Tono |
| IGP | Indicación geográfica protegida |
| kg | Kilogramo |
| kgf | Kilogramo – fuerza |
| lt | Longissimus thoracis |
| L* | Luminosidad |
| MPa | Mega Pascal |
| PSE | Pale, soft and exudative – Pálida, blanda y exudativa |
| pH | Concentración de iones H ⁺ |
| SPSS | Statistical Package for the Social Sciences |
| t | Tiempo |
| T | Temperatura |

RESUMEN

En este trabajo se evalúan los parámetros físicos de calidad de carne fresca y de mantas elaboradas a partir de carne caprina y ovina de especies de las razas: *Serrana* y *Churra Galega Braganzana*, que no cumplen con los requerimientos de edad y peso para ser incluidos dentro de los sistemas de Denominación de Origen Protegidas (DOP) y de Indicación Geográfica Protegida (IGP).

Se determinaron en carne fresca de caprinos y ovinos, respectivamente, los siguientes parámetros físicos: i) pH= 5,84 y 5,74, ii) actividad acuosa (a_w)= 0,89 y 0,90, iii) capacidad de retención de agua (CRA)= 17,86 y 25,08, iv) textura= 7,89 y 5,85, y v) color. Una mayor relevancia se dio al color (dado que es el parámetro más influyente en la aceptabilidad del producto); su variabilidad fue seguida durante los procesos de salado y secado de las mantas. Estos procesos tuvieron un gran efecto sobre los parámetros del color generando una disminución de L^* , a^* , b^* y C^* y un incremento de H^* . La elaboración de este producto transformado se sugiere como una estrategia para incentivar el consumo y dar un valor agregado a los productos cárnicos de estas especies.

Claves: cabras, ovejas, productos transformados, carne, mantas, calidad.

ABSTRACT

In this work, we evaluated the physical parameters of quality of fresh meat and mantas made from goat meat and sheep breeds species: *Serrana* and *Churra Galega Braganzana*, which do not meet the age and weight requirements to be included within systems of Protected Designations of Origin (PDO) and Protected Geographical Indication (PGI).

The following physical parameters were determined in goat and sheep fresh meat, respectively: i) pH= 5,84 and 5,74, ii) water activity (a_w)= 0,89 and 0,90, iii) water holding capacity (WHC)= 17,86 and 25,08, iv) texture: 7,89 and 5,85, and v) color. Greater importance was given to the color (since it is the most influential parameter on the acceptability of the product); its variability was followed during the process of salting and drying of the mantas. These processes had a major effect on color parameters about a decrease in L^* , a^* , b^* and C^* and an increase in H^* . The development of this processed product is suggested as a strategy to encourage consumption and to add value to meat products of these species.

Keywords: goats, sheep, processed products, meat, *mantas*, quality.

1. INTRODUCCIÓN

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011) la producción de carne de cabras y ovejas se ha incrementado un 49 y 17% respectivamente, a nivel mundial en los últimos veinte años; mientras que en Portugal se ha registrado una disminución del 69 y 24%, como consecuencia de los fenómenos de migración de la población rural hacia las ciudades, que han provocado una importante reducción de la producción de la materia prima, es decir, la cría de las especies.

En la actualidad, la producción y comercialización de la carne ovina y caprina continua siendo parte de las economías de subsistencia de Portugal (Rodrigues et al., 2009; Teixeira, 2003). Esto se ha derivado de la búsqueda de una cultura de alimentación saludable a la que constantemente propende la población y, a la mínima inversión que es requerida para obtener productos útiles desde este tipo de especies (Comisión Europea. Dirección General de Agricultura, 2004). La carne es una gran fuente de grasas y en particular grasas saturadas, la industria ha direccionado este problema hacia el desarrollo de alternativas bajas en grasa para sus productos cárnicos tradicionales. Las carnes caprinas y ovinas son especialmente importantes porque ofrecen específicas características a los consumidores como son, el bajo contenido de grasa, su valor proteico y sus propiedades sensoriales y organolépticas (Alfonso et al., 2008; Babiker et al., 1990; Delfa et al., 1999; Johnson et al., 1995; Rodrigues et al., 2009; Sañudo C. et al., 1998; Teixeira et al., 1995).

La calidad de la carne se define como el “conjunto de atributos o cualidades, que debe tener la carne, apreciadas y demandadas por los consumidores, en la compra de este alimento”. Bajo este precepto, los sistemas de producción en el sector cárnico, son dirigidos hacia la optimización de los procesos, que permitan garantizar la mejor calidad de los productos, la seguridad alimentaria y el cumplimiento de las exigencias de los consumidores. Por esto, los procesos consideran que los productos son el resultado de una evolución dentro de una cadena productiva conformada por etapas secuenciales, que a su vez son influenciadas por distintos factores para finalmente producir la carne con una determinada calidad.

Según Rodrigues et al. (2010), la explotación ovina y caprina en Portugal se caracteriza por ser un sistema extensivo de producción en zonas de montaña y de pendiente media, con la utilización de terrenos baldíos, el uso continuado de pastos, especialmente en el interior del país, en zonas como: Tras-os-Montes, Beiras y Alentejo. Bragança constituye la principal población de la provincia Tras os Montes, este hecho nos motiva a estudiar la producción y el consumo de los productos cárnicos caprinos y ovinos provenientes de las especies de la misma región, y la aceptación por parte de su población, quienes se convertirán en los consumidores iniciales.

El gobierno de Portugal adopta las normas establecidas por la legislación de la Unión Europea que regulan los sistemas de Denominación de Origen Protegida (DOP) y de la Indicación Geográfica Protegida (IGP), todo con el objetivo de estimular y valorar los productos regionales, y a su vez, salvaguardar la autenticidad de los modelos de agricultura extensiva en las regiones desfavorecidas.

La carne de las ovejas y cabras de las razas *Churra Galega Braganzana* y *Serrana* que, a pesar de su alta calidad, no cumple con todos los requerimientos necesarios para ser incluidos dentro de tales denominaciones, pues superan el peso corporal y edad requeridas para ello. Esta falencia, nos motiva a buscar nuevas formas o estrategias de valorizar estas especies a través de la fabricación de productos cárnicos transformados (Cosenza et al., 2003a; Cosenza et al., 2003b; Guerra et al., 2011; Panea et al., 2011; Rodrigues et al., 2010). En este sentido, los productos curados conocidos como “*mantas*” parecen ser una adecuada alternativa de aprovechamiento de estas carnes, dado que ofrecen un alto valor nutritivo y una apropiada composición lipídica para producir un alimento con alta aceptación por parte de los consumidores.

Una adecuada selección de materias primas acompañada de un procesamiento específico, permitirá la obtención de productos cárnicos transformados y generar no solo un beneficio económico a todo el sector, sino situar al ganado ovino y caprino como referente de calidad en el panorama cárnico regional, nacional y europeo.

La valorización de la calidad de tales productos - para ser incorporados en el mercado de los consumidores - debe ser un trabajo conjunto entre los Productores y los Organismos Certificadores. Sin embargo, paralelamente también deben ser emprendidos

estudios de implementación de procedimientos experimentales, dirigidos a caracterizar la composición física y química de los diversos productos, como también sus propiedades organolépticas y sensoriales. Como resultado se podrán mostrar las especificaciones reales de los productos a los consumidores y justificar su posición dentro del mercado.

Considerando que la etapa final de comercialización de los productos tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades de los clientes, deben ser elegidos unos criterios de calidad de los productos transformados a través de las pruebas organolépticas. En este sentido, los mercados locales juegan un rol esencial en el establecimiento de los puntos de venta y las necesidades del mercado. El desarrollo de paneles de degustación ayuda a definir la viabilidad de la producción de estos productos y su aceptación por el mercado y los consumidores.

En este sentido, este trabajo se enmarca dentro del macro proyecto titulado “Obtención de nuevos productos transformados de carne de caprinos/ovinos – Financiado por PRODER, medida 4.1 cooperación para la innovación” y tiene como objetivo principal realizar la caracterización física de mantas elaboradas con carne de la zona del costillar de cabras y ovejas de la región con bajo valor comercial con el propósito de consolidar una estrategia de valorización de estas especies. Además, este trabajo generará soportes científicos relacionados con productos transformados de caprinos y ovinos de la región. Para alcanzar el objetivo propuesto, se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- Evaluar los parámetros físicos, tales como: pH, actividad acuosa (a_w), capacidad de retención de agua (CRA), textura y color, a muestras tomadas en diferentes etapas del proceso de fabricación: inicial, salado y secado.
- Comparar las propiedades físicas determinadas en las mantas caprinas con las ovinas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS

La producción y consumo de carnes secas - curadas probablemente se originó en los países del sur de Europa, alrededor del mar mediterráneo debido a que sus condiciones climáticas favorecen su secado natural y madurez. De otra parte, el uso del ahumado fue aplicado en el norte y áreas más frías donde el clima no permitía un secado natural (Toldrá, 2002). Los antiguos romanos y griegos ya conocían las salchichas curadas, puesto que en esa época hubo una gran expansión del uso de la carne de cerdo en toda Europa.

Las condiciones climáticas del área de producción tienen una fuerte influencia en el proceso de fabricación. En áreas con alta humedad el secado se da con asistencia mecánica.

Las prácticas de fabricación de los productos curados de Europa fueron extendidas a América por los colonos al sureste de los Estados Unidos.

La expresión *carne curada* se usa para un amplio número de productos curados, aunque su significado puede variar de acuerdo a la clase de producto y país de origen. Típicamente, el término curado generalmente se refiere al uso de la sal (cloruro de sodio y nitrato/nitrito) que genera o produce color y sabor característicos en el producto.

Las propiedades de los productos cárnicos curados en seco, tales como la textura y el sabor, se deben a fenómenos proteolíticos que ocurren durante el proceso de maduración, como consecuencia de la actividad de enzimas citosólicas, y también, de la acción microbiana que actúa en forma sinérgica en la fracción acuosa e insoluble del músculo (Toldrá et al., 1997).

Los productos cárnicos curados se pueden clasificar en dos grupos principales basados en sus respectivos procesos: curado seco y curado húmedo, como se esquematiza en la Figura 1.

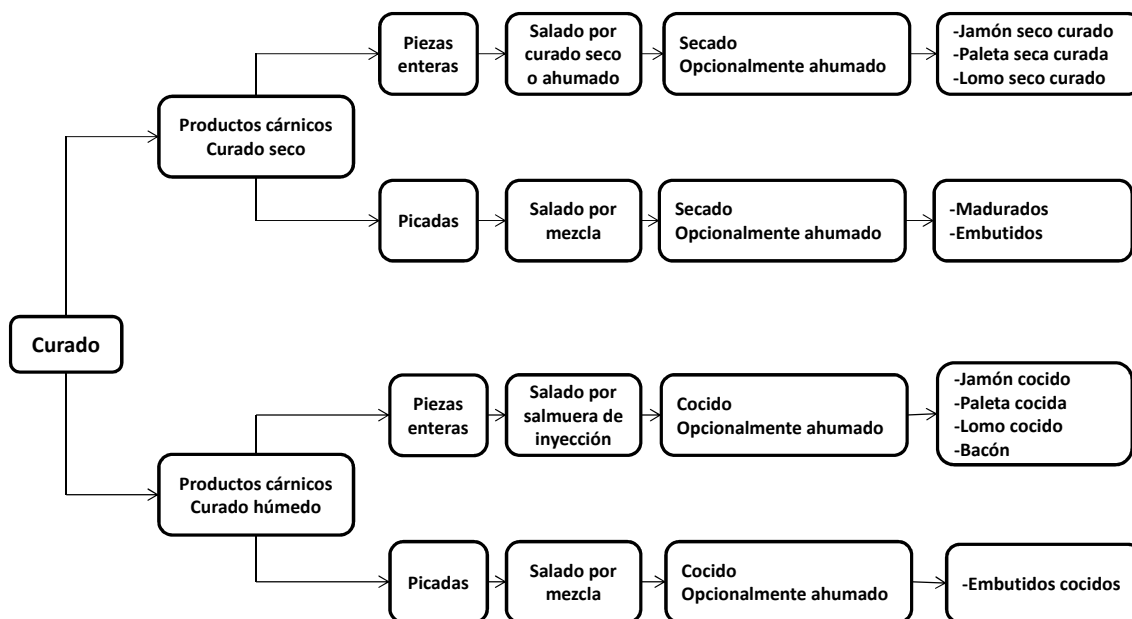


Figura 1. Clasificación de los productos cárnicos más destacados mostrando las diferencias entre curado seco y húmedo. Esquema adaptado de Flores et al. (2003).

Existe un amplio rango de embutidos madurados, dado que su producción depende de diferentes factores, a pesar que su fabricación siempre se base en una combinación de secado y maduración (Toldrá et al., 2007). El tipo de carne utilizada depende de los hábitos, costumbres y preferencias disponibles en la región geográfica donde los embutidos son producidos. Usualmente es carne de cerdo, mezclada con carne de res, aunque por motivos religiosos en algunos lugares es utilizada en mayor proporción carne de cordero. Como fuente cárnica también ha sido utilizada la carne de ciervo, jabalí y cabra (Paleari et al., 2003). La composición de la carne y el contenido de grasa dependen de las especies usadas y de la región anatómica del animal del cual es tomada.

Entre los embutidos secos y madurados de la zona del mediterráneo se encuentran: el *salchichón* (España y Francia), el *salami* (Italia), el *fuet* (España), el *chorizo* (España y Portugal) y la *lukanka* (Bulgaria). Por ejemplo, el típico *jamón curado* el cual ha sido producido durante siglos en Europa (Toldrá, 2002). Su origen es desconocido, pero hay evidencias de que las civilizaciones griegas y romanas salaban el jamón para su mejor conservación. Propiedades específicas de hedónicos han conferido jamón curado con un alto nivel de aceptación entre los consumidores. Es uno de los componentes esenciales

de la "dieta mediterránea" y, a pesar de los riesgos y beneficios del consumo de productos cárnicos procesados siguen siendo ponderados, el consumo moderado de jamón curado se ha incluido como parte de una dieta equilibrada, especialmente para los jóvenes y ancianos. España es el principal país productor y consumidor de jamón curado (Resano et al., 2010). Además de España, Italia, Francia, Alemania, Polonia y Grecia son los principales productores y países consumidores de jamón curado en Europa (Resano et al., 2011). Algunos de los más importantes jamones curados son los jamones españoles *Ibérico* y *Serrano*, los italianos *Parma* y *San Daniel* y el jamón francés *Bayona*.

Otros productos cárnicos obtenidos siguiendo el proceso de elaboración del jamón curado pero con carne de otras especies como: cabras, ovejas, venados y caballos, son referidos con nombres como: *Cecina* proveniente del Latín *siccina*, que significa carne curada en España, *biltong* en Sur África, *charqui* en Sur América, y *bresaola* en Italia (Hierro et al., 2004; Teixeira et al., 2011).

La *Cecina de León*, la cual es un producto de carne de res salado, ahumado y secado, tradicionalmente fabricado en la región de León (Noroeste de España) (Lorenzo et al., 2008; Marra et al., 1999; Molinero et al., 2008; Rubio et al., 2006; Rubio et al., 2007a; Rubio et al., 2007b). Es un producto cárnico de humedad intermedia y cuenta con la Indicación Geográfica Protegida (PGI). El producto final es de color rojo, sabor ahumado y ligeramente salado. Comercialmente, se encuentra en dos presentaciones: rebanadas de *cecina* empacadas al vacío o *cecina* cortada.

De otro lado, países de Europa central como Alemania, producen embutidos a partir de materia cárnica de buena calidad y muchas recetas se basan en carne de cerdo y de res. Sus especialidades se conocen como: *Teewurst*, *Thuringer Bratwurst* (embutido de partículas gruesas), *Cervelatwurst*, *Feldkieker*, *Eichsfelder* (basada en carne recién sacrificada), *Katenrauchwurst*, *Stapelpack* salami.

Los embutidos de Austria son similares a los de Alemania. *Kantwurst* es el producto típico, es sometido al proceso de curado por 7 semanas y pierde alrededor de un 35% de peso.

Se consideran como típicos productos Holandeses: *Boerenmetworst*, salami y *Cervelat* (*Snijworst*, es producto de un proceso de ahumado).

Entre los embutidos de los países de Europa oriental se destacan: el salami de Hungría, *Szegediner*, el cual es considerado uno de las denominaciones más comerciales a nivel mundial (el otro es el salami de Milán).

Bulgaria cuenta con una larga tradición en la producción de embutidos curados, pues dispone de unas condiciones climáticas muy adecuadas. *Lokanka* es uno de los productos más sobresaliente, con su tradicional forma plana, muy seco, de una ligera textura desmoronable, y un sabor de madurado extremadamente leve.

Los embutidos curados típicos de Rusia, con larga tradición, son el salami tipo Moscow y el salami tipo Rusia. La particularidad es el gran tamaño de la grasa (7 - 8 mm). La superficie del embutido es bastante rugosa debido a las grandes piezas de grasa, que tienen una menor contracción que la parte magra.

Los embutidos del norte de Europa son mayormente ahumados, su grado de trituración varía de gruesa (6 mm) a fina (2 mm). Los embutidos típicos de Noruega usualmente son fabricados con carnes poco usuales, vísceras y sangre de especies como cordero, ovino, cabra, caballo, reno, alces, entre otros. Tradicionalmente los embutidos curados de oveja y embutidos con carne de animales silvestres se producen en toda Escandinavia. El uso de la carne de los animales que pastan libres y la adición de sangre a veces les da un sabor fuerte especial a los productos finales. La variación en la calidad es bastante frecuente porque hay una dispersión natural en la calidad de las materias primas bajo estas condiciones.

En América Latina, se registra un alto consumo de productos cárnicos curados con carne triturada de res, cerdo y ave. Es bien sabido que la carne salada fue la primer "industria" en el sur de América del Sur, especialmente en Argentina y Uruguay, desde los tiempos coloniales hasta el advenimiento de la refrigeración a finales del siglo XIX. La carne de ganado vacuno criollo fue salada y enviada a Europa como *tasajo*. Los principales productores de carne de América del Sur también han sido tradicionalmente importantes fabricantes de una amplia variedad de curados y salazones cárnicos, tales

como jamón curado y la *bondiola* de cerdo a partir de las extremidades posteriores y músculos del cuello, respectivamente.

En Estados Unidos no hay una gran producción de productos curados. Algunos embutidos comúnmente considerado como seco, tal como pepperoni o salami, son fáciles de encontrar, pero su típico proceso de fabricación supone un paso de cocción y el humado, haciéndolos más similares a un embutido semicurado que a uno curado. La adición de una etapa de cocción a la fabricación de embutidos curados se ha hecho en respuesta a regulaciones gubernamentales de Estados Unidos y a las definiciones asociadas a la producción de embutidos curados.

Otro producto de carne curada es *jerky* o *charqui*. En América del Sur, *charqui* también se llama, la alpaca y el guanaco, son la principal fuente de proteínas para grupos Amerindios en los Andes y en el sur de América del Sur (Salvá et al., 2009).

2.2 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS DE CAPRINO Y OVINO

La capacidad del ganado de cerdo de adaptarse a dietas y ambientes distintos lo convierten en el animal sarcopoyético domestico de elección desde china, a Europa y eventualmente de Norte américa a las islas del pacifico. El intentar extender la vida útil de las piezas de carnes grandes y densas ha servido de acicate durante milenios tanto al ingenio del hombre como al del labrador (Lawrie, 1998).

Los individuos mas astutos probaron diversos sistemas de curado (desección, salazón y ahumado) para conservar sus excesos de carne y productos de la caza, del pescado, de aves y de mamíferos. Sin embargo, la forma singular de tratamiento conjunto con sal, nitrito y humo, todavía se asocia a la carne de cerdo. Aquellas sociedades en las que los animales sarcopoyéticos corrientes eran las ovejas y las cabras, nunca se aprovecharon suficientemente de los beneficios resultantes de estos tratamientos. Fue en las naciones industrializadas, en donde la carne de cerdo curada constituía uno de los alimentos más importantes, en donde se practicó a escala mucho menor el curado de la carne de cordero y de carnero. En ocasiones servía para quienes desechaban la carne de cerdo, especialmente las comunidades hebreas; en otras ocasiones la carne lanar, sobre todo la

del carnero, proporcionaba un alimento más barato. A menudo la carne así elaborada era de baja calidad.

Nueva Zelanda es el segundo productor mundial de carne de oveja; Rusia es el primero pero consume toda su producción. Nueva Zelanda y Australia son los únicos exportadores a gran escala. En la primera predomina la producción de cordero y en la segunda la de carnero. En 1976, cuando las restricciones a la importación casi habían terminado con el aporte del suplementario de canales de cerdo de Canadá, Irlanda y Australia y cuando el costo de la materia prima había aumentado de precio del jamón y del bacón a niveles que mostraron cierta resistencia a su adquisición, se dieron inicio a la cura de carne de ovino.

Dos fueron las razones: primera, que parecía mas conveniente en interés del país a utilizar nuestra abundante y relativamente barata carne de ovino, en vez de la costosa carne de cerdo de importación; segunda que los institutos de investigación habían adquirido experiencia en los sistemas de manejo de la carne de ovino que pusieron de manifiesto su gran potencial de palatabilidad que creíamos podría mantenerse en el producto curado. Varios trabajos independientemente sugirieron que podía modificarse la ternura, la conformación e incluso el aroma de la carne de ovino para convertirla en una materia prima adecuada para el curado.

El cordero, de color más pálido, de aroma más suave y más tierno, es intrínsecamente un mejor material de partida que el carnero, a pesar de que todavía no haya jugado un papel significativo en la industria del curado neozelandesa.

Estudios previos han comprobado que la carne de cabra y oveja tienen óptimas propiedades tecnológicas para el curado, dentro de las que se resaltan: un color de curado estable y su alta velocidad de deshidratación durante el proceso de maduración (Beriain et al., 1997; Madruga et al., 2011). Los productos transformados de estas especies, ofrecen una alternativa comercial a la carne fresca, puesto que a pesar de sus reconocidas características nutricionales, principalmente suele ser consumida en fechas o eventos particulares (François et al., 2009; Fratianni et al., 2008; Teixeira et al., 1995; Teixeira, 2003).

Entre los productos curados fabricados a partir de carne de cabra y ovejas se pueden mencionar:

Cecina de cabra y Cecina de castron: se preparan a partir de las piernas traseras de las cabras, las cuales principalmente se componen de músculos semimembranosos, semitendinosos y bíceps femorales. Para su fabricación se sigue el procedimiento descrito en la sección 2.2 (Hierro et al., 2004).

Violino di capra: es un típico jamón seco curado, fabricado en pocas regiones de Italia a partir de las razas “Frisia” o “Fontalasca” (Fратиanni et al., 2008). La carne se prepara con especias como: tomillo, pimienta negra y blanca, laurel, canela, clavos de olor y cilantro; luego se mezcla con sal por alrededor de 10 días y finalmente se somete al proceso de maduración por máximo 6 meses dependiendo del peso de la pieza de carne.

Diferentes autores han evaluado las propiedades físicas y sensoriales de embutidos hechos con carne de cabra mezclada en diferentes proporciones con carne de cerdo o de res (Batista et al., 2005; Beriain et al., 1997; Madruga et al., 2011). Tales experiencias evidenciaron diferencias en términos de humedad, pH, contenido de sal, grasa, textura y color. Embutidos con menores niveles de grasa mostraron un color menos intenso y una textura más firme. Un sabor más intenso en embutidos que contenían menos niveles de grasa. Los productos con mayor aceptación por parte de los consumidores contenían 25 y 35% de grasa de cerdo. Dzudie et al. (1999), describen como los embutidos de cabra muestran características sensoriales más aceptadas, cuando el proceso de triturado se lleva a cabo en la etapa pre-rigor mortis, que durante el post rigor mortis.

Las *mantas* curadas hechas a partir de carne de cabras y ovejas son una alternativa para el uso de carnes de animales adultos para incrementar el valor añadido de sus carnes curadas (Teixeira et al., 2011). Estas mantas son fabricadas típicamente en el Noreste de Brasil, y son comúnmente denominadas “carne de sol” o “mantas” o “charqui”. Las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de las mantas de las regiones de Tauá y Petrolina son objeto de estudio con el fin de obtener la designación de certificación de origen (Dos Santos et al., 2011). Este tipo de mantas han sido sometidas a cortos períodos de secado (3 - 4 horas) y como resultado se ha observado que su actividad acuosa es similar a aquellos productos perecederos a temperatura

ambiente. Además, también se ha confirmado que hay similitudes entre mantas de diferentes orígenes, lo que permite sugerir que hay uniformidad en los procesos de producción entre distintos fabricantes.

Los procesos de secado de la carne con propósitos de preservación iniciaron con las primeras civilizaciones. Las carnes eran despojadas del animal, luego se secaban con ayuda del sol, el viento o el fuego. Para los americanos nativos la carne seca de búfalo, alce y venado se constituye en un alimento nutritivo y de fácil transporte. Los americanos colonos denotaron esta carne seca como “*charqui*” (Brian et al., 2004; Konieczny et al., 2007).

El departamento de Agricultura de los Estados Unidos clasifica el *charqui* como un producto cárnico tratado térmicamente, estable bajo almacenamiento y listo para el consumo (Ref. 29 en Brian et al., 2004).

Actualmente, *charqui* es una forma muy conveniente para asegurar su preservación, olor y textura, las cuales hacen parte de los atributos sensoriales más importantes de este tipo de alimentos. Frecuentemente, estas propiedades han sido conocidas por la utilización de métodos descriptivos tradicionales y análisis sensoriales. En menor proporción han sido utilizados métodos instrumentales (Lee et al., 2003). Puede ser fabricado desde cualquier tipo de carne magra, incluyendo especies vacunas, aves de corral y cerdo (Konieczny et al., 2007). El método de preparación más simple es cortar la carne en tiras y secarla. Típicamente, se utilizan especias y marinadas para dar sabor a la carne, los procesos de curado o ahumado pueden también ser usados en combinación con el secado en la fabricación de *charqui*. Habitualmente, 4 onzas de *charqui* resultan de procesar una libra de carne.

Diferentes métodos se han desarrollado para preparar el *charqui* los cuales buscan reducir los tiempos de preparación con el fin de favorecer los requerimientos industriales para su comercialización. Industrialmente se han empleado varios métodos de extrusión para la preparación de *charqui* destinado para el consumo canino (Scaglione et al., 1988).

Este tipo de producto cárnico, es también conocido como *dendeng giling* en Indonesia, *penmican* en Norte América, *jerky* en América, *biltong* en Sur África, *khundi* en el

Oeste de África, *qwanta* en el Este de África, *kilishi* y *odka* en África Saheliana, *magain* en el Sur de Omán, *tsu sou gan* y *mou pa* en China, *you po* en Corea del Sur, *kaddid* en Marruecos y *lucon* en España (Marra et al., 1999; Purnomo, 2010).

Jerky es uno de los productos curados más antiguos producido por salado y secado. La carne cruda fresca, proveniente en su mayoría de los cuartos delanteros y traseros se corta en grandes piezas y son sumergidos en una solución saturada de sal por alrededor de 1 hora. Luego la carne se lava para remover el exceso de sal antes de llevar a secado por exposición al sol. Se trata de piezas planas de res preservadas por salado y secado (Harper et al., 2010).

Kilishi es otro producto cárnico de Nigeria y otros países de África Saheliana secado y asado al sol. Puede ser preparado desde trozos magros de músculo de res, cabras u ovejas, los cuales se secan en condiciones climáticas calurosas y secas. Tradicionalmente, los trozos de carne son expuestos al sol sobre papiros.

Odka es común en Somalia y otros países Africanos. Es hecho a partir de carne de res magra. Se prepara cortando la carne en largas tiras que son sometidas a secado por exposición al sol por un tiempo entre 4 y 6 horas. Las piezas que son muy grandes, son cortadas en tiras y cocinadas en aceite. La carne cocida, luego se seca y finalmente, se le adicionan salsas y especias. Este producto es luego cubierto con aceite y se mantiene en un recipiente cerrado. El producto final tiene una vida media de mas de 12 meses (Naidoo et al., 2010).

Qwanta es un producto de Etiopia y el este de África, fabricado con carne magra de los músculos de res. La carne es rebanada en largas tiras y secada al sol entre 24 y 36 horas. Antes del secado, las tiras son cubiertas con una salsa obtenida de la mezcla de sal, pimienta, ají, y sustancias aromáticas sazonzantes. Después del secado, las tiras de carne son ahumadas con el humo de madera en combustión antes de freírlas en mantequilla.

Algunos de estos productos cárnicos se han modificado y transformado en bocadillos (snacks) como una estrategia de marketing que mantiene el valor nutritivo de los productos (Konieczny et al., 2007; Lonneckker et al., 2010).

Este tipo de transformación cárnica será llevada a cabo en esta tesis con carne caprina y ovina, y se profundizará en la evaluación de los parámetros físicos del producto resultante.

2.3 UTILIZACIÓN DE LA SAL Y DEL SECADO EN LA PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS CARNICOS CURADOS DE CAPRINO Y OVINO

Se sugiere la siguiente definición del curado según Möhler (1982):

“El curado es un procedimiento basado en el empleo artificial de la sal común y por lo regular también de sales del ácido nítrico, muchas veces con otras sustancias como azúcar y especias, para obtener un producto cárnico más o menos conservable, que se diferencia de manera característica de la carne fresca y de otros productos cárnicos por su textura, agradable forma y sabor y por un color parecido al natural de la carne, pero resistente a la cocción”.

Esta definición podría también aceptarse hoy en principio, aun cuando las opiniones difieran un tanto en la apreciación de sus diversos puntos. Por añadidura queda por dilucidar si, de acuerdo con los conocimientos más recientes en la investigación del cáncer, el curado, o, dicho con mayor exactitud, el empleo de nitritos y nitratos, es admisible todavía desde el punto de vista de la conservación de la salud. De acuerdo con el estado actual de los conocimientos, la pregunta referente a la finalidad perseguida con el curado puede responderse con estas tres proposiciones:

- Conseguir el color rojo estable de los artículos curados.
- Conseguir el aroma típico del curado.
- Generar sustancias inhibitoras de los microorganismos, especialmente contra el *Clostridium botulinum*.

Estos tres puntos están comprobados fuera de toda duda y unánimemente reconocidos. Junto a ellos existen además otras virtudes con frecuencia basadas en experiencias subjetivas carentes todavía de pruebas de validez general. Así, se afirma que las propiedades apreciables por los sentidos, como son la blandura y jugosidad de la carne,

blandura, para el consumo del tocino, resultan influidas favorablemente, en especial por el nitrato.

No cabe en el concepto de curado la agregación de nitrato a las calderas de leche en la elaboración de determinadas clases de queso, aun cuando también exista un evidente paralelismo en lo referente a la acción. La inclusión de nitrito sódico en la fabricación de hielo destinado a la congelación del pescado pretende lograr una acción conservadora. Dicha acción es discutible, pero aquí no procede su debate.

2.3.1 Sal común (cloruro sódico, NaCl)

No sólo es el condimento más importante, sino que posee en la tecnología de los alimentos un amplio abanico de utilidades (Möhler, 1982).

De acuerdo con su lugar de obtención, se puede distinguir entre sal marina y sal procedente de fuentes en las que se sedimentó en épocas pasadas. En estimación a escala mundial, la producción más abundante de sal (más del 60% de la producción total) tiene a partir del agua del mar.

La sal de yacimientos sedimentarios antiguos se obtiene y prepara de dos maneras. Allí donde la sal gema se presenta con suficiente pureza, se muele sin más, y mediante ebullición, se obtienen granulados diversos. En un procedimiento especial la sal sería primero también fundida y luego molida. Se viene prescindiendo de este tratamiento por razones económicas.

El segundo procedimiento es la obtención de sal de ebullición. Las aguas de fuentes naturales o la salmuera que se obtiene lavando yacimientos salinos se limpian primero groseramente y luego se evaporan, frecuentemente con el empleo del vacío, concentrándolas hasta que la sal cristaliza.

2.4 TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Las características tecnológicas miden la capacidad de la carne para adaptarse a una serie de manipulaciones que tienen lugar durante sus procesos de transformación y

elaboración. Son de gran importancia en el sector industrial. Entre estas características se destacan: medida del pH, medición del color, determinación de la textura, capacidad de retención de agua (CRA), actividad acuosa (a_w). La variabilidad en estas características físicas de la carne supone un problema en el momento de la comercialización, ocasionando al consumidor una cierta incertidumbre sobre la calidad de la misma.

Por ello, es recomendable la evaluación y control de las características de la carne que aseguren su calidad y homogeneidad. Estas características pueden ser valoradas mediante diferentes pruebas analíticas adecuadas para su aplicación rutinaria y a tiempo real.

2.4.1 pH

La acidificación de los músculos *post mortem* es uno de los cambios fundamentales en relación con la carne. Como se ha visto, la variación en la rata y extensión de esta acidificación particularmente influye en el color y la capacidad de retención de agua. La acidificación es determinada en términos del valor del pH del músculo. Medir el pH puede además dar información valiosa acerca de la calidad potencial de la carne. Particularmente en situaciones donde las mediciones sofisticadas son mas difíciles de realizar o inapropiadas. Las definiciones mas aceptadas ampliamente y factiblemente de carnes PSE y DFD están en términos de mediciones con valores de pH a 45 minutos y aproximadamente 24 horas *post mortem* (Warris, 2000).

La escala del pH es la medida de la cantidad de iones de hidrogeno (H^+) en una solución. Le agua pura disocia aportando igual número de iones de hidrogeno e hidroxilo (OH^-):



Solo una pequeña del total número de moléculas de agua será disociada. A 25°C la concentración de iones de hidrogeno e hidroxilo en la solución es $10^{-7} \text{ mol l}^{-1}$

El pH se define como el logaritmo negativo en base 10 de la concentración o actividad de iones de hidrogeno.

$$\text{pH} = -\text{Log}_{10} [\text{H}^+]$$

La escala del pH se extiende desde 1 (extremadamente ácido) a 14 (extremadamente alcalino). Es importante recordar que la escala es logarítmica así que un pH 6 representa 10 veces el número de iones de hidrogeno en la solución o un pH 7, o un pH 5 cien veces más. Esto es especialmente importante tener en cuenta en la discusión de los cambios del pH. En sistemas vivos, el pH normalmente es mantenido muy cerca a 7 (entre 6.8 y 7.4) pero, como se ha visto, el pH del músculo después del sacrificio del animal puede caer por debajo de 6.

2.4.2 Color

Color y apariencia son características determinadas por dos principales factores. El primero es la concentración y estado de los hemo pigmentos, la mioglobina (Mb) y la hemoglobina (Hb); la segunda es la microestructura muscular (Warris, 2000).

En términos generales, los niveles más altos de mioglobina son encontrados en los músculos más activos comparados con animales sedentarios, criados intensivamente, y más viejos en comparación con los animales más jóvenes. Una dieta baja en hierro en la alimentación de terneros, también conlleva a carne con poco color. En los mamíferos acuáticos como las ballenas y peces tiene altas concentraciones de mioglobina muscular ($\sim 9 \text{ mg g}^{-1}$) como una adaptación fisiológica a largos periodos bajo el agua.

La ligera desventaja con el sistema Munsell es que es discontinuo; el color de la muestra tiene que ser emparentada a unos patrones de color.

De cualquier modo, los espacios de colores intermedios también están disponibles. Objetivamente, cualquier color puede estar especificado como la combinación de diferentes colores de rojo puro, el verde puro y el puro azul claro. Estos son primarios. Sistemas avanzados para medir la transformación del color a estos “primarios imaginarios”, X, Y y Z. Los valores de X, Y y Z son triestímulos valores que definirán un color como un punto en el espacio. Los valores triestímulos podrán ser usados para especificar espacios variados del color. La comisión internacional l’Eclairage (CIE) ha

especificado un espacio de color denominado CIELAB. Este tiene forma de esfera y tiene la ventaja que se aproxima más cerca a la uniformidad visual de modo que iguales distancias en el sistema representa aproximadamente iguales distancias visuales como las perciben los seres humanos. Los valores triestímulos son usados para calcular tres coordenadas como: L^* , a^* , b^* . Cualquier conjunto de valores L^* , a^* y b^* define un color exactamente como un punto en la esfera de color tridimensional. L^* es el componente de luminosidad o valor; a^* y b^* son coordenadas cromáticas. La coordenada a^* mide rojo-verde, la coordenada b^* mide amarillo - azul.

Las coordenadas a^* y b^* serán usadas para calcular la saturación (chroma) y color. La saturación (chroma) será calculada como la raíz cuadrada de $(a^{*2}+b^{*2})$. Matiz es calculado como el ángulo al cual es tangente (b^*/a^*) , sería $\tan^{-1}(b^*/a^*)$. Esta fórmula trabaja cuando a^* y b^* son >0 , lo cual requiere modificarla con ciertos valores negativos de a^* y b^* .

Si $a^* < 0$, matiz = $180 + \tan^{-1}(b^*/a^*)$. Si $a^* > 0$ pero $b^* < 0$, matiz = $360^\circ - \tan^{-1}(b^*/a^*)$. Esto es necesario porque el sistema que define el color en términos de luminosidad, matiz y la saturación (chroma) usa coordenadas polares o cilíndricas, en vez de las coordenadas cartesianas. El brillo es una función tanto de la luminosidad y la saturación. Puede ser estimada como la raíz cuadrada de $(L^{*2} + S^{*2})$.

Los valores de L^* , a^* y b^* son convenientemente medidos usando analizadores portables de color triestímulos como el metro Minolta Chroma (Minolta (UK) Limited, Milton Keynes, UK). Estos instrumentos usualmente medirán los valores de matiz y la saturación automáticamente si es preciso. Existen algunas consideraciones prácticas al medir el color de la carne. Las muestras necesitan ser lo suficientemente delgadas para prevenir que la luz las atraviese. En la práctica esto significa un mínimo de profundo de al menos 1 cm, y preferiblemente 2,5 cm. Necesitan ser expuestas al aire por un largo periodo para exponerse (los pigmentos de la superficie para oxigenarse) si una superficie fresca es cortada. Esto puede llevar un mínimo de 15 minutos, o mejor, una hora de exposición. Cualquier película de plástico encima podría influenciar las lecturas levemente. Los analizadores triestímulos pueden operar con diferentes características de iluminación. CIELAB especifica dos iluminantes. Iluminante C es equivalente a la luz

del día natural. El iluminante D₆₅ incluye parte de la ultravioleta. La escogencia del iluminante tiene solo muy leves efectos en las lecturas hechas en la carne.

2.4.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

Los músculos de los animales vivos contienen 70 - 75% de agua la cual esta ligada primariamente a las proteínas del músculo dentro de la célula muscular. El pH de 7,0 dentro de la célula del músculo y su concentración fisiológica de sal permite a las proteínas del músculo enlazar el 90% del agua intracelularmente (The Comission of the European Comunities, 1987).

Esta habilidad de los músculos es llamada Capacidad de retención del agua (CRA). Después de la muerte del animal el pH de los músculos de la carne de res y cerdo empieza a caer a su último valor aproximado de 5,5. Esta caída de pH reduce la habilidad de las proteínas del músculo de retener fuertemente el agua. La CRA de los músculos decrece (Hamm, 1977). Adicionalmente la velocidad del pH cae en combinación con las temperatura del músculo durante este tiempo influye CRA. La caída lenta del pH y el rápido descenso de la temperatura induce al enfriamiento de la grasa con una mayor pérdida por goteo, mientras que la caída lenta de pH en todas las ratas de bajo enfriamiento causa contracción de nuevo con una mayor perdida por goteo (Honikel et al., 1986).

Además del pH mismo, la temperatura/tiempo/condiciones del pH en los músculos en las primeras horas post mortem influye el CRA. Las pérdidas por goteo de la carne se ven afectadas por todos estos factores. Las pérdidas por cocción ante todo por el pH de la carne (Bendall et al., 1983; Oillic et al., 2011). Como diferentes factores influyen en las perdidas por goteo y por cocción, no puede esperarse que los resultados de las perdidas por goteo permitan conclusiones realistas acerca de las perdidas por cocción y viceversa.

Las pérdidas por goteo dependen de:

- El tamaño y la forma de la muestra. La superficie respecto a la proporción del peso es importante para la cantidad de goteo producida por unidad de tiempo.

- El tratamiento durante el periodo de acondicionamiento. Como se mencionó antes, el rápido enfriamiento de los músculos sin contracción puede conllevar a una contracción y muy lento enfriamiento puede conducir a una contracción.

Como se menciona anteriormente, el pH de la carne influye CRA. Además la CRA depende del tipo de músculo y del grado de jaspeado. También las especies del animal influye la CRA de la carne debido a las variaciones en la composición y estructura del músculo.

2.4.4 Textura

Tres factores principales son conocidos para influenciar la textura de la carne (Warris, 2000). Estos son longitud del sarcomero, la cantidad de tejido conectivo y su grado de entrecruzamiento, y la extensión de los cambios proteolíticos que ocurren durante el acondicionamiento *post mortem*. Adicionalmente, grandes cantidades de grasa intramuscular (marbling) hará una carne más tierna porque la gras es más suave que el músculo. Particularmente en el periodo inicial *post mortem*, Antes los cambios asociados con el acondicionamiento han progresado mucho, existe evidencia que el diámetro de las fibras del músculo influye la textura. Una mayor proporción de fibras más pequeñas, que tiende a ser fibras de oxidación lenta, es asociada con la carne tierna (Crouse et al., 1991). En carne de res, después de 3 - 6 días de acondicionamiento la importancia del tamaño de la fibra declina sustancialmente. La carne con una capacidad de retención de agua alta también tiende a ser más tierna. Este efecto puede reflejarse en una interacción con el último pH. Valores últimos y altos de pH favorecen la proteólisis producida por las calpainas las cuales tienen actividad optima cercana al (pH neutral=7). A pesar del rápido concomitante rompimiento de las calpaínas, la carne puede ser más tierna que la carne de bajo pH. De hecho, carne mas dura tiende a estar en el rango de pH de 5,8 y 6,2. Por debajo de pH 5,8 la carne llega a ser más tierna, pero no tan tierna por encima de 6,5. Esto quiere decir, parece ser una relación curvilínea entre la textura y el último pH.

Así como esos inherentes factores, la cocción puede influenciar la textura de la carne. Altas temperaturas de cocción puede reducir la ternura; grandes periodos de cocción,

particularmente cuando se hierve, puede suavizar grandes contenidos de tejido conectivo hasta convertirlo en gelatina.

2.4.5 Actividad acuosa (a_w)

La actividad acuosa o a_w se define como la relación que existe entre la presión de vapor de la carne en relación con la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura (Cañeque et al., 2001):

$$a_w = P / P_o$$

La actividad acuosa se puede expresar como la Humedad Relativa de Equilibrio (HRE) cuando se divide entre 100:

$$a_w = \text{HRE} / 100$$

donde:

a_w = Actividad acuosa

P = Presión de vapor de la solución

P_o = Presión de vapor del agua

HRE = Humedad relativa de equilibrio.

La actividad acuosa es una variable estrechamente ligada a la humedad de la carne, que para fines de microbiología se estudia actualmente como uno de los factores importantes del desarrollo microbiano.

La humedad relativa de equilibrio es la humedad a la cual se igualan: la humedad de la carne con la humedad del aire del ambiente.

$$\text{HRE} = P_{\text{agua}} / P_{\text{aire}}$$

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN E INSTALACIONES

El sacrificio y toma de muestras fueron realizados en el Matadero Municipal de Braganza – Terra Fria Carnes Ltda, localizado en Braganza.

Algunas muestras y mediciones se tomaron en la empresa Bísaro – Salsicharia Tradicional, ubicada en Gimonde.

Los ensayos donde se requerían equipos de precisión para su determinación fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de Carcaça y de Carne en Braganza, en la Escuela Superior Agraria del Instituto Politécnico de Braganza, localizado en Braganza.

3.1.1 Materia prima

Durante el desarrollo de este experimento se utilizaron 200 cabras de raza Serrana y 200 Ovejas Churra Galega Braganzana con edades entre los 5 y 9 años, con un peso vivo medio entre 40 - 35 kg y en la canal de $20 \pm 1,9$ kg.

El valor comercial de estos animales es inferior al del mercado local pues son animales que no cumplen con sistemas de calidad Denominación de Origen Protegida e Indicación Geográfica Protegida.

Estos animales fueron provistos por la Asociación Nacional de Caprinicultores de raza Serrana, ANCRAS, y por la Asociación Nacional de Criadores de Ovinos da Raza Churra Galega Braganzana, ACOB, provenientes de productores del distrito de Vila Real y Bragança, cuyo sistema de producción extensiva y alimentación es a base de pastos frescos.

3.1.2 Salado y secado de las mantas de carne

Durante el proceso del salado, la sal fue dispuesta uniformemente sobre las piezas de carne (ver Figura 2). Se utilizó aproximadamente el 20% de sal. Después, las piezas saladas fueron dispuestas sobre bandejas de plástico perforadas formando pilas (una encima de la otra) y se dejaron reposar durante las 144 horas siguientes. Paralelamente

se debía realizar el intercambio interno de las piezas dentro de la caja, el movimiento se hizo de tal forma que, las piezas de abajo pasaron a la parte superior y las que se encontraban en la parte superior se ubiquen luego en la parte baja, este proceso es denominado “*tombagem*”, con esto se logra airear, uniformizar la presión del peso mismo de las piezas sobre ellas mismas.



(a)

(b)

Figura 2. Mantas: (a) de carne fresca. (b) de carne salada.

En el momento del *tombagem* se procedió a la lectura del color y la toma de la muestra para actividad acuosa en los puntos anatómicos y en los tiempos descritos anteriormente.

Transcurridas las 144 horas, se retiró la sal de las piezas extendiéndolas de forma vertical para facilitar el proceso (ver Figura 3), removiendo el exceso con ayuda de cepillos suaves. Luego fueron llevadas a cámara de secado bajo las siguientes condiciones: una temperatura de 8 °C y una humedad relativa del 75%.



Figura 3. Mantas en proceso final de secado.

Considerando el valor final de la actividad de agua obtenido en el proceso de secado se procedió al empacado de las piezas al vacío (ver Figura 4) y se almacenaron en la cámara de refrigeración a 4 °C.



Figura 4. Mantas empacadas al vacío.

3.2 REACTIVOS Y EQUIPOS

- Carne de caprino y ovino
- Sal curante
- pH metro (modelo HI 99163 con electrodo de pH FC 232D)
- Colorímetro (Minolta CR – 10)

- Higrómetro (Rotronic Hygrolab – Hygropalm AW)
- Equipo de textura (Instron serie 5543)
- Balanza Gramera
- Equipo baño de María
- Empacadora al vacío
- Cámara de frío
- Cámara de secado

3.3 MEDICIÓN INSTRUMENTAL

En términos generales, no existe un patrón definido para seleccionar un músculo que cumpla con un estándar para la realización de las pruebas física. Teniendo en cuenta, un consenso a partir de diversas fuentes de la literatura de cárnicos se ha optado por analizar un músculo que sea representativo y permita obtener unos resultados característicos de la canal, por que se utilizó el músculo *Longissimus thoracis*. Cabe resaltar que en el caso de caprinos y ovinos, la selección del músculo *Longissimus thoracis*, *Semimembranoso (parte Trasera)* y *subescapular (parte delantera)*, tiene un alto costo y podría no cumplir con las condiciones del músculo en forma homogénea respecto al resto de la canal.

También se debe tener en cuenta, que para satisfacer el tamaño de muestra requerida es posible utilizar el músculo procedente de ambas medias canales.

A continuación se describirá la metodología aplicada durante la realización de las pruebas físicas.

3.3.1 Medida del pH

Para la evaluación del pH es importante, como recomendación primordial, tener un pH- metro con unas características técnicas óptimas para el muestreo. Una calibración del electrodo de pH empleando las soluciones tampón de pH 7,02 y pH 4,0 previa a la

medida, garantizan medidas precisas. También, es importante registrar la temperatura a la cual corresponde la medida de pH.

Para la medición de caprinos y ovinos, se utilizó un pH-metro portátil, dotado de un electrodo de penetración para facilitar la entrada a la pieza de carne. Se procedió a la medición de la muestra sobre el músculo *Longissimus thoracis*, penetrando la pieza perpendicularmente en la vertebra 1ª y 2ª sin perder el contacto con el tejido, se esperaba la estabilización de la medida, tomando tres repeticiones por cada una y lavando el electrodo con agua destilada, entre mediciones, para la toma de una nueva medida. Los tiempos de muestreo fueron: 1 hora, 24 horas y a 144 horas después del sacrificio.

3.3.2 Medición del color

Durante la determinación del color se utilizó un instrumento de medida que estará en contacto con la muestra, en este caso el colorímetro, previamente calibrado mediante la placa blanca suministrada con el aparato.

Para esta evaluación se tuvieron en cuenta dos tipos de medidas:

Color del músculo las mediciones se hicieron en zonas donde no había partículas como sangre, o cualquier aspecto de la muestra que no sea representativa del músculo. Las mediciones se hicieron a una hora después del corte del mismo entre la 1ª y 2ª vertebra lumbar, el *semimembranoso* y el *subescapular*, tomando por cada uno de los músculos tres mediciones. Los músculos después de corte tendrá los valores mas altos de L* a* y b*, la evolución de la oxidación la oximioglobina *blooming* de la sangre entre 48, 96 y 144 horas tanto para el proceso de salado como de secado.

En el color del músculo se obtuvo el valor numérico de L* a* y b*, mediante los cuales se obtendrá Cromo y Hue.

3.3.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

Como en las evaluaciones anteriores se utilizaron muestras del músculo *Longissimus thoracis*, madurados previamente a 4°C durante 144 horas, condiciones ideales para alcanzar el ablandamiento máximo durante la maduración.

Para esta determinación fue utilizado el músculo *Longissimus thoracis* entre la 1ª y 4ª vertebra lumbar.

El músculo fue pesado en crudo y empacado. Posteriormente, se llevó a baño de agua a una temperatura de 70° C. Para controlar dicha temperatura, se colocó un sensor de temperatura dentro del músculo (en medio del grosor) hasta alcanzar los 70° C, en ese momento la muestra se retiró del baño de María y se puso durante media hora sobre agua corriente a temperatura ambiente, evitando que el agua entrara en contacto con la muestra.

Seguidamente, se limpiaron los músculos y se procedió a la obtención del peso después de la cocción. Finalmente, las muestras fueron almacenadas en refrigeración a 4° C.

La capacidad de retención de agua resulta de la diferencia de pesos de la muestra cocida y cruda.

3.3.4 Determinación de la textura

La determinación de textura fue efectuada utilizando las muestras provenientes del proceso de CRA.

Se procedió a la preparación de la muestra retirando toda la película exterior de la misma hasta obtener una muestra con planos rectos en forma cuadrangular. A partir de esta muestra, se cortaron bloques de 2 cm de largo por 1 cm de alto y 1 cm de ancho, dejando las fibras a lo largo del bloque, para luego ser atravesados por la célula Warner Bratzler instalada en un texturómetro. Se tomaron muestras entre seis y ocho unidades para la medición. Las unidades que arroja el equipo son kilogramo – fuerza (kgf).

3.3.5 Actividad acuosa (a_w)

Se utilizaron trozos de los músculos *Longissimus thoracis*, *subescapular* y *semimembranoso* para realizar todas las mediciones de actividad de agua, durante todo el proceso de preparación de las mantas, desde el momento inicial hasta obtener el producto final.

Estos valores de actividad de agua fueron obtenidos utilizando el higrómetro con base en la temperatura y en la humedad relativa.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

El análisis de pH (1, 24 y 144 horas), a_w (1, 96, 144, 192 y 288 horas) CRA y textura, fue efectuado a través de un análisis de variancia para verificar las diferencias entre caprinos y ovinos y del programa SPSS para Windows versión 19.

El análisis del color fue efectuado según un plano factorial, 2 especies (caprina y ovina) y 2 localizaciones *Delantera* y *Trasera*, usando un procedimiento de análisis univariante del programa SPSS para Windows ver 19. La especie, la localización y su interacción fueron usadas con efectos principales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evolución y valoración de una carne respecto a su pH es tan importante el pH último que se obtiene como la velocidad con la que se alcanza. En la Tabla 1 se relacionan los valores de pH medidos en la carne fresca de cabras y ovejas después de 1, 24 y 144 horas de sacrificio del animal. Se observa un claro descenso del pH de la carne a través del tiempo, siendo la disminución más pronunciada entre 1 y 24 horas, evidenciando la pérdida de resistencia y permeabilidad de la membrana celular (Bate-Smith, 1948). El glicógeno que esta contenido en los músculos de las cabras y ovejas en sacrificio se metaboliza mediante un proceso anaeróbico que conlleva a la formación de ácido láctico y consecuentemente a la disminución del pH (Mahgoub et al., 2012).

Este parámetro muestra grandes diferencias significativas ($P \leq 0,001$) entre especies, indicando que las dos especies podrían tener proporciones de tipo de fibras musculares (rojas y blancas) similares, y por lo tanto, también siguen patrones metabólicos energéticos parecidos, ambos pre y post mortem.

El valor medio de pH de carne de cabra después de 1h de refrigeración 6,60 es muy similar al reportado por Paleari et al. (2003) para carne de cabra francesa 6,27. El valor de pH estabilizado a 144 horas – correspondiente al punto isoeléctrico de las proteínas musculares (Bate-Smith, 1948) – en carne caprina 5,84 es muy similar al determinado a 120 horas 5,80 de almacenamiento en congelación a 4°C por Teixeira et al. (2011) para especies de la raza Serrana de edad y peso similar 5 - 9 años y 16,6-24,4 Kg) a las empleadas en este trabajo. Además, es un valor próximo a los obtenidos en otras investigaciones con carne caprina 5,78 después de 6 días de refrigeración para la raza Batina (Kadim et al., 2004).

Si consideramos que los animales jóvenes muestran mayores caídas de pH (Gil et al., 2001; Serra et al., 2004) y que ligeras diferencias de pH han sido reportadas entre razas de diferentes especies (Sañudo et al., 1997), se puede hacer una comparación cualitativa entre el pH último medido en este trabajo en carne de ovejas, y el valor descrito por Vergara et al. (2002), para corderos de la raza *Manchega* a los 7 días. Se presentan

pequeñas diferencias pero el comportamiento de este parámetro es el esperado, menor para el caso de cordero raza Manchega 5,61 y mayor para la oveja Churra Galega 5,74. Un valor comparable 5,75 es también reportado por Beriain et al. (1997), para ovejas de entre 5 y 6 años.

Tabla 1. Media \pm desviación estándar del pH de la carne de caprino y ovino.

| Especie | N | pH a 1 hora | N | pH a 24 horas | N | pH a 144 horas |
|---------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|
| Caprino | 132 | 6,60 \pm 0,23 | 132 | 6,00 \pm 0,35 | 117 | 5,84 \pm 0,22 |
| Ovino | 148 | 6,71 \pm 0,24 | 148 | 5,85 \pm 0,31 | 122 | 5,74 \pm 0,13 |
| Significancia | | *** | | *** | | *** |

*** $P \leq 0,001$

La Tabla 2 reúne las medidas obtenidas de actividad acuosa (a_w) para las muestras de carne fresca de cabras y ovejas, a diferentes tiempos después del sacrificio. Se percibe una disminución en el tiempo, desde 0,94 hasta 0,89 para carne de cabra y hasta 0,90 para la de ovejas. La a_w de la carne de cabra después de 1 hora de enfriamiento coincide con 0,94 encontrada por Paleari et al. (2003), mientras que la medida entre 48 y 144 horas esta un 5% por debajo de la reportada por Teixeira et al. (2011).

Por otro lado, la a_w medida para carne ovina a 1 hora es próxima a la determinada 0,967 a un tiempo similar por Beriain et al. (1997).

La a_w a 1 hora es significativamente menor para cabras que ovejas, mientras que a 48 y 96 horas fue significativamente menor para ovejas.

Tabla 2. Media \pm desviación estándar de la actividad acuosa (a_w) de la carne de caprino y ovino.

| Especie | N | a_w 1 hora | N | a_w 24 horas | N | a_w 48 horas | N | a_w 96 horas | N | a_w 144 horas |
|----------------|----------|------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|---------------------------------------|
| Caprino | 125 | 0,94 \pm 0,17 | 15 | 0,93 \pm 0,01 | 77 | 0,92 \pm 0,01 | 34 | 0,92 \pm 0,18 | 21 | 0,89 \pm 0,02 |
| Ovino | 135 | 0,94 \pm 0,02 | 31 | 0,96 \pm 0,02 | 78 | 0,90 \pm 0,27 | 27 | 0,89 \pm 0,03 | 8 | 0,90 \pm 0,01 |
| Significancia | | NS | | *** | | *** | | ** | | NS |

** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; NS No significativo.

La capacidad de retención de agua (CRA) y la textura, en calidad de carne fresca de ambas especies (cabras y ovejas) muestran una importante significancia ($P \leq 0,001$), ver Tablas 3 y 4. La retención de agua es causada en principio por inmovilización de agua superficial en dentro de los sistemas miofibrilares, y la textura es el resultado de dos componentes estructurales, las fibras musculares y el tejido conectivo (Mahgoub et al., 2012). En este estudio, una mayor CRA fue determinada para carne de ovino, mientras que una mayor textura fue encontrada para carne de cabra.

Diversos estudios han indicado que la carne de cabra es inherentemente menos tierna que la de ovejas (Roeder et al., 1999; Schonfeldt et al., 1993; Sen et al., 2004). Estas diferencias han sido atribuidas a que los músculos de cabra tienen un contenido de colágeno más alto, con una solubilidad del colágeno más baja (disminución de la capacidad de gelatinizar bajo la influencia del calor y la humedad), y menos grasa intramuscular que las ovejas (Heinze et al., 1987). Además, las fibras musculares de cabras son más gruesas y presentan haces de fibras más grandes que las ovejas (Mahgoub et al., 2012).

A pesar que un mayor descenso de pH y un valor más bajo de pH último fue observado para ovejas (Tabla 1), una mayor CRA fue encontrada (Tabla 3). Esta relación entre pH y CRA no era la esperada, lo que sugiere que se deben considerar otros factores extrínsecos (T° , manejo pre-sacrificio, etc.) o intrínsecos (especie, desarrollo muscular,

etc.) para una mejor interpretación de los resultados. Podríamos especular que la carne de las ovejas Churra Galega son más exudativas que las de las cabras Serrana. Sin embargo, si comparamos la CRA de 22,1 medido para carne ovina con la CRA encontrada por Teixeira et al. (2011), para cabras de la misma especie y edad 22,1 con un pH 5,8 similar al de este estudio, vemos que el comportamiento tiende al esperado.

Tabla 3. Media \pm desviación estándar de la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de caprino y ovino.

| Especie | N | CRA (g. H₂O) |
|----------------------|----------|--------------------------------|
| Caprino | 117 | 17,86 \pm 6,58 |
| Ovino | 134 | 25,08 \pm 6,06 |
| Significancia | | *** |

*** P \leq 0,001

Ahora, si relacionamos el pH inicial de las especies con la textura, se puede ver que un valor de pH más elevado, como es el caso de carne de ovino, ejerce un efecto beneficioso sobre la terneza (Devatkal et al., 2010; Lepetit, 2007; Lepetit, 2008; Neath et al., 2007), es decir, una menor resistencia a la deformación por aplicación de una fuerza, justificando un menor valor de textura para la carne de ovino.

En el mismo sentido, una mayor hidratación o CRA de la carne ovina (Tabla 3) resulta en una mejora de la terneza. (Tabla 4).

La textura encontrada en este trabajo para carne caprina (Tabla 4) difiere un 17% del notificado por Teixeira et al. (2011) después de 120 horas de refrigeración a 4°C (6,9 kgf/cm²).

Tabla 4. Media \pm desviación estándar de la textura de la carne de caprino y ovino.

| Especie | N | Textura (kgf/cm²) |
|----------------------|----------|-------------------------------------|
| Caprino | 116 | 7,89 \pm 1,85 |
| Ovino | 132 | 5,85 \pm 1,70 |
| Significancia | | *** |

*** P \leq 0,001

En la Tabla 5 se muestra las medidas del color inicial obtenido para las canales caprinas y ovinas procedentes de la parte delantera y trasera. El análisis instrumental de éste parámetro revela los valores del color según la escala CIELAB, permitiendo la evaluación de la concentración y forma química de la mioglobina, la morfología de la estructura muscular y la capacidad del músculo para absorber o dispersar la luz incidente (Pratiwi et al., 2007). Los resultados evidencian valores de L* (34,57 vs. 34,12), a*(21,53 vs. 19,45) y C*(24,07 vs. 22,28) significativamente (P \leq 0,001) mayores para ovinos que para caprinos; similar respuesta pero con menor significancia (P \leq 0,01) para b*, 10,69 vs. 10,54; y un valor de H* significativamente (P \leq 0,05) más bajo en ovinos que caprinos 26,42 vs. 28,07, respectivamente.

El parámetro L* cuyo valor de 34,12 para carne caprina es razonablemente comparable al reportado por Teixeira et al. (2011) a 120 horas de refrigeración 32,3 y 22,3 respectivamente. Sin embargo, H*, a* y b* (22,3, 14,4 y 6,0, respectivamente), están un 27, 35 y 75% por encima, respectivamente, de los encontrados en este estudio, 28,07, 19,45 y 10,54, y por lo tanto el Cromo (C*) difiere en un 76%. Se podría especular que la parte proteica de la mioglobina, durante la refrigeración, se ha desnaturalizado más rápidamente durante este estudio y esto ha acelerado la oxidación del hierro y ha producido el ferrihemocromo, que tiene el color marrón y por lo tanto un mayor valor de a*. En cualquier caso, el pH último no sería el factor determinante de estas diferencias, pues fue prácticamente el mismo en los dos casos.

La localización del muestreo tiene un significativo ($P \leq 0,001$) efecto sobre la mayoría de las variables del color: L^* , a^* , H^* y C^* . Mayores valores de L^* , H^* , a^* y como consecuencia de C^* , se encontraron en la parte delantera que trasera del músculo.

Una interacción poco significativa entre la especie y la localización se registra para a^* , b y C^* ($P \leq 0,05$), ver también Figura 5, indicando que estos parámetros del color medidos en distintos puntos de muestreo presentan un comportamiento muy similar en carne de caprina y ovina.

Tabla 5. Media \pm desviación estándar del color inicial de la carne de caprino y ovino.

| Variable | | L^* | a^* | b^* | H^* | C^* |
|---------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Especie | Caprinos | 34,12 \pm 2,43 | 19,45 \pm 3,01 | 10,54 \pm 5,23 | 28,07 \pm 4,81 | 22,28 \pm 5,42 |
| | Ovinos | 34,57 \pm 3,47 | 21,53 \pm 2,74 | 10,69 \pm 1,76 | 26,42 \pm 3,39 | 24,07 \pm 2,94 |
| Localización | Delantera | 34,97 \pm 2,55 | 21,15 \pm 3,12 | 11,01 \pm 1,92 | 27,55 \pm 3,82 | 23,89 \pm 3,34 |
| | Trasera | 33,71 \pm 3,14 | 19,83 \pm 2,90 | 10,23 \pm 5,53 | 26,93 \pm 4,81 | 22,47 \pm 5,57 |
| Efectos principales | Especie | *** | *** | ** | * | *** |
| | Localización | * | *** | NS | *** | *** |
| | Especie Localización | NS | * | * | NS | * |

a, b – Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente:

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; NS $P > 0,05$: No significativo

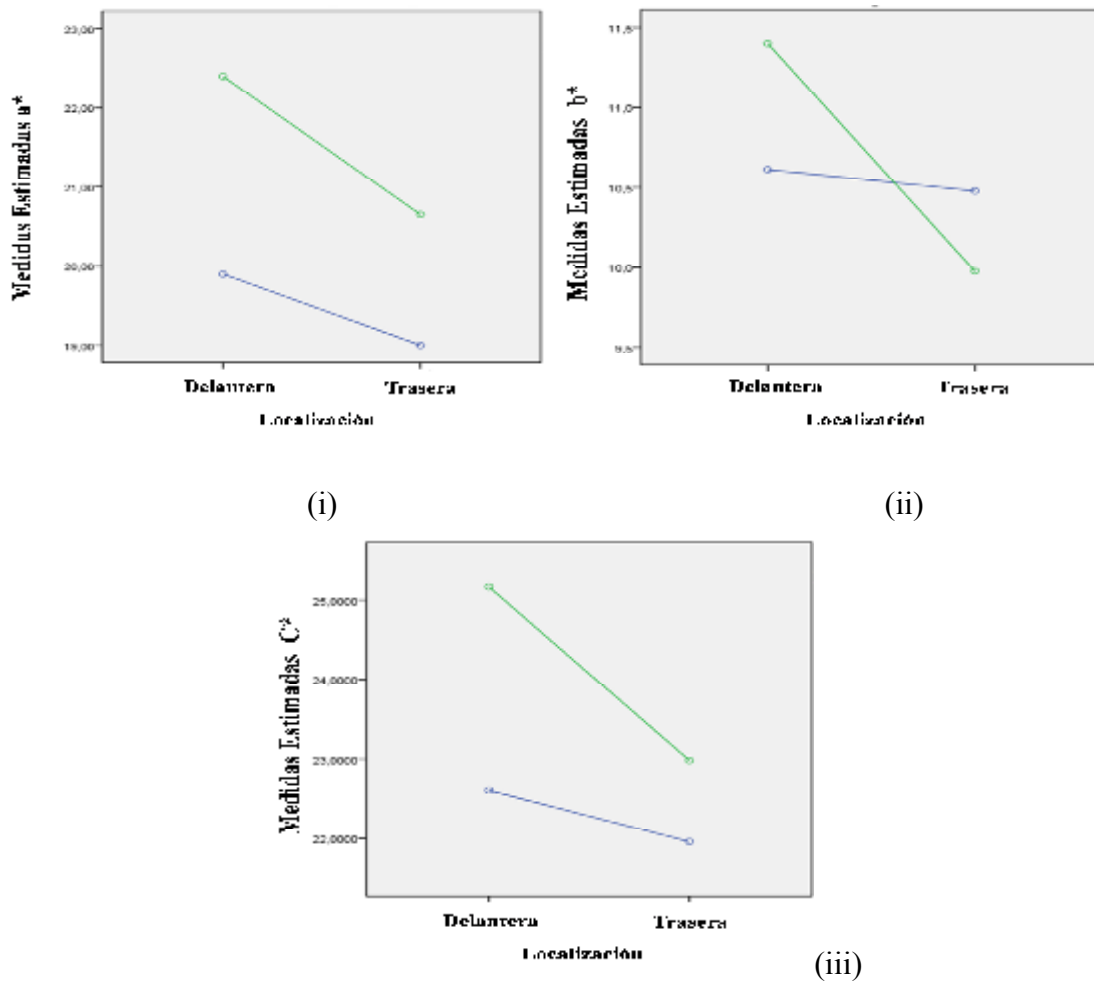


Figura 5. Medias estimadas para (—○—) caprinos y (—○—) ovinos en la parte delantera o trasera del músculo de las variables del color: i) a*, ii) b* y iii) C*.

En la Tabla 6 se muestra el efecto del proceso de salado sobre el color de las canales de ambas especies muestreadas en la zona delantera y trasera. Durante este proceso, los parámetros a* y C* fueron significativamente ($P \leq 0,001$) más altos en cabras que en ovejas 10,72 vs. 8,91 y 13,05 vs. 11,59, respectivamente. No influyó significativamente en su luminosidad (L^*). Mientras que b* y H* fueron significativamente ($P \leq 0,01$) mayores para ovinos que caprinos, 7,02 vs. 6,87 y 39,67 vs. 35,51, respectivamente. Las variaciones de los parámetros del color siguen una tendencia habitual para carnes sometidas a un proceso de salado y almacenamiento (Berian et al., 1997; Devatkal et

al., 2010; Hayes et al., 2007; Rubio et al., 2007a; Rubio et al., 2007b; Teixeira et al., 2011), sin embargo, el cambio más notorio e influyente en la calidad del producto final es el a^* , dado que, indica la estabilidad del color rojo. Para nuestro caso, se observa una importante disminución con respecto al valor de la carne fresca para ambas especies.

Con respecto a la localización, se puede ver que a^* y C^* son significativamente mayores en la delantera que en la trasera, y el parámetro H^* muestra el comportamiento inverso.

No se detectó un efecto significativo sobre la interacción entre especie y localización para todos los parámetros del color.

Teixeira et al. (2011), determinaron valores cercanos de L^* 34,7 y b^* 6,5 a los encontrados en este estudio 30,56 y 6,87, respectivamente, después de someter la carne de cabra Serrana a proceso de salado por un tiempo de 60 horas (alrededor de la mitad del empleado en este estudio, 144 horas). Diferencias de 26% y 84% se pueden calcular entre los parámetros H^* y a^* , y como consecuencia de la variación de este último, una diferencia de 66% entre los valores de C^* .

Tabla 6. Media \pm desviación estándar del color salado final de la carne de caprino y ovino.

| Variable | | L* | a* | b* | H* | C* |
|---------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Especie | Caprinos | 30,56 \pm 3,15 | 10,72 \pm 5,23 | 6,87 \pm 1,99 | 35,51 \pm 12,94 | 13,05 \pm 4,81 |
| | Ovinos | 31,18 \pm 18,55 | 8,91 \pm 4,01 | 7,02 \pm 2,52 | 39,67 \pm 11,13 | 11,59 \pm 4,11 |
| Localización | Delantera | 31,68 \pm 3,24 | 11,38 \pm 5,15 | 7,61 \pm 2,44 | 36,15 \pm 12,76 | 14,02 \pm 4,81 |
| | Trasera | 30,07 \pm 19,14 | 8,25 \pm 3,60 | 6,29 \pm 1,91 | 39,02 \pm 11,40 | 10,61 \pm 3,42 |
| Efectos principales | Especie | NS | *** | *** | ** | *** |
| | Localización | NS | *** | NS | *** | *** |
| | Especie Localización | NS | NS | NS | NS | NS |

a, b – Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente:

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; NS $P > 0,05$: No significativo.

En la Tabla 7 se puede observar el efecto del proceso de secado sobre el color de la carne en los dos puntos de muestreo analizados para cabras y ovejas. Valores de L*, b* y C* significativamente mayores fueron determinados en ovinos que en caprinos, y un valor de a* significativamente ($P \leq 0,01$) menor. La localización de la carne evidencia valores mayores de luminosidad, de a* y C*. No se encontró una interacción significativa entre la especie y localización para todos los parámetros del color, es decir, que el comportamiento de las muestras de carne tanto traseras como delanteras, de cabras y ovejas ante el proceso de secado fue similar.

El proceso de secado aplicado, generó carnes caprinas y ovinas menos luminosas (L*), menos rojas (a*) y amarillas (b*). También fue reducido el valor de H*. Los parámetros a*, H* y C* fueron afectados en mayor proporción en carne ovina. Estos resultados muestran buena concordancia con los encontrados por Teixeira et al. (2011) para carne de cabras y por Beriain et al. (1997) para carne de ovejas.

Tabla 7. Media \pm desviación estándar del Color Secado Final de la carne de caprino y ovino.

| Variable | | L* | a* | b* | H* | C* |
|---------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Especie | Caprinos | 25,27 \pm 3,52 | 7,47 \pm 4,33 | 5,65 \pm 1,66 | 42,28 \pm 16,53 | 9,68 \pm 3,93 |
| | Ovinos | 30,71 \pm 32,28 | 4,63 \pm 2,43 | 5,98 \pm 2,11 | 53,85 \pm 8,44 | 7,65 \pm 3,03 |
| Localización | Delantera | 30,89 \pm 25,03 | 6,74 \pm 4,00 | 6,43 \pm 1,80 | 46,82 \pm 15,18 | 9,62 \pm 3,54 |
| | Trasera | 25,08 \pm 3,55 | 5,36 \pm 3,96 | 5,19 \pm 1,63 | 49,32 \pm 15,63 | 7,71 \pm 3,76 |
| Efectos principales | Especie | * | ** | *** | NS | *** |
| | Localización | * | *** | NS | *** | *** |
| | Especie Localización | NS | NS | NS | NS | NS |

a, b – Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente:

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; NS $P > 0,05$: No significativo.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo fue enfocado a la evaluación de la calidad de mantas cárnicas caprinas y ovinas en función de los parámetros físicos determinados durante su proceso de obtención. Teniendo en cuenta las condiciones experimentales del estudio realizado y los resultados obtenidos, se pueden efectuar las siguientes conclusiones:

1. En carne fresca de cabras raza *Serrana* y ovejas raza *Churra Galega Braganzana*, el pH y la actividad acuosa muestran una evolución similar en el tiempo de refrigeración, mientras que la CRA y textura muestran claras diferencias entre las especies.
2. Los procesos de salado y secado generaron los efectos experimentalmente esperados sobre las variables que determinan el color: una leve disminución de la luminosidad (L^*), una mayor disminución en el índice de rojo (a^*) y amarillo (b^*) y como resultado del Cromo (C^*). Además, se notó un incremento del tono (H^*), que en conjunto favorecen la obtención de un producto cárnico más oscuro.
3. Los parámetros H^* y L^* fueron influenciados de diferente forma, significativamente, por el proceso de salado y secado para carne caprina y ovina, pero esto no alteró significativamente el color.
4. Se encontraron diferencias significativas entre los parámetros del color de las muestras procedentes de la parte delantera y trasera. Mayores significancias fueron encontradas en a^* , H^* y C^* . Un estudio más exhaustivo debe ser llevado a cabo para establecer el efecto del punto de muestreo en la calidad del producto final.
5. La respuesta de las variables del color (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) a lo largo del proceso de elaboración de las mantas siguen el mismo patrón de comportamiento, independientemente de la fuente de localización: delantera o trasera, y de la especie: cabras u ovejas (es decir, que la interacción entre la localización y la especie no fue significativa).

6. La razonable alteración del color derivada de los procesos de salado y secado implementados en este estudio, sugieren la elaboración de mantas cárnicas como una promisorio estrategia de aprovechamiento de la carne fresca que no se incluye dentro de las marcas de calidad DOP e IGP de las razas Serrana y Churra Galega Braganzana.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, M., Sañudo, C., Berge, P., Fisher, A.V., Statmataris, C., Thorkelsson, G., Piasentier, E., 2008. Influential factors in lamb quality. Acceptability of specific designations. In.
- Babiker, S.A., Khider, EI., Shafie, S.A., 1990. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Science* 28, 273-277.
- Bate-Smith, E.C., 1948. The Physiology and Chemistry of Rigor Mortis, with Special Reference to the Aging of Beef. In: Mrak and George, E.M. (Ed.), *Advances in Food Research*, Academic Press, pp. 1-38.
- Batista, A.S.M., Beserra, F., Silva, E.M.C., 2005. Aproveitamento de carne caprina de animais de descarte na formulação de um embutido cru tipo hambúrguer / Exploitation of goat meat of animals of discarding in the formularization of a raw inlaid work type to hamburger. *Higiene Alimentar* 19, 13-18.
- Bendall, J.R., Restall, D.J., 1983. The cooking of single myofibres, small myofibre bundles and muscle strips from beef *M. psoas* and *M. sternomandibularis* muscles at varying heating rates and temperatures. *Meat Science* 8, 93-117.
- Beriain, M.J., Iriarte, J., Gorraiz, C., Chasco, J., Lizaso, G., 1997. Technological suitability of mutton for meat cured products. *Meat Science* 47, 259-266.
- Brian, A.N., Judy, A.H., Mark, A.H., Patricia, K., John, N.S., Elizabeth, L.A., 2004. Effects of Preparation Methods on the Microbiological Safety of Home-Dried Meat Jerky. In: pp. 2337-2341.
- Cañeque, V., Sañudo, C., 2001. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid.
- Comisión Europea. Dirección General de Agricultura, 2004. El sector cárnico de la Unión Europea. In.
- Cosenza, G.H., Williams, S.K., Johnson, D.D., Sims, C., McGowan, C.H., 2003a. Development and evaluation of a cabrito smoked sausage product. *Meat Science* 64, 119-124.
- Cosenza, G.H., Williams, S.K., Johnson, D.D., Sims, C., McGowan, C.H., 2003b. Development and evaluation of a fermented cabrito snack stick product. *Meat Science* 64, 51-57.
- Crouse, J.D., Koohmaraie, M., Seideman, S.D., 1991. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Science* 30, 295-302.

- Delfa, R., Teixeira, A., González, C., Torrano, L., Valderrábano, J., 1999. Utilización de ultrasonidos en cabritos vivos de raza blanca celtiérica, como predictores de la composición tisular de sus canales. *Arch. Zootec* 48, 123-134.
- Devatkal, S.K., Naveena, B.M., 2010. Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. *Meat Science* 85, 306-311.
- Dos santos, S., Duarte, T., Fernandes, F., Meneses, K., Dantas, I., Madruga, M., 2011. 5º Simposio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte-5º SINCORTE. Feira Nacional do Agronegócio da Caprino-Ovinocultura de corte - FENACORTE 2011. In: Avaliação Físico-química da manta ovina salgada de Tauá, Joao Pessoa-Paraíba-Brasil.
- Dzudie, T., Okubanjo, A., 1999. Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams. *Journal of Food Engineering* 42, 103-107.
- Flores, J., Toldrá, F., 2003. *Curing: Processes and applications*. Academic Press London, London.
- François, P., Pires, C.C., Griebler, L., François, T., Soriano, V.S., Galvani, D.B., 2009. Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. *Ciencia Rural* 39, 2584-2589.
- Fратиanni, F., Sada, A., Orlando, P., Nazarro, F., 2008. Micro-Electrophoretic Study of the Sarcoplasmic Fraction in the Dry-Cured Goat Raw Ham. *The Open Food Science Journal* 2, 89-94.
- Gil, M., Serra, X., Gispert, M., Àngels Oliver, M., Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J.L., Campo, M., Oliván, M., Osoro, K., García-Cachán, M.D., Cruz-Sagredo, R., Izquierdo, M., Espejo, M., Martín, M., Piedrafita, J., 2001. The effect of breed-production systems on the myosin heavy chain 1, the biochemical characteristics and the colour variables of *Longissimus thoracis* from seven Spanish beef cattle breeds. *Meat Science* 58, 181-188.
- Guerra, I.C.D., Félex, S.S.S., Meireles, B.R.L.M., Dalmás, P.S., Moreira, R.T., Honório, V.G., Morgano, M.A., Milani, R.F., Benevides, S.D., Queiroga, R.C.R.E., Madruga, M.S., 2011. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. In: pp. 59-63.
- Hamm, R., 1977. Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review. *Meat Science* 1, 15-39.
- Harper, N.M., Getty, K.J.K., Boyle, E.A.E., 2010. Evaluation of sample preparation methods for water activity determination in jerky and kippered beef: A research note. *Meat Science* 86, 527-528.
- Hayes, J.E., Kenny, T.A., Ward, P., Kerry, J.P., 2007. Development of a modified dry curing process for beef. *Meat Science* 77, 314-323.

- Heinze, P.H., Smit, M.C., Naude, R.T., Boccard, R.C., 1987. Influence of breed and age on collagen content and solubility of some ovine and goat muscles. In: Anim.& Dairy Res.Inst., Irene, South Africa, pp. 169-173.
- Hierro, E., de la Hoz, L., Ordoñez, J.A., 2004. Headspace volatile compounds from salted and occasionally smoked dried meats (cecinas) as affected by animal species. Food Chemistry 85, 649-657.
- Honikel, K.O., Kim, C.J., Hamm, R., Roncales, P., 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. Meat Science 16, 267-282.
- Johnson, D.D., McGowen, B., Nurse, B., Anous, R., 1995. Breed types and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. Small Ruminant Research 17, 57-63.
- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Ajmi, D.S., Al-Maqbaly, R.S., Al-Saqri, N.M., Ritchie, A., 2004. An evaluation of the growth, carcass and meat quality characteristics of Omani goat breeds. Meat Science 66, 203-210.
- Konieczny, P., Stangierski, J., Kijowski, J., 2007. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. Meat Science 76, 253-257.
- Lawrie, R., 1998. Avances de la ciencia de la carne. Zaragoza.
- Lee, S.W., Kang, C.S., 2003. Effects of moisture content and drying temperature on the physicochemical properties of ostrich jerky. Nahrung 47, 330-333.
- Lepetit, J., 2007. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. Meat Science 76, 147-159.
- Lepetit, J., 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. Meat Science 80, 960-967.
- Lonnecker, S.M., Boyle, E.A.E., Getty, K.J.K., Buege, D.R., Ingham, S.C., Searls, G.I.N.A., Harper, N.M., 2010. Production methods and product characteristics of jerky produced by small and very small meat processing businesses. Journal of Muscle Foods 21, 826-833.
- Lorenzo, J.M., García Fontín, M.C., Franco, I., Carballo, J., 2008. Biochemical characteristics of dry-cured lacón (a Spanish traditional meat product) throughout the manufacture, and sensorial properties of the final product. Effect of some additives. Food Control 19, 1148-1158.
- Madrugá, M.S., Bressan, M.C., 2011. Goat meats: Description, rational use, certification, processing and technological developments. Small Ruminant Research 98, 39-45.
- Mahgoub, O., Kadim, I.T., Ewbb E.C., 2012. Goat Meat Production and Quality. Preston, UK.

- Marra, A.I., Salgado, A., Prieto, B., Carballo, J., 1999. Biochemical characteristics of dry-cured lacón. *Food Chemistry* 67, 33-37.
- Möhler, K., 1982. *El curado*. Zaragoza.
- Moliner, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., Jaime, I., 2008. The effects of extended curing on the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León. *Meat Science* 80, 370-379.
- Naidoo, K., Lindsay, D., 2010. Survival of *Listeria monocytogenes*, and enterotoxin-producing *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pasteurii*, during two types of biltong-manufacturing processes. *Food Control* 21, 1042-1050.
- Neath, K.E., Del Barrio, A.N., Lapitan, R.M., Herrera, J.R.V., Cruz, L.C., Fujihara, T., Muroya, S., Chikuni, K., Hirabayashi, M., Kanai, Y., 2007. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. *Meat Science* 75, 499-505.
- Oilic, S., Lemoine, E., Gros, J.B., Kondjoyan, A., 2011. Kinetic analysis of cooking losses from beef and other animal muscles heated in a water bath. Effect of sample dimensions and prior freezing and ageing. *Meat Science* 88, 338-346.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United States. In.
- Paleari, M.A., Moretti, V.M., Beretta, G., Mentasti, T., Bersani, C., 2003. Cured products from different animal species. *Meat Science* 63, 485-489.
- Panea, B., Ripoll, G., Alberti, P., Chapullé, J.L., Pina, J.L., 2011. Caracterización de la materia prima para la elaboración de productos cárnicos transformados y precocinados. *Eurocarne*, 49-60.
- Pratiwi, N.M.W., Murray, P.J., Taylor, D.G., 2007. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. *Meat Science* 75, 168-177.
- Purnomo, H., 2010. Physico-chemical and microbial quality of indigenous Indonesian spicy dried meat. *Int J Food Sci Nutr* 62, 133-138.
- Resano, H., Pérez-Cueto, F.J.A., Sanjuán, A.I., de Barcellos, M.D., Grunert, K.G., Verbeke, W., 2011. Consumer satisfaction with dry-cured ham in five European countries. *Meat Science* 87, 336-343.
- Resano, H., Sanjuán, A.I., Cilla, I., Roncalés, P., Albisu, L.M., 2010. Sensory attributes that drive consumer acceptability of dry-cured ham and convergence with trained sensory data. *Meat Science* 84, 344-351.
- Rodrigues, S., Teixeira, A., 2009. Effect of sex and carcass weight on sensory quality of goat meat of Cabrito Transmontano. *American Society of Animal Science* 87, 711-715.

- Rodrigues, S., Teixeira, A., 2010. Consumers' preferences for meat of Cabrito Transmontano. Effects of sex and carcass weight. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8, 936-945.
- Roeder, B., Ramsey, W.S., Hafley, B.S., Miller, R.K., Griffin, D.B., Davis, E.E., Branson, R., 1999. Consumer acceptance and quality profile of goat meat. In: Austin, Texas.
- Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M.D., Rovira, J., Jaime, I., 2007a. Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef Cecina de Leon. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 8, 102-110.
- Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García-Cachán, M.D., Rovira, J., Jaime, I., 2006. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef Cecina de Leon: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science* 74, 710-717.
- Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García-Cachán, M.D., Rovira, J., Jaime, I., 2007b. Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: Cecina de león. *Meat Science* 75, 515-522.
- Salvá, B.K., Zumalacárregui, J.M., Figueira, A.C., Osorio, M.T., Mateo, J., 2009. Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Science* 82, 450-455.
- Sañudo C., Sanchez, A., Alfonso, M., 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49, S29-S64.
- Sañudo, C., Campo, M.M., Sierra, I., María, G.A., Olleta, J.L., Santolaria, P., 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science* 46, 357-365.
- Scaglione, F., Heights, H., Nelson, D., Minn, M., Keesee, R., Iowa, A., Morgan, R., Mich, W., 1988. Process for preparing a meat jerky product. In: United States.
- Schonfeldt, H.C., Naude, R.T., Bok, W., van Heerden, S.M., Sowden, L., Boshoff, E., 1993. Cooking- and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Science* 34, 381-394.
- Sen, A.R., Santra, A., Karim, S.A., 2004. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Science* 66, 757-763.
- Serra, X., Gil, M., Gispert, M., Guerrero, L., Oliver, M.A., Sañudo, C., Campo, M.M., Panea, B., Olleta, J.L., Quintanilla, R., Piedrafita, J., 2004. Characterisation of young bulls of the Bruna dels Pirineus cattle breed (selected from old Brown Swiss) in relation to carcass, meat quality and biochemical traits. *Meat Science* 66, 425-436.

- Teixeira, A., 2003. Goat situation and Research projects in Portugal. *Journal of Animal Science*.
- Teixeira, A., Azevedo, J., Delfa, R., Morand-Fehr, P., Costa, C., 1995. Growth and development of Serrana kids from Montesinho Natural Park (NE of Portugal). In: pp. 263-269.
- Teixeira, A., Pereira, E., Rodrigues, E.S., 2011. Goat meat quality. Effects of salting, air-drying and ageing processes. *Small Ruminant Research* 98, 55-58.
- The Commission of the European Communities, 1987. Evaluation and Control of meat quality in pigs. *Martins Nijhoff*.
- Toldrá, F., 2002. *Dry-Cured Meat Products*. Food & Nutrition Press, INC., 06611 USA.
- Toldrá, F., Hui, Y., Astiasarán, I., Nip, W., Sebraner, J., Silveira, E., Stahnke, L., Talon, R., 2007. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell publishing, Iowa, USA.
- Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y., 1997. Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry* 59, 523-530.
- Vergara, H., Berruga, M., Gallego, L., 2002. Evolución de los parámetros de calidad de la carne de cordero de raza manchega conservada en vacío. In: *Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, Valencia.
- Warris, P.D., 2000. *Meat Science and Introductory Text*. UK.