



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE  
BUENOS AIRES**

**Tesis para optar al título de  
Máster Internacional en Tecnología de los Alimentos**

**Desarrollo de un producto en base a carne de cordero  
con énfasis en su contenido de sodio**

**Autor: Vet. Trinidad Soteras**

**Director: Dra. Gabriela María Grigioni**

Buenos Aires, marzo de 2016

## **Agradecimientos**

Quiero darle las gracias muy especialmente al Instituto Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por ofrecerme la oportunidad de realizar y concretar esta carrera de posgrado.

Esta Tesis fue posible gracias a todos mis compañeros y amigos del Instituto Tecnología de Alimentos. Gracias por colaborar en mis ensayos y enseñarme todo lo que hizo falta con paciencia. Gracias al Área de Bioquímica por hacer los ensayos tan divertidos, en especial a Seba. A Martín en el Área de Microbiología. A Lean y Joaquín por el aliento incondicional día tras día. A Kari, una técnica de oro. A Li, Manu y Fer, por quererme tanto! A mi director de beca, Fer, por brindarme su apoyo, por dejarme ser y tener plena fe en mí en esta etapa de formación profesional; a mi directora de Tesis Gaby, por aceptar la dirección con tanto cariño, por enseñarme y guiarme tan ordenada y pacientemente; a los Laboratorios © Tate&Lyle y Arysa Argentina S.A. por brindarme materias primas indispensables para el desarrollo del producto. A Guillermo Hough por sus directivas vía mail.

A Juan, mi amor y sostén emocional, día a día. No hay palabras que describan el aguante; esta Tesis es mitad tuya.

A mi mamá Norita y a mi papá Dali, mis ejemplos de sacrificio, a quienes les debo y dedico todo lo que hice y haré. A Moni, mi hermana y maestra particular desde chiquita y de quien atesoro cada enseñanza. A mi hermana Pili que me sigue mimando como su hermanita menor. A mi hermano (Fa) que me enorgullece y motiva desde el exterior.

A mis amigas y amigos por la comprensión y contención diaria en esta profesión que tanto me apasiona.

Esta Tesis está dedicada a mis sobrinos: Josefina, Felipe, Manuela, Jerónimo y Álvaro.





<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. SITUACIÓN DEL SECTOR OVINO EN ARGENTINA.....</b>	<b>9</b>
1.1.1. Producción de carne ovina.....	12
1.1.2. La producción ovina en la Mesopotamia .....	14
<b>1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CORDERO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. PRODUCTOS CÁRNICOS: RELEVANCIA DE LA SAL EN SU ELABORACIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.3.1. La sal.....	17
1.3.2. La sal en el alimento .....	18
1.3.3. Las desventajas de la sal: los riesgos del consumo de sodio en exceso.....	18
1.3.4. Alternativas para la reducción de sodio en los alimentos .....	21
<b>1.4. LA HAMBURGUESA EN ARGENTINA.....</b>	<b>23</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>26</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>26</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1. ANIMALES .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2. TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....</b>	<b>29</b>
3.3.1. Determinación de pH.....	29
3.3.2. Determinación del color.....	29
3.3.3. Determinación de mermas por cocción.....	30
3.3.4. Evaluación de la resistencia a un esfuerzo de cizalla.....	30

3.3.5. Determinación de extracto etéreo .....	31
3.3.6. Determinación de la composición de ácidos grasos .....	31
<b>3.4. DESARROLLO DE LAS HAMBURGUESAS .....</b>	<b>33</b>
3.4.1. Materiales .....	33
3.4.2. Protocolo de elaboración de las hamburguesas .....	35
3.4.3. Cocción.....	36
<b>3.5. EVALUACIÓN SENSORIAL .....</b>	<b>38</b>
3.5.1. Reclutamiento, selección y entrenamiento de evaluadores.....	39
3.5.1.1. <i>Etapa de identificación de gustos básicos y metálico.</i> .....	39
3.5.1.2. <i>Prueba de ordenamiento por intensidad de gusto salado</i> .....	40
3.5.1.3. <i>Determinación del mejor umbral estimado grupal</i> .....	41
3.5.1.4. <i>Entrenamiento en gusto salado con hamburguesas</i> .....	42
3.5.2. Prueba pareada bilateral.....	42
3.5.3. Prueba de aceptabilidad sensorial .....	43
<b>3.6. CALIDAD DE PRODUCTO .....</b>	<b>43</b>
3.6.1. Determinación de rendimiento a la cocción.....	43
3.6.2. Medición de pH en hamburguesas cocidas .....	44
3.6.3. Análisis de Humedad Expresable (HE) .....	44
3.6.4. Análisis del perfil de textura instrumental (TPA).....	45
3.6.5. Determinación del contenido de sodio.....	46
3.6.6. Determinación de extracto etéreo .....	46
3.6.7. Determinación del perfil de ácidos grasos .....	46
3.6.8. Determinación de proteínas totales.....	47
3.6.9. Determinación de humedad, sólidos totales y cenizas.....	48
3.6.10. Evaluación de la calidad higiénica.....	48
<b>3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>51</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>

<b>4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL .....</b>	<b>53</b>
4.1.1. Etapa de entrenamiento y selección de los evaluadores .....	53
4.1.2. Fase de entrenamiento de evaluadores en percepción de gusto salado sobre el producto .....	56
<b>4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....</b>	<b>57</b>
4.2.1. Caracterización fisicoquímica.....	57
4.2.2. Caracterización bioquímica .....	60
<b>4.3. DESARROLLO DE LA HAMBURGUESA DE CORDERO Y DISMINUCIÓN DE SU CONTENIDO DE SODIO .....</b>	<b>64</b>
<b>4.4. CALIDAD DE PRODUCTO .....</b>	<b>69</b>
4.4.1. Determinación del contenido de sodio.....	69
4.4.2. Análisis del perfil de textura instrumental.....	70
4.4.3. Capacidad de retención de agua.....	72
4.4.4. Composición proximal.....	74
4.4.5. Composición lipídica .....	75
4.4.6. Evaluación de la calidad higiénica.....	77
4.4.7. Estudio de la aceptabilidad sensorial del producto con consumidores .....	78
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>
<b>VII. ANEXO .....</b>	<b>95</b>



## Resumen

En Argentina la carne de cordero es la menos consumida en relación a las demás carnes (1,5kg/hab/año de un total aproximado de 127 kg de carne/hab/año). Este producto no forma parte de la dieta habitual por múltiples razones: por falta de costumbre y desconocimiento, porque no se ofrece en cortes prácticos, porque su disponibilidad suele ser más bien estacional y por prejuicios en cuanto a su valor nutricional, entre otras causas. Por otro lado la hamburguesa es uno de los productos congelados más consumidos y uno de los productos cárnicos más comunes, extensamente aceptado por la población. En general este es un producto cárnico que contiene elevadas cantidades de sodio. En relación a esto, uno de los problemas más preocupantes de la actualidad a nivel global son las enfermedades no transmisibles que generan en conjunto más muertes al año que todas las demás causas combinadas. La hipertensión es la principal causante de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares y se relaciona íntimamente con consumo elevado de sodio de la población. En Argentina se consumen en promedio 12g de sal por día ( $\approx 4800$ mg de sodio) cuando el máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud son 5g ( $\approx 2000$ mg de sodio). Aproximadamente el 70% del sodio que se ingiere diariamente proviene de los alimentos procesados y ultraprocesados, y el estilo de vida actual de las sociedades urbanas está ligado al incremento de su consumo.

Sin embargo, es posible la reducción de sodio en los alimentos por diversas técnicas. La legislación actual contempla esta problemática y mediante la Ley de regulación del consumo de sodio tiende a adecuar los contenidos hacia valores mínimos.

El objetivo de esta Tesis fue desarrollar un producto a base de carne de cordero como alternativa innovadora para incentivar el consumo de este tipo de carne, poniendo especial énfasis en su contenido de sodio sin afectar la percepción de gusto salado.

Se trabajó con carne de corderos de  $\approx 25\text{kg}$  de peso vivo procedentes de la Región Mesopotámica argentina.

Como estrategia para generar un producto con menor contenido de sodio sin alterar la percepción de gusto salado, se utilizó una sal especial conformada por microesferas cristalinas huecas de cloruro de sodio de  $10\text{-}20\mu\text{m}$  de diámetro (SODA-LO™). Al no disponer en nuestro mercado de productos cárnicos similares, se definió como referencia del contenido de sodio la concentración mínima hallada entre las hamburguesas de carne bovina disponibles comercialmente.

Se caracterizó la calidad de carne de los corderos utilizados. La misma presentó valores de pH normales ( $\text{pH}_{45}$ :  $6,67 \pm 0,16$ ;  $\text{pH}_u$ :  $5,72 \pm 0,16$ ), parámetros de color:  $L^*$ :  $35,85 \pm 3,27$ ,  $a^*$ :  $13,13 \pm 2,11$ ,  $b^*$ :  $11,75 \pm 1,31$ , pérdidas por cocción ( $39,50 \pm 3,12\%$ ) levemente mayores a los reportadas por otros autores, resistencia a un esfuerzo de cizalla ( $29,95 \pm 3,49\text{N}$ ) similar a las reportadas en corderos livianos, contenido de grasa intramuscular ( $2,35 \pm 0,76\text{g}/100\text{g}$  de carne) reducido con respecto a la bibliografía revisada y composición lipídica comparable, constituyendo una materia prima de calidad.

Se logró formular una hamburguesa con un 17% de reducción de sodio respecto a la hamburguesa control. Para definir esta formulación se constituyó un panel sensorial de evaluadores entrenados en percepción de gusto salado con el cual, mediante pruebas, se determinó la formulación a la que no se hallaron diferencias estadísticamente significativas de gusto salado con respecto a la hamburguesa control.

El producto final presentó calidad microbiológica (recuentos totales en placa  $4,17$  y  $6,11 \log \text{UFC}/\text{g}$  y recuento de coliformes totales hasta  $43 \text{ NMP}/\text{g}$ ), propiedades tecnológicas aceptables (rendimiento luego de cocción:  $77,07 \pm 4,31\%$ , Humedad Expresable:  $20,92 \pm 1,26\%$ , análisis del perfil de textura: dureza:  $271,51 \pm 19,58\text{N}$ , elasticidad:  $0,81 \pm 0,03$ , cohesividad:  $0,54 \pm 0,05$ , masticabilidad:  $119,24 \pm 23,25\text{N}$ ) y propiedades nutricionales comparables a las hamburguesas

comerciales (por porción de 70g: valor energético 125 Kcal; proteínas 12,11g; grasas totales 8,53g de las cuales: grasas saturadas 4,07g y grasas trans 0g, y sodio 371mg).

Como herramienta a considerar para una futura comercialización de las hamburguesas de cordero, es importante destacar que el producto final obtuvo un nivel alto aceptabilidad sensorial en la prueba realizada con consumidores, con un 87,5% de opiniones positivas.

Abstract

# **Abstract**

## **Development of a lamb meat product with emphasis on its sodium content**

Lamb meat is the less consumed by the population in Argentina comparing to all other meats (1.5kg/hab/year of a total meat consumption of 127kg/hab/year). The lack of habit and knowledge plus a prejudgment regarding its nutritional value are some of the reasons. Its seasonal availability and the absence of cuts also play an important role.

On the other hand, the burger is one of the most consumed frozen products and one of the most common meat products extensively accepted by the population. In general, this is a meat-based product that contains high amounts of sodium. In this regard, one of major topics globally speaking today are the non-communicable diseases (NCDs), that yearly cause more deaths than all other causes combined.

Hypertension is the principal cause of heart diseases and strokes and it is intimately related to the excessive intake of sodium within the population. The mean intake of salt in Argentina is 12g daily ( $\approx 4800$ g of sodium) despite the recommendation of the WHO is 5g/day ( $\approx 2000$ mg of sodium). Approximately 70% of the sodium daily intake comes from processed and ultra-processed food. It is worth pointing out that the actual lifestyle of urban communities is linked to the increase of consumption of these.

Nevertheless, it is possible to reduce food sodium through various techniques. The current legislation contemplates this problematic and, through the Regulation of Sodium Intake Statute, tends to adequate the contents to minimum values.

The aim of this Thesis was to develop a product made with lamb meat as an innovative alternative to encourage the consumption of this type of meat with special attention to its sodium content without affecting the perception of a salty taste.

The lambs used in this work ( $\approx 25$ kg live weight) came from the Mesopotamic Region of Argentina and it was used a special salt conformed of hollow crystalline microspheres of sodium chloride (NaCl) of 10-20 $\mu$ m of diameter (SODA-LO™). This salt constituted the strategy to achieve the same salty perception with less sodium content. Due to the absence of similar lamb meat products in the local market, it was defined as reference of the sodium content the minimum found among beef burgers available in the local market.

Meat quality of lambs was assessed. pH values were normal (pH<sub>45</sub>:  $6.67 \pm 0.16$ ; pH<sub>u</sub>:  $5.72 \pm 0.16$ ); meat color parameters (L\*:  $35.85 \pm 3.27$ , a\*:  $13.13 \pm 2.11$ , b\*:  $11.75 \pm 1.31$ ) showed differences with respect to other sources consulted; cooking loss values ( $39.50 \pm 3.12\%$ ) were slightly higher than the reported by other authors; the results of Warner Bratzler Shear Force ( $29.95 \pm 3.49$ N) were similar to the reports in light lambs. Intramuscular fat value ( $2.35 \pm 0.76$ g/100g of meat) was the lowest respect to values reported by other authors and lipid composition was comparable, constituting a quality raw material.

A lamb burger with 17% less sodium with respect to the control burger was developed. To define that formulation, a sensory panel of members was trained in salty taste perception to establish the formulation where no statistically significant differences in salty taste respect to the control burger were found.

The final product presented microbiological quality (total plate counts between 4.17 and 6.11 log CFUs/g and total coliform counts to 43 MPN/g), acceptable technological properties (Cooking Yield:  $77.07 \pm 4.31\%$ , Expressible Moisture:  $20.92 \pm 1.26\%$ , Texture Profile Analysis: hardness:  $271.51 \pm 19.58$  N, springiness:  $0.81 \pm 0.03$ , cohesiveness:  $0.54 \pm 0.05$ , chewiness:  $119.24 \pm 23.25$  N) and nutritional properties comparable to those of commercial burgers (per portion of 70g: energetic value 125Kcal; protein 12.11g; total fat: 8.53g of which: saturated fats: 4.07g and trans fat: 0g; and sodium 371mg)

The final product obtained a high rate in hedonic test with consumers, with 87.5% of positive reviews. This result is an essential tool to be taken into consideration in a future commercialization of lamb burgers.

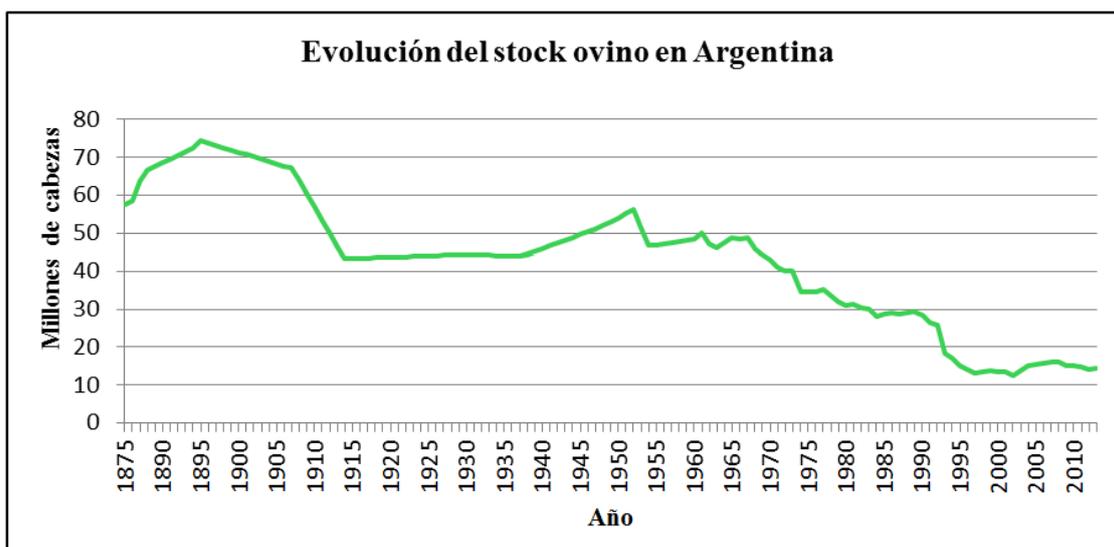
# Introducción

---

# I. Introducción

## 1.1. Situación del sector ovino en Argentina

El stock ovino nacional fue decreciendo desde finales del siglo XIX, momento en el que Argentina contaba con 74.379.000 cabezas. El ovino fue desplazado de las áreas de mayor aptitud agrícola hacia las áreas marginales agropecuarias (Patagonia, Oeste, NEA) con la reducción consiguiente del stock nacional. En 1930 el país poseía alrededor de 45 millones de cabezas. Durante los siguientes 40 años, con el 50% del stock en la Patagonia, el principal producto fue la lana, siendo la carne un subproducto. El sector perdió rentabilidad por políticas agrarias de impuesto a las exportaciones lo cual provocó un aumento del número de cabezas con el consecuente sobrepastoreo que contribuyó a la desertificación de la Patagonia. En la década del 80 el stock era de alrededor de 36 millones de cabezas ovinas. En la década del 90 disminuyeron las existencias mundiales por una crisis en el mercado de lanas y a nivel nacional se vieron afectados todos los eslabones de la cadena de valor. En 2002 el sector se vio beneficiado por el tipo de cambio alto lo que generó un aumento en los precios internacionales de carne y lana. A su vez se sancionó la Ley Nacional N° 25.422 para la Recuperación de la Ganadería Ovina destinada a lograr la adecuación y modernización de los sistemas productivos ovinos para permitir su sostenibilidad a través del tiempo manteniendo e incrementando las fuentes de trabajo y la radicación de la población rural (Iglesias, 2003). En la Figura 1 se muestra la evolución del stock ovino en Argentina.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de fostat3.fao.org

**Figura 1.** Evolución del stock ovino en Argentina

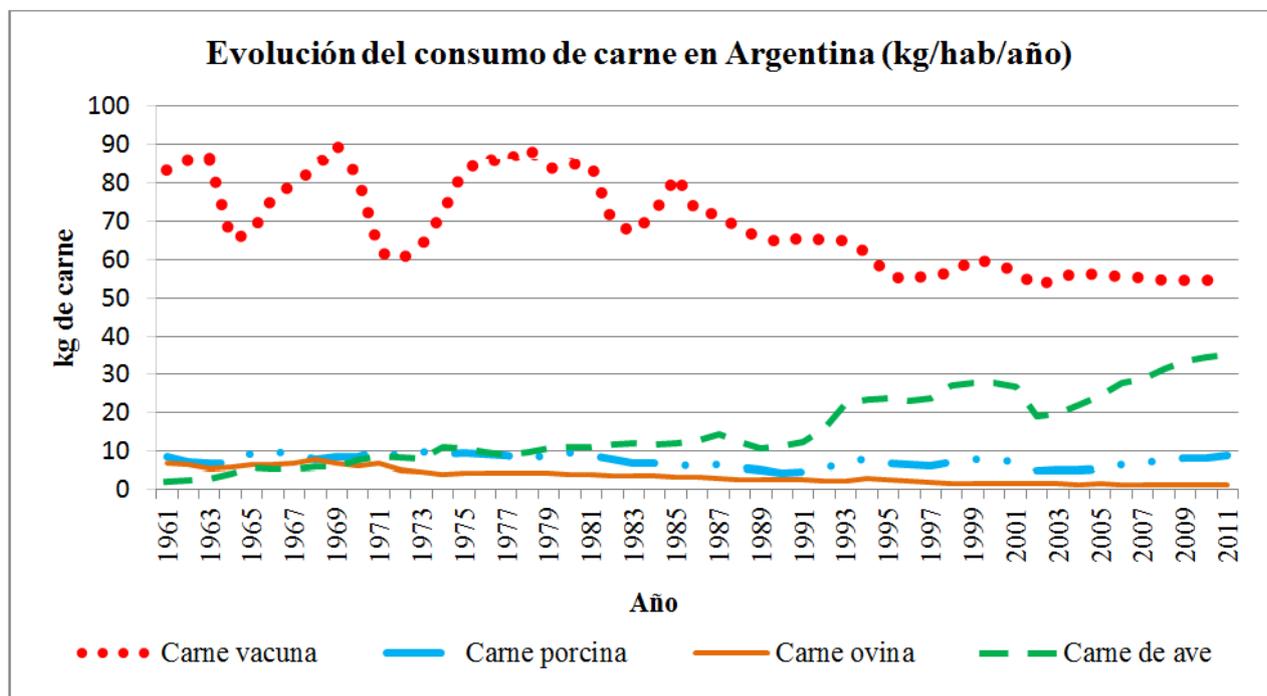
Argentina cuenta con siete frigoríficos exportadores de carne ovina patagónica. La producción ovina es una de las pocas actividades viables en la Patagonia, mientras que en el resto del país se combina con otras actividades (ganadería bovina en la Mesopotamia, agricultura y ganadería bovina en la Pampa Húmeda, caprinicultura en el NEA, el NOA y Cuyo) (Iglesias, 2003). El status sanitario de las regiones ovinas extra patagónicas, como la Pampa Húmeda y la Mesopotamia, constituye un impedimento para el acceso a la cuota de Europa.

En la actualidad el consumo de carne ovina en Argentina se relega a situaciones particulares (días festivos) o a poblaciones puntuales, siendo una carne que se elige "para variar" y "porque es muy sabrosa" sin tener en cuenta su calidad nutricional, destacándose una notable falta de hábito debido a la ausencia de disponibilidad de cortes lo que conlleva a impracticidad y dificultad de preparación (IPCVA y TNS Gallup, 2008; Bifaretti, 2004). Según indican Bordenave y Solanet (2004) la falta de hábito de consumo es consecuencia de la despoblación ovina de los últimos 50 años, que ha llevado a la falta de producto. En relación a esto Mc. Cormick (2004) plantea que las debilidades del producto se centran en el desconocimiento por parte de los consumidores, la ausencia de oferta

de cortes que permitan el almacenamiento y faciliten la cocción, precios irregulares y escasez de información.

Según Moré *et al.* (2000) la carne ovina cuenta con una imagen global satisfactoria por parte de los consumidores más allá de su posición relegada con respecto a otras carnes, motivo por el cual propone que una solución posible para lograr la potencialidad que indica su imagen, sería modificar las condiciones de oferta (productos, presentaciones, diseños, destinatarios) y proporcionar información culinaria en forma de preparaciones sencillas y considerando el tipo de consumidores.

En la Figura 2 se puede observar la variación en el consumo de carne ovina en relación al tiempo y la comparación respecto a las demás carnes. Se observa el consumo de carne ovina siempre en última posición y con una tendencia invariante a lo largo del tiempo. Los argentinos consumen en promedio apenas 1,5kg de carne ovina por año (MAGyP, 2011).



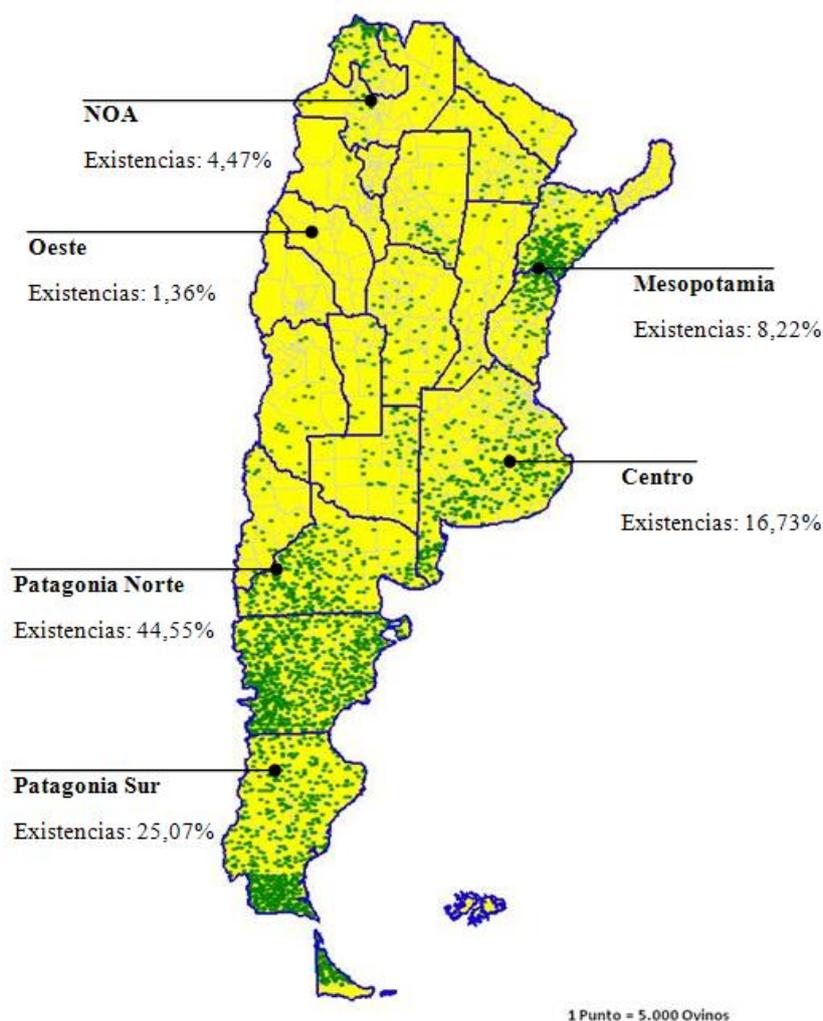
Fuente: elaboración propia a partir de fostat3.fao.org

**Figura 2.** Evolución del consumo de las distintas carnes (kg/hab/año)

### 1.1.1. Producción de carne ovina

En Argentina unos 70-80 mil productores tienen 14-15 millones de ovinos. El 85% de los productores posee menos de 100 animales en sistemas de producción mixtos o de pequeña agricultura familiar. La producción ovina argentina es de tipo doble propósito de carne y lana basada principalmente en las razas Merino y Corriedale. Un punto remarcable es que el sacrificio comercial alcanza solo el 26% del total mientras que el resto corresponde a sacrificio informal en los propios ranchos (Mueller, 2013).

La producción ovina en Argentina se concentra principalmente en zonas con características definidas: Patagonia, Pampeana o Central, Mesopotamia, Oeste y Noroeste argentino (Figura 3).



Fuente: Sistema de Gestión Sanitaria/SIGSA - Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales - Dirección Nacional de Sanidad Animal. SENASA

**Figura 3.** Distribución del stock ovino en Argentina

La Región Mesopotámica, con un 8% de las existencias ovinas, abarca principalmente el sur de la provincia de Corrientes y el norte de Entre Ríos. La principal actividad es la ganadería mixta de ovinos y bovinos de forma extensiva, siendo esta una condición que permite el uso adecuado de los recursos naturales de la zona. Las principales razas son: Corriedale, Romney Marsh e Ideal.

La Región Pampeana contiene alrededor del 17 % del stock, aportando Buenos Aires el 17 % del total y el resto La Pampa. El ovino se integra con otras explotaciones ganaderas bovinas y agrícolas con un rol secundario (majadas de consumo).

La Patagonia cuenta con el 70 % de las existencias ovinas del país. En la mayor parte de la región la oveja es la única explotación ganadera, encontrándose zonas de ganadería mixta ovino-bovino al norte (parte de Río Negro y Neuquén) y al extremo sur (Tierra del Fuego).

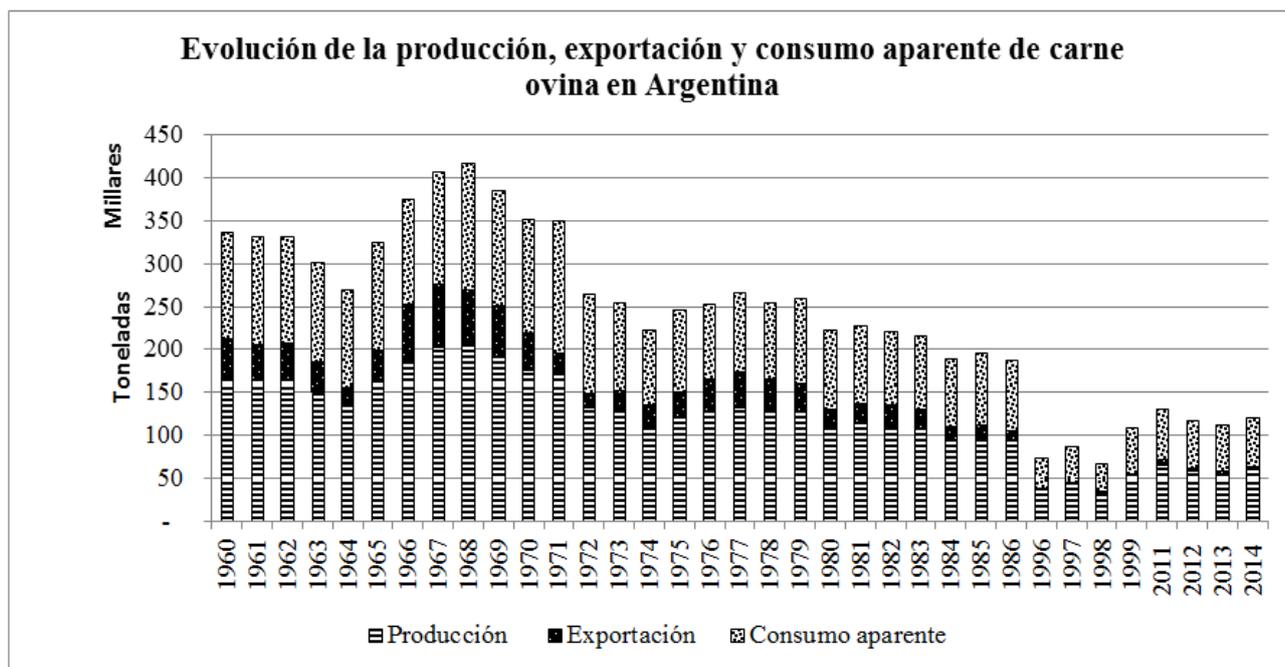
El NOA contiene explotaciones de carácter familiar. La oveja provee directamente alimento, vestimenta, y materia prima para labores de artesanía regional. Son generalmente sistemas mixtos con caprinos o camélidos sudamericanos (alpaca, vicuña o llama) (FCV-UNNE, 2011).

En Argentina la producción de carne ovina consiste básicamente en la producción de corderos livianos, siendo diciembre, enero, febrero y marzo los meses que registran mayores valores de faena. La faena nacional se compone de un 64% de corderos, un 5% de borregos, un 11% de capones, un 19% de ovejas y un 1% de carneros. El cordero se consume en ciertas épocas del año a nivel local (fiestas de fin de año, pascuas, etc.), mientras que el resto de los meses se vuelca gran parte a la exportación. La oveja se destina mayormente a exportación y el capón se destina a consumo interno especialmente en Chubut y Río Negro.

La Unión Europea adjudica a la Argentina una cuota anual de exportación de carne ovina de 23.000 toneladas, de las cuales se utiliza apenas un 20%. La Región Patagónica es libre de fiebre aftosa sin vacunación y el país es libre del “prurigo lumbar” (Scrapie), siendo estas, condiciones que le otorgan ventajas para comercializar en mercados exigentes. El 85% de la carne ovina se exporta a

Europa y el 80% proviene de la Patagonia. El 70% se exporta en carcasa y dos tercios de la carne exportada es de cordero (Iglesias, 2013).

En la Figura 4 se muestra la evolución de la exportación de carne ovina y su relación con la producción y el consumo aparente.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Ministerio de Agroindustria

**Figura 4.** Evolución de la producción, exportación y consumo aparente de carne ovina en Argentina

### 1.1.2. La producción ovina en la Mesopotamia

El área de la Mesopotamia Argentina dedicada a la cría ovina comprende alrededor de 56.000 km<sup>2</sup> entre el norte de la provincia de Entre Ríos y el centro sur de la provincia de Corrientes. Ambas provincias cuentan con alrededor de 1.400.000 ovinos y la mayoría forma parte de sistemas de agricultura familiar. Los sistemas de producción predominantes son de tipo extensivo con pastoreo mixto bovino-ovino sobre campo natural, con una incidencia del 15 al 30% del ovino sobre la carga total. Una característica de la producción, que viene desarrollándose hace más de una década, es que la misma es sustentable. El campo natural, bajo monte, es el único recurso del ovino y se compone

básicamente de gramíneas de mediano y bajo porte con escasa presencia de leguminosas debido al bajo tenor de fósforo en el suelo de la zona entre otros factores. El ciclo de las especies del pastizal natural es primavera-estivo-otoñal (Gambetta y Pueyo, 2004).

La oferta de corderos livianos está estacionalizada en los meses de verano, siendo el resto del año escasa. El 90% de los corderos de la región se venden en pie a industrias frigoríficas de la provincia de Buenos Aires. La industria faena y congela las carcasas de los corderos enteras. Una parte importante es destinada a los mercados urbanos de la Ciudad de Buenos Aires y zona Metropolitana y en menor medida a ciudades como Paraná, Corrientes, Rosario, Santa Fe y Córdoba, principalmente para el mes de diciembre en el que se registra el pico más alto de consumo. La forma de presentación ofrecida al consumidor es la carcasa entera (de 9 a 12 kg) y envuelta en bolsa de nylon (Gamez, 2014).

## **1.2. Características de la carne de cordero**

La carne ovina producida en sistemas pastoriles comparada con la carne producida en sistemas intensivos es más magra, tiene un menor aporte de grasa saturada y de colesterol. La carne y grasa de los rumiantes es una de las pocas fuentes grasas con bajos niveles de  $n-6$  y constituye una opción ideal para bajar el aporte excesivo de este en la dieta actual. La carne de cordero representa un mayor aporte de ácidos grasos  $n-3$  (ácido linolénico: 1,37 mg/100mg de ácidos grasos) comparado con otras carnes como la de cerdo o bovino cuyo contenido es de 0,70 y 0,95mg/100mg respectivamente (Linares *et al.*, 2012). Estas características dan como resultado una relación  $n-6/n-3$  óptima. Las concentraciones de los isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA) también son superiores en la carne del animal criado sobre pasturas (García, 2004). Los pastos transmiten a la carne antioxidantes naturales como la vitamina E y el beta-caroteno (pro vitamina A). También aporta vitaminas del grupo B (sobre todo vitamina B6 y B12).

La carne de cordero contiene proteínas de alto valor biológico, aportando todos los aminoácidos esenciales. Entre los minerales más importantes que contiene se encuentran el hierro, el zinc, el potasio y el fósforo. Cabe destacar que es una de las carnes con menor contenido en sodio. La calidad de la canal es influida por diversos parámetros entre los cuales se encuentran el peso, la conformación, el grado de engrasamiento y la composición de nutrientes (MAGyP, 2014).

En la carne de cordero, la ternura y el flavor son algunos de los atributos sensoriales más importantes para el consumidor (Martinez-Cerezo *et al.*, 2005; Linares *et al.*, 2012). Ambos están determinados por el nivel de grasa.

En Argentina la carne de cordero se ofrece al consumidor en forma de canal entera, no hallándose cortes que faciliten su almacenamiento y posterior cocción, ni productos cárnicos de consumo masivo. El sector gastronómico de ciertas regiones del país, como es la Patagonia, ofrece recetas variadas que utilizan cordero como principal ingrediente en platos gourmet. Países del resto del mundo (EEUU, Europa, Oceanía) cuentan con una oferta completa de cortes, carne picada, productos elaborados (salchichas, hamburguesas, panceta, paté, fiambres, charqui) y menudencias (lengua, corazón, riñones, hígado, mollejas, corazón). Alrededor del mundo se consiguen hamburguesas de cordero comercializadas por distintas marcas: Wiki Meat (Nagoya, Japón), Lobel's (Nueva York, EEUU), President Choice (Ontario, Canadá), Port Royal, Stilton Butchers' y Cleone Foods Ltd (Reino Unido), Daylight Family Farms (Indiana, EEUU), Omaha Steaks (EEUU), Cattle Country (Australia).

### **1.3. Productos cárnicos: relevancia de la sal en su elaboración**

La sal es uno de los ingredientes más utilizados en el procesamiento de cárnicos. Es fundamental en la calidad de estos productos por su contribución a la capacidad de retención de agua, al color, al flavor y a la vida útil (Ruusunen, 2005). También mejora las propiedades ligantes de agua y grasa de los productos dando como resultado la formación de la textura de gel deseada luego de la

cocción (Russunen, 2005). La influencia que tiene la sal sobre la disminución de la actividad de agua puede llevar a un incremento en la concentración de sabores y al aumento de la volatilidad de compuestos del flavor intensificando el aroma del alimento (IOM, 2010).

La sal aumenta la hidratación de las proteínas así como la unión de las proteínas entre sí y con la grasa, promoviendo la estabilización de las emulsiones de carne picada y grasa. La hidratación de las proteínas es activada cuando la sal modifica el punto isoeléctrico de las proteínas de la carne hacia valores de pH menores (Cluff, 2015). Las proteínas miofibrilares solubilizadas forman un exudado pegajoso en la superficie de las piezas de carne y luego estas se unen durante la cocción. Esto se debe a la formación de una matriz de proteínas coaguladas por el calor alrededor de las piezas de carne que atrapa el agua libre y los glóbulos de grasa (Cluff, 2015).

En cuanto a la inocuidad de los productos, las concentraciones de sal requeridas para limitar el crecimiento de patógenos varían dependiendo de las especies microbianas pero también del pH, la temperatura, los niveles de oxígeno y otros componentes de la comida como la humedad, la grasa y la presencia de aditivos (Doyle and Glass, 2010 en Cluff, 2015).

### **1.3.1. La sal**

La utilización de sal está generalizada en toda la gastronomía y la industria mundial, bien sea como condimento, como conservante para los alimentos o en sus usos no alimentarios. Por otra parte, bajo la recomendación de la OMS y UNICEF, cumple una función esencial como vehículo de yodo y flúor contribuyendo a la erradicación de enfermedades de gravedad en la población mundial.

Para el consumidor, la sal más popular es la tradicional sal fina, de mesa o común, que se emplea mayoritariamente para cocinar y sazonar los platos. Está compuesta aproximadamente por un 40% de sodio y un 60% de cloruro.

El sodio es el principal catión extracelular del cuerpo, y es un nutriente esencial para el mantenimiento del volumen plasmático, el balance ácido-base, la transmisión del impulso nervioso

y el normal funcionamiento celular. Cerca del 100% del sodio que se ingiere es absorbido durante la digestión y la excreción urinaria es el principal mecanismo para el mantenimiento del balance de este mineral (Holbrook *et al.* en WHO, 2012). Aún en climas húmedos y cálidos, hay mínimas pérdidas de sodio a través de heces y transpiración.

### 1.3.2. La sal en el alimento

La sal se adiciona al alimento por diferentes motivos entre los cuales cabe destacar:

- |  |  |
|--|--|
| <b>Realza el flavor</b>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• proporciona gusto salado;</li><li>• aumenta el equilibrio de sabor y, en baja concentración, intensifica el gusto dulce realzando la dulzura de los ítems azucarados;</li><li>• enmascara ciertas "notas" como amargor y gustos extraños que pueden resultar de los alimentos procesados</li></ul> |
| <b>Conserva la frescura</b>              | <ul style="list-style-type: none"><li>• prolonga la vida útil;</li><li>• inhibe el crecimiento de bacterias mediante la reducción de la actividad de agua de los alimentos;</li></ul>  |
| <b>Mejora la textura y la apariencia</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• hace que el producto parezca más completo;</li><li>• realza el color, ya sea natural o artificial, y el matiz;</li><li>• ayuda a retener humedad en productos cárnicos;</li><li>• estabiliza la textura mediante su efecto en la gelatinización de las proteínas.</li></ul>                        |

Fuentes: NCCDPHP y ABOUT FOOD © 2016

### 1.3.3. Las desventajas de la sal: los riesgos del consumo de sodio en exceso

Las enfermedades no transmisibles (ENT) son las principales responsables de la mortalidad y morbilidad globalmente, provocando más muertes cada año que todas las otras causas combinadas. El consumo elevado de sodio ha sido asociado con un gran número de ENT (incluyendo enfermedad cardiovascular y accidente cerebro vascular), y una disminución en su ingesta podría reducir la presión sanguínea y el riesgo asociado a las ENT. Las poblaciones alrededor del mundo consumen mucho más sodio que el fisiológicamente necesario (WHO, 2012).

Nuestra especie evolucionó en el clima caliente de África, un continente pobre en sal, con una dieta de no más de 20-40 mmol sodio/día, lo cual hizo que se adaptara a la retención fisiológica del sodio

naturalmente presente en el alimento. El organismo no está adaptado para excretar grandes cantidades de sodio, y este se convirtió en un requerimiento fisiológico con la evolución humana como consecuencia de la adición de sal a los alimentos (Elliott, 2007).

La necesidad fisiológica de sodio es aproximadamente de 8-10mmol (184-230mg) al día (Elliott, 2007). La recomendación de la Organización Mundial de la Salud sobre el consumo de sodio en adultos es de un máximo de 2g de sodio por día (equivalente a 5g sal/día).

A través de los años, el mensaje ha cambiado desde una advertencia hacia los consumidores para reducir la adición de sal a las comidas en la mesa o en las preparaciones caseras a elegir con moderación productos que posean alto contenido de sodio y a utilizar la información nutricional al momento de comprar alimentos para seleccionar aquellos con menor contenido de sodio. Este cambio se basó en la evidencia de que las mayores fuentes dietarias de sodio provienen de los alimentos procesados y de aquellos obtenidos de restaurantes más que de la sal adicionada durante las preparaciones caseras o en la mesa (Loria *et al.*, 2001). En la Tabla 1, a modo de ejemplo, se muestra el incremento en el contenido de sodio que se genera luego del procesamiento en alimentos consumidos habitualmente.

**Tabla 1.** Comparación del contenido de sodio presente en los alimentos naturales y procesados

<b>Alimento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contenido de sodio (mg/100g)</b>
Atún	crudo	47
	enlatado en aceite, drenado	290
	enlatado en salmuera, drenado	320
Maíz dulce	mazorca, entero, hervido en agua sin sal	1
	granos enlatados, drenados	270
Carne vacuna	a la plancha, magro y grasa	48
	enlatada, en conserva	950
Maní	natural	2
	tostado	790
Salmón	crudo	110
	enlatado	570
	ahumado	1880

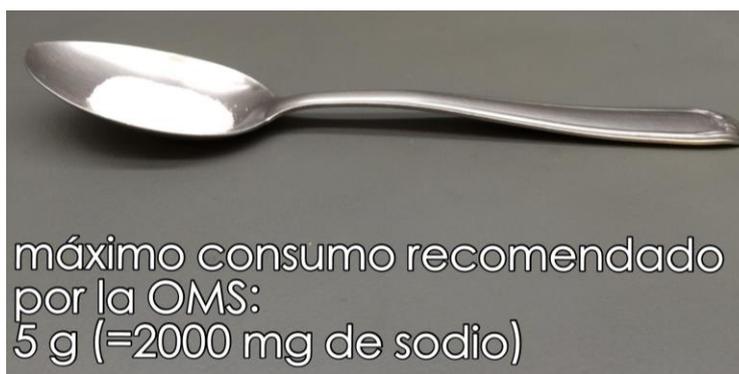
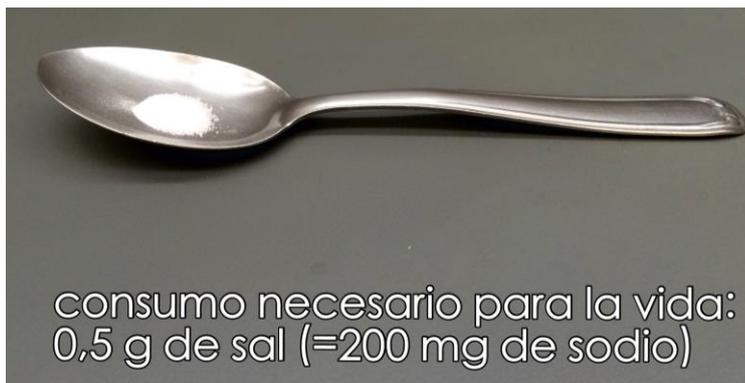
Fuente: Elliott, 2007

Según el Ministerio de Salud de la Nación y el INDEC, de datos obtenidos a partir de la Tercera Encuesta Nacional sobre Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles (2015), en Argentina:

- Se consumen en promedio 12g/día de sal, cuando se recomiendan como máximo 5 gramos (OMS, 2007);
- El 17,3% de la población agrega siempre sal a las comidas luego de la cocción;
- Entre un 65% - 70% del sodio que consumen los argentinos proviene de los alimentos procesados o industrializados donde los consumidores no tienen participación ni conocimiento sobre la cantidad de sal agregada;
- El 34,1% de la población tiene hipertensión arterial;

La Ley Nacional N° 26.905 de Regulación del Consumo de Sodio plantea la reducción progresiva de la sal contenida en los alimentos procesados. Con la misma se fijaron los valores máximos de sodio a alcanzar en diferentes grupos alimentarios. Esta Ley incluye 3 grupos de alimentos: productos cárnicos y derivados, farináceos y sopas, y aderezos y conservas. Dentro del grupo de los productos cárnicos se hallan contemplados los chacinados cocidos, chacinados secos, chacinados frescos y embutidos secos. Particularmente en el caso de hamburguesas, el valor máximo de sodio fijado es de 850 mg/100g de producto. La Ley regula además la fijación de advertencias sobre los riesgos del consumo de sal en exceso en los envases de los alimentos y promueve la eliminación de los saleros en las mesas de los locales gastronómicos.

A modo ilustrativo se muestran 3 fotografías de cucharas de sopa (capacidad 15ml) conteniendo distintas cantidades de sal común: la necesaria fisiológicamente, la máxima permitida y la actualmente consumida en promedio por la población por día.



Fuente: elaboración propia

#### 1.3.4. Alternativas para la reducción de sodio en los alimentos

No todo el sodio adicionado es necesario. Para muchos productos las funciones tecnológicas que se consiguen con su uso pueden lograrse con niveles de adición menores a los utilizados. Los niveles de sodio varían considerablemente entre productos similares de distintas marcas, existiendo en el mercado un mismo producto con diferentes contenidos de sodio. Esta realidad refleja la existencia de un sector de la demanda dispuesto a adquirir productos con menos sodio. Si bien muchos elaboradores de alimento expresan su preocupación por el sabor alterado de los productos bajos en sodio, el salado es un gusto adquirido (Stein *et al.*, 2012). Ciertos estudios indican que cuando se

ofrece la versión reducida en sodio de un alimento popular, el consumidor típico adiciona menos del 20% del total del sodio sustraído del alimento. Este comportamiento demuestra que los consumidores están relativamente conformes con una reducción gradual de sodio en los productos (NCCDPHP).

Existen estrategias para lograr una reducción del sodio en los alimentos.

- Es posible reemplazar parte de la sal con otros compuestos de gusto o flavor. Un ejemplo de un compuesto adicionado es el ácido glutámico, el cual se combina con sodio generando glutamato de sodio. Este compuesto imparte al alimento un gusto sabroso (llamado umami) y también gusto salado. Algunos estudios demuestran que es posible mantener la palatabilidad con una reducción del nivel de sodio sustituyendo parte de la sal por el ácido glutámico (Ball *et al.*, 2002; Roininen *et al.*, 1996; Yamaguchi, 1987 en IOM, 2010).
- También es posible modificar el tamaño y la estructura de las partículas de sal para mejorar la disolución y así incrementar el gusto salado (Kilcast, 2007 en IOM, 2010). El cambio en la estructura del cristal produciría el mismo gusto salado con cantidades reducidas de sal en el producto (Beeren, 2009 en IOM, 2010).
- Otro abordaje para reducir la sal en el sistema alimentario podría ser el desarrollo de sustitutos de sal con las mismas propiedades sensoriales que la sal pero sin sodio (una especie de sucralosa pero para la sal). El cloruro de potasio se ha propuesto como sustituto de la sal solo o en combinación con sal de mesa. Sin embargo, además del gusto salado, muchas personas perciben un gusto amargo (Beauchamp y Stein, 2008 en IOM, 2010).
- Otra posibilidad sería efectuar una reducción gradual en los alimentos sin el conocimiento de los consumidores (Dubow and Childs, 1998 en IOM, 2010). Estudios de percepción del gusto demuestran que los individuos generalmente son incapaces de detectar diferencias en el gusto entre dos concentraciones de una sustancia cuando la diferencia es menor al 10% (conocido como *Just Noticeable Difference* (JND)) (Pfaffmann *et al.*, 1971 en IOM, 2010). Sin embargo, este estimador

se basa en pruebas sensoriales con soluciones puras para un gusto. La complejidad química de los alimentos podría dificultar aun más la identificación de cambios en ingredientes individuales.

Los mecanismos moleculares y celulares de la percepción del gusto salado no están del todo comprendidos, y este representa el mayor impedimento en la búsqueda de sustitutos y resaltadores de forma eficiente.

Para la reducción de sodio en la industria alimenticia es fundamental identificar la manera de sustituir los efectos de la sal para evitar modificaciones del flavor. Esto plantea desafíos tecnológicos para lograr reducir exitosamente la sal en alimentos complejos mientras se mantiene la palatabilidad (IOM, 2010). La potencial reducción de sal dependerá de aspectos relacionados con el tipo de producto, su composición, el tipo de procesamiento que requiera y de las condiciones de elaboración. Estos factores determinarán si el producto es apto para modificarse y las limitaciones tecnológicas respecto a la reducción de sal (Russunen and Puolanne, 2005).

#### **1.4. La hamburguesa en Argentina**

En Argentina se consumen 56.000 toneladas de hamburguesas por año. Esta cifra representa el 2% de los 2,8 millones de toneladas de carne que se producen anualmente (Manzoni, 2015).

El Código Alimentario Argentino define como hamburgués o bife a la hamburguesa al producto de forma plana, elaborado exclusivamente con carne vacuna picada con un contenido graso menor o igual a 20%, sal, con o sin el agregado de antioxidantes, aromatizantes, saborizantes, especias, exaltadores de sabor, estabilizantes (únicamente fosfatos y polifosfatos) y estabilizantes de color autorizados (excluyendo nitritos y nitratos). No está admitido el agregado de colorantes naturales y/o artificiales. En caso de utilizarse carnes distintas de la vacuna debe aclararse en la denominación. Se admite hasta un máximo 850 mg de sodio/100 g de producto.

Las hamburguesas de elaboración industrial presentan elevado contenido en calorías, grasas totales y sodio (De Landeta *et al.*, 2012). En un informe de análisis de hamburguesas realizado por INTI (2008) se reportó un contenido promedio de sodio en hamburguesas clásicas de 773mg/100g (con un mínimo de 539mg/100g hasta un máximo de 1096mg/100g). Además se observó similar contenido mínimo para las hamburguesas light mientras que el valor máximo registrado fue aún mayor al de las hamburguesas clásicas con 1350mg/100g.

Objetivos

## **II. Objetivos**

### **Objetivo general**

El objetivo general de la Tesis es incentivar el consumo de carne de cordero mediante el desarrollo de un alimento innovador con una disminución en su contenido de sodio, siendo este último un tópico de interés prioritario de la alimentación de las sociedades actuales.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar la calidad de la carne de cordero liviano proveniente de la Región Mesopotámica utilizada como materia prima en el desarrollo.

Desarrollar una hamburguesa de cordero utilizando microesferas cristalinas huecas de cloruro de sodio (SODA-LO™) en su formulación como estrategia para disminuir el contenido de sodio sin alterar la percepción del gusto salado.

Evaluar los atributos de calidad de la hamburguesa.



## III. Materiales y métodos

### 3.1. Animales

Se utilizaron 30 corderos livianos machos de raza Corriedale: 15 provenientes de la localidad de Mercedes, provincia de Corrientes (con condición corporal 2 y un peso vivo promedio de 23 kg) y 15 provenientes de la localidad de Feliciano, provincia de Entre Ríos (con condición corporal 2,5 y un peso vivo promedio de 26 kg). Los corderos fueron identificados al nacimiento, registrándose madre, sexo, peso y tipo de parto. A los  $106 \pm 6$  días de edad los corderos que alcanzaron las condiciones mínimas de comercialización (23 kg de peso vivo) fueron faenados en el frigorífico Costanzo S.A. (San Andrés de Giles, Provincia de Buenos Aires). Se efectuaron las mediciones de pH en cámara de oreo a los 45 minutos de faena ( $\text{pH}_{45}$ ) sobre el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* izquierdo entre la 4ª y 5ª vértebra lumbar por triplicado (Garrido *et al.*, 2005). Se utilizó un pHmetro portátil de la marca Hanna (modelo HI99163, Rumania). Se insertó el dispositivo sobre el músculo en un ángulo de  $90^\circ$  a unos 4 cm de profundidad. Las reses identificadas se trasladaron refrigeradas al Instituto Tecnología de Alimentos del Centro de Agroindustria de INTA, en Castelar, provincia de Buenos Aires.

### 3.2. Toma de muestras para análisis

Una vez en el Instituto, se procedió al desposte de las reses, se extrajeron los músculos *Longissimus dorsi* y se dispusieron las porciones del músculo izquierdo para las diferentes determinaciones.

Se determinó el pH a las 24 post faena ( $\text{pH}_u$ ) y se congelaron las muestras a  $-18 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta el momento de su utilización. Las piernas también se reservaron envasadas al vacío en cámara de congelado hasta la elaboración de las hamburguesas.

### **3.3. Caracterización de la materia prima**

Los análisis físicoquímicos ( $\text{pH}_u$ , color, resistencia a un esfuerzo de cizalla, capacidad de retención de agua, pérdidas por cocción) y bioquímicos (contenido de grasa intramuscular y perfil lipídico) se realizaron en los Laboratorios de Análisis Físicos y Análisis Bioquímicos del Instituto Tecnología de los Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria de INTA Castelar, en la provincia de Buenos Aires.

#### **3.3.1. Determinación de pH**

Se determinó el  $\text{pH}_u$  a las 24 h post-faena sobre el músculo *Longissimus dorsi* izquierdo siguiendo la metodología propuesta por Garrido *et al.* (2005). Se utilizó un pHmetro de marca Thermo Orion (modelo 420Aplus, EEUU) con electrodo de penetración y sonda de temperatura adosada.

#### **3.3.2. Determinación del color**

Las mediciones de color se realizaron con un espectro colorímetro Spectro-guide 45/0 gloss marca BYK Gardner (Alemania) con iluminante D65 y observador 10°, según la metodología propuesta por Alberti *et al.* (2005), utilizando el sistema CIELab (CIE, 1986) a través de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . El color físico, basado en la reflexión de la luz en la región visible del espectro, mide la intensidad de luz reflejada ( $L^*$ ), el rojo relativo (parámetro  $a^*$ ) y el amarillo relativo (parámetro  $b^*$ ). Se efectuaron mediciones por triplicado y se registraron los promedios. Las muestras de carne fueron expuestas al aire 40 minutos antes de realizarse las determinaciones para un adecuado desarrollo del color (AMSA, 2012).

### 3.3.3. Determinación de mermas por cocción

Se siguió la metodología propuesta por Grigioni *et al.* (2011). Se descongelaron las muestras (bifes de 2,5 cm de espesor) a  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  durante 24h. Se deshuesaron y desgrasaron y luego se pesaron (balanza marca Ohaus modelo TS4KS) registrando los valores. Posteriormente se envolvieron en papel de aluminio y se sometieron a cocción en plancha de doble contacto (marca Ingeniería Gastronómica, San Martín, Buenos Aires, Argentina) a una temperatura de  $180^{\circ}\text{C}$  durante 12 minutos hasta una temperatura interna final de  $71\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas a través de un sistema de adquisición de información marca Hewlett Packard, (modelo 39470A). Luego de la cocción se pesaron inmediatamente y se registraron los pesos para evaluar las mermas por cocción en porcentaje a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Mermas por cocción (\%)} = \frac{(\text{peso crudo} - \text{peso cocido})}{\text{peso crudo}} \times 100$$

### 3.3.4. Evaluación de la resistencia a un esfuerzo de cizalla

Se utilizó un método mecánico de corte mediante la cizalla de Warner Bratzler (marca Salter Brecknell, modelo 235 6X, G-R Elec Mfg. Co, Manhattan, EEUU) de acuerdo a los lineamientos de AMSA (2015). Luego de la determinación de mermas por cocción, se mantuvieron las muestras en refrigeración ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 24h. Posteriormente se extrajeron los cilindros (6 por muestra) mediante un sacabocados manual de 1,27 cm de diámetro. Se controló la uniformidad en el diámetro y la ausencia de tejido conectivo visible, descartando los tarugos que no cumplieron con estos requerimientos. La determinación de la resistencia al esfuerzo de cizalla se efectuó posicionando los tarugos de manera que la orientación de las fibras musculares fuera perpendicular a la cuchilla. Se registraron los valores en Newton y se calculó el promedio.

### 3.3.5. Determinación de extracto etéreo

Se determinó el contenido de grasa intramuscular (EE%) por duplicado según el método de Soxhlet AOAC 960.39 (AOAC, 1990) mediante destilación continua con hexano a partir de  $5\pm 0,5$ g de carne, utilizando un equipo Soxtec System HT 1043 (Extraction Unit marca Tecator, Suecia) para la extracción de grasa y una estufa ORL – Hornos eléctricos (modelo NZ-1105, Argentina).

Los resultados se calcularon a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa cruda (\%)} = (m2 - m1)/m \times 100$$

Donde:

*m*: masa de la muestra

*m1*: tara del vaso de aluminio solo

*m2*: masa del vaso de aluminio con grasa

### 3.3.6. Determinación de la composición de ácidos grasos

La composición de ácidos grasos (AG) se realizó por cromatografía gaseosa, previa extracción de la grasa y metilación de los ácidos grasos presentes. Los lípidos de las muestras se extrajeron mediante el método de Folch *et al.* (1957) modificado. Brevemente, se picaron y pesaron  $5\pm 0,5$ g de muestra de carne a los que se les agregaron 5ml de cloroformo y 10ml de metanol anhidro y se homogeneizaron durante 3 minutos (homogeneizador Omnimixer marca Omni International modelo 17106, EEUU). Posteriormente, se agregaron otros 5ml de cloroformo y se homogeneizó 1 minuto más. Se agregaron 2,5ml de agua destilada y se volvió a homogeneizar la muestra durante 1 minuto. Posteriormente se filtró con vacío a través de papel de filtración rápida (marca Quanty tipo: JP41, Brasil) usando un embudo Buchner. Se lavó con pequeñas alícuotas de cloroformo p.a. el material utilizado a los fines de recuperar todos los lípidos

provenientes de la muestra. Luego se procedió a centrifugar el filtrado. Una vez separadas las fases, se eliminó por aspiración la capa superior (acuosa) en la cual se encontraban todos los componentes no lipídicos. La fase inferior (clorofórmica) se filtró para eliminar impurezas sólidas. Luego se transfirió a un matraz aforado de 50ml, se enrasó y se procedió a su conservación como “extracto crudo de cloroformo” a  $-22\pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta análisis.

Para la obtención de los ésteres metílicos (ME) de los AG se tomó una alícuota de 2ml del extracto crudo de cloroformo, la cual fue evaporada a sequedad en atmósfera de nitrógeno. Se agregaron 2ml de reactivo de metilar (Metanol + 4% HCl), se calentó durante 4h a  $70^{\circ}\text{C}$ . Los ME se extrajeron finalmente con 2ml de agua destilada y 2ml de hexano mediante agitación y centrifugación.

El perfil de AG fue determinado utilizando un cromatógrafo de gases Varian CP 3800 (Varian Inc., Walnut Creek, CA - EEUU), provisto de una columna capilar de sílice Varian WCOT (Fused Silica de 100 metros x 0,25mm Coting CP-Sil 88 for FAME DF=2.0) utilizando como gas portador nitrógeno ultra puro. La temperatura del detector de ionización de llama (FID) y del inyector fue programada a  $250^{\circ}\text{C}$ .

Se inyectó  $1\mu\text{L}$  de la solución ME en el cromatógrafo. El programa del horno de la columna fue el siguiente: inicio en  $70^{\circ}\text{C}$  por 4 minutos, se elevó la temperatura hasta los  $170^{\circ}\text{C}$  a razón de  $8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , manteniéndola por 25min, luego se elevó a  $200^{\circ}\text{C}$  a razón de  $2,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  y se lo mantuvo a esa temperatura por 15 min, luego se llevó a  $220^{\circ}\text{C}$  a razón de  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  y se lo mantuvo 5 minutos.

Los AG fueron identificados por comparación de sus tiempos de retención con los estándares conocidos PUFA N°2 (Animal Source, Supelco, EEUU) y se expresaron en forma porcentual respecto del total de AG identificados.

### 3.4. Desarrollo de las hamburguesas

#### 3.4.1. Materiales

Para la elaboración de las hamburguesas de cordero se utilizaron como materia prima las piernas (*M. glúteo biceps*, *M. quadriceps femoris* (*vastus* y *rectus femoris*), *M. adductor*, *M. semitendinosus* y *M. semimembranosus*). Las sales utilizadas para la elaboración fueron cloruro de sodio (NaCl, sal fina “Celusal”, Argentina) y SODA-LO™ Extra Fine (NaCl, Tate&Lyle). Los aditivos utilizados fueron: INS451i tripolifosfato de sodio (TPFS, Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub>, Arysa Argentina S.A.) como texturizador, aglutinante y preservante, e INS321 butil-hidroxi-tolueno (BHT, Ytrio srl) como antioxidante, disuelto en aceite de girasol (marca Cocinero, Argentina). Los aditivos se utilizaron dentro de los límites permitidos por el Código Alimentario Argentino (2014).

SODA-LO™ son microesferas cristalinas huecas de sal ( $\approx 10-20\mu\text{m}$  de diámetro). Su conformación da como resultado un polvo fino con menos sodio por volumen, proporcionando eficientemente un sabor salado al maximizar el área superficial. Según recomendación del fabricante se priorizó la adición de SODA-LO™ sobre las materias primas congeladas y sobre el componente graso, debido a que la estructura es sensible al medio acuoso (<http://www.tateandlyle.com>).

En las Tablas 2 y 3 se muestran las composiciones de la sal común y de la SODA-LO™.

**Tabla 2.** Composición de sal fina corrediza Celusal

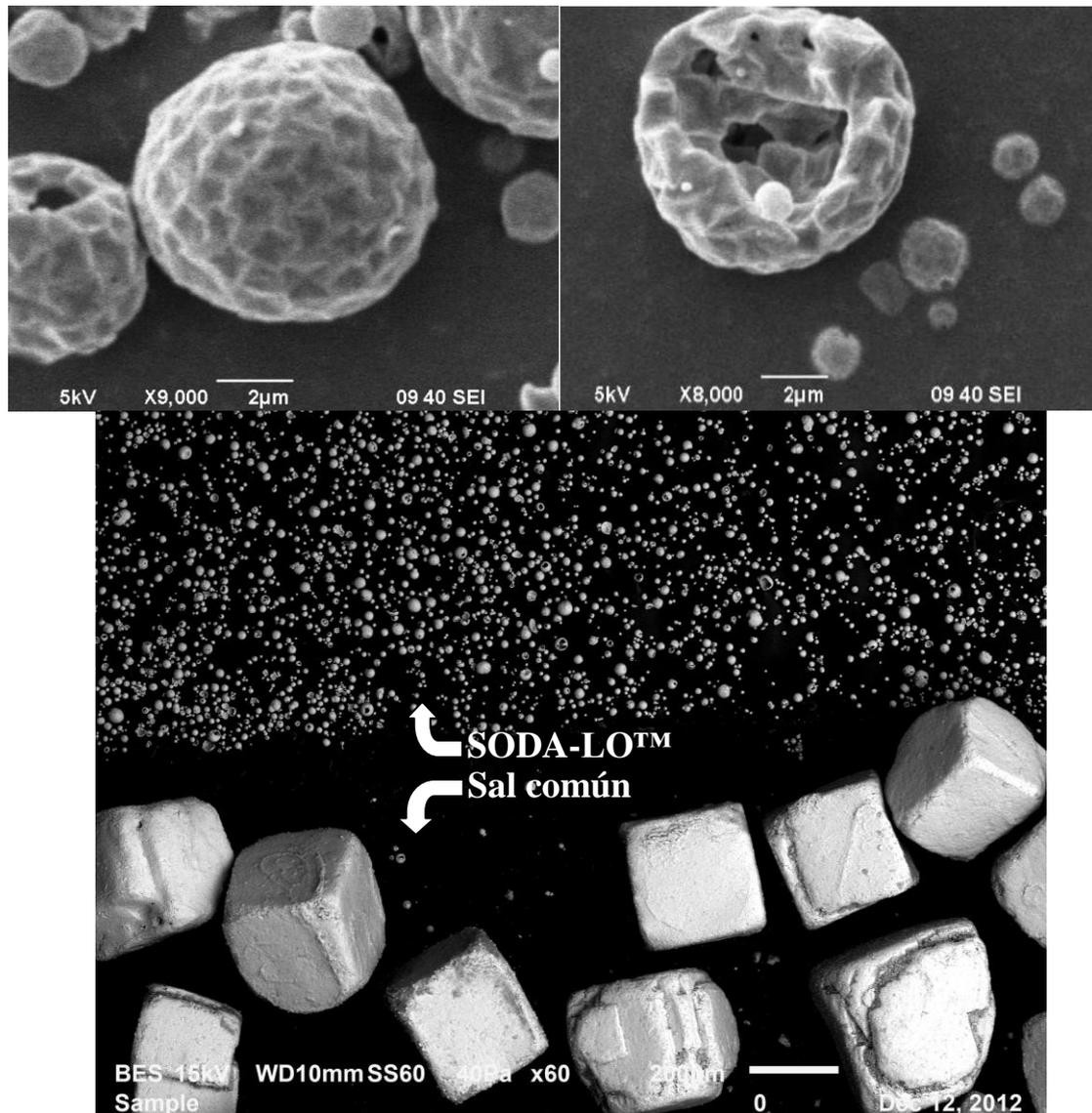
Información nutricional sal fina Celusal	Nutrientes (g//100g)
Gramos de sodio* .....	38,53
Gramos de sulfatos (SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> ).....	0,5
Gramos de calcio (Ca <sup>2+</sup> ), magnesio (Mg <sup>2+</sup> ), potasio (K <sup>+</sup> ).....	0,5
Gramos de antiaglutinantes (INS 551 y/o INS 536) .....	0,5
Yodo (ppm).....	20-40
Humedad (%).....	0,10

\* Valor estimado a partir de la información nutricional de Celusal fina Light reducida en sodio

**Tabla 3.** Composición de SODA-LO™

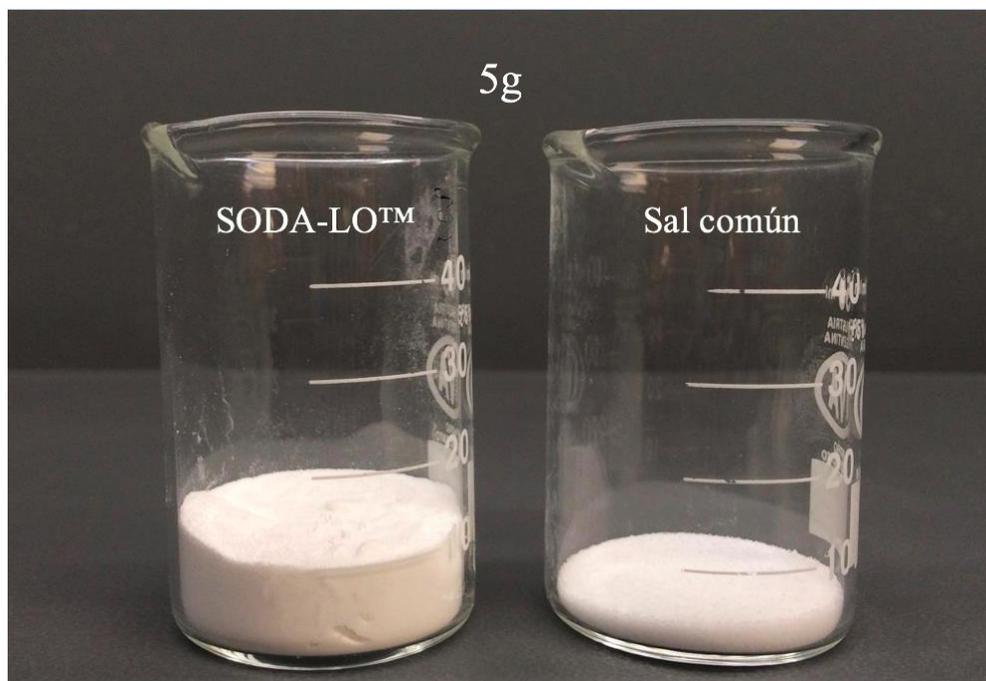
Información nutricional SODA-LO™	Nutrientes (g/100g)
Gramos de agua.....	1,5
Gramos de sodio.....	36,3
Calorías.....	25
Gramos de cenizas.....	92,3
Gramos de sal.....	92,3
Gramos de carbohidratos.....	6
Gramos de fibra dietaria.....	4,8
Gramos de azúcar.....	0
Gramos de otros carbohidratos.....	1,2

En las siguientes microfotografías electrónicas se muestran microesferas de SODA-LO™ (arriba) y la comparación de estas con cristales de sal común (abajo).



Fuente: Tate&Lyle

En la siguiente imagen se aprecia la diferencia de volumen entre SODA-LO™ y sal común. Se comparan 5g de cada una de las sales contenidos en vasos de precipitado de 40ml de capacidad.



Fuente: elaboración propia

### 3.4.2. Protocolo de elaboración de las hamburguesas

El día previo a la elaboración se extrajeron las piernas de cámara de congelado y se llevaron a refrigeración ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 24h. Luego fueron deshuesadas y desgrasadas eliminándose el tejido conectivo visible. La carne y la grasa por separado se reservaron para la elaboración de las hamburguesas llevándolas a freezer ( $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 1h. Posteriormente se procedió al picado de la grasa y de la carne (picadora Altamura S.A. con un disco con orificios de 10mm de diámetro) en un ambiente refrigerado para evitar el descongelado de la carne ( $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

La formulación de las hamburguesas se decidió en base a bibliografía consultada (Linares *et al.*, 2012, Naveena, 2008, Russunen *et al.*, 2005, Rhee *et al.*, 2003). La misma se presenta en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Formulación de las hamburguesas de cordero

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad</b>
Carne ovina	850g
Grasa ovina	150g
TPFS	1,5g
BHT	100mg
Aceite de girasol	5ml
Sal común	Según formulación
SODA-LO™	Según formulación

La sal común y SODA-LO™ en concentraciones establecidas por diseño experimental se adicionaron a la grasa picada. Los aditivos se incorporaron a la masa total de carne y grasa en la etapa de mezclado manual enérgico durante 5 minutos. Para el armado de las hamburguesas se utilizó un molde semi automático diseñado para hamburguesas cuadradas. Las hamburguesas midieron 7x7x1cm y pesaron en promedio 70g. Las hamburguesas rotuladas individualmente fueron envasadas al vacío y almacenadas en freezer (-18±2°C).

### **3.4.3. Cocción**

La cocción se llevó a cabo desde el producto congelado. Se envolvieron las hamburguesas en papel de aluminio y se cocinaron en plancha de doble contacto portátil (marca Spectrum Brands, modelo George Foreman, EEUU) a una temperatura promedio de 155°C durante 13 minutos siguiendo la metodología de AMSA (2015), controlando que la

temperatura interna llegara a 71°C mediante termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico (Hewlett Packard, Data Acquisition, modelo 34970A). Se registraron las variaciones de temperatura de la plancha (Anexo, Fig. 1).

Con el objeto de comprobar la homogeneidad de la cocción se estudió el comportamiento de la temperatura en diferentes localizaciones de la plancha. Se determinaron las curvas de calentamiento en las diferentes zonas con dispositivos ThermoChron iButton® (Maxim Integrated™), en función de las cuales se seleccionaron dos posiciones para la cocción. Para confirmar la ausencia de diferencias de cocción según posición se llevó a cabo un test triángulo según la norma IRAM 20008:2012 (ISO 4120:2004) con 42 evaluadores con hamburguesas elaboradas con sal común según protocolo. Como resultado se concluyó que las muestras fueron similares ( $p > 0,05$ ), por lo tanto se utilizaron siempre las mismas dos posiciones de la plancha para efectuar las cocciones a lo largo de todo el trabajo. Las mismas se muestran en la siguiente fotografía.



### **3.5. Evaluación sensorial**

El análisis sensorial de la Tesis se realizó siguiendo los lineamientos de la norma IRAM 20002:2012 (ISO 6658:2005). Se trabajó con personal del Instituto Tecnología de Alimentos del INTA, Castelar, Buenos Aires, Argentina. Todas las evaluaciones se efectuaron en una sala de evaluación normalizada equipada con cabinas individuales.

Inicialmente se realizó reclutamiento y la selección de evaluadores para lo cual se realizó en primera instancia una prueba de reconocimiento de gustos básicos con soluciones preparadas.

Luego se procedió a iniciar el entrenamiento en gusto salado mediante la norma IRAM 20004:1996 (ISO 3972:2009) y posteriormente se realizaron pruebas de ordenamiento por intensidad de gusto salado.

Por último, con el grupo de evaluadores que quedó seleccionado a partir del desempeño en las pruebas citadas, se determinó el mejor umbral estimado grupal mediante la prueba de estímulo ascendente.

Con los evaluadores seleccionados se realizó un entrenamiento de percepción de gusto salado sobre el producto. Se elaboraron hamburguesas según el protocolo definido en 3.4.2 con 0%, 1%, 1,5%, 2% y 2,5% de sal común.

Finalmente se llevaron a cabo una serie pruebas de comparación pareada bilateral para determinar la concentración de SODA-LO™ a la que no se hallaran diferencias significativas de percepción de gusto salado con respecto a las hamburguesas elaboradas con 1,5% de sal común tomadas como control.

La muestra control se define como la muestra del producto sometido a ensayo que se elige como referencia respecto de la cual son comparadas todas las otras muestras. La elección del contenido de sal de la hamburguesa control se efectuó a partir del menor

contenido de sodio hallado entre las informaciones nutricionales de hamburguesas del mercado (elaboradas con carne vacuna) y estimando el contenido de cloruro de sodio a partir del mismo.

Adicionalmente se llevó a cabo una prueba con consumidores mediante una escala hedónica para conocer el grado de aceptabilidad sensorial del producto final. Esta prueba se realizó con personas externas al Instituto Tecnología de Alimentos.

A continuación se describen separadamente las etapas. En el Anexo se presentan las planillas y tablas utilizadas en las diferentes pruebas aplicadas.

### **3.5.1. Reclutamiento, selección y entrenamiento de evaluadores**

#### **3.5.1.1. Etapa de identificación de gustos básicos y metálico.**

Se procedió según la metodología de la norma IRAM 20005-1:1996 (ISO 8586-1:1993).

Se prepararon las soluciones descritas en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Soluciones para identificación de gustos

<b>Gusto</b>	<b>Sustancia de referencia</b>	<b>Concentración g/l</b>
Ácido	Ácido cítrico	1
Amargo	Cafeína	0,5
Salado	Cloruro de Sodio	5
Dulce	Sacarosa	16
Umami	Glutamato monosódico	0,3
Metálico	Sulfato ferrosoheptahidratado	0,01

Fuente: IRAM 20005:1

En primera instancia se presentaron las muestras identificadas a los evaluadores para que se familiarizaran con ellas. Luego se les presentó una serie de 12 muestras codificadas repitiendo ciertas sustancias e incluyendo uno o dos vasos con agua. Entonces, por

ejemplo, una serie se compuso de 2 muestras ácidas, una de agua, dos saladas, dos amargas, una de umami, una de agua, dos metálicas, una dulce. Se proporcionó agua a cada evaluador para utilizar como enjuague entre muestras. El agua fue la misma que se utilizó para la preparación de las diluciones.

Los vasos en los que se sirvieron las muestras (aproximadamente 40ml) se codificaron con números de tres dígitos al azar. Se solicitó a los evaluadores que anotaran el gusto percibido de cada muestra en la planilla.

Sólo fueron seleccionados los evaluadores que informaron un porcentaje igual o mayor al 75% de respuestas correctas (Meilgaard, 2006).

### **3.5.1.2. Prueba de ordenamiento por intensidad de gusto salado**

Para esta prueba se siguieron los lineamientos de la norma IRAM 20010:1997 (ISO 8587:2006). Se presentaron 4 muestras en un orden aleatorio para cada evaluador. Las muestras con las que se trabajó fueron las que se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Diluciones de NaCl utilizadas para la prueba de ordenamiento por intensidad

<b>Dilución</b>	<b>Concentración de NaCl (g/l)</b>
D4	0,69
D5	0,48
D6	0,34
D7	0,24

Se solicitó a cada evaluador que ordenara las muestras siguiendo el criterio establecido (de menor a mayor intensidad de gusto salado).

Se aceptaron los candidatos que ordenaron las muestras correctamente o invirtieron sólo pares adyacentes (Meilgaard, 2006).

### 3.5.1.3. Determinación del mejor umbral estimado grupal

Se siguió la metodología de la norma ISO 3972:2009. Se prepararon 8 diluciones de cloruro de sodio en agua:

**Tabla 7.** Diluciones de NaCl utilizadas para la determinación del MUE grupal

Dilución	NaCl (g/l)
D1	2,00
D2	1,40
D3	0,98
D4	0,69
D5	0,48
D6	0,34
D7	0,24
D8	0,16

NOTA: **MUE**: mejor umbral estimado

La serie se entregó en vasos codificados con números de 3 dígitos al azar. Se entregaron las diluciones de izquierda a derecha de menor a mayor concentración (D8 a D1), introduciendo 3 vasos adicionales al azar conteniendo diluciones de igual concentración al vaso precedente (esto se efectuó para eliminar las respuestas por deducción). Se ofreció agua a cada evaluador para utilizar como enjuague entre muestras. Esta agua fue la misma que se utilizó para la preparación de las diluciones.

Se explicó a los evaluadores cómo completar la planilla de evaluación y posteriormente se presentaron las muestras. Cada evaluador efectuó la prueba dos veces en distintos días.

El mejor umbral estimado para cada evaluador fue calculado como la media geométrica de la máxima concentración no detectada y la mínima concentración detectada. El mejor umbral estimado grupal fue calculado como la media geométrica de los umbrales individuales de los evaluadores entrenados (ASTM E679-91, *reapproved* 1997).

#### 3.5.1.4. Entrenamiento en gusto salado con hamburguesas

Una vez ganada experiencia en el reconocimiento de intensidades de gusto salado en soluciones, se condujo un entrenamiento sobre el producto.

Se elaboraron hamburguesas con concentraciones conocidas de sal común para llevar a cabo las sesiones de entrenamiento (Tabla 8).

**Tabla 8.** Concentraciones de NaCl utilizadas en la elaboración de las hamburguesas de cordero para el entrenamiento de evaluadores en gusto salado sobre el producto

<b>g NaCl (%)</b>	<b>Código</b>
0	R1
1	R2
1,5	R3/Control
2	R4
2,5	R5

Se utilizó una escala no estructurada sobre la cual, en un comienzo, se indicó la ubicación de cada una de las muestras ofrecidas según su intensidad de gusto salado en relación a su formulación. Las ubicaciones se consensuaron con todos los evaluadores. Posteriormente se continuó el entrenamiento ubicando en la escala sólo la muestra control para permitir a los evaluadores calibrarse en la escala de intensidad.

Una vez comprobado que todos los evaluadores ubicaban las muestras en la escala correctamente se procedió a elaborar las hamburguesas para las pruebas finales del ensayo.

#### 3.5.2. Prueba pareada bilateral

Se llevó a cabo una serie de pruebas pareadas bilaterales según la metodología de la norma IRAM 20007:2012 (ISO 5495:2005). El objetivo fue determinar la existencia de una diferencia perceptible de gusto salado entre la muestra control (elaborada con sal común al 1,5%) y hamburguesas elaboradas con distintas concentraciones de SODA-

LO<sup>TM</sup>. Se planteó como hipótesis nula (H<sub>0</sub>) que los productos no eran diferentes, es decir, la proporción de respuestas observada para una de las muestras p, era igual a 0,5. La hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>) fue que  $p \neq 0,5$ . El ensayo fue bilateral ya que no se sabía de antemano la dirección de la diferencia. Se seleccionó un  $\alpha=0,05$ , un  $\beta=0,50$  y un  $p_d=40\%$ .

### **3.5.3. Prueba de aceptabilidad sensorial**

Se realizó una prueba de aceptabilidad para determinar el nivel de agrado del producto final. Participaron 112 consumidores (Hough *et al.*, 2006) externos al Instituto Tecnología de Alimentos.

Las hamburguesas se cocinaron siguiendo la misma metodología aplicada durante el todo el trabajo. Cada consumidor recibió una porción de hamburguesa (2x2cm) en un contenedor térmico con tapa. Se procuró que las muestras fuesen probadas exactamente al momento de finalizar su cocción. Para la evaluación se utilizó una escala hedónica balanceada de 9 puntos.

## **3.6. Calidad de producto**

### **3.6.1. Determinación de rendimiento a la cocción**

Se estudió el rendimiento de las hamburguesas de cordero en función del tipo de sal (sal común y SODA-LO<sup>TM</sup>) y la concentración de sal.

Se siguió la metodología previamente descrita en 3.3.3. Se determinó el rendimiento a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{peso de la muestra cocida}}{\text{peso de la muestra cruda}} \times 100$$

### 3.6.2. Medición de pH en hamburguesas cocidas

Se determinó el pH en hamburguesas cocidas elaboradas con ambas sales a diferentes concentraciones. Se utilizó un pHmetro (Thermo Orion model 0420) con electrodo combinado y buffers 4.0 y 7.0 para calibración. Se midió el pH en 5 puntos distintos de cada muestra.

### 3.6.3. Análisis de Humedad Expresable (HE)

Se realizó siguiendo la metodología propuesta por Szerman *et al.* (2012). Brevemente, se cocinaron las hamburguesas, se dejaron enfriar en mesada a temperatura ambiente y luego se almacenaron en refrigeración durante 24h ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). De cada hamburguesa se extrajo una muestra del centro geométrico de  $1,5\pm 0,2\text{g}$  (Figura 5). Se utilizó una balanza analítica marca Ohaus (modelo E12140, EEUU). Las muestras se dispusieron en tubos de centrífuga Falcon de 50ml en el interior de un embudo o dedal compuesto por un papel de filtro Munktell 1003 (partícula de retención de  $6\mu\text{m}$ ) rodeado por un segundo papel de filtro Munktell 1F (partícula de retención de  $3\mu\text{m}$ ). Los tubos fueron centrifugados a 4800 xG durante 20 minutos a  $4^{\circ}\text{C}$  en una centrífuga de mesada refrigerada marca Hermle (modelo Z 383 K con un rotor angular (220.78 V02); 6 x 85ml, R-max.: 10,3cm). Se realizaron determinaciones por quintuplicado. La humedad expresable (HE) se calculó con la siguiente ecuación:

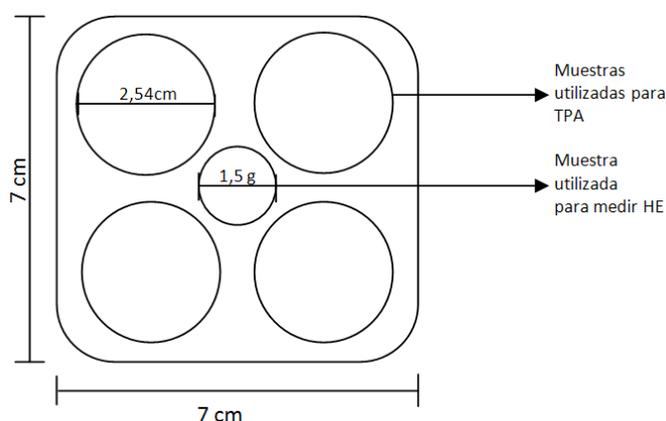
$$HE = (m_a - m_b) / m_a \times 100$$

Donde  $m_a$  y  $m_b$  son la masa de muestra antes y luego de ser centrifugada respectivamente.

Se calcularon los promedios.

### 3.6.4. Análisis del perfil de textura instrumental (TPA)

Se realizó sobre las mismas muestras de hamburguesas sobre las que se analizó humedad expresable siguiendo los lineamientos de AMSA (2015). Luego de la cocción y de 24h de almacenamiento en refrigeración ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) se extrajeron 4 tarugos de 2,54cm de diámetro de cada hamburguesa como se ilustra en la Figura 5 evitando los bordes. El perfil de textura instrumental se efectuó con un texturómetro marca Stable Micro Systems (modelo TA.XT Plus, Surrey, Reino Unido) en base a las siguientes especificaciones: doble compresión hasta el 70% de la altura inicial, 1s de tiempo de espera entre compresiones, celda de carga de 50kg, velocidad de test de  $100\text{mm min}^{-1}$ , probeta cilíndrica SMS P/35. Se determinaron los parámetros mecánicos: **dureza** (N) como la fuerza máxima requerida para comprimir la muestra (altura máxima del pico de la primera compresión), **elasticidad** como la capacidad de la muestra de recuperar su forma original luego de quitar la fuerza (diferencia de tiempo para la segunda compresión/diferencia de tiempo para la primera compresión), **cohesividad** como el grado hasta el cual la muestra puede deformarse antes de romperse ( $A2/A1$ , siendo  $A1$  el área bajo la primera compresión y  $A2$  el área bajo la segunda compresión), y **masticabilidad** (N) como el trabajo para masticar la muestra para deglutirla (dureza x elasticidad x cohesividad) (Andiç *et al.*, 2010).



**Figura 5.** Ilustración de la metodología de toma de muestras para determinar HE y realizar TPA

### **3.6.5. Determinación del contenido de sodio**

Se remitieron muestras de hamburguesas con diferentes formulaciones a la Cátedra de Bromatología de Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Se analizaron las muestras según el método AOAC 968.08 (1995). Una alícuota de 1g de muestra fue digerida por vía húmeda con solución nitro-perclórica durante 6h a 140°C. Posteriormente se realizó una dilución con agua ultrapurificada y se efectuó la cuantificación por espectrofotometría de emisión de llama en espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer Analyst 400 empleando curvas de calibración preparadas con soluciones estándar Merck para cada uno de los minerales. Los resultados se expresaron en mg de Na/100g de muestra.

### **3.6.6. Determinación de extracto etéreo**

Se determinó el contenido de grasa de las hamburguesas por duplicado según la metodología descrita en 3.3.5.

Previamente se procedió a procesar las hamburguesas de forma de obtener una pasta homogénea.

### **3.6.7. Determinación del perfil de ácidos grasos**

Se realizó siguiendo la misma metodología descrita en 3.3.6. Se calcularon además otros indicadores de la calidad nutricional de la grasa: los índices aterogénico (IA) y trombogénico (IT) (Gil, 2010; Ulbricht y Southgate, 1991).

$$\text{IA} = (4 \times 14:0 + 16:0) / (\text{MUFA} + n-6 + n-3)$$

$$\text{IT} = (14:0 + 16:0 + 18:0) / (0,5 \times \text{MUFA} + 0,5 \times n-6 + 0,5 \times n-6 + 3 \times n-3 + n-3/n-6)$$

El IA define la capacidad potencial de las grasas para producir agresiones en el endotelio de los vasos sanguíneos. Este indicador contempla el aporte de ácidos grasos saturados

del alimento. La capacidad potencial de un alimento para producir trombosis o embolia (IT) en individuos sensibles dependerá fundamentalmente de los contenidos en ácidos grasos poliinsaturados de las series *n*-3 y *n*-6. Las carnes de ternera, cordero y cerdo, ricas en AGPI de la serie *n*-6, tienen mayor facilidad para favorecer el desarrollo de trombos, por la presencia de ácido araquidónico y de los eicosanoides derivados de él (Gil, 2010).

### **3.6.8. Determinación de proteínas totales**

Se procedió de acuerdo al método de Kjeldahl según Price *et al.* (1994).

Se colocaron en tubos de digestión: 1g de muestra, 7g de sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ), 0,8g de sulfato de cobre pentahidratado ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), y 12ml de ácido tetraoxosulfúrico ( $H_2SO_4$  (c)). Paralelamente se realizó un blanco de reacción (7g de sulfato de potasio, 0,8g de sulfato de cobre pentahidratado y 12ml de ácido tetraoxosulfúrico) y un estándar de nitrógeno (0,2g de acetanilida, 7g de  $K_2SO_4$ , 0,8g de  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  y 12ml de  $H_2SO_4$ (c)). Se utilizó una balanza analítica (marca Ohaus, modelo E12140, EEUU). Los tubos se colocaron en horno de combustión (marca FOSS Tecator™ Digestor, modelo 2020, Reino Unido) a una temperatura de 420°C durante 1h hasta obtener una solución límpida.

Una vez completada la combustión se dejó enfriar a temperatura ambiente y se procedió a realizar la destilación por arrastre con vapor de agua en una unidad de destilación (Foss Tecator, 2200 Kjeltec Auto Distillation, Reino Unido). Posteriormente se efectuó la titulación con ácido clorhídrico (HCl) 0,1N hasta color rosa, utilizando como indicador 0,5ml de una mezcla de rojo de metilo/verde de bromocresol. Se calculó el porcentaje de N presente en la muestra y por medio del factor de conversión correspondiente para carne (6,25) se infirió el porcentaje de proteína total.

### 3.6.9. Determinación de humedad, sólidos totales y cenizas

Las determinaciones se realizaron según método gravimétrico (Kolar, 1992). Se pesó 1g de muestra en cápsulas previamente taradas. Se utilizó una balanza analítica (marca Ohaus, modelo E12140, EEUU). Se colocaron las cápsulas en estufa (ORL – Hornos eléctricos modelo NZ-1105, Argentina) a  $100\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 24h. Se extrajeron las cápsulas y se depositaron en un desecador durante 25 minutos. Luego se pesaron las cápsulas y se calculó el porcentaje de humedad por diferencia de peso según la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Pi} - \text{Pf}}{\text{Pi}} \times 100$$

Donde **Pi**: peso inicial (cápsula + muestra) y **Pf**: peso final (cápsula + muestra)

Luego de determinar la humedad, las cápsulas se colocaron en una mufla a una temperatura de  $500\pm 10^{\circ}\text{C}$  hasta la obtención de cenizas blancas. Las cápsulas se dejaron enfriar en desecador durante 25 minutos. Se calculó el porcentaje de cenizas por diferencia de peso según la siguiente ecuación:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Pi} - \text{Pf}}{\text{Pi}} \times 100$$

Donde **Pi**: peso inicial (cápsula + muestra) y **Pf**: peso final (cápsula + muestra)

### 3.6.10. Evaluación de la calidad higiénica

Se realizaron determinaciones microbiológicas en hamburguesas elaboradas con sal común y elaboradas con SODA-LO™. Los análisis se efectuaron sobre los productos almacenados congelados y envasados al vacío, por triplicado. Estas dos formulaciones se evaluaron para determinar la existencia de diferencias en la capacidad inhibitoria del desarrollo de microorganismos entre ambas sales.

### **Preparación de la muestra y diluciones (APHA 1992)**

Las muestras fueron preparadas en una cabina de flujo laminar (Forma Scientific 1285 Type A/B3). Se colocaron 10g de muestra de las hamburguesas descongeladas en bolsas plásticas estériles (Nasco Whirl Pak B01348WA) con 90ml de agua de peptona 0,1%. Se homogeneizaron durante 1 minuto en Stomacher (Easy MIX, AES, Chamunex, Francia) y las diluciones sucesivas se prepararon transfiriendo 1ml a tubos conteniendo 9ml de agua de peptona 0,1% (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK).

### **Determinaciones microbiológicas**

- Recuento de bacterias aerobias mesófilas (ICMSF 1983). Se vertió 1ml de cada dilución por duplicado en placas de Petri y se agregó agar para recuento (PCA) (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) fundido y mantenido a 44-46°C. Se mezclaron para obtener una distribución homogénea. Siguiendo las mismas indicaciones se sembraron tres diluciones sucesivas. Una vez enfriadas las placas se invirtieron y se incubaron a 35±1°C durante 48h. Se seleccionaron las placas con recuento entre 30 y 300 colonias, se multiplicó el número promedio de colonias contadas por el factor de dilución correspondiente y se calcularon los valores de recuento total. Se informó como “UFC de bacterias aerobias mesófilas/g de muestra”.

#### - Determinación de coliformes totales

- *Metodología I* (FAO 1992 modificada)

*Prueba presuntiva*. Se inoculó por triplicado 1ml de diluciones sucesivas en tubos de fermentación de caldo Verde Brillante Lactosa 2% de Sales Biliares (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) con campana de Durham. Se incubó a 35°C por 48h. Se consideraron positivos los tubos que presentaron crecimiento y formación de gas.

*Confirmación.* Cada tubo presuntamente positivo se estrió en placas de medio Levine (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, Engl.) por 24h a 35°C para obtener desarrollo de colonias aisladas. Se consideraron colonias de coliformes aquellas de por lo menos 0,5mm de diámetro, metálicas, rosadas/rojas o con apariencia mucosa. Se registró el número de tubos positivos de cada dilución y se calculó el NMP de coliformes totales/g de muestra teniendo en cuenta los tubos positivos y las diluciones empleadas.

- *Metodología II (APHA 1992)*

*Prueba presuntiva.* Se sembraron las tres primeras diluciones por duplicado por vertido en placa de Petri (1ml). Se volcó el agar fundido y mantenido a 44-46°C. Una vez solidificado se cubrió con una sobrecapa de aproximadamente 10ml del mismo medio fundido. Se dejó solidificar y se incubaron las placas invertidas 24h a 30°C. Las colonias rojo oscuro con halo de precipitación de sales biliares no menores de 0,5mm se consideraron presuntas unidades formadoras de colonias de coliformes.

*Confirmación.* Se sembró un número representativo de colonias típicas en tubos de fermentación de caldo Lactosa Verde Brillante 2% de Sales Biliares (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK) con campanita de Durham. Se incubaron los tubos por 24h a 30°C. Se consideraron positivos los tubos que presentaron crecimiento y gas en la campanita. El resultado se calculó en base al número de colonias confirmadas. Se expresó como “UFC de coliformes totales/g”.

### **3.7. Análisis estadístico**

Se llevó a cabo un diseño completamente aleatorizado y los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza con un nivel de significación  $\alpha=0,05$  según los tratamientos definidos para cada variable en los distintos ensayos. Posteriormente se realizó la comparación de medias mediante un test de Tukey. Para este análisis se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico InfoStat versión 2015.

Los datos obtenidos de las evaluaciones sensoriales fueron comparados con datos tabulares calculados en base a la distribución binomial según las tablas correspondientes para cada tipo de prueba.

## Resultados y discusión

---

## **IV. Resultados y discusión**

### **4.1. Evaluación sensorial**

En primera instancia se trabajó en la conformación de un panel sensorial de evaluadores entrenados para los ensayos desarrollados en esta Tesis. Se convocaron 30 candidatos y a través del desarrollo de una serie de pruebas se fueron seleccionando aquellos que demostraron el desempeño requerido en las mismas según la normativa.

#### **4.1.1. Etapa de entrenamiento y selección de los evaluadores**

De los 30 evaluadores convocados inicialmente, 22 realizaron de manera satisfactoria la etapa de reconocimiento de gustos básicos y pasaron a la siguiente etapa específica sobre gusto salado: prueba de ordenamiento por intensidad de gusto salado con 4 diluciones. En esta prueba se aceptaron aquellos evaluadores que ordenaron la serie correctamente o que invirtieron sólo muestras adyacentes. Al finalizar esta etapa, el número de evaluadores se redujo a 14. En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos según el ordenamiento efectuado por cada evaluador.

**Tabla 9.** Resultados de la prueba de ordenamiento por intensidad de gusto salado

EVALUADOR	Ordenamiento				
	Diluciones (g/l)				
	0,24	0,34	0,48	0,69	
	D7	D6	D5	D4	
1	D7	D6	D5	D4	ACEPTADOS
2	D7	D6	D5	D4	
3	D7	D6	D5	D4	
4	D7	D6	D5	D4	
5	D7	D6	D5	D4	
6	D7	D6	D5	D4	
7	D7	D6	D5	D4	
8	D7	D6	D5	D4	
9	D7	D6	D5	D4	
10	D7	D6	D5	D4	
11	D7	D6	D5	D4	
12	D6	D7	D5	D4	
13	D6	D7	D5	D4	
14	D6	D7	D5	D4	
15	D5	D6	D7	D4	RECHAZADOS
16	D4	D6	D5	D7	
17	D6	D4	D7	D5	
18	D6	D7	D4	D5	
19	D6	D5	D7	D4	
20	D5	D6	D4	D7	
21	D6	D7	D4	D5	
22	D5	D6	D7	D4	

Posteriormente, con los evaluadores aceptados, se realizó la prueba de estímulos ascendentes para calcular el umbral de detección de gusto salado. Con respecto al concepto de umbral para sustancias químicas, según el método ASTM E679-79 existe un rango de concentración por debajo del cual el gusto de una sustancia no es detectable bajo determinadas circunstancias prácticas, y por encima del cual es fácilmente detectable por individuos con un sentido del gusto normal. El punto promedio en el cual un individuo cambia de no percibir nada a percibir una sensación es considerado como el umbral

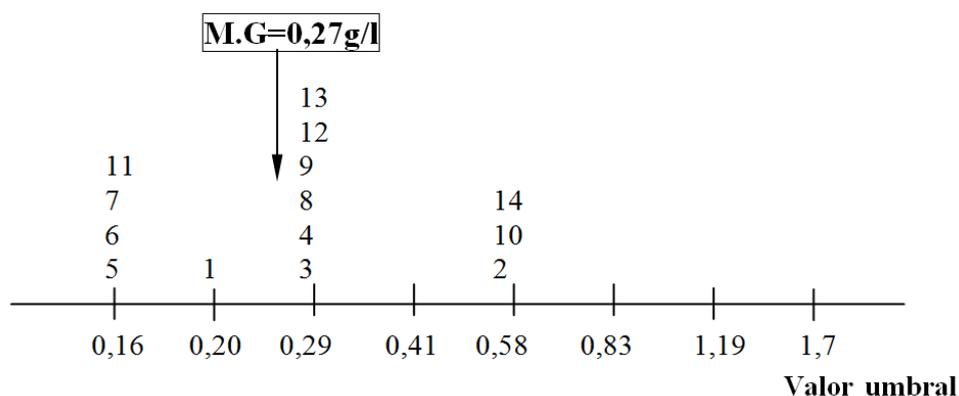
absoluto. Conceptualmente, el umbral de detección o reconocimiento es la menor concentración perceptible e identificada, y mayor al umbral absoluto.

El mejor umbral estimado grupal fue de 0,27g/l como se muestra en la Tabla 10 y en el histograma de la Figura 6.

**Tabla 10.** Cálculo del mejor umbral estimado grupal

EVALUADOR	DILUCIÓN PRESENTADA (g/l)								M.U.E (g/l)
	0,16	0,24	0,34	0,48	0,69	0,98	1,4	2,00	
1	0	+	+	+	+	+	+	+	0,20
2	0	0	0	0	+	+	+	+	0,58
3	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
4	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
5	+	+	+	+	+	+	+	+	0,16
6	+	+	+	+	+	+	+	+	0,16
7	+	+	+	+	+	+	+	+	0,16
8	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
9	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
10	0	0	0	0	+	+	+	+	0,58
11	+	+	+	+	+	+	+	+	0,16
12	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
13	0	0	+	+	+	+	+	+	0,29
14	0	0	0	0	+	+	+	+	0,58
<b>MEJOR UMBRAL ESTIMADO GRUPAL</b>									<b>0,27</b>

NOTA: MUE: mejor umbral estimado; 0: el evaluador no percibió gusto; +: el evaluador percibió gusto salado.



NOTA: MG: media geométrica.

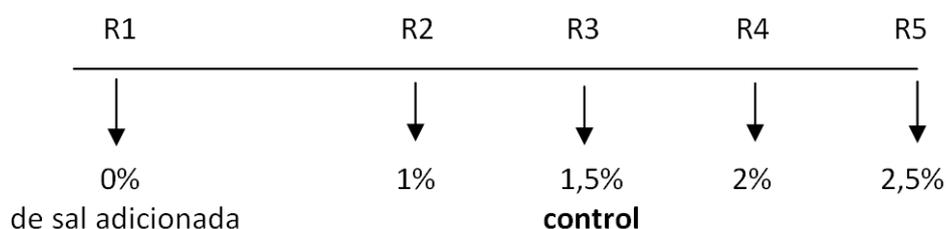
**Figura 6.** Histograma del mejor umbral estimado individual. En cada columna se identifica al panelista que obtuvo ese valor

Se reportan diferentes umbrales de gusto en la bibliografía. Los datos no siempre son comparables ya sea porque se utilizan distintas técnicas de determinación o por diversos factores como orden de presentación, temperatura, momento del día, experiencia, edad, etc. (Amerine, 1965). WHO (2003) reporta un umbral de detección del cloruro de sodio de entre 0,2 y 0,3g/l. González y Salvador (1997) describieron un umbral estimado grupal de 0,21g/l por el método ascendente. Por lo tanto, el resultado obtenido con el grupo de evaluadores entrenados se encontró dentro de los valores reportados. Los umbrales de detección individuales de los evaluadores 2, 10 y 14, si bien fueron mayores que el promedio, se hallaron dentro de los rangos de umbral para cloruro de sodio reportados en la bibliografía (Amerine, 1965).

La etapa de convocatoria, selección y entrenamiento de evaluadores para gusto salado concluyó con un total de 14 evaluadores capacitados para trabajar en el entrenamiento sobre el producto.

#### **4.1.2. Fase de entrenamiento de evaluadores en percepción de gusto salado sobre el producto**

En la primera etapa se formularon hamburguesas con 5 concentraciones de sal común (0%, 1%, 1,5%, 2% y 2,5%) y se entrenó a los evaluadores sobre una escala no estructurada sobre la cual se ubicaron las muestras.



La posición de la muestra R1 en la escala se consensuó con los evaluadores entrenados. La muestra no fue considerada el cero de la escala (se percibió levemente salada producto de la propia composición natural de la mezcla y el agregado de aditivos como el tripolifosfato de sodio).

Se dio por concluida la etapa una vez comprobado que todos los evaluadores ubicaron las muestras correctamente en la escala según la concentración de sal.

## 4.2. Caracterización de la materia prima

### 4.2.1. Caracterización fisicoquímica

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 11.** pH, color, capacidad de retención de agua y resistencia a un esfuerzo de cizalla

	<b>Media ± DE</b>
<b>pH<sub>45</sub></b>	6,67 ± 0,16
<b>pH<sub>u</sub></b>	5,72 ± 0,16
<b>L*</b>	35,85 ± 3,27
<b>a*</b>	13,13 ± 2,11
<b>b*</b>	11,75 ± 1,31
<b>Pérdidas por cocción (%)</b>	39,50 ± 3,12
<b>WB (N)</b>	29,95 ± 3,49

**NOTA:** **pH<sub>45</sub>**: pH medido a los 45 minutos de la faena; **pH<sub>u</sub>**: pH medido a las 24h de la faena; **L\*, a\* y b\***: parámetros de color; **WB**: Warner Bratzler, resistencia a un esfuerzo de cizalla

El pH influye en la calidad de carne. El pH luego del sacrificio está determinado por la cantidad de ácido láctico producido por glucólisis anaeróbica. La evolución del pH tiene efectos importantes sobre las propiedades organolépticas (color, jugosidad, flavor), tecnológicas (capacidad de retención de agua y preservación) y la calidad microbiológica de la carne, tanto fresca como durante su almacenamiento.

Los resultados de pH obtenidos fueron esperados y comparables a aquellos publicados por Díaz *et al.* (2003), quienes reportaron un  $pH_{45}=6,43$ , y un  $pH_u=5,67$ . Perlo *et al.* (2008) reportaron valores de  $pH_u$  similares en corderos mesopotámicos criados en forma extensiva (5,68). Estos autores no reportaron los valores de  $pH_{45}$ . Considerando que un  $pH_u$  de 6 es el límite inferior para obtener carnes DFD (oscuras, firmes y secas) y que se demostró la influencia que tiene el grado de estrés sufrido por los animales previo a la faena sobre este valor (Zimmerman *et al.*, 2014), los valores de  $pH_u$  obtenidos en este trabajo permiten inferir un correcto manejo de los animales.

El color de la carne está dado por la concentración de pigmentos (mioglobina y hemoglobina), su estado químico y por las propiedades de dispersión de la luz de la carne (Sañudo *et al.*, 2007). Entre otros factores influyen en el color de la carne el peso vivo al sacrificio y la raza, siendo el primero uno de los más importantes. A mayor peso de faena menor será la claridad de la carne. Sañudo *et al.* (2007) describen que la carne de corderos de 20-25kg de peso vivo al sacrificio resulta más roja que la de aquellos de 10-12 kg de peso vivo, por lo cual sugieren que el cambio de dieta (de leche a concentrados) tiene un efecto mayor en el color de la carne que el peso vivo o la edad. Estos autores indican que la carne de corderos lechales más pálida y menos roja puede deberse al bajo contenido de hierro de la leche.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de color de la carne, los valores de  $L^*$  arrojaron resultados similares a los reportados por Perlo *et al.* (2008) ( $L^*= 36,3$ ), mientras que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos en este trabajo fueron menores respecto a los publicados por ellos:  $a^*= 17,1$ ,  $b^*= 5,1$ . Díaz *et al.* (2003) reportaron valores de  $L^*$  mayores (44,95), de  $a^*$  similares (14,02) y de  $b^*$  menores (5,96). Valores similares a  $b^*$  fueron reportados por Priolo *et al.* (2002) en la raza *Ile de France* ( $b^*= 9-11$ ). Las diferencias halladas podrían deberse a diferencias metodológicas.

La capacidad de retención de agua (CRA) es la capacidad de la carne de conservar su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas externas o de un tratamiento. Esta propiedad afecta propiedades cualitativas (retención de vitaminas, minerales, sales) como cuantitativas (volumen del agua retenida) tanto de la carne fresca como de los productos cárnicos (Sañudo *et al.*, 2007). El valor de CRA puede determinarse por varios métodos: estimación de pérdidas por exudación, pérdidas por descongelamiento o pérdidas por cocción; y mediante la evaluación de la cantidad de jugo expresable (luego de la aplicación de fuerzas externas como compresión, centrifugación o succión).

Los resultados obtenidos de la capacidad de retención de agua mediante estimación de las pérdidas por cocción (38,47%) fueron mayores a los reportados por Perlo *et al.* (2008) (29,9%) y por Miguélez *et al.* (2008) (23,86%). Estas diferencias podrían deberse a la influencia del estado de congelamiento previo de las muestras (Muela *et al.*, 2010).

La textura es un concepto complejo que incluye muchos atributos, por lo cual no es posible hacer referencia a la textura global de un producto en particular, siendo necesario hablar de las diferentes características texturales del mismo. En carne de cordero la textura está influenciada por factores previos al sacrificio, por las condiciones de la faena y por factores post mortem. En la textura de la carne de cordero influyen muchos factores como: raza, genética, peso, edad, pH, tipo de músculo, régimen de enfriamiento de la carcasa, aplicación y condiciones de estimulación eléctrica, método de preservación, estado de contracción miofibrilar, degradación de los componentes miofibrilares post-mortem y propiedades del tejido conectivo. El atributo textural de mayor importancia es la dureza (Sañudo *et al.*, 2007).

Los resultados obtenidos de la resistencia a un esfuerzo de cizalla (29,95N) fueron menores a los reportados por Perlo *et al.* (2008) (46,1N) y Miguélez *et al.* (2008) (49,3N).

Sañudo *et al.* (2003) reportaron valores similares a los obtenidos (entre 20 y 30N) para corderos lechales y corderos livianos.

#### 4.2.2. Caracterización bioquímica

En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos del análisis de grasa total y perfil de ácidos grasos de las muestras de carne de los corderos utilizados como materia prima para la elaboración de las hamburguesas.

**Tabla 12.** Contenido de grasa total (g/100g de carne), composición de ácidos grasos (g/100g de grasa total) y relaciones nutricionales de la grasa intramuscular

	<b>Media ± DE</b>
<b>EE%</b>	2,35 ± 0,76
<b>AGS</b>	40,68± 2,15
<b>AGI</b>	43,04 ± 2,86
<b>AGMI</b>	33,25 ± 2,77
<b>AGPI</b>	9,79 ± 1,43
<b>CLA</b>	1,01 ± 0,23
<b>n3</b>	3,72 ± 0,65
<b>n6</b>	6,07 ± 1,03
<b>n6/n3</b>	1,64± 0,30
<b>AGI/AGS</b>	1,06 ± 0,51
<b>AGMI/AGS</b>	0,82 ± 0,10
<b>AGPI/AGI</b>	0,23 ± 0,04

**NOTA:** **EE%**: gramos de grasa intramuscular total cada 100g de carne; **AGS** ácidos grasos saturados: C14:0 + C16:0 + C18:0; **AGI** ácidos grasos insaturados: AGMI + AGPI; **AGMI** ácidos grasos monoinsaturados: C16:1 + C18:1n-9; **AGPI** ácidos grasos poliinsaturados: n-3+n-6; **n-3**: C18:3n-3+C20:5+C22:5+C22:6; **n-6**: C18:2n-6+C20:4+C22:4; **CLA**: ácido linoleico conjugado total.

Se sabe que el contenido total de grasa y su perfil de composición difieren considerablemente en la carne dependiendo de la especie animal. En base a NLSMB (1988) el contenido de grasa (g/100g) de carne magra cruda se encuentra en el siguiente orden decreciente: cerdo > novillo > cordero > pata de pollo > ternera > pechuga de pollo.

En cuanto al porcentaje de AGS el orden es el siguiente: novillo > cordero > ternera > cerdo > pechuga de pollo > pata de pollo; mientras que el porcentaje de AGMI se encuentra en el siguiente orden: novillo – cerdo > cordero > ternera > pata de pollo > pechuga de pollo. Inversamente el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) se halla en el siguiente orden: pechuga de pollo – pata de pollo > ternera > cerdo > cordero > novillo.

Los ácidos grasos en los tejidos de rumiantes suelen ser más saturados que en otras especies, debido a la acción de las bacterias del rumen que hidrogenan los ácidos grasos insaturados provenientes de la dieta (Rhee, 2000). Los AGS presentes en esta carne están mayormente representados por el ácido mirístico (C14:0), el ácido palmítico (C16:0) y ácido esteárico (C18:0). Los representantes de los AGMI son el ácido palmitoleico (C16:1) y el ácido oleico (C18:1). Entre los AGPI pueden mencionarse el ácido linoleico (C18:2), el ácido linolénico (C18:3) y el ácido araquidónico (C20:4).

Los AGS y AGMI constituyen la mayor parte de los ácidos grasos que componen los triglicéridos de la carne. Sin embargo, la concentración y proporción de los mismos puede variar de acuerdo a la especie animal, al tejido del que se trate, a la dieta, a la raza, al sexo, a la edad y al ambiente (Cabrera y Saadoun, 2014; Rhee, 2000).

Como en otras especies, el sistema de producción influye sobre la calidad de la carne de cordero. A igual peso, los animales terminados con dietas a base de concentrados presentan carcasas más grasas que aquellos terminados en pasturas. Esto se debería en parte a una mayor actividad física durante el pastoreo y un mayor metabolismo basal como consecuencia de la cantidad de forraje en la dieta (Ekiz *et al.*, 2013). La carne ovina producida en sistemas pastoriles, además de ser más magra, representa un menor aporte de grasa saturada y de colesterol, con mayores niveles de ácidos grasos *n*-3 y una relación

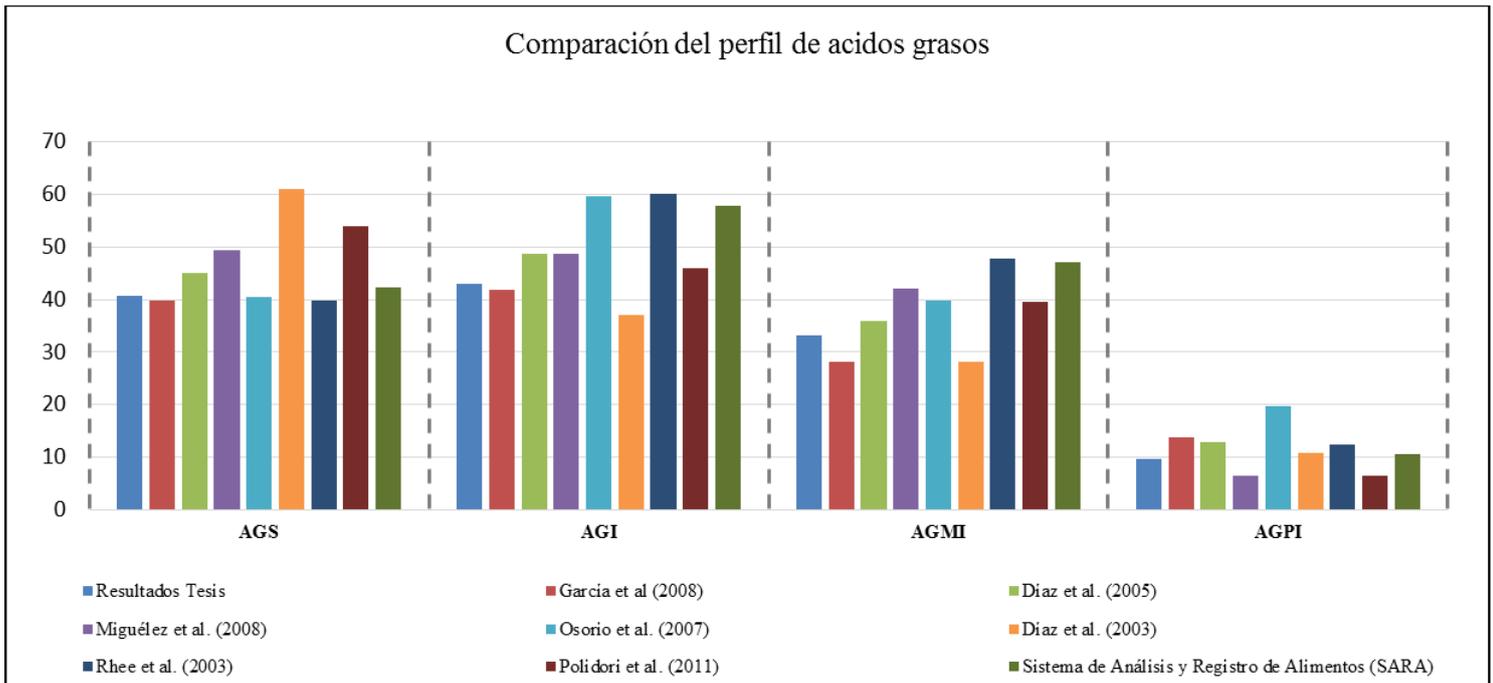
*n-6/n-3* saludable (García, 2004). Asimismo, se ha reportado que la carne de cordero contiene niveles significativamente superiores de CLA en comparación con la de otros rumiantes (García *et al.*, 2008).

De acuerdo a la raza y categoría también se han reportado efectos significativos en la composición de ácidos grasos (Rhee, 2000). De este modo se hallaron mayores niveles de AGI en la grasa intramuscular de ovejas y carneros en comparación con machos castrados.

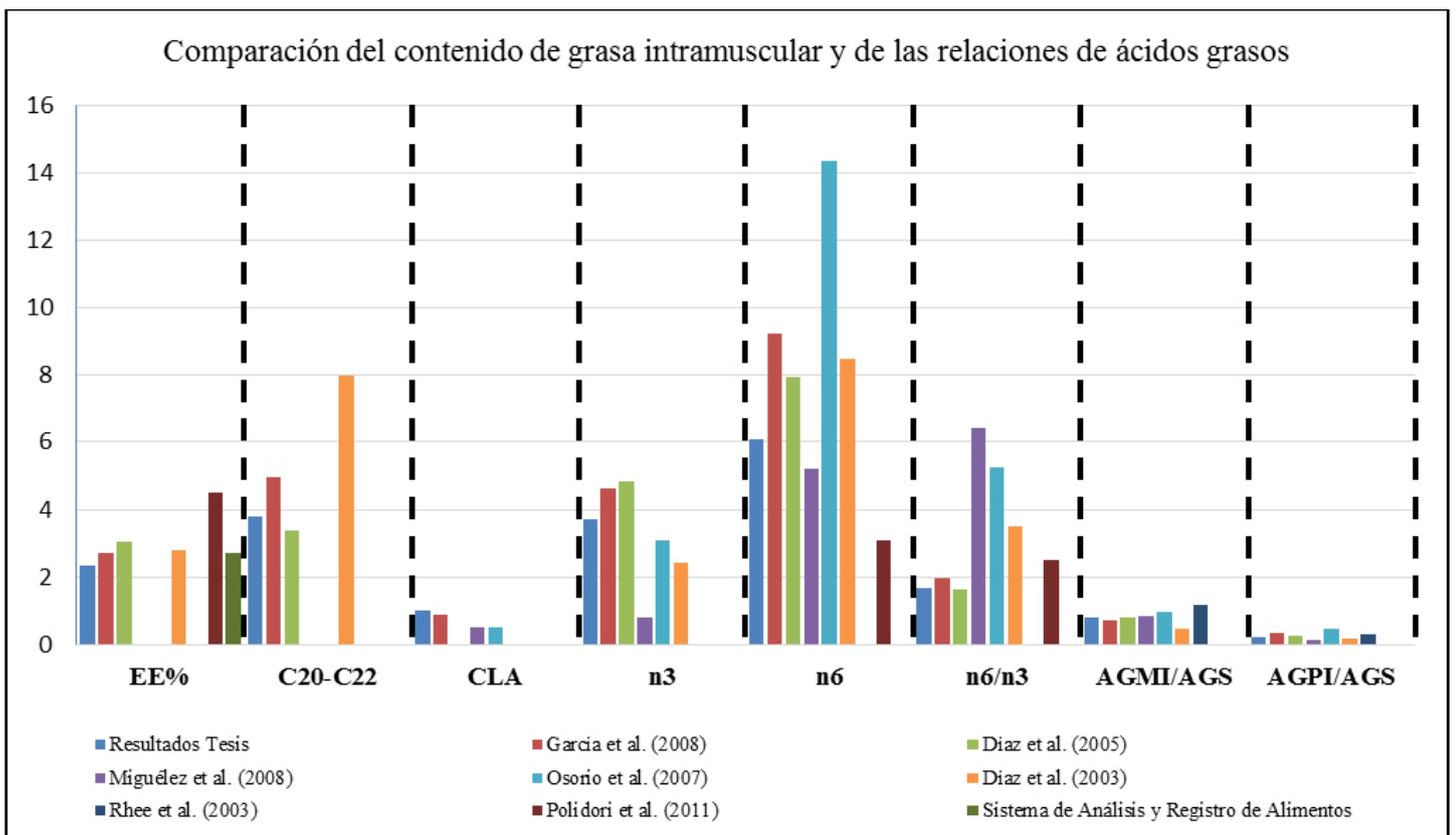
En los resultados obtenidos en esta Tesis (Tabla 12) puede apreciarse el importante aporte de ácidos grasos esenciales *n-6* y *n-3* de la carne de cordero, con una relación óptima entre ellos ( $n-6:n-3 < 4$ ).

En las tablas de NLSMB (1988) se reportan valores de ácidos grasos (g/100g de muestra) en carne magra cruda de cordero similares a los obtenidos: AGS: 40,27%; AGPI: 10,74%, aunque con un valor de AGMI: 46,31%, superior al obtenido en las muestras de cordero analizadas. Respecto a esta diferencia, García *et al.* (2008) hallaron una correlación positiva entre los niveles de AGMI y el contenido de grasa intramuscular (IM). En las tablas de NLSMB (1988) el contenido de grasa IM reportado es de 4,47g/100g y el obtenido en este trabajo es de 2,35g/100g.

En las Figuras 7 y 8 se comparan los resultados obtenidos en el presente trabajo con otros datos previamente publicados acerca del contenido de grasa intramuscular y perfil de composición de AG en corderos:



**Figura 7.** Comparación de la composición de AG de la grasa intramuscular en carne de cordero



**Figura 8.** Comparación del contenido de grasa intramuscular (EE%) y perfil AG en carne de cordero

Como puede observarse, el contenido de grasa total obtenido en el presente trabajo resultó ser el menor en relación a todas las referencias graficadas. Por su parte, la relación  $n-6:n-3$  fue óptima (1,66) y similar a la reportada por Díaz *et al.* (2005).

Comparando los valores graficados puede observarse que la mayor similitud de composición hallada fue con aquellos valores reportados de Díaz *et al.* (2005). Precisamente, se trata de ensayos que involucraron la misma raza (Corriedale) y edad de sacrificio (3-4 meses), criados de manera extensiva en ausencia de suplementación. Los resultados también son comparables a aquellos reportados por García *et al.* (2008) en corderos patagónicos: AGS: 39,77%, AGMI: 28,09%, AGPI: 13,85% y relación  $n-6:n-3$ : 1,99.

Sobre la base de lo comentado anteriormente pudo concluirse que la carne de cordero utilizada como materia prima en el presente trabajo de Tesis presentó valores de composición lipídica comparables a los de la bibliografía revisada, constituyendo de este modo una materia prima de calidad.

#### **4.3. Desarrollo de la hamburguesa de cordero y disminución de su contenido de sodio**

Para la obtención del producto se trabajó por etapas.

En primera instancia se estudió el efecto del tipo de sal (sal común y SODA-LO™) y la concentración (1%, 1,5% y 2%) sobre el rendimiento luego de la cocción. Como resultado, el efecto “tipo de sal” y la interacción entre los efectos no arrojaron resultados estadísticamente significativos ( $p>0,05$ ). El efecto “concentración de sal” sí resultó significativo en cuanto al rendimiento de las hamburguesas luego de la cocción ( $p<0,05$ ).

**Tabla 13.** Rendimiento de hamburguesas elaboradas con sal común y SODA-LO™ a diferentes concentraciones

Variable	Tratamiento (concentración)			Error estándar	P-valor
	1%	1,5%	2%		
Rendimiento	75,64c	79,01b	89,47a	1,03	<0,0001

Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

Las muestras que presentaron mayor rendimiento fueron las elaboradas con 2% de sal y SODA-LO™, seguidas por las elaboradas con 1,5% y por último las elaboradas con 1%. Estos resultados fueron los esperados debido a las propiedades del NaCl sobre la retención de agua (Ruusunen and Puolanne, 2005). Otros estudios previos demostraron el efecto sinérgico que ejercen la sal y los fosfatos sobre la carne disminuyendo las pérdidas por cocción, mejorando la textura y aumentando la capacidad de retención de agua (Ruusunen and Puolanne, 2005; Froning and Sacket, 1985, Schultz and Wierbicki, 1973, Schwartz and Mandigo, 1976, Moore *et al.*, 1976, Neer and Mandigo, 1977, Siegel *et al.*, 1978 en Fyre, 1990).

Los resultados obtenidos para las 3 concentraciones fueron similares o superiores a los rendimientos de hamburguesas de carne vacuna publicados en la tabla de rendimientos para carne bovina y aviar de USDA (2012). En esta tabla se reportan valores de rendimiento de 77% para hamburguesas bajas en grasa (<12%) y de 69% para hamburguesas altas en grasa (>22%). Para hamburguesas elaboradas con 100% carne de novillos Berry y Abraham (1996) reportaron valores de rendimiento de 58,5%, Bigner-George y Berry (2000) reportaron un rendimiento de 66,71% y López-López *et al.* (2011) describieron un rendimiento de 66%.

En hamburguesas elaboradas con carne de piernas de cordero se encontraron valores similares a los obtenidos en este trabajo: Rhee *et al.* (2003) reportaron valores de rendimiento entre 72 y 74%, y Paseto Fernandes *et al.* (2014) reportaron valores entre 75 y 78%.

Los valores de pH de las muestras determinados luego de la cocción ( $6,15 \pm 0,02$ ) no presentaron diferencias significativas respecto del tipo y concentración de sal y fueron comparables a los reportados por Sariçoban *et al.* (2009). En ese trabajo los autores reportaron la ausencia de efectos significativos de las variables de proceso (contenido graso, adición de salvado de trigo y contenido de NaCl) sobre el valor de pH de hamburguesas cocidas.

A continuación se estudió el efecto del remplazo de la sal común por la SODA-LO™ sobre la percepción del gusto salado con el panel de evaluadores entrenados. Se elaboraron hamburguesas según formulación definida y descrita en 3.4.2 con SODA-LO™ a las siguientes concentraciones: 1%, 1,5% y 2,5%. La muestra control fue ofrecida siempre identificada para que los evaluadores entrenados pudieran ubicarse considerando la misma equivalente a un 6 en la escala. Se entregó además una muestra de hamburguesa elaborada con sal común 1%. Se presentan los resultados en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Percepción de gusto salado según formulación

Variable	Formulación				Error estándar	P-valor
	C 1%	Lo1%	Lo1,5%	Lo 2,5%		
Percepción de gusto salado	4,8c	5,2c	6,9b	8,1a	0,26	<0,0001

Medias con distinta letra son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

NOTA: **C:** sal común, **Lo:** SODA-LO™

La diferencia mínima significativa (DMS) estimada fue 0,9. Esto indica que con una concentración de 1% no se observaron diferencias significativas en la percepción de gusto salado entre las muestras de hamburguesa elaboradas con las distintas sales. Sin embargo, sí se observaron diferencias significativas cuando la concentración fue del 1,5%, percibiéndose la muestra elaborada con SODA-LO™ 1,5% más salada que aquella formulada con sal común.

Además se observó que a medida que se incrementó el contenido de SODA-LO™, la percepción de gusto salado aumentó, aunque sin mantener, en una primera aproximación, una comportamiento lineal.

A continuación se procedió a determinar la concentración de SODA-LO™ a la cual no se detectaran diferencias significativas en la percepción de gusto salado con respecto a la hamburguesa control. Se realizaron las pruebas pareadas bilaterales evaluando pares de tratamientos como se muestra en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Combinaciones de tratamientos utilizadas en las distintas comparaciones pareadas bilaterales

<b>Comparaciones pareadas bilaterales</b>		
<b>Nº de prueba</b>	<b>Tratamiento</b>	
	<b>Tipo y concentración de sal (g/100g) de las muestras evaluadas</b>	
	<b>Sal común</b>	<b>SODA-LO™</b>
1	1,5	1,5
2	1,5	1,3
3	1,5	1,1
4	1,5	0,9

En la primera prueba se evaluaron las hamburguesas control con las elaboradas con SODA-LO™ 1,5%. De 26 respuestas, 19 consideraron a la hamburguesa elaborada con SODA-LO™ más salada. Se hallaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) ya que por tabla el número mínimo de respuestas que se requieren para que el resultado sea significativo es de 19.

En la segunda prueba se evaluaron las hamburguesas control con las hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ 1,3%. De 26 respuestas, la mitad consideró a la hamburguesa elaborada con sal común más salada, mientras que la otra mitad consideró a

la hamburguesa elaborada con SODA-LO™ más salada. Por consiguiente no se hallaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

En la tercera prueba se evaluaron las hamburguesas control con las hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ 1,1%. De 26 respuestas, 20 consideraron a la hamburguesa elaborada con 1,5% de sal común más salada, por lo que hubo diferencias estadísticamente significativas resultando la hamburguesa control más salada que la elaborada con SODA-LO™ 1,1% ( $p>0,05$ ).

Al haberse llegado al objetivo en esta instancia, se decidió no efectuar la prueba pareada faltante con las hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ 0,9%.

Por lo tanto, la hamburguesa elaborada con SODA-LO™ 1,3% resultó equivalente en percepción de gusto salado a la hamburguesa control (elaborada con sal común 1,5%). Habiendo logrado el objetivo planteado de reducir el contenido de cloruro de sodio adicionado sin modificar la percepción de gusto salado, se eligió la formulación con 1,3% de SODA-LO como producto final y se procedió al estudio de su calidad.

## 4.4. Calidad de producto

### 4.4.1. Determinación del contenido de sodio

En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos de las determinaciones del contenido de sodio en muestras de hamburguesas con distintas formulaciones:

**Tabla 16.** Contenido de sodio de muestras de hamburguesa

<b>Formulación de la hamburguesa según NaCl adicionado</b>	<b>Contenido de sodio (Na) mg/100g</b>
Sin sal agregada	145 ± 0,5
Sal común 1,5%	651 ± 2
SODA-LO™ 1,5%	612 ± 7
<b>SODA-LO™ 1,3%</b>	<b>555 ± 4</b>

Resultados expresados como media±DE

La determinación sobre el producto sin sal agregada se realizó para estimar el contenido de sodio constitutivo de la mezcla carne-grasa y aditivos utilizados para la elaboración. Se consideró el sodio aportado por el tripolifosfato de sodio (aproximadamente 46mg de sodio cada 100g de producto). Diferentes autores reportan en carne de cordero contenidos de sodio que van de 61 a 100mg cada 100g de carne (Moreiras *et al.*, 2013; Hervé, 2013; Agencia Aragonesa de Seguridad Alimentaria, 2008; Valero Gaspar *et al.*, 2008; Felix Sanchez, 2000).

En cuanto al resultado de contenido de sodio de las hamburguesas elaboradas con sal, las diferencias halladas entre las distintas sales utilizadas puede deberse al diferente aporte de sodio de las mismas. SODA-LO™ contiene aproximadamente un 6% menos de sodio que la sal común.

La concentración de sodio determinada en la hamburguesa definida como producto final corresponde a una reducción del 17% respecto del contenido de la hamburguesa control.

#### 4.4.2. Análisis del perfil de textura instrumental

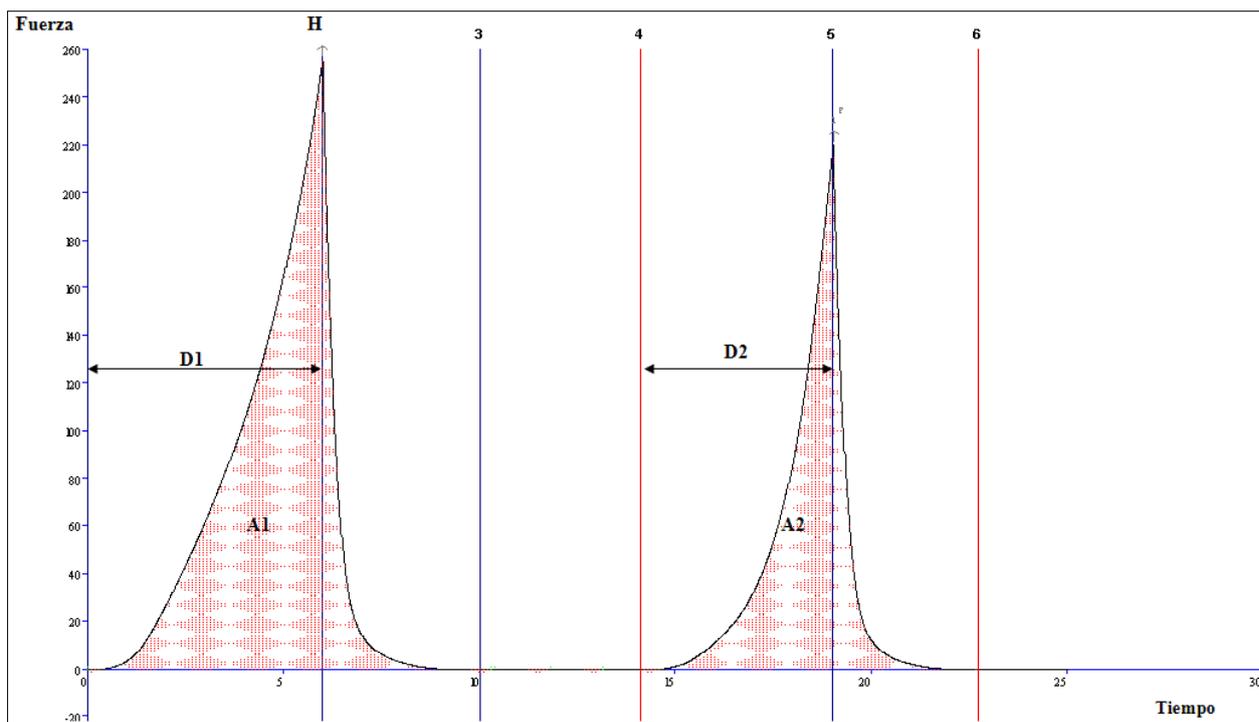
La norma ISO 5492 (2008) define textura como todos los atributos reológicos y estructurales (geométricos y de superficie) de un alimento, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, en ciertos casos, también visuales y auditivos.

El análisis del perfil de textura instrumental fue desarrollado conjuntamente con el método de perfil sensorial de los alimentos (Voisey and Larmond, 1977). Mediante este análisis se somete a muestras de alimento a dos o más ciclos de compresión simulando la mordida humana. El análisis de las curvas de deformación obtenidas proporciona índices relacionados con características de textura (Voisey and Larmond, 1977).

Los parámetros de textura primarios y secundarios están definidos por la norma ISO 11036/2007 y se relacionan con propiedades sensoriales del alimento como se muestra en la Tabla 17. En la Figura 7 se correlacionan los mismos con el gráfico obtenido del análisis.

**Tabla 17.** Parámetros de textura de interés en el trabajo

<i>Parámetro de textura</i>	<i>Atributo sensorial</i>	<i>Notación (Figura 7)</i>
<b>Parámetros de textura primarios</b>		
<i>Dureza (N)</i>	Blando, firme, duro	<b>H</b> Grado de resistencia de la muestra a la compresión
<i>Cohesividad</i>	Frágil, crujiente, friable, masticable, duro, suave, farináceo, pastoso, gomoso	<b>A2/A1</b> Medida de la desintegración de la muestra
<i>Elasticidad</i>	Elástico, maleable, plástico	<b>D2/D1</b> Altura recuperada por la muestra entre compresiones sucesivas
<b>Parámetros de textura secundarios</b>		
<i>Masticabilidad (N)</i>	Tierno, correoso, duro	<b>HxA2/A1xD2/D1</b> Energía requerida para masticar la muestra



**Figura 7.** Curvas graficadas por el software Texture Exponent correspondiente al ensayo

Los resultados obtenidos del análisis del perfil de textura de las hamburguesas se muestran en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Análisis de las variables del perfil de textura según tratamiento

Variable	Formulación			
	C 1,5%	Lo 1,5%	Lo 1,3%	Lo 1,1%
Dureza (N)	259,88±15,89 <sup>b</sup>	260,11±27,80 <sup>b</sup>	271,51±19,58 <sup>a</sup>	265,39±29,19 <sup>ab</sup>
Elasticidad	0,8±0,07	0,78±0,04	0,81±0,03	0,81±0,02
Cohesividad	0,53±0,03	0,54±0,03	0,54±0,05	0,54±0,03
Masticabilidad (N)	112,2±17,68 <sup>ab</sup>	107,16±20,81 <sup>b</sup>	119,24±23,25 <sup>a</sup>	119,14±20,47 <sup>a</sup>

Resultados expresados como media±DE

**NOTA:** C: sal común; Lo: SODA-LO™.

Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes (p<0,05)

Tobin *et al.* (2012) demostraron una correlación positiva entre el contenido de sodio (0,5%, 0,75%, 1%, 1,25% y 2% p/p) y la dureza y masticabilidad en hamburguesas de carne bovina (formuladas con un contenido graso de 30%, 40%, 50% y 60% p/p). Sin embargo, Sariçoban *et al.* (2009) reportaron una relación más compleja entre la dureza y la masticabilidad respecto al contenido de NaCl en hamburguesas de carne bovina. Estos

autores estimaron una correlación positiva lineal, con un efecto cuadrático negativo entre la dureza y el contenido de NaCl. Dicho efecto muestra un incremento menor de la dureza al variar el contenido de NaCl a bajas concentraciones de grasa en el producto. Estos autores trabajaron con concentraciones de NaCl de 0%, 1% y 2% y con contenido de grasa de 10%, 20% y 30%.

En esta Tesis se observa un efecto complejo como el descrito por Sariçoban *et al.* (2009), en donde se presenta una respuesta no lineal entre la concentración de SODA-LO™ y la dureza y masticabilidad. Es importante remarcar que el contenido de grasa de la hamburguesa de cordero desarrollada es de 12% y es precisamente en esa baja concentración que Sariçoban *et al.* (2009) analizan el comportamiento descrito.

Las hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ 1,3% presentaron la mayor dureza, diferenciándose de las elaboradas con sal común 1,5% y SODA-LO™ 1,5% que presentaron la menor dureza ( $p < 0,05$ ). Las hamburguesas elaboradas con SODA LO™ 1,1% presentaron una dureza intermedia en relación a las anteriores.

Las hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ 1,1% y 1,3% presentaron los mayores valores de masticabilidad y las elaboradas con SODA-LO™ 1,5% el menor ( $p < 0,05$ ), mientras que aquellas elaboradas con sal común 1,5% presentaron un valor intermedio entre las anteriores sin diferenciarse de las mismas.

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre muestras en cuanto a elasticidad y cohesividad ( $p > 0,05$ ).

#### **4.4.3. Capacidad de retención de agua**

La proporción de agua ligada fue medida mediante la evaluación de la cantidad de humedad expresable por el método de centrifugación en hamburguesas elaboradas con sal común al 1,5% (control) y con SODA-LO™ al 1,5%, 1,3% y 1,1%. Estas concentraciones se eligieron para evaluar el efecto de la sal a diferentes concentraciones.

En forma simultánea se determinó el rendimiento según la metodología descrita en 3.6.1.

Los resultados de HE y rendimiento se presentan en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Humedad expresable y rendimiento de diferentes tratamientos

	<b>Formulación</b>			
	C1,5%	Lo 1,5%	Lo 1,3%	Lo 1,1%
<b>Humedad expresable</b>	25,91±0,37 <b>a</b>	24,86±1,81 <b>a</b>	20,92±1,26 <b>b</b>	21,31±3,77 <b>b</b>
<b>Rendimiento luego de cocción</b>	79,01±4,27 <b>a</b>	79,00±3,04 <b>a</b>	77,07±4,31 <b>ab</b>	75,64±2,36 <b>b</b>

Resultados expresados como media±DE

NOTA: C: sal común; Lo: SODA-LO™.

Medias en la misma fila con una letra distinta son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

Las muestras de hamburguesas formuladas con sal común 1,5% y con SODA-LO™ 1,5% presentaron valores de HE similares y mayores respecto de las muestras elaboradas con SODA-LO™ 1,3% y SODA-LO™ 1,1% entre las cuales no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ).

Diferentes autores encontraron una correlación positiva entre los valores de HE y los rendimientos por cocción como el observado en esta Tesis (Szerman *et al.*, 2012; Groenlund *et al.*, 2007; Szerman *et al.*, 2007; Boles and Shand, 2001). Se puede observar que los resultados de rendimiento obtenidos arrojaron valores mayores para la concentración 1,5%, menores para la concentración 1,1% e intermedios para la concentración 1,3%, sin diferenciarse esta última de las precedentes ( $p<0,05$ ).

#### 4.4.4. Composición proximal

En la Tabla 20 se presenta la composición proximal del producto final (SODA-LO™ 1,3%).

**Tabla 20.** Composición proximal de la hamburguesa de cordero (formulación final)

<b>Composición proximal (%)</b>	
Humedad	67,61 ± 0,35
Proteína ( $N \times 6,25$ )	17,31 ± 0,88
Grasa (Soxhlet)	12,19 ± 0,19
Cenizas	1,55 ± 0,08

Resultados expresados como media±DE

El resultado obtenido fue similar al descrito en hamburguesas de cordero Linares *et al.* (2012): Humedad: 68,12%; Proteína: 17,23%; Grasa: 10,71% y cenizas: 1,91%. A su vez, estos valores son comparables a los reportados por Bender (1992) en el análisis de composición de carne de pierna de cordero de FAO (humedad 64%, proteína 18%, Cenizas 0,9% y grasa 18%). La diferencia en el contenido de grasa se debe a que este último reporte contempla tanto grasa intramuscular como subcutánea. Si bien en la formulación de la hamburguesa se contempló un contenido de 15% de grasa (p/p), el resultado obtenido en el análisis de composición proximal fue menor (12%). Esta diferencia puede deberse a la presencia de tejido conectivo no diferenciado adicionado junto con la grasa en las elaboraciones.

#### 4.4.5. Composición lipídica

En la Tabla 21 se muestra el perfil de AG de las hamburguesas analizadas.

**Tabla 21.** Contenido de grasa (g/100g de muestra), composición de ácidos grasos (g/100g de grasa total) y relaciones nutricionales de la grasa de las hamburguesas de cordero

	<b>Media ± DE</b>
Grasa total (%)	12,19 ± 0,19
<b>AG</b>	<b>g/100g grasa</b>
AGS	47,81 ± 1,03
AGI	38,79 ± 0,68
AGMI	34,24 ± 0,69
AGPI	4,56 ± 0,01
CLA	1,41 ± 0,19
<i>n</i> -3	1,59 ± 0,09
<i>n</i> -6	2,97 ± 0,08
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	1,88 ± 0,16
AGI/AGS	0,81 ± 0,12
AGMI/AGS	0,72 ± 0,00
AGPI/AGS	0,10 ± 0,01
IA	0,96 ± 0,01
IT	2,00 ± 0,04

**NOTA:** Grasa total (%): g de grasa/100g de hamburguesa; **AGS:** C14:0 + C16:0 + C18:0; **MUFA:** C16:1 + C18:1*n*-9; **AGS:** ácidos grasos saturados; **AGI:** ácidos grasos insaturados; **AGMI:** ácidos grasos monoinsaturados; **AGPI:** ácidos grasos poliinsaturados; **CLA total:** ácido linoleico conjugado. Índice aterogénico **IA** =  $(4 \times 14:0 + 16:0) / (\text{MUFA} + n-6 + n-3)$ ; Índice trombogénico **IT** =  $(14:0 + 16:0 + 18:0) / (0,5 \times \text{MUFA} + 0,5 \times n-6 + 0,5 \times n-6 + 3 \times n-3 + n-3/n-6)$ .

El perfil de AG de la grasa de las hamburguesas fue comparado con los resultados obtenidos del análisis del perfil de AG de la materia prima. Se presentan ambos resultados en la Tabla 22:

**Tabla 22.** Comparación del perfil de AG en hamburguesas y en *M. Longissimus dorsi*

	Hamburguesa	<i>M. Longissimus dorsi</i>
AG	g/100g grasa	
AGS	47,81 ± 1,03	40,68 ± 2,15
AGI	38,79 ± 0,68	43,04 ± 2,86
AGMI	34,24 ± 0,69	33,25 ± 2,77
AGPI	4,56 ± 0,01	9,79 ± 1,43
CLA	1,41 ± 0,19	1,01 ± 0,23
<i>n</i> -3	1,59 ± 0,09	3,71 ± 0,65
<i>n</i> -6	2,97 ± 0,08	6,07 ± 1,03
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	1,88 ± 0,16	1,64 ± 0,30
AGI/AGS	0,81 ± 0,12	1,06 ± 0,51
AGMI/AGS	0,72 ± 0,00	0,82 ± 0,10
AGPI/AGS	0,10 ± 0,01	0,23 ± 0,04

Resultados expresados como media±DE

El mayor porcentaje de AGS presente en las hamburguesas se debió a la adición de grasa subcutánea en la formulación. La disminución en el contenido de AGPI se dio por la misma razón. La relación *n*-6:*n*-3 se mantuvo aunque con menor contenido absoluto de esos ácidos grasos. El contenido de CLA total fue mayor en las hamburguesas. Con respecto a esta variación, García *et al.* (2008) reportaron que el contenido de este ácido graso conjugado es significativamente mayor en las piernas de corderos en comparación con el *M. Longissimus dorsi*.

El contenido de AGS y de AGMI fue similar al reportado por Linares *et al.* (2012) en hamburguesas elaboradas con pierna de cordero, pero el de AGPI fue mayor. La relación *n*-3:*n*-6 reportada por ellos fue de 0,45 (menor a la obtenida en este trabajo), y los índices aterogénico y trombogénico también fueron menores (0,74 y 1,00 respectivamente) a los obtenidos en este trabajo. La variación en los resultados puede deberse a que las hamburguesas en el ensayo de Linares *et al.* (2012) fueron elaboradas sin adición de grasa subcutánea.

#### 4.4.6. Evaluación de la calidad higiénica

Se evaluó el recuento de aerobios mesófilos totales y el recuento de coliformes en hamburguesas elaboradas con SODA-LO™ y sal común 1,3%. Los resultados obtenidos se encuentran expuestos en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Resultados de los recuentos

Muestra	Aerobios mesófilos (log UFC <sup>1</sup> /g)	Coliformes	
		Metodología I (NMP <sup>2</sup> /g)	Metodología II (UFC <sup>1</sup> /g)
C1	5,86	7	15 est
C2	6,11	15	10 est
C3	4,9	43	10 est
Lo1	4,39	4	0 est
Lo2	5,62	4	5 est
Lo3	4,18	7	55 est

**NOTA:** C: sal común 1,3%; Lo: SODA-LO 1,3%; <sup>1</sup>UFC: Unidad Formadora de colonias; <sup>2</sup>NMP: Número Más Probable

El recuento de coliformes totales se realizó por dos metodologías diferentes debido a que a priori no se contaba con antecedentes que permitieran estimar la carga de dicho grupo microbiano en las muestras a analizar (hamburguesas de cordero). De acuerdo a los resultados obtenidos por ambas metodologías (que fueron realizadas en forma simultánea), los recuentos obtenidos por NMP (Metodología I) son los más representativos del número real ya que esta técnica es la de elección cuando los recuentos son bajos (<100 UFC/g). Los recuentos totales en placa para ambos tratamientos analizados (sal común y SODA-LO™) estuvieron entre 4,17 y 6,11 log UFC/g, similares al recuento inicial en hamburguesas congeladas descrito por López-López *et al.* (2010); y el recuento de coliformes totales no superó 43 NMP/g, resaltando como resultado que el tipo de sal no produjo diferencias.

El proceso de elaboración de hamburguesas implica mucha manipulación. Es por eso que la higiene en estos productos es un asunto de salud pública, dada su asociación con

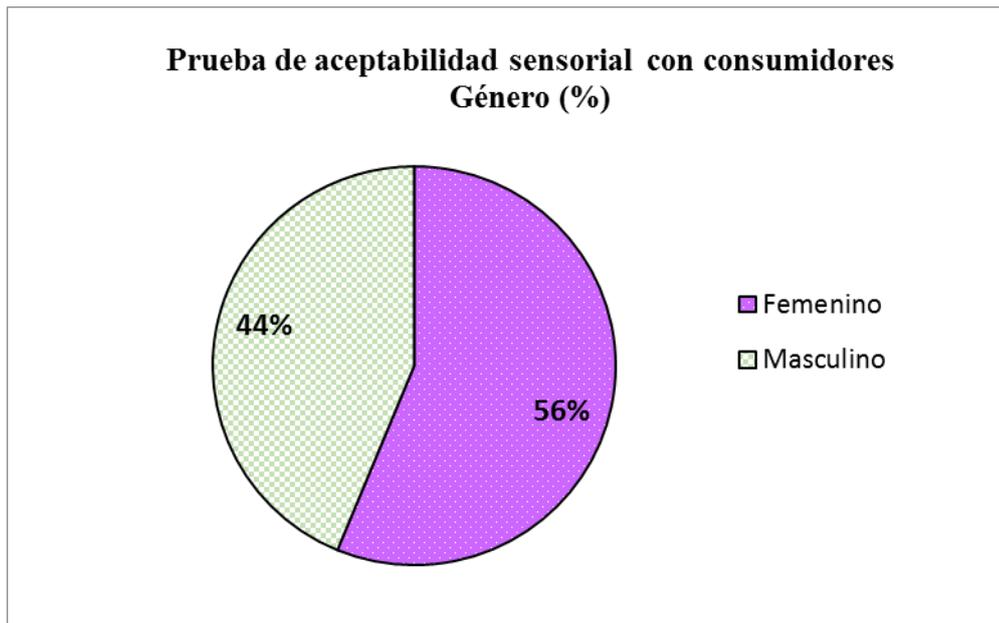
enfermedades entéricas (López-López *et al.*, 2010). En las condiciones experimentales dadas, las condiciones higiénicas de los productos evaluados fueron aceptables desde el punto de vista microbiológico.

#### **4.4.7. Estudio de la aceptabilidad sensorial del producto con consumidores**

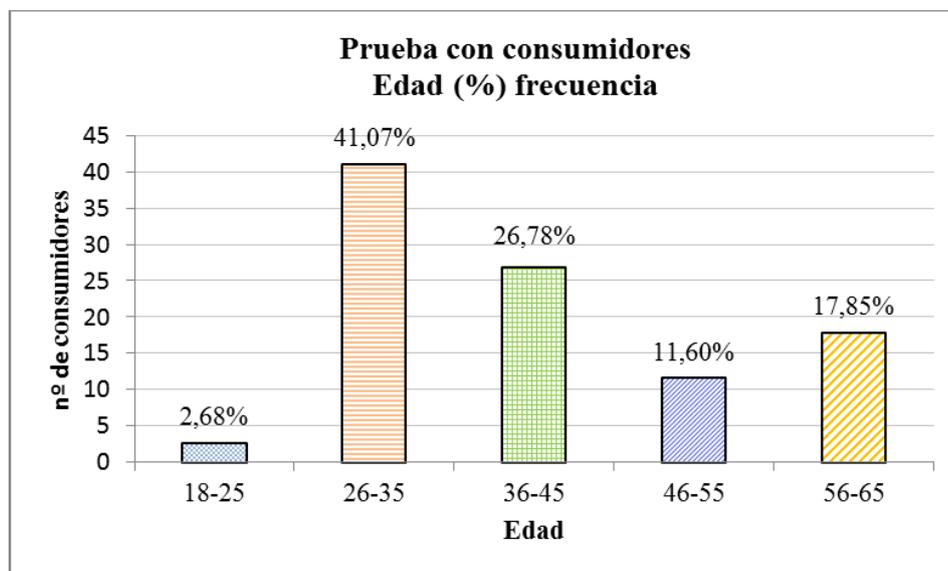
La evaluación sensorial con consumidores generalmente es la última etapa en el proceso de desarrollo de un producto. El objetivo de interés es investigar si al consumidor le agrada el producto sin importar factores como la intención de compra, el efecto de la marca o el costo. Como consecuencia, el producto puede no ser económicamente viable a pesar de poseer gran aceptabilidad. La regla de oro en este tipo de pruebas es brindar únicamente la información necesaria para que el producto sea evaluado dentro de un marco de referencia correcto, generalmente su categoría. El producto es ofrecido a los consumidores sin mencionar ninguna otra particularidad que eventualmente forme parte del concepto del mismo (reducido en colesterol, congelado, etc.) (Lawless *et al.*, 2010).

En la prueba de aceptabilidad de las hamburguesas de cordero participaron 112 consumidores.

En las Figuras 8 y 9 se muestran las proporciones según género y edad de los consumidores que participaron en el ensayo.

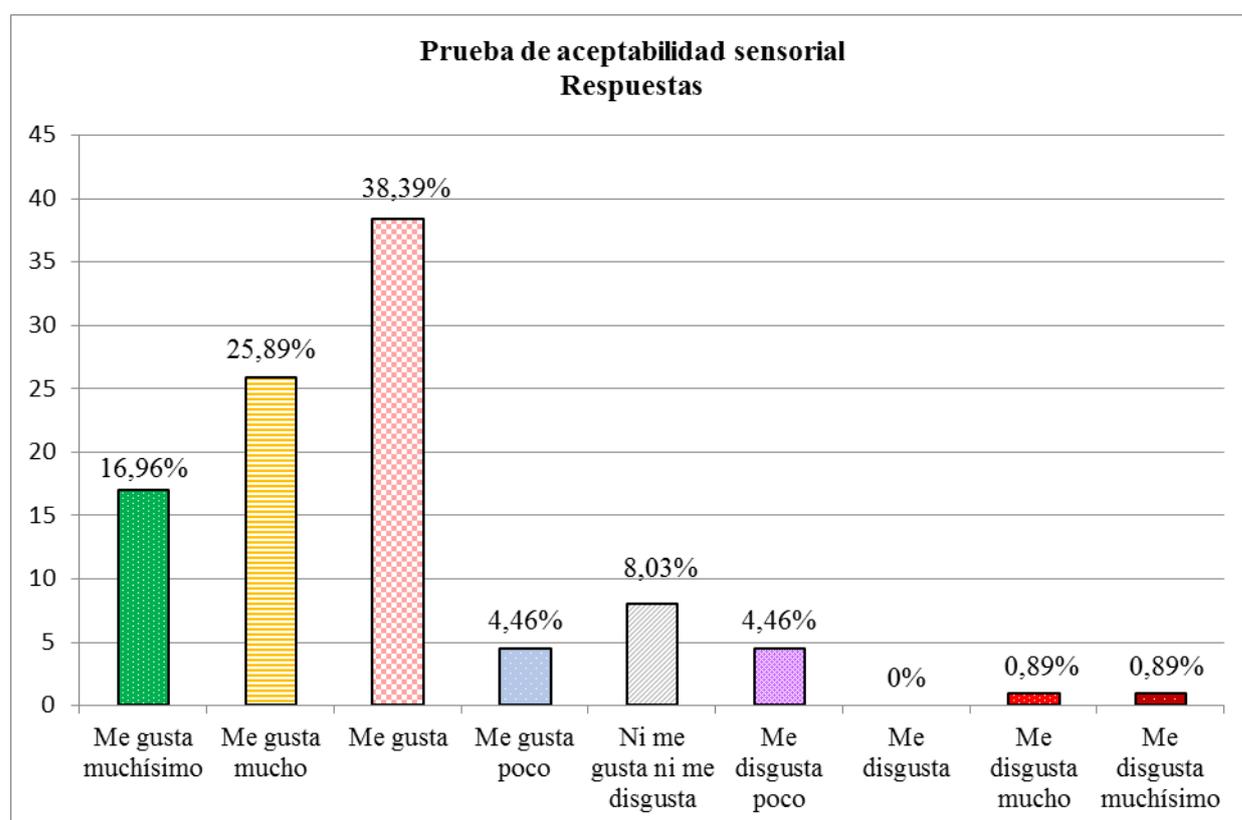


**Figura 8.** Porcentajes de consumidores según género



**Figura 9.** Porcentaje de consumidores según rango de edad

En la Figura 10 se encuentra graficada la proporción de respuestas recibidas.



**Figura 10.** Porcentaje de respuestas recibidas en la prueba de aceptabilidad sensorial

El producto presentó un nivel alto de aceptabilidad. La proporción de respuestas positivas fue mayor que la de negativas (85,7% y 6,3% respectivamente), habiendo un 8% de respuestas neutrales (Ni me gusta ni me disgusta).

Estudios previos reportan que el proceso de reducción de sal en hamburguesas repercute negativamente en la textura y el flavor del producto, siendo este último factor el de mayor peso en cuanto a la aceptabilidad por parte de los consumidores (Ruusunen *et al.*, 2005). La gran aceptabilidad obtenida con consumidores reflejaría que el efecto antes mencionado no se manifestó de manera apreciable en el producto desarrollado.

Estos resultados son muy valiosos considerando que la información que brinda la aceptabilidad con consumidores constituye un punto de gran relevancia para el desarrollo de un producto alimenticio y es la clave esencial sin la cual es improbable que el mismo tenga éxito (Lawless, 2010).

Conclusión

## V. Conclusión

Como resultado del trabajo de Tesis, se logró formular una hamburguesa de cordero con características tecnológicas aceptables y reducir su contenido de sodio un 17% respecto de una hamburguesa considerada control sin modificar la percepción de gusto salado mediante la utilización de microesferas cristalinas huecas de NaCl de 10-20 $\mu$ m de diámetro (SODA-LO™). Es decir que se logró alcanzar el mismo nivel de percepción de gusto salado que aporta la sal común usando una menor concentración de NaCl en la formulación.

Debido a que no se comercializan hamburguesas de cordero en Argentina, a raíz de un relevamiento de composición realizado en productos similares disponibles en el mercado (hamburguesas de carne bovina), se estimó que el producto obtenido contiene un 30% menos de sodio con respecto al contenido de sodio promedio de las hamburguesas disponibles.

La información nutricional generada refleja que la hamburguesa de cordero obtenida aporta nutrientes esenciales en la ingesta diaria de acuerdo a las recomendaciones nutricionales de la FAO/OMS (Anexo).

<b>Información nutricional</b>			
	Cantidad por porción (70g)	%VD (*)	Cantidad cada 100g
<b>Valor energético</b>	125 kcal = 526 kJ	6,3	179 kcal = 751 kJ
<b>Proteínas</b>	12,11 g	16,15	17,3
<b>Grasas totales</b> <i>de las cuales</i>	8,53 g	15,5	12,18
Grasas saturadas	4,07 g	18,5	5,8
Grasas Trans	0,0	-	0,0
<b>Sodio</b>	388,5 mg	14	555mg

\*% Valores Diarios con base a una dieta de 2,000 Kcal u 8,400 kJ  
Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energética  
No aporta cantidades significativas de carbohidratos y fibra.

En base a una recopilación de datos realizada a partir de las declaraciones del rotulado nutricional de hamburguesas disponibles en el mercado (Anexo), se concluyó que la hamburguesa de cordero posee: un valor energético menor, no aporta cantidades significativas de carbohidratos, aporta cantidades similares de proteínas, menores cantidades de grasas totales y saturadas y no aporta grasas trans ni cantidades significativas de fibra alimentaria (valores comparados en base a 100g de producto).

## Referencias bibliográficas

---

## VI. Referencias bibliográficas

- ABOUT FOOD. [en línea]. © 2016. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2015]. Disponible en: [http://foodreference.about.com/od/Ingredients\\_Basics/a/Functions-Of-Salt-In-Food.htm](http://foodreference.about.com/od/Ingredients_Basics/a/Functions-Of-Salt-In-Food.htm)
- AGENCIA ARAGONESA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA. 2008. Características de la carne de cordero con especial atención al ternasco de Aragón [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.aragon.es/>
- ALBERTI, P., PANEA, B., RIPOLL, G., SAÑUDO, C., OLLETA, J.L., HEGUERUELA, I., CAMPO, M.M. y SERRA, X. 2005. Medición de color. En: Cañeque, V. y Sañudo, C. (Eds.) *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Madrid, Monografías INIA, Serie Ganadera 3. pp. 216-225. ISBN 8474985099
- AMERINE, M.A., PANGBORN, R.M. and ROESSLER, E.B. *Principles of Sensory Evaluation of Food*. New York, USA. Academic Press, INC. 1965. 602p. ISBN 0120561506
- AMSA (American Meat Science Association). 2015. *Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat*. 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign, Illinois, USA. 104p.
- AMSA (American Meat Science Association). 2012. *Meat color measurement guidelines*. Champaign, USA. 124p.
- ANDIÇ, S., ZORBA, Ö and TUNÇTÜRK, Y. 2010. Effect of whey powder, skim milk and their combination on yield and textural properties of meat patties. *Int. J. Agric. Biol.* **12**, 871-876. ISSN 18149596
- AOAC. Official Method 968.08Da. 1995. In: *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16<sup>th</sup>ed. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemists. p 23. ISBN 0935584544
- AOAC. Official Method 960.39. 1990. In: *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 15<sup>th</sup> ed., 3<sup>rd</sup> suppl. Arlington, Virginia: Association of official Analytical Chemists. pp. 139-140. ISBN 0935584420
- APHA (American Public Health Association). 1992. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3<sup>rd</sup> ed. Washington, DC. ISBN 0875531733
- ASTM (American Society for Testing and Materials). 1997. E679-91 (reapproved 1997). *Standard practice for determination of odor and taste thresholds by a forced-choice ascending concentration series method of limits*. Philadelphia, PA. pp 34-38.

- BENDER, A. *Meat and meat products in human nutrition in developing countries*. Food and Nutrition Paper 53. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Rome, 1992. 91p.
- BERRY, B. W. and ABRAHAM, H.C. 1996. Sensory, shear force and cooking properties of commercially processed ground beef patties. *Food quality and preference* **7** (1), 55-59. ISSN 09503293
- BIFARETTI, A. 2013. La diversificación del consumo de carnes en Argentina [en línea] IPCVA. [Fecha de consulta: 2 de Agosto 2015]. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=668>
- BIGNER-GEORGE, M.E. and BERRY, B.W. 2000. Tawing prior to cooking affects sensory, shear force, and cooking properties of beef patties. *Journal of Food Science* **65** (1), 2-8. ISSN 17503841
- BOLES, J.A. and SHAND, P.J. 2001. Meat cut and injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef. *Meat Science* **59**, 259–265. ISSN 03091740
- BORDENAVE, L. y SOLANET, C. 2004. Carne Ovina de Calidad, el por qué de una marca. *IDIA XXI* **4** (7), 173-175. ISSN 98752100447
- CABRERA, M. C. and SAADOUN, A. 2014. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Science* **98** (3), 435-444. ISSN 03091740
- CAÑEQUE, V., PÉREZ, C., VELASCO, S., DÍAZ, M. T., LAUZURICA, S.; ALVAREZ, I., RUIZ DE HUIDOBRO, F., ONEGA, E. and DE LA FUENTE, J. 2004. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. *Meat Science* **67**, 595-605. ISSN 03091740
- CIE (Commission International de l'Eclairage). *Colorimetry*. 2<sup>nd</sup> Ed. Vienna, Austria. 1986. ISBN 3900734003
- CLUFF, M., STEYN, H., CHARIMBA, G., BOTHMA, C., HUGO, C.J. and HUGO, A. 2015. The chemical, microbial, sensory and technological effects of intermediate salt levels as a sodium reduction strategy in fresh pork sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI:10.1002/jsfa.7602. ISSN 10970010
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. *Capítulo VI: Alimentos cárneos y afines*. Actualizado 10/2014 [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2015]. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo\\_VI\\_Carneos\\_actualiz\\_2007-08.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo_VI_Carneos_actualiz_2007-08.pdf)
- De LANDETA, M.C., PIGHÍN, A.F., MARCHESICH, C., CABRERA MILDRED, M., MARCHINI, M. 2012. Composición centesimal y contenido de minerales en comidas rápidas: hamburguesas y salchichas de viena de primeras marcas crudas y cocidas. *Diaeta (B. Aires)* **30** (140), 18-24. ISSN 03281310

- DÍAZ, M.T., ÁLVAREZ, I., DE LA FUENTE, J., SAÑUDO, C., CAMPO, M.M., OLIVER, M.A., FONT i FUMOLS, M., MONTOSSI, F., SAN JULIAN, R., NUTE, G. R. and CAÑEQUE, V. 2005. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science* **71**, 256-263. ISSN 03091740
- DÍAZ, M. T., VELASCO, S., PÉREZ, C., LAUZURICA, S., HUIDOBRO, F. and CAÑEQUE, V. 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science* **65**, 1085-1093. ISSN 03091740
- ELLIOTT, P. and BROWN, I. 2007. *Sodium intakes around the world. Background document prepared for the Forum and Technical meeting on Reducing Salt Intake in Populations.* (5-7 October 2006), Geneva, World Health Organization. 2007. ISBN 9789241595935
- EQUIZ, B., DEMIREL, G., YILMAZ, A., OZCAN, M., YALCITAN, H., KOCAK, O. and ALTINEL, A. 2013. Slaughter characteristics, carcass quality and fatty acid composition of lambs under four different production systems. *Small Ruminant Research* **114** (1), 26-34. ISSN 09214488
- FCV-UNNE (Facultad de Ciencias Veterinarias – Universidad Nacional del Nordeste), Producción de pequeños rumiantes y cerdos. 2011. Sistemas de producción ovina en la República Argentina [en línea]. [Fecha de consulta: 5 de agosto, 2015]. Disponible en: <<https://ppryc.files.wordpress.com/2011/04/ut1-ovinos-u1.pdf>>
- FAOSTAT Estadísticas. 2015 [en línea]. [Fecha de consulta: 20 Noviembre 2015]. Disponible en: <<http://faostat3.fao.org>>
- FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). *Manual of Food Quality Control*. 4. Rev.1. Microbiological analysis. Rome. 338 p. 1992. ISBN 9251031894 9789251031896
- FELIX SANCHEZ, N.E. Los alimentos en el Perú [en línea]. *Revista Peruana de Cardiología* Julio-Diciembre 2000, **26** (2). [Fecha de consulta: 2 de febrero 2016] Disponible en: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cardiologia/v26\\_n2/alimentos.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cardiologia/v26_n2/alimentos.htm)>
- FOLCH, J., LEES, M. and SLOANE-STANLEY, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* **226** (1), 497-509. ISSN 00219258
- FRONING, G.W. and SACKETT, B. 1985. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. *Poultry Science* **64** (7), 1328-1333. ISSN 00325791
- FYRE, C.B. 1990. The effects of sodium tripoliphosphate on preblended pork sausages. *Retrospective and Dissertations* **9368**.
- GAMBETTA, R. y PUEYO, R. 2004. Producción ovina en la Mesopotamia Argentina. *IDIA XXI* **4** (7), 16-21. ISSN 98752100447

- GÁMEZ, J.M. 2014. Informe final: Configuración de la cadena de comercialización en el Sistema Agroalimentario del cordero típico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- GARCÍA, P.T., CASAL, J.J., FIANUCHI,S., MAGALDI, J.J., RODRÍGUEZ, F.J. y ÑANCUCHEO, J.A. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fattyacids in muscle lipids of lambs from Patagonian area of Argentina. *Meat Science* **79**, 541-548. ISSN 03091740
- GARCÍA, P.T. 2004. Características de la carne de cordero patagónico. *IDIA XXI* **4** (7), 176-179. ISSN 98752100447
- GARRIDO, M. D., BAÑÓN, S. y ÁLVAREZ, D. 2005. Medida del pH. En: CAÑEQUE, V., SAÑUDO, C. (Eds.). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Madrid, *Monografías INIA, Serie Ganadera N°3*, 206-215. ISBN 8474985099
- GIL, Ángel. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tratado de Nutrición, Tomo II. Madrid. Editorial Médica Panamericana. 2010. 812p. ISBN: 9788498353471
- GONZÁLEZ VIÑAS, M.A. and SALVADOR, M.D.1998. Comparison of two simple methods for the measurement of detection thresholds for basic umami and metallic tastes. *Journal of Sensory Studies* **13**, 299-314. ISSN 1745459X
- GRIGIONI, G.2011. *Manual de procedimientos: determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne bovina*.1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ediciones INTA. 87p. ISBN 9789876790864
- GROENLUND, K., BOLES, A.J. and SWAN, J. 2007. Cooked turkey roasts have different processing characteristics then cooked beef roasts. *Fleishwirtschaft International* **4**, 70-72. ISSN 0015363X
- HERVÉ, M. 2013. Carne ovina: Producción, características y oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de agosto 2015]. Disponible en: <<http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/Carnes-Rojas-Informe-experto-HerveFinal.pdf>>
- HOUGH, G., WAKELING, I., MUCCI, A., CHAMBERS VI, E., MÉNDEZ GALLARDO, I. and ALVES, L.R. 2006. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference* **17**, 522-526. ISSN 0950-3293

- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). *Microorganismos en los Alimentos. Técnicas de análisis microbiológico*. Vol. I. 2da edición. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 1983.
- IGLESIAS, D.H. 2013. Análisis de la cadena de carne ovina en Argentina. Ediciones INTA. *Revista Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales 11*, 201pp. ISSN 18524605
- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). 2008. Informe de análisis de hamburguesas y medallones de carne. Programa Pruebas de Desempeño de producto.
- IRAM. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 20002:2012: Análisis sensorial – Directivas generales para la metodología; IRAM 20005-1:1996: Análisis sensorial – Guía general para selección, entrenamiento y monitoreo de evaluadores; IRAM 20008:2012: Análisis sensorial – Metodología – Ensayo triangular; IRAM 20004:1996: Análisis sensorial – Determinación de la sensibilidad del gusto; IRAM 20010:1997: Análisis sensorial – Ensayo de clasificación por ordenamiento; IRAM 20007:2012: Análisis sensorial – Metodología – Ensayo de comparación pareada.
- ISO. International Organization for Standardization. ISO 3972:2009: Sensory analysis- Methodology - Method of investigating sensitivity of taste. ISO 5492:2008: Sensory Analysis – Vocabulary. ISO 1136:2007: Sensory analysis - Methods/Textureprofile.
- IOM (Institute of Medicine). 2010. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- IPCVA y TNS Gallup.2008.*Caracterización del Mercado Argentino de Carnes.122º Exposición de Ganadería, Agricultura e Industria Internacional*. 24 de julio al 5 de agosto 2008.La Rural, Palermo, Buenos Aires, Argentina.
- KOLAR, K.1992. Gravimetric determination of moisture and ash in meat and meat products: NMKL interlaboratory study. *Journal of AOAC International 75 (6)*, 1016–1022.
- LAWLESS, H.T and HEYMANN, H. *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices*. 2nd ed. New York. Springer-Verlag New York. 2010. 596 p. ISBN 9781441964885
- Ley N° 25.422. Recuperación de la Ganadería Ovina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Buenos Aires, República Argentina. 4 de abril de 2001.
- Ley N° 26.905. Consumo de sodio. Valores Máximos. Ministerio de Salud. Buenos Aires, República Argentina. 13 de noviembre de 2013.

- LINARES, M.B., CÓZAR, A., GARRIDO, M.D. and VERGARA, H. 2012. Chemical and sensory quality of lamb meat burgers from Manchego Spanish breed. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **63** (7), 843-852. ISSN 14653478
- LÓPEZ-LÓPEZ, I., COFRADES, S., CAÑEQUE, V., DÍAZ, M.T., LOPEZ, O. and JIMENEZ-COLMENERO, F.2011. Effect of cooking on the chemical composition of low-salt, low-fat wakame/olive oil added beef patties with special reference to fatty acid content. *Meat Science* **89**, 27-34. ISSN 03091740
- LÓPEZ-LÓPEZ, I., COFRADES, S., YAKAN, A., SOLAS, M. T. y JIMÉNEZ-COLMENERO, F. 2010. Frozen storage characteristics of low-fat beef patties as affected by Wakame addition and replacing pork backfat with olive oil-in-water emulsion. *Food Research International* **43**, 1244-1254. ISSN 0963-9969
- LORIA, C.M, OBARZANEK, E. and ERNST, N.D. 2001. Choose and prepare foods with less salt: Dietary advice for all Americans. *Journal of Nutrition* **131** (2),536-551.
- MAGyP. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. 2014. Incluí carne ovina en tu alimentación Agosto 2014. [En línea]. Nutrición y educación alimentaria. Ficha N° 30. [Fecha de consulta: 7 de noviembre de 2015]. Alimentos Argentinos. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha\\_30\\_CarneOvina.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_30_CarneOvina.pdf)
- MAGyP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Subsecretaría de Ganadería. 2011. *Anuario 2010, Ganados y carnes. Sector Ovino*. [en línea]. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.minagri.gob.ar>
- MANZONI, C. En el país del asado, la hamburguesa se convirtió en una reina. [en línea]. *Diario La Nación*. Buenos Aires, Argentina. 6 de junio de 2015. [Fecha de consulta: 5 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1807621-en-el-pais-del-asado-la-hamburguesa-se-convirtio-en-la-reina/>
- Mc. CORMICK, M. y LYNCH, G. 2004. Imagen de la carne ovina en Argentina. *IDIA XXI4* (7), 180-184. ISSN 98752100447
- MEILGAARD, M.C., CARR, B.T. and CIVILLE, G.V. *Sensory evaluation techniques*. 4th Ed. Boca Raton-FL. CRC press, 2006.464 p. ISBN: 0849338395
- MIGUÉLEZ, E., ZUMALACÁRREGUI, J.M., OSORIO, M.T., FIGUEIRA, A.C., FONSECA, A.C. and MATEO, J. 2008. Quality traits of suckling-lamb meat covered by protected

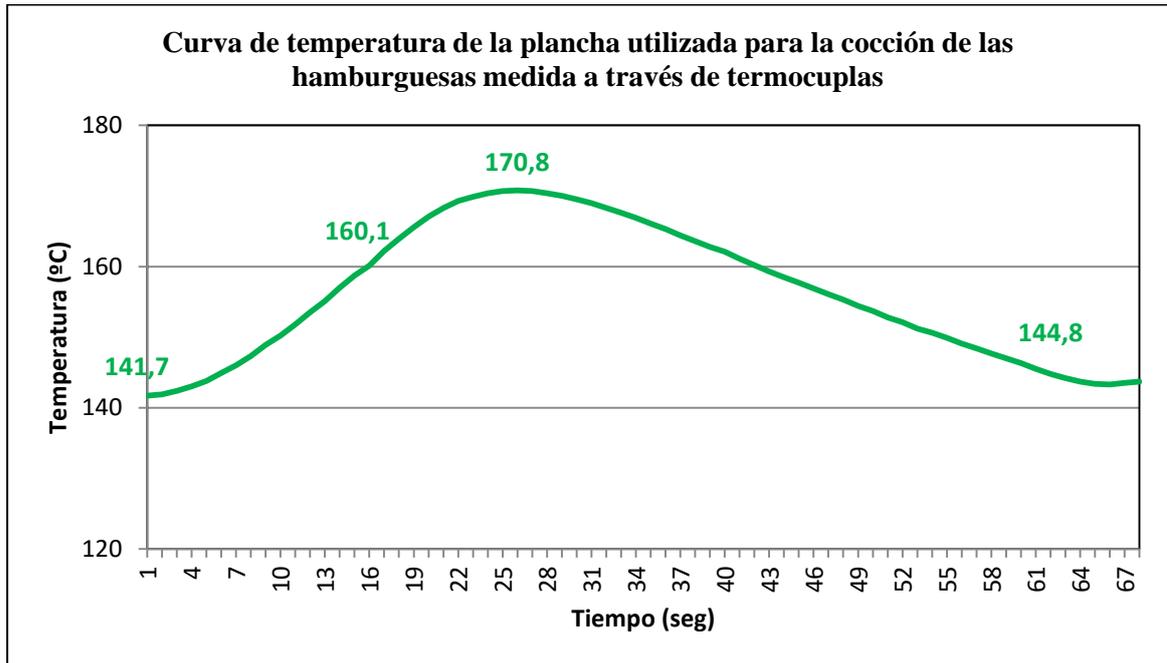
- geographical indication “Lechazo de Castilla y León” European Quality label. *Small Ruminant Research* **77**, 65-70. ISSN 09214488
- MINISTERIO DE SALUD DE LA NACIÓN e INDEC. 2015. Tercera Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles. Buenos Aires, Argentina. pp 169. ISSN 9789503802182
- MORÉ, M.R., Mc CORMICK, M, GAMBETTA, R. y NIETO, D.A. 2000. Posición de la carne ovina en el consumo general de cárneos. *Cuadernos del Ceagro* **2**, 27-42. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires.
- MOREIRAS, O., CARBAJAL, A., CABRERA, L. y CUADRADO, C. 2013. *Tablas de composición de alimentos*. 16 ed. Madrid, España. Editorial Pirámide. pp 456. ISBN 9788436829037
- MUELA, E., SAÑUDO, C., CAMPO, M.M., CLUZEL, C., NADER, C., OLIVÁN, A., MEDEL, I. y BELTRÁN, J.A. 2010. Influencia del sistema de congelación en la calidad de la carne de cordero. I. Análisis instrumental. *Eurocarne* **183**, 56-62. ISSN 11322675
- MUELLER, J.P. 2013. La producción ovina en Argentina. En: Conferencia del Primer Congreso Panamericano de Ovinocultura, Querétaro, México, 20-22 de marzo de 2013. Comunicación Técnica INTA Bariloche Nro. PA 618.
- NAVEENA, B.M., SEN, A.R., VAITHIYANATHAN, S., BABJI, Y. and KONDAIAH, N. 2008. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidant in cooked chicken patties. *Meat Science* **80**, 1304-1308.
- NLSMB. 1988. *Nutrient Values of Muscle Foods: composition values for specific cuts of meat, poultry and fish*. National Live Stock and Meat Board, Chicago.
- NCCDPHP (National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion). [en línea]. Updated 29 Jun 2015. [Fecha de consulta: 8 de julio de 2015]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/chronicdisease/resources/publications/aag/nccdphp.htm>
- OMS. 2006. *Reducción del consumo de sal en la población. Informe de un foro y una reunión técnica de la OMS*, 5-7 de octubre de 2006. OMS París, 2007 [en línea] [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/salt-report-SP.pdf>
- OMS. 2003. Serie de informes técnicos 916. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. OMS Ginebra 2003. ISSN 05092507
- OSORIO, M.T., ZUMALACÁRREGUI, J.M., FIGUEIRA, A. and MATEO, J. 2007. Fatty acid composition in subcutaneous, intermuscular and intramuscular fat deposits of suckling lamb meat: effect of milk source. *Small Ruminant Research* **73**, 127-134. ISSN 09214488

- PASETO FERNANDEZ, R., TRINIDADE, M.A., TONIN, F.G., PUGINE, S.M.P., HIRANO, M.H., LORENZO RODRIGUEZ, J.M. y DE MELO, M.P. 2014. Physicochemical parameters and sensory properties of lamb burger manufactured with different concentrations of oregano extract. *60th International Congress of Meat Science and Technology*, 17-22nd August, Punta del Este, Uruguay.
- PERLO, F., BONATO, P., TEIRA, G., TISOCCO, O., VICENTIN, J., PUEYO, J. y MANSILLA, A. 2008. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. *Meat Science* **79**, 576-581. ISSN 03091740
- POLIDORI, P., ORTENZI, A., VICENZETTI, S. and BEGHELLI, D. 2011. Dietary properties of lamb meat and human health. *Mediterr J Nutr Metab* **4**, 53-56. ISSN 19737998
- PRICE, C.G., WEBB, N.B., SMITH, W.J., MARKS, H.M and YOFFE, A.M. 1994. Comparison of mercury and cooper based catalysis in the Kjeldahl determination of nitrogen in meat and meat products: collaborative study. *Journal of AOAC International* **77** (6), 1542-1556. ISSN 10603271
- PRIOLO, A., MICOL, D., AGABRIEL, J., PRACHE, S. and DRANSFIELD, E. 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science* **62** (2), 179-185. ISSN 03091740
- RUUSUNEN, M. and PUOLANNE, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* **70** (3), 531-541. ISSN 03091740
- RHEE, K. S., LUPTON, C. J., ZIPRIN, Y.A and RHEE, K.C. 2003. Effects of sheep production systems on oxidative storage stability of lean lamb patties. *Meat Science* **65** (2), 701-706. ISSN 03091740
- RHEE, K. S. 2000. Fatty acids in meats and meat products. In: C. K. CHOW (Ed.). *Fatty acids in foods and their health implications*, 2<sup>nd</sup>ed-Revised and Expanded. pp 83-108. New York. Marcel Dekker Inc.
- SAÑUDO, C., CAMPO, M.M., OLLETA, J.L., JOY, M. y DELFA, R. 2007. Methodologies to evaluate meat quality in small ruminants. In: LAZZARONI, C., GIGLI, S., GABINA, D. (Eds.). *Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep (EAAP Scientific series)*. The Netherlands. Wageningen Academic Publishers. pp 81-103. ISBN: 9789086860227
- SARA. Sistema de Análisis y Registro de Alimentos. Versión 1.2.25 del 12/08/2013.
- SARIÇOBAN, C., YILMAZ, M.T, KARAKAYA, M. 2009. Response surface methodology study on the optimization of effects of fat, wheat bran and salt on chemical, textural and sensory properties of patties. *Meat Science* **19**, 610-619. ISSN 03091740

- STEIN, L.J., COWART, B.J. and BEAUCHAMP, G.K. 2012. The development of salty taste acceptance is related to dietary experience in human infants: a prospective study. *Am J Clin Nutr* **94**, 123-129. ISBN 19383207
- SZERMAN, N., GONZALEZ, C. B., SANCHO, A. M., GRIGIONI, G., CARDUZA, F. y VAUDAGNA, S. R. 2012. Effect of the addition of conventional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physicochemical properties, microstructure and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. *Meat Science* **90** (3), 701-710. ISSN 03091740
- SZERMAN, N., GONZALEZ, C.B., SANCHO, A.M., GRIGIONI, G., CARDUZA, F. y VAUDAGNA, S.R. 2007. Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of sous vide cooked beef. *Meat Science* **76** (3), 463–473. ISSN 03091740
- TOBIN, B.D., O’SULLIVAN, M.G., HAMILL, R.M. and KERRY, J.P. 2012. Effect of varying salt and fat levels on the sensory quality of beef patties. *Meat Science* **91**, 460-465. ISSN 03091740
- USDA (U.S. Department of Agriculture), Agricultural Research Service.2012. [en línea] [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2015] Table of Cooking Yields for Meat and Poultry. Disponible en:  
<[http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400525/Data/retn/USDA\\_CookingYields\\_MeatPoultry.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400525/Data/retn/USDA_CookingYields_MeatPoultry.pdf)>
- VALERO GASPAR, T., DEL POZO DE LA CALLE, S., RUIZ MORENO, E., ÁVILA TORRES, J.M. y VARELA MOREIRAS, G. 2008. *Guía nutricional de la carne*. Madrid. Fundación Española de la Nutrición y Fundación Madrileña de Detallistas de la Carne.
- VOISEY, P.W and LARMOND, E. 1977. Instrumental multiple texture profile analysis of cooked ground beef patties and smoked beef. *Journal of Texture Studies* **8** (1), 39-53. ISSN 17454603
- WHO. 2012. *Guideline: Sodium Intake for Adults and Children*. Geneva, World Health Organization.
- WHO.2003. *Chloride in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, WHO/SDE/WSH/03/04/03.
- ZIMERMAN, M, DOMINGO, E., GRIGIONI, G., TADDEO, H. and WILLEMS, P. 2014. Animal welfare and meat quality of lambs slaughtered in North Patagonia Argentina. 60<sup>th</sup> ICOMST. 17-22 August, 2014. Punta del Este, Uruguay.



## VII. Anexo



**Planilla de entrenamiento en reconocimiento de gustos**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Instrucciones Pruebe la serie de soluciones comenzando por la muestra de la izquierda. Descanse un minuto entre muestras. Marque con una cruz en la casilla que corresponda.

Código	Gusto no identificado	Ácido	Amargo	Salado	Dulce	Umami	Metálico
079							
251							
663							
397							
114							
700							
405							
716							
221							

### Planilla de ordenamiento por intensidad de gusto salado

Instrucciones

Pruebe las muestras de izquierda a derecha y ordene la serie de soluciones de menor a mayor intensidad de gusto salado. Beba agua y descanse entre muestras.





### Prueba para determinación de umbral de percepción de gusto salado

		Orden de presentación de los vasos										
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
Código	Agua	320	216	432	109	307	542	875	650	259	129	372
Respuesta												

Nota:

**0**: no se percibe nada

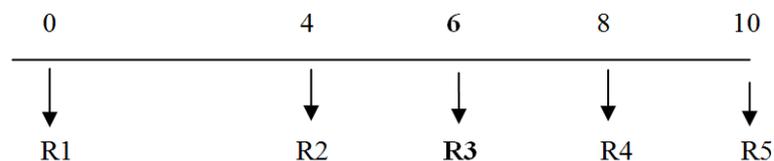
**?**: se percibe algo pero no se puede identificar

**x**: se percibe el gusto (escribir el nombre del gusto identificado debajo del código del vaso correspondiente)

**xx, xxx, xxxx, etc.**: se identifica una diferencia en la concentración (se agrega una cruz cada vez que se identifique una diferencia en la concentración)

### Escala no estructurada utilizada en el entrenamiento de percepción de gusto salado en hamburguesas de cordero

Atributo: salado



Nombre: \_\_\_\_\_

### Prueba pareada en hamburguesas de cordero

Pruebe primero la muestra de la izquierda y luego de la derecha. Tome agua entre muestras. Anote en el recuadro en cuál de las 2 muestras percibe mayor gusto salado.

Gracias

Edad: \_\_\_\_\_

Género: F  M

### Prueba de aceptabilidad en hamburguesa de cordero

Pruebe la muestra de hamburguesa e indique su opinión general mediante una cruz en la siguiente escala:

Me disgusta    Me disgusta    Me    Me    Ni me gusta    Me gusta    Me gusta    Me gusta    Me gusta  
muchísimo   mucho   disgusta   disgusta   ni me disgusta   poco   mucho   muchísimo

Gracias.

Información nutricional obtenida del rótulo de 12 marcas de hamburguesas disponibles en el mercado

<b>Información nutricional</b>	
Promedio y desvío de 12 hamburguesas del mercado	
	Cantidad por 100g
<b>Valor energético</b>	220,23 ± 24,31 kcal
<b>Carbohidratos</b>	2,82 ± 1,67 g
<b>Proteínas</b>	17,29 ± 1,41 g
<b>Grasas totales</b>	16,26 ± 2,65 g
<i>de las cuales</i>	
Grasas saturadas	7,19 ± 1,61 g
Grasas Trans	0,35 ± 0,31 g
<b>Fibra</b>	0,66 ± 0,84 g
<b>Sodio</b>	719,97 ± 109 mg

\*% Valores Diarios con base a una dieta de 2,000 Kcal u 8,400 kJ.  
Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

Resultados expresados como media±DE

Fuente: elaboración propia

**Recomendaciones nutricionales OMS/FAO (2003) (en % de energía total)**

---

***Factor alimentario***

---

Grasas totales	15-30%
Ácidos grasos saturados	< 10%
Ácidos grasos poliinsaturados	6-10%
AGPI <sub>1</sub> <i>n</i> -6	5-8%
AGPI <i>n</i> -3	1-2%
Ácidos grasos trans	< 1%
Ácidos grasos monoinsaturados	por diferencia <sub>2</sub>
Carbohidratos totales	55-75%
Azúcares libres	<10%
Proteínas	10-15%
Colesterol	< 300 mg/día
Cloruro de sodio	< 5g/día

---

<sub>1</sub>Ácidos grasos poliinsaturados; <sub>2</sub>Se calcula: grasas totales – (ácidos grasos saturados + ácidos grasos poliinsaturados + ácidos grasos trans).

Número de evaluadores requerido para un ensayo pareado bilateral

$\alpha$	$p_d$	$\beta$					
		0,50	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
0,50	50%	-*	-	-	23	33	52
0,20		-	19	26	33	48	70
0,10		-	23	33	42	56	82
0,05		17	30	42	49	57	92
0,01		28	44	57	68	57	117
0,001		42	68	76	90	117	148
0,50		40%	-	-	25	33	54
0,20	-		25	39	53	79	113
0,10	18		37	53	67	93	132
0,05	26		49	65	79	110	149
0,01	44		73	92	108	144	191
0,001	48		102	126	147	188	240
0,50	30%		-	29	44	63	98
0,20		21	53	72	96	145	206
0,10		30	59	93	119	173	243
0,05		44	90	114	148	198	246
0,01		73	131	154	195	261	345
0,001		121	188	229	267	342	440
0,50		20%	-	83	98	135	230
0,20	45		115	168	214	322	471
0,10	71		158	216	258	392	554
0,05	101		199	263	327	458	635
0,01	171		291	373	448	595	795
0,001	275		428	520	604	761	1010
0,50	10%		-	240	393	543	910
0,20		170	451	658	861	1310	1905
0,10		261	620	686	1092	1583	2237
0,05		390	801	1055	1302	1833	2544
0,01		570	1157	1493	1782	2408	3203
0,001		1090	1707	2094	2440	3152	4053

\* Los casilleros vacíos corresponden a casos que no presentan interés práctico (valores altos de  $\alpha$  y  $\beta$  teniendo en cuenta el valor elegido de  $p_d$ )

Fuente: IRAM 20007:2008

Número mínimo de respuestas consensuadas necesarias para concluir que existe una diferencia, basada en el ensayo pareado bilateral

n	α					n	α				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
10	8	9	9	10		36	23	24	25	27	29
11	9	9	10	11	11	37	23	24	25	27	29
12	9	10	10	11	12	38	24	25	26	28	30
13	10	10	11	12	13	39	24	26	27	28	31
14	10	11	12	13	14	40	25	26	27	29	31
15	11	12	12	13	14	44	27	28	29	31	34
16	12	12	13	14	15	48	29	31	32	34	36
17	12	13	13	15	16	52	32	33	34	36	39
18	13	13	14	15	17	56	34	35	36	39	41
19	13	14	15	16	17	60	36	37	39	41	44
20	14	15	15	17	18	64	38	40	41	43	46
21	14	15	16	17	19	68	40	42	43	46	48
22	15	16	17	18	19	72	42	44	45	48	51
23	16	16	17	19	20	76	45	46	48	50	53
24	16	17	18	19	21	80	47	48	50	52	56
25	17	18	18	20	21	84	49	51	52	55	58
26	17	18	19	20	22	88	51	53	54	57	60
27	18	19	20	21	23	92	53	55	56	59	63
28	18	19	20	22	23	96	55	57	59	62	65
29	19	20	21	22	24	100	57	59	61	64	67
30	20	20	21	23	25	104	60	61	63	66	70
31	20	21	22	24	25	108	62	64	65	68	72
32	21	22	23	24	26	112	64	66	67	71	74
33	22	22	23	25	27	116	66	68	70	73	77
34	22	23	24	25	27	120	68	70	72	75	79
35	22	23	24	26	28						

Notas: 1- Los valores en la tabla son exactos porque están basados en la distribución binomial. Para los valores de n que no figuran en la tabla, se calculan valores aproximados de las entradas omitidas de la siguiente manera: el número mínimo de respuestas (x)= número entero más cercano mayor que  $x = \frac{n+1}{2} + z\sqrt{0,25n}$  / ;