

# Efecto del marinado con NaCl y Tripolifosfato-sódico sobre las propiedades microbiológicas y la ternura de la carne de cabra<sup>1</sup>

## Effects of Marinade with NaCl and Sodium Tripoliphosphate on the Microbiological Properties and Tenderness of Goat Meat

Ricardo Peña F. MSc.\*

\* Microbiólogo de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Docente de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Correo electrónico: ricardopfl@hotmail.com

Daniel S. Durán MSc. Ph.D.\*\*

\*\*Ingeniero de Alimentos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Magíster de la Universidad Pública de Navarra. Doctor en Tecnología, Calidad y Marketing en las Industrias Agroalimentarias de la Universidad Pública de Navarra. Miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (Gintal) de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Correo electrónico: danieldurán@unipamplona.edu.co

Luis Carlos Baleta-Medrano MSc.\*\*\*

\*\*\* Microbiólogo de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos(c) de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Docente de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Arauca. Correo electrónico: balettamicrobiologo@hotmail.com

Julián A. Gualdrón G. MSc.\*\*\*\*

\*\*\*\* Microbiólogo de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Docente del Colegio El Triángulo, Río Negro, Antioquia. Correo electrónico: juligual@hotmail.com

Recibido: 6 de agosto del 2012 • Aceptado: 3 de octubre del 2012

### Resumen

La carne de cabra es una importante fuente de proteína animal. Tanto el mejoramiento de las características texturales, como la disminución de la carga microbiana, son estrategias que se deben contemplar en los procesos de industrialización con el fin de añadir un valor significativo a este tipo de carnes. En este trabajo se emplea el marinado por maceración y el empacado al vacío como estrategias para mejorar la calidad y alargar la vida útil en la carne de cabra de raza santandereana.

### Abstract

Goat meat is an important source of animal protein. Improvement of textural characteristics and microbial load reduction strategies should be considered for inclusion in the industrialization processes to add significant value to this type of meat. The process uses marinade for soaking along with vacuum-packaging strategies to improve quality and extend shelf life in Santander breed goat meat. The finished product analysis was made using the Warner-Bratzler (WB) tenderness test on days 0, 7,

---

Cómo citar este artículo: Peña F. R., Durán DS, Baleta-Medrano LC, Gualdrón G. JA. Efecto del marinado con NaCl y Tripolifosfato-sódico sobre las propiedades microbiológicas y la ternura de la carne de cabra. *Spei Domus*, 2012; 8(17):22-30.

<sup>1</sup>Esta investigación se realizó en el marco del trabajo de tesis de grado de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Pamplona, denominado "Efecto del marinado por maceración sobre las propiedades bromatológicas de la carne de cabra de raza santandereana empacada al vacío y almacenada en refrigeración", desarrollado durante el 2011 y el 2012 por el Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (Gintal) de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander.

Al producto terminado se le realizaron análisis de terneza mediante el test Warner-Bratzler (WB) los días 0, 7, 14, 21 y 28 y análisis microbiológico según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1325 durante los días 1, 7, 14, 21 y 28. Los resultados demostraron que el tratamiento aplicado tiene efecto bacteriostático sobre los géneros *S. aureus* y *E. coli*, alargando la vida del producto hasta 21 días de almacenamiento en refrigeración. Igualmente se observa una mejora en la terneza del producto y presencia de diferencias estadísticamente significativas con un  $p \leq 0,05$ , respecto al producto sin marinar, desde el mismo momento de la aplicación del tratamiento, consolidando así al marinado como una importante alternativa de industrialización. Esta investigación se realizó en el marco del trabajo de tesis de grado de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Universidad de Pamplona, denominado “Efecto del marinado por maceración sobre las propiedades bromatológicas de la carne de cabra de raza santandereana empacada al vacío y almacenada en refrigeración” desarrollado durante el 2011 y el 2012 por el Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (Gintal) de la Universidad de Pamplona.

**Palabras clave:** carga microbiana, raza santandereana, textura, vida útil.

## Introducción

La carne de cabra se ha considerado como baja en grasa y con calidad nutritiva favorable, y sus atributos corresponden con las demandas nutricionales actuales de los consumidores (1). No obstante, la menor preferencia de la carne de cabra con respecto a la carne de cordero puede estar vinculada a las diferencias en el contenido de colágeno y su solubilidad, así como con las características de las fibras musculares que pueden afectar la terneza de la carne. El consumidor confiere una mayor importancia a la dureza como principal atributo de la textura, siendo uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne (2,3). Los valores de textura para la carne de cabra suelen estar en un rango aceptable, pero inferior a la de cordero, oveja y vacuno (4). Los valores de esfuerzo cortante tienden a seguir tendencias similares a las calificaciones de terneza, pero los valores reportados varían considerablemente, dependiendo de factores tales como el tratamiento de los animales antes del

14, 21, and 28 and microbiological analysis in accordance with Colombian Technical Standard (NTC) 1325 on days 1, 7, 14, 21, and 28 of refrigerated storage. The results showed that the treatment had a bacteriostatic effect on *S. aureus* and *E. coli* genus, extending product life to 21 days of refrigerated storage. There was also an improvement in product tenderness and statistically significant differences with  $p \leq 0.05$ , compared to the product without marinating. This occurred from the moment of treatment application, thus consolidating marinade as an important industrialization alternative. The research was carried out in 2011 and 2012 as part of a master's degree thesis in science and food technology called “Effect of Marinating Maceration on the Bromatological Properties of Vacuum-packed and Refrigerated Santander Goat Meat” by the Research Group in Engineering and Food Technology (Gintal) at the University of Pamplona.

**Keywords:** microbial load, Santander breed, texture, useful life.

sacrificio y del tratamiento post-mórtem. El límite aceptable para la sensibilidad de cordero es  $< 5 \text{ kg/f}$  y de fuerza cortante (Warner-Bratzler), alrededor de  $3 \text{ kg/f}$  (5,6).

La carne de cabra posee un alto contenido de colágeno, con una solubilidad de este inferior al de las ovejas (7,8). El colágeno en el tejido conjuntivo tiene una menor capacidad de gelatinización bajo la influencia del calor y la humedad (9); esta es una razón para que la carne de cabra se perciba como fibrosa, dura y de sabor fuerte. La carne de cabra tiene más residuos fibrosos (8,10) que los músculos de cordero, y los paquetes de miofibrillas son más gruesos y grandes que los de la carne de las ovejas; de allí que presente una textura característica (11).

McMillin y Brock (12) afirman que el valor de la carne de cabra se puede aumentar a través de prácticas de producción o de procesamiento de carne que promuevan su industrialización al incrementar el valor de los

animales vivos. En tal sentido, y con el fin de alargar la vida útil de la carne de cabra, Shaikh Nadeem et al. (13), Das Arun et al. (14); Wattanachant et al. (15) y Nassu et al. (16), por nombrar algunos autores, han propuesto diversas estrategias de conservación con muy buenos resultados en cuanto al mantenimiento de las características bromatológicas, y con excelentes perspectivas en cuanto a la reducción de la degradación microbiana del producto. Gill y Jones (17) reportaron un mínimo de vida útil de 4 semanas para la carne molida empacada al vacío.

Igualmente, con el fin de mejorar la textura de la carne de cabra y de cordero, Bowling et al. (18) propusieron utilizar una masajeadora provista de cuchillas, obteniendo buenos resultados y aceptación de un panel de catadores entrenados en lo que tiene que ver con el aumento de la terneza y suavidad; también se determinó muy buen rendimiento en cuanto a la disminución de la fuerza de cizallamiento Warner-Bratzler.

Este trabajo propone la utilización de dos técnicas de conservación combinadas para promover la industrialización y el aprovechamiento de la carne de cabra: el empacado al vacío y la refrigeración, que, sumados al proceso de marinado, buscan mejorar la terneza y limitar el desarrollo microbiano en la carne de cabra de raza santandereana.

## Materiales y métodos

### Materias primas

Se utilizaron 4 ejemplares machos, de 9 meses de edad, pertenecientes a la raza caprina santandereana (previa certificación veterinaria). Estos fueron transportados al campus de la Universidad de Pamplona (Norte de Santander), en donde fueron mantenidos durante 4 días, hasta el momento de su sacrificio. Un día antes de la muerte de cada animal, estos fueron llevados al aprisco de la Universidad, mantenidos en aislamiento y ayuno para facilitar las labores de faenado. El sacrificio de los animales lo realizó personal calificado. Una vez obtenida la carne madurada en canal se procedió a realizar el despiece, pesaje e identificación de las piezas comerciales de carne por utilizar (pierna, brazo y costillar) como porciones comerciales de alto valor y se realizó el proceso de marinado.

### Marinado y empacado al vacío

Se procedió a elaborar los productos marinados y sin marinar. La solución de marinado estaba compuesta de NaCl (2%), TPS (de la mezcla lista de polifosfatos) (0,5%), 0,5% de extracto de romero y 0,5% de laurel molido, según Pawar et al. (19) y Önenç et al. (20). El proceso de marinado por maceración se realizó en una masajeadora tumbler, con una velocidad de 23 rpm y una permanencia de 20 minutos, siguiendo a Bowling et al. (18). Posteriormente las muestras fueron empacadas al vacío según las experiencias de Babji et al. (21) y Morales de la Nuez et al. (22).

### Evaluación de la terneza

La determinación de la terneza de la carne se realizó a la carne de cabra almacenada durante los días 0, 7, 14, 21 y 28, mediante la técnica cizallamiento con sonda Warner-Bratzler (WB) según Hönikel (23), en un texturómetro TA-Plus Lloyd. Para ello se hicieron probetas rectangulares de 1,2 cm de lado, cortadas en sentido paralelo a las fibras musculares, las cuales fueron envueltas en papel aluminio previamente identificado. Se procedió a cocinarlas en calor seco, utilizando un horno convencional calentado a 350 °F durante aproximadamente 1 hora, hasta que alcanzaron una temperatura interna de 70 °C (160 °F). A las muestras de carne de cabra se les retiró la grasa subcutánea. Los valores de calibración del texturómetro utilizaron una depresión 5 mm, la velocidad del cabezal FIE, de 5 mm/s, y la fuerza Tiger de 2 kgf. De cada una de las muestras se realizaron 8 repeticiones con porciones diferentes de la misma muestra. Los valores de resistencia al corte menores o iguales a 2,27 kg de presión significa carne tierna; valores entre 2,27-3,63 kg de presión representa carne medianamente tierna, y más de 5,44 kg representa carne extremadamente dura (24).

### Análisis microbiológicos

Tanto al producto marinado como al no marinado se les hicieron evaluaciones microbiológicas según la NTC 1325 (25), en los días 1, 7, 14, 21 y 28 del almacenamiento en refrigeración. Las técnicas de análisis microbiológico aplicadas fueron: recuento en placa de *E. coli*, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4458 (26); recuento de *Staphylococcus aureus*. Coagulasa positivo, según la NTC 4779 (27); recuento de esporas de *Clostridium*

sulfito reductoras, mediante la aplicación de la NTC 4834 (28); detección de *Salmonella* spp. en 25 g de producto, según la NTC 4574 (29) y, finalmente, la detección de *Listeria monocytogenes* en 25 g de producto, según lo dispuesto en la NTC 4666 (30).

## Análisis estadístico

Todas las pruebas se practicaron por triplicado según un diseño experimental de bloques completos al azar, y se aplicaron análisis estadísticos Anova a los resultados obtenidos en busca de diferencias mínimas significativas (DMS) entre los tratamientos de marinados y sin marinar a cada uno de las variables anteriormente expuestas, para así determinar la favorabilidad de la aplicación de los tratamientos de conservación sobre la calidad microbiológica y la terneza en la carne de cabra de raza santandereana.

## Resultados

### Terneza de la carne de cabra marinada y sin marinar

Los resultados de las pruebas de terneza ejecutados en la carne de cabra cocida durante los diferentes días de almacenamiento se muestran en la figura 1. Se puede afirmar que las muestras que no fueron sometidas al proceso de marinado presentan, en el comienzo del almacenamiento (días 0, 7 y 14), índices más altos de resistencia al corte que la carne de cabra marinada; a medida que pasa el tiempo se presenta una clara tendencia a la disminución de este índice, llegando a su nivel máximo de disminución alrededor del día 28 de almacenamiento.

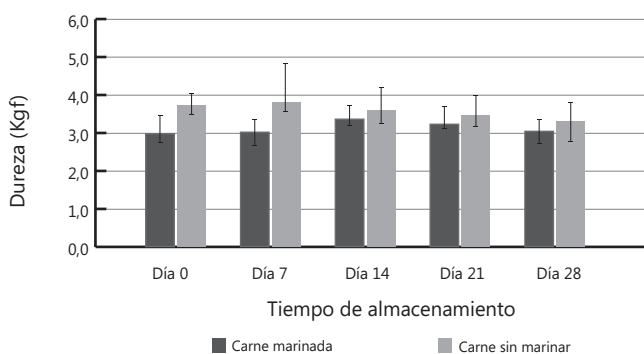


Figura 1. Evolución de la terneza en la carne de cabra  
Fuente: los autores

La figura 1 indica que la terneza de las muestras marinadas es mayor, al presentarse menor resistencia al corte en todas las evaluaciones con respecto a las muestras sin marinar, y que al comparar los resultados de las muestras marinadas y sin marinar de los días 0, 7 y 14, se presentan diferencias estadísticamente significativas con un valor ( $p \leq 0,05$ ).

## Análisis microbiológicos practicados

### Recuento de *E. coli* en la carne de cabra

La figura 2 registra el crecimiento de *E. coli* durante los 28 días de almacenamiento. Aunque es probable que la carga de microorganismos presentes en cada una de las piezas comerciales varíe ampliamente debido a episodios como el contacto con la piel en el desuello o con las vísceras durante el proceso de eviscerado, aquí se muestran dos tendencias de comportamiento: por una parte se puede observar un mantenimiento en el número de las unidades formadoras de colonia (UFC) de *E. coli* durante los primeros 14 días de almacenamiento para la carne de cabra marinada, y posteriormente se muestra un leve aumento en el día 21; finalmente en el día 28 se observa una marcada disminución.

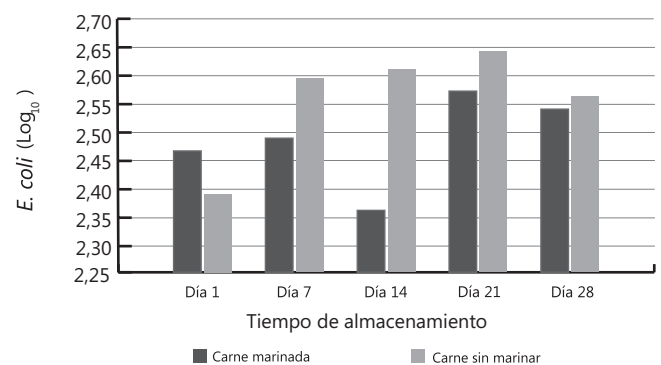


Figura 2. Evolución del crecimiento de *E. coli* en la carne de cabra  
Fuente: los autores

De otro lado, la carne sin marinar no presenta un comportamiento uniforme, y los recuentos de *E. coli* varían durante todos los días de almacenamiento; únicamente se da una concordancia en la disminución final observada en la carne de cabra marinada. Esta disminución se origina, probablemente, por la generación de sustancias con actividad antimicrobiana propias de la degradación autolítica.

El mayor incremento en el recuento de *E. coli* para los dos tratamientos se registra en el periodo transcurrido entre el día 1 y el día 7. Al comparar los recuentos de los tratamientos propuestos no se encontraron diferencias estadísticas significativas con un valor  $p \leq 0,05$  en los días de análisis ni entre los tratamientos aplicados; sin embargo, en el 80% de los casos, en los resultados de los recuentos de *E. coli* se observan menores cantidades del microorganismo en la carne de cabra marinada respecto al de la carne no marinada. Al comparar los resultados del crecimiento de *E. coli*, con el límite permitido en la NTC 1325, sólo después del día 21 para la carne de cabra marinada y del día 14 para la carne de cabra sin marinar, las condiciones microbiológicas no son buenas y, por tanto, el producto no es apto para el consumo.

**Cuantificación de *Staphylococcus aureus*. Coagulasa positivo, esporas de *Clostridium* sulfito reductoras, *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes* en la carne de cabra**

El registro de los resultados de los análisis microbiológicos practicados a las muestras de carne de cabra, tanto marinada como sin marinar, durante 28 días de almacenamiento se muestra en la tabla 1. Los géneros microbianos *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp., así como la prueba realizada en busca de esporas de *Clostridium* sulfito reductoras señalaron ausencia en las muestras analizadas tanto para la carne de cabra marinada como para la carne sin marinar en todos los análisis practicados.

En las dos variantes de proceso aplicadas a la carne de cabra, se registró presencia de *Staphylococcus aureus*. Para los dos casos, una de las cinco muestras analizadas se encontró fuera del rango establecido por la NTC 1325. Se debe resaltar que los recuentos de *S. aureus* en las muestras marinadas presentan una tendencia creciente, mientras que los resultados del análisis en la carne de

cabra sin marinar no revelan ninguna tendencia clara. En el caso la carne de cabra sin marinar no se presentó una disminución tan marcada del pH, probablemente por la menor prevalencia de *S. aureus*.

**Discusión**

**Terneza de la carne de cabra marinada y sin marinar**

El tratamiento de masajeo y marinado mejora la terneza de la carne de cabra de raza santandereana desde el mismo momento de la aplicación del procedimiento, y estas condiciones se mantienen en el tiempo mientras que la mejora en la terneza de la carne sin marinar sólo se presenta a partir del día 14; lo expuesto coincide con los trabajos de McKeith et al. (31) y Nishimura et al. (32).

La mejora en la terneza de la carne de cabra marinada se debe a un debilitamiento estructural de las miofibrillas causado por el proceso de masajeo al que fue sometido el producto y al ingreso de la solución marinadora al tejido, mientras que el lento proceso de ablandamiento de la carne sin marinar después del día 14 se debe al debilitamiento estructural del tejido conectivo intramuscular (33,34). Nishimura et al. (32) demostraron que el debilitamiento estructural del tejido conectivo intramuscular de carne se lleva a cabo durante el almacenamiento prolongado, basado en la disminución de las resistencias mecánicas, así como el aumento en el rendimiento de las fracciones perimisiales. Hogg et al. (35) informaron que la carne de cabra almacenada durante 12 días es significativamente más tierna que la almacenada únicamente 2 días, y Kannan et al. (36) afirman que el índice de fragmentación de las miofibrillas de carne de cabra es cada vez mayor durante periodos de almacenamiento prolongados.

**Tabla 1.** Registro de los análisis microbiológicos practicados a la carne de cabra

Tiempo	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E.C.S.R</i> (esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor)	<i>E.C.S.R</i> (esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor)
	Carne marinada	Carne sin marinar	Carne marinada	Carne sin marinar
Día 1	< 100 ufc/g	< 100 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Día 7	< 100 ufc/g	2,1x10 <sup>3</sup> ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Día 14	1,2x10 <sup>2</sup> ufc/g	<100 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Día 21	1,6x10 <sup>3</sup> ufc/g	1,2x10 <sup>3</sup> ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Día 28	1,5x10 <sup>3</sup> ufc/g	< 100 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
Límite máx.*	100-300 ufc/g	100-300 ufc/g	100-300 ufc/g	100-300 ufc/g

\*Norma Técnica Colombiana (NTC) 1325

Fuente: los autores



Aunque las especias se utilizan generalmente para dar sabor y color característicos a los productos cárnicos, Thompson et al. (37) hallaron una reducción en los valores de la fuerza de cizallamiento, al aplicar un tratamiento con extracto de jengibre en la carne de ovino. Narsaiah et al. (38) establecieron que el tratamiento con cáscara y semillas pulverizadas de frutas de granada induce una mejora en la terneza de la carne de cabra. Sin embargo, en el presente trabajo no se puede establecer claramente que la adición de las especias propuestas contribuya a mejorar la terneza de la carne de cabra.

De otra parte, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en la terneza de los diferentes grupos musculares de carne de cabra evaluados; estos resultados contrastan con lo reportado por González et al. (39) y Argüello et al. (40), lo cual permite concluir que no existen diferencias de terneza entre los diferentes grupos musculares de los caprinos jóvenes.

La terneza es uno de los más importantes parámetros de calidad de la carne que determina la aceptación de los consumidores (41). Sin embargo, en este trabajo se demuestra que la aplicación del tratamiento de marinado y masajeo mejora notablemente las características de este tipo de carne; además, al comparar los resultados de la prueba (WB) de la carne de cabra de raza santandereana con los expuestos por Dhandra et al. (42); Sheradin et al. (10); Simela et al. (43) y Swan et al. (44), los aquí determinados son notablemente inferiores y seguramente muy aceptables para los consumidores. Finalmente, se debe resaltar que, según Kannan et al. (36), el método de envasado no afecta sustancialmente o interfiere con el proceso de ablandamiento post mórtem normal de la carne de cabra.

### Recuento de *E. coli*, en la carne de cabra

El lento aumento en la tasa del desarrollo de *E. coli* en los paquetes, que en ninguno de los casos es mayor a una unidad logarítmica, se debe posiblemente al importante efecto bacteriostático de los dos tratamientos de conservación aplicados; la refrigeración, por ejemplo, tiene la capacidad de retrasar el crecimiento bacteriano. Un hecho importante que pudo haber limitado el desarrollo de *E. coli* y algunos otros géneros bacterianos en el producto fue la aplicación de los extractos de romero y laurel en la carne marinada, ya que las dos plantas utilizadas presentan amplia actividad antimicrobiana. El romero (*Rosmarinus officinalis*) se conoce por sus propiedades medicinales como antimutagénico y su

poder antibacteriano (45), y el aceite esencial de romero ha demostrado amplia actividad antimicrobiana frente a *E. coli* (46). Igualmente, la composición química del laurel (*Laurus nobilis*), su aceite esencial y su actividad antimicrobiana han sido descritos ampliamente por Simic et al. (47), Sangun et al. (48), y se utiliza como antirreumático, antiséptico, digestivo diaforético y diurético.

La aplicación del empacado al vacío como técnica de preservación ha demostrado ser ampliamente eficaz en la conservación de la carne de cabra. Babji et al. (21) reportaron que el empacado al vacío limita de manera notable el crecimiento de *E. coli* en la carne de cabra. No obstante, la presencia y el desarrollo de *E. coli* en el producto se pueden potenciar por la existencia de oxígeno en los paquetes al momento del sellado, debido a que su nivel en el producto fue del 95%. La carne de cabra de raza santandereana empacada al vacío y refrigerada presenta niveles bastante inferiores de contaminación por *E. coli* a los reportados por Bhandare et al. (49).

### Cuantificación de *Staphylococcus aureus*, *Coagulasa positivo*, *esporas de Clostridium sulfito reductoras*, *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes* en carne de cabra

El hallazgo de *S. aureus* merece atención y sugiere la necesidad de establecer mejores controles en los procesos de limpieza y desinfección aplicados. Aunque *S. aureus* es capaz de proliferar a bajas temperaturas, de hasta 7 °C, el límite inferior para la producción de enterotoxinas resulta algo más elevado; es así como se han detectado enterotoxinas estafilocócicas en alimentos mantenidos a 14 °C (50). *Staphylococcus aureus* puede sobrevivir en los envases al vacío, pero su capacidad para formar enterotoxinas están inhibidos debido a la limitada disponibilidad de oxígeno (51). Similares resultados se han reportado para este género bacteriano por Babji et al. (21) Mukhopadhyay et al. (52) Brahmbhatt y Anjaria (53).

La refrigeración del producto pudo tener algún efecto conservante importante frente a *Clostridium perfringens*, ya que su desarrollo es muy lento por debajo de los 15 °C (54). Las esporas de *Clostridium perfringens* no se ven afectadas por la acción de las bajas temperaturas (55), y se ha observado la germinación de esporas de *Clostridium spp.* a 5 °C. No obstante, la utilización del almacenamiento en refrigeración induce

a que las posibles esporas de *Clostridium* spp. presenten menor resistencia a los procesos de calentamiento por aplicar durante la cocción del producto, debido a que el contenido de agua en el núcleo está directamente afectado por la temperatura de esporulación; por tanto, una temperatura esporulante elevada produce esporas de *C. perfringens* con mayor resistencia al calor, y viceversa (56).

## Conclusiones

La carne de cabra de raza santandereana es aceptable microbiológicamente hasta el día 21 para el producto marinado, y sólo hasta el día 14 para la carne de cabra sin marinar al ser confrontada con los requerimientos mínimos exigidos por la NTC 1325. Asimismo, la aplicación del proceso de marinado por maceración mejora la terneza en la carne de cabra, desde su aplicación.

La aplicación de marinado por maceración afecta notablemente las características texturales y retrasa el desarrollo microbiano en las piezas comerciales de carne de cabra de raza santandereana empacada al vacío, mejorando su condición y convirtiéndola en una importante alternativa de desarrollo tecnológico.

## Referencias

1. Webb EC, Casey NH, Simela L. Goat meat quality. *Small Rumin Res.* 2005; 60(1-2):153-66.
2. Lawrie RA. *Lawrie's Meat Science*, 6th ed. Cambridge, England: Woodhead Publ. Ltd.; 1998. p. 336.
3. Ouali A. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA. Production des Animaux.* 1991; 4(3):195-208.
4. Pike MI, Smith GC, Carpenter ZL. Palatability ratings for meat from goats and other meat animal species. *J Anim Sci.* 1973; 37(269) (abstract 159).
5. Watanabe A, Daly CC, Devine CE. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 1996; 42:67-78.
6. Bickerstaffe R. Proteases and meat quality. *Proc N Z Soc Anim Prod.* 1996; 56:153-6.
7. Heinze PJ, Smith MC, Naud'e RT, Boccard RL. Influence of breed and age on collagen content and solubility of some ovine and goat muscles. Paper Presented at the 32nd Meeting of European Research Works, Ghent, Belgium. 1986. p. 24-9.
8. Schönfeldt HC, Naude RT, Bok W, Van Heerden SM, Smit R, Boshoff E. Flavour and tenderness related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Sci.* 1993; 34:363-79.
9. Casey NH. Goat meat in human nutrition. In: *Proceedings of the V International Conference on Goats.* New Delhi; 1992.
10. Sheradin R, Hoffman LC, Ferreira AV. Meat quality of Boer kids and Mutton Merino lambs 1 commercial yields and chemical composition. *Anim Sci.* 2003; 76:63-71.
11. Gaili ES, Aili AE. Meat from Sudan desert sheep and goats: Part 2—composition of the muscular and fatty tissue. *Meat Sci.* 1985; 13(2):229-36.
12. McMillin KW, Brock AP. Production practices and processing for value-added goat meat. *J Anim Sci.* 2005. 83(E. Suppl.): E57-E68.
13. Shaikh Nadeem A, Chattopadhyay UK, Sherikar AT, Waskar VS, Paturkar C, Latha AM, Munde KD, Pathare NS. Chemical sprays as a method for improvement in microbiological quality and shelf-life of fresh sheep and goat meats during refrigeration storage (5-7 °C). *Meat Sci.* 2003; 63:339-44.
14. Das Arun K, Anjaneyulu AS, Gadekar YP, Singh RP, Pragati H. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *Meat Sci.* 2008; 80: 607-14.
15. Wattanachant S, Sornprasitt T, Polpara Y. Quality characteristics of raw and canned goat meat in water, brine, oil and Thai curry during storage, Songklanakarin. *J Food Sci Technol.* 2008; 30(Suppl.1):41-50.
16. Nassu RT, Gonçalves LA, Silva MA, Beserra FJ. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci.* 2003; 63: 43-9.
17. Gill CO, Jones T. The display life of retail-packaged beef steaks after their storage in master packs under various atmospheres. *Meat Sci.* 1994; 38(3):385-96.
18. Bowling RA, Smith GC, Carpenter ZL, Marshall WH, Shelton M. Blade tenderization of wholesale cuts from ram lambs and kid goats. *J Anim Sci.* 1976, 43:122-30.
19. Pawar VD, Veer DG, Machewad GM. Effect of sodium chloride and sodium tripolyphosphate on the quality attributes of goat meat patties. *J Food Sci Technol Mys.* 2005; 42: 331-6.
20. Öncenc A, Serdaroglu M, Abdramov K. Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat. *Euro Food Res Technol.* 2004; 218:114-7.
21. Babji Y, Murthy TR, Anjaneyulu AS. Microbial and sensory quality changes in refrigerated minced goat meat stored under vacuum and in air. *Small Rumin Res.* 2000; 36: 75-84.
22. Morales de la Nuez A, Moreno Indias I, Falcón A, Argüello A, Sánchez Macías D, Capote J, Castro N. Effects of various packaging systems on the quality characteristic of goat meat. *Asian-Aust J Anim Sci.* 2009; 22(3):428-32.
23. Hönikel KO. Reference methods supported by oecd and their use in Mediterranean meat products. *Food Chem.* 1997; 59(4):573-582.

24. AMSA. Research Guidelines of Cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. American Meat Science. Asoc. Chicago, Illinois; 1995.
25. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 1325, Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. Quinta actualización. Icontec 2008.
26. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 4458, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos y cromogénicos. Primera actualización. Icontec 2007.
27. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 4779, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Primera actualización. Icontec 2007.
28. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 4834, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de *Clostridium sulfito reductores* e identificación de *Clostridium perfringens*. Técnica de recuento de colonias. Primera actualización. Icontec 2000.
29. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 4574, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *Salmonellas* spp. Primera actualización. Icontec 2007.
30. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). Norma Técnica Colombiana. NTC 4666, Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *Listeria monocytogenes*. Parte 1. Método de detección. Primera actualización. Icontec 1999.
31. McKeith FK, Savell JW, Smith GC, Dutson TR, Shelton M. Palatability of goat meat from carcasses electrically stimulated at four different stages during the slaughterdressing sequence. *J Anim Sci*. 1979; 49:972-8.
32. Nishimura T, Liu A, Hattori A, Takahashi K. Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef. *J Anim Sci*. 1998; 76:528-32.
33. Liu A, Nishimura T, Takahashi K. Structural weakening of intramuscular connective tissue during postmortem aging of chicken semitendinosus muscle. *Meat Sci*. 1995; 39:135-42.
34. Takahashi K. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem aging of meat: the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Sci*. 1996; 43:S67-S80.
35. Hogg BW, Mercer GJ, Mortimer BJ, Kirton AH, Duganzich DM. Carcass and meat quality attributes of commercial goats in New Zealand. *Small Rumin Res*. 1992; 8:243-56.
36. Kannan G, Chawan CB, Kouakou B, Gelaye S. Influence of packaging method and storage time on shear value and mechanical strength of intramuscular connective tissue of chevon. *J Anim Sci*. 2002; 80:2383-9.
37. Thompson EH, Wolf ID, Allen CE. Ginger rhizome: a new source of proteolytic enzyme. *J Food Sci*. 1973; 38:652-5.
38. Narsaiah K., Jha SN, Devatkal SK, Borah A, Singh DB, Sahoo J. Tenderizing effect of blade tenderizer and pomegranate fruit products in goat meat. *J Food Sci Technol*. 2011; 48(1):61-8.
39. González FA, Owen JE, Cereceres MT. Studies on the criollo goat of northern Mexico: Part 2. Physical and chemical characteristics of the musculature. *Meat Sci*, 1983; 9(4):305-14.
40. Argüello A, Ginés R, Capote J, López JL. Aproximación al estudio de las características físicas de la carne de cabrito de la agrupación caprina canaria. *Producción Ovina y Caprina*. 1998; XXIII:141-4.
41. Savell J, Shackelford SD. Significance of tenderness to the meat industry. In: Proc. Recip. Meat Conf., Ft. Collins, CO. 1992; 45:43-6.
42. Dhanda JS, Taylor DG, Murray PJ, McCosker JE. The influence of goat genotype on the production of capretto and chevon carcasses. 2. Meat quality. *Meat Sci*, 1999; 52:363-7.
43. Simela L, Webb EC, Frylinck L. Post-mortem metabolic status, pH and temperature of chevon from indigenous South African goats slaughtered under commercial conditions. *S Afr J Anim Sci*, 2004; 34(Suppl 1):204-7.
44. Swan JE, Esguerra CM, Farouk MM. Some physical, chemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand breeds. *Small Rumin Res*. 1998; 28:273-80.
45. Oluwatuyi M, Kaatz GW, Gibbons S. Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, 2004; 65:3249-54.
46. Özcan, M, Osman E. Antimicrobial activity of the essential oils of Turkish plant spices. *Eur Food Res Technol*, 2001; 212(6):658-60.
47. Simic, M., T. Kundakovic and N. Kovacevic: Preliminary assay on the antioxidative activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*, 2003; 74:613-6.
48. Sangun MK, Aydin E, Timur M, Karadeniz H, Caliskan M, Ozkan A. Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. *J Environ Biol*. 2007; 28:731-3.



49. Bhandare SG, Sherikar AT, Paturkar AM, Waskar VS, Zende RJ. A comparison of microbial contamination on sheep/goat carcasses in a modern Indian abattoir and traditional meat shops. *Food Control*. 2007; 18:854-8.
50. Schmitt M, Schuler-Schmid U, Schmidt-Lorenz W. Temperature limits of growth, TNase and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *Int J Food Microbiol*. 1990; 11(1):1-19.
51. Genigeorgis C, Prucha J. Production of enterotoxin C in processed meat. *Bacteriol*. 1971. Proc, pp 18, Abst. A102.
52. Mukhopadhyay HK, Pillai RM, Pal UK, Ajay Kumar VJ. Microbial quality of fresh chevon and beef in retail outlets of Pondicherry. *Tamilnadu J Vet Anim Sci*. 2009; 5(1):33-6.
53. Brahmabhatt MN, Anjaria JM. Isolation of bacteria from market goat meat and their in vitro antibiotic sensitivity pattern. *Indian J Anim Sci*. 1991; 63:522-3.
54. Willardsen RR, Busta FF, Allen CE, Smith LB. Growth and survival of *clostridium perfringens* during constantly rising temperatures. *J Food Sci*. 1978; 43(2):470-5.
55. Canada JC, Strong HD, Scott LG. Response of *Clostridium perfringens* spores and vegetative cells to temperature variations. *Appl Microbiol*. 1964; 12(3):237-76.
56. Paredes-Sabja D, Setlow P, Sarker MR. Role of GerKB in germination and outgrowth of *Clostridium perfringens* spores. *Appl Environ Microbiol*. 2009; 75(11):3813-7.