



## Caracterización sensorial y tecnológica de lomos de cerdo salados elaborados con cantidades reducidas de sodio

Chesta, A.A.<sup>1</sup>, Gonzalez Estevez, V.<sup>1</sup>, Boiero, M.L.<sup>2</sup>, Montenegro, M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Av. Universidad 450, Villa María, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> CIT VM-CONICET, Universidad Nacional de Villa María, Av. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba, Argentina.  
chaldana@gmail.com

### Resumen

El consumo excesivo de sal causa hipertensión, responsable, en gran medida, de las muertes por cardiopatías y accidentes cerebrovasculares. Los productos cárnicos constituyen una de las cuatro categorías que se considera contribuyen en mayor medida a la ingesta de sal en Argentina. Pero, desde el punto de vista tecnológico, la sal resulta fundamental en el desarrollo de la textura, el sabor y el color de productos cárnicos y contribuye a su conservación. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración mínima de cloruro de sodio que permite obtener lomos de cerdo salados con características sensoriales apropiadas para los consumidores. Para ello, se elaboraron productos con cuatro concentraciones distintas de sal, se los sometió a un análisis sensorial (panel no entrenado) y se midieron ciertas propiedades tecnológicas: textura, color, pH y contenido de humedad, parámetros en los que la sal cumple un rol fundamental. Por último, se realizó el recuento de los grupos microbianos más relevantes. Los resultados indican que incluso en el caso del tratamiento más pretencioso, es posible elaborar lomos de cerdo salados más saludables y con características sensoriales aceptables, lo que resultaría beneficioso tanto para consumidores como para la industria cárnica.

**Palabras clave:** lomos de cerdo salados, sodio, hipertensión, características sensoriales.

### Abstract

Excessive intake of salt cause hypertension, responsible of several heart disease and stroke deaths. Meat products constitute one of the four categories considered to contribute the most to salt intake in Argentina. On the other hand, salt is essential in color, flavour and texture development in meat products and it contributes to their preservation. The aim of this study was to determine the minimum concentration of sodium chloride that allows to obtain salted pork loins with acceptable sensory characteristics. In order to achieve this, products with four different concentrations of salt were prepared. They were subjected to a sensory analysis (untrained panel) and certain technological properties were measured: texture, color, pH and moisture content; salt meets a fundamental role in these variables. Additionally, the microbial count of the most relevant microbial groups was performed. The results indicate that even in the case of the most pretentious treatment, it is possible to elaborate healthier salted pork loins with acceptable sensory characteristics, which would be beneficial to both consumers and the meat industry.

**Keywords:** salted pork loins, sodium, hypertension, sensory characteristics.

### Introducción

Las nuevas tendencias en la industria de alimentos, respondiendo a exigencias de mercado, se orientan hacia la elaboración de productos mínimamente procesados, saludables, elaborados sin preservantes químicos y, en lo posible, que produzcan al consumidor algún beneficio adicional al estrictamente nutritivo. Pero al mismo tiempo, se demandan productos de alta calidad organoléptica, buenas características sensoriales y vida media larga. Esto supone un desafío para la industria que debe ser capaz de lograr un equilibrio entre estas exigencias, que implican decisiones completamente opuestas, para dar respuesta a esta demanda del mercado, al mismo tiempo que debe ser capaz de preservar las características sensoriales y tecnológicas propias de sus productos.

En los últimos tiempos, las enfermedades no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades pulmonares crónicas han superado a las enfermedades infecciosas como principales causas de mortalidad en el mundo (OMS 2013). Las enfermedades cardiovasculares, en particular, son responsables de prácticamente un tercio de las muertes mundiales totales anuales y, uno de los



factores de riesgo clave en su aparición es la hipertensión, responsable de al menos el 45% de las muertes por cardiopatías y el 51% de las muertes por accidente cerebrovascular (OMS 2011). La relación entre el consumo de sal (cloruro de sodio) y las funciones renal y cardíaca ha sido documentada (He y MacGregor 2003, Lev-Ran y Porta 2005), existiendo estudios que confirman que la presión arterial se ve afectada de manera directamente proporcional al consumo de sal (He y MacGregor 2007, Mohan y Campbell 2009). El grado de consumo de sal, al igual que sus patrones de consumo, varía significativamente de un país a otro. Sin embargo, la población de la región de América Latina consume mucha más sal de la que debería. El consumo de sal por persona recomendado por la comunidad científica internacional es menor a 5 g por día, equivalente a 2000 mg de sodio (OMS y FSA 2010). En Argentina, según datos del Ministerio de Salud de la Nación, el consumo de sal por persona ronda los 12 g diarios, equivalente a 4800 mg de sodio (CSRSI 2010) y, entre el 65% y el 70% de ese consumo proviene de alimentos procesados o industrializados y alimentos preparados en restaurantes, rotiserías y puestos de comida. Como consecuencia de esto, organismos nacionales e internacionales recomiendan reducir el consumo de sal para prevenir o reducir la incidencia de la hipertensión.

En Argentina se aprobó a finales de 2013 la Ley N° 26905 de Reducción del Consumo de Sodio, que plantea la reducción progresiva de la sal contenida en los alimentos procesados hasta alcanzar los valores máximos fijados por la cartera sanitaria nacional, en grupos alimentarios definidos.

Pero desde el punto de vista tecnológico, la sal resulta fundamental en la elaboración de la mayoría de alimentos, en particular en el caso de los productos cárnicos, en los que desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la textura, el sabor, el color y contribuye a la conservación (reduciendo el desarrollo de microorganismos). De hecho, el contenido de sodio en los “productos cárnicos y sus derivados” es tan elevado por la importancia que tiene en sus características finales, que constituyen uno de los tres grupos alimenticios contemplados por la Ley 26905 para la reducción de su contenido de sodio. Por todo lo anterior, es que la reducción del contenido de cloruro de sodio en este tipo de alimentos resulta especialmente dificultosa y, hacerlo sin descuidar las características sensoriales del producto final, constituye un desafío.

Una estrategia empleada en numerosas investigaciones para reducir los niveles de sodio en alimentos es la sustitución parcial del cloruro de sodio por otras sales de cloro, de manera individual o combinadas (Armenteros Cuesta et al. 2009, Campagnol et al. 2011), que contribuyen a las mismas funciones tecnológicas que el cloruro de sodio, al mismo tiempo que mantienen las características sensoriales del producto que resulta más saludable, no sólo por la reducción de la concentración de sodio, sino también por el aporte de minerales importantes y beneficiosos para el organismo (Gimeno et al. 2001a y 2001b). Por otro lado, se conoce que existe una cierta relación entre la ingesta de calcio, potasio y/o magnesio y la reducción de la presión arterial a corto plazo (Hooper et al. 2002, He y MacGregor 2004).

El objetivo de este estudio fue determinar la concentración mínima de cloruro de sodio que permitiera obtener productos cárnicos con características sensoriales apropiadas para los consumidores. Para ello, se elaboraron los productos con distintas concentraciones de sal, sustituyendo parcialmente el cloruro de sodio por cloruro de potasio en cuatro tratamientos. Posteriormente, se los sometió a un análisis sensorial por parte de un panel no entrenado y se midieron ciertas propiedades tecnológicas: textura, color, pH y contenido de humedad (relevante microbiológicamente y por el rendimiento), parámetros en los que la sal cumple un rol fundamental. Por último, se realizó también el recuento de los grupos microbianos más relevantes.

## **Materiales y métodos**

### *Elaboración de lomos de cerdo salado*

El lomo salado es un producto elaborado a partir del músculo íleo-espinal del cerdo (prácticamente libre de grasa externa, aponeurosis y tendones) salado, adobado y embutido en papel celofán, que se somete a un proceso de maduración apropiado.

Se utilizó el proceso de elaboración tradicional de lomos de cerdo salados que consiste en las etapas de acondicionamiento, salado, lavado, embutido, secado y maduración.

Los lomos de cerdo frescos se adquirieron en una empresa cárnica de Villa María (Argentina). Se seleccionaron ocho en base a un criterio de homogeneidad de peso ( $3000 \text{ g} \pm 400 \text{ g}$ ) y longitud ( $50,5 \text{ cm} \pm 1,5 \text{ cm}$ ). Los lomos utilizados fueron fraccionados en tres unidades menores.

La mezcla utilizada en la etapa de salado contenía principalmente cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de potasio (KCl) en distintas proporciones de acuerdo a un diseño experimental elaborado a partir de bibliografía de referencia (Aliño et al. 2009 y 2010) y que consiste en cuatro tratamientos que se detallan en la Tabla 1. Otros ingredientes (nitrato de sodio, nuez moscada, azúcar y pimienta blanca molida) que



formaron parte de la mezcla empleada en los tratamientos de salado, fueron adquiridos, al igual que las sales de cloro, en dos empresas abastecedoras de este tipo de insumos (Villa María, Argentina).

Tabla 1. Tratamientos de salado aplicados.

Tratamiento de salado	NaCl	KCl
I	100 %	---
II	65 %	35 %
III	50 %	50 %
IV	40 %	60 %

Nota: El tratamiento I (100 % NaCl) corresponde al salado tradicional de estos productos cárnicos.

#### Análisis de propiedades tecnológicas:

##### Medición de color

Las mediciones de color se realizaron con colorímetro CR-400/410 (Konica Minolta Sensing Inc., Japón) en muestras de todos los tratamientos de los productos terminados, utilizando el iluminante D65 y el observador estándar 2°. Debido a la característica de la muestra (superficie húmeda) se utilizó como accesorio al equipo un tubo de proyección de luz con vidrio. Por cada muestra se obtuvieron 3 submuestras (rodajas de 1 cm de espesor). Se realizaron 3 mediciones por submuestra haciendo un total de 9 mediciones por tratamiento.

Los parámetros de color analizados fueron: L\* (luminosidad): (0 = negro y 100 = blanco); a\* (tono): (negativo = verde, positivo = rojo); b\* (tono): (negativo = azul, positivo = amarillo).

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software Minitab 15.

##### Análisis del perfil de textura

Las mediciones instrumentales de textura se realizaron a temperatura ambiente sobre tarugos de 3 cm obtenidos a partir de rodajas de 1 cm de espesor del centro de cada pieza de producto terminado (para todos los tratamientos).

Se realizó un Análisis de Perfil de Textura (TPA) con un 50 % de compresión, una velocidad de test de 300 mm/min y una *trigger force* de 0,5 N; utilizando un texturómetro TMS-Pro (Food Technology, Estados Unidos). La celda de carga utilizada fue de 500 N y la sonda de medición, un plato de aluminio de 100 mm de diámetro.

Los parámetros que constituyen el TPA son dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad.

##### Medición de pH

El pH se determinó usando un pH-metro, método potenciométrico en mezcla de producto y agua destilada (1:1) según norma ISO 2917:1999, al inicio de la elaboración, durante el proceso y en el producto final en muestras de los productos elaborados a través de cada uno de los tratamientos.

##### Medición de humedad

La cantidad de agua presente en los productos finales se determinó siguiendo el procedimiento gravimétrico según método oficial (ISO 1442:1997) mediante su desecación en una estufa a 105 °C a presión atmosférica, hasta la obtención de peso constante.

##### Análisis microbiológicos

Se cuantificaron bacterias acidolácticas (importantes desde el punto de vista sensorial) por recuento en placa (ISO 7889:2003) y de coliformes a través de la técnica del número más probable (ISO 4831:2006), como se indica en el Capítulo VI del Código Alimentario Argentino (Ley 18284/69) en donde se establecen también criterios microbiológicos.

##### Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los productos terminados fue llevada a cabo a través de pruebas afectivas, también conocidas como estudios de consumidores.

Seguidamente de la etapa de secado-maduración, los lomos con los cuatro tratamientos fueron sometidos a una evaluación hedónica, una prueba de aceptación global y una de preferencia, con la finalidad de evaluar la influencia del reemplazo parcial de NaCl por KCl sobre características sensoriales.



A los lomos salados curados se les eliminó la red y el papel celofán y se los cortó en rebanadas de aproximadamente 5 mm de espesor. Las rebanadas se dejaron reposar en un plato plástico blanco por 30 minutos a una temperatura de 20-23 °C antes de servirse. Las muestras fueron evaluadas por un panel no entrenado de 50 miembros en tres sesiones diferentes. A cada uno se le proveyó un vaso de agua y una galleta sin sal después de cada muestra. Cada panelista debió completar una hoja de evaluación que le fue suministrada.

Para la prueba de nivel de agrado se utilizaron escalas hedónicas estructuradas (Tabla 2) para cuantificar la magnitud de la aceptabilidad de los productos.

Tabla 2. Formato del formulario utilizado en la prueba de nivel de agrado

1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta bastante
3	Me disgusta levemente
4	Indiferente
5	Me gusta levemente
6	Me gusta bastante
7	Me gusta mucho

Para la prueba de aceptación, cada panelista escogió su tratamiento favorito y el que consideró debía ser totalmente rechazado y los registró al final de la hoja de evaluación.

#### Análisis estadístico de resultados

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente empleando el software Statgraphics Centurion XVI (v 16.1.18), mediante un análisis de varianza ANOVA simple. En el caso en que el efecto de los factores o de la interacción fuera significativo, las medias fueron comparadas utilizando el método de la diferencia mínima significativa de Tukey (HSD) ( $p < 0,05$ ).

## Resultados y discusión

### Color

Los valores de cada uno de los parámetros estudiados para los lomos obtenidos a partir de cada tratamiento se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros de color de producto final de las cuatro formulaciones de salado.

Tratamiento	a*	b*	L*
I	10,70 <sup>a</sup> ± 0,81	1,47 <sup>a</sup> ± 0,33	42,47 <sup>a</sup> ± 1,98
II	10,37 <sup>a</sup> ± 0,86	1,20 <sup>a</sup> ± 0,66	44,40 <sup>b</sup> ± 2,24
III	11,02 <sup>a</sup> ± 1,29	1,41 <sup>a</sup> ± 0,74	46,16 <sup>c</sup> ± 1,68
IV	10,37 <sup>a</sup> ± 1,14	1,79 <sup>a</sup> ± 0,40	44,88 <sup>b</sup> ± 1,73
Valor P	ns	ns	**

Nota: \*\*\* $P < 0,001$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \* $P < 0,05$ ; ns (no significativo)  $P > 0,05$ .

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los parámetros a\* y b\* al comparar los valores obtenidos para los lomos salados elaborados con cada tratamiento. Sin embargo, existen diferencias significativas para el parámetro L\*: la media para el Tratamiento I es menor que cualquiera de los otros tres tratamientos con sustitución parcial de NaCl por KCl.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Aliño et al. (2010) quienes no observaron diferencias significativas para los parámetros a\* y b\* para lomos salados con cuatro formulaciones diferentes, pero sí para el parámetro L\*.

Este comportamiento puede deberse a que al disminuir la concentración de NaCl, hay menor modificación de las cargas electrostáticas de las proteínas miofibrilares, menor disponibilidad de agua en la superficie aumentando así la reflexión de la luz y en consecuencia el parámetro \*L.



### Perfil de textura

El análisis de textura se llevó a cabo en los productos terminados. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la cohesividad y elasticidad (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros de textura de producto final de las cuatro formulaciones de salado.

Tratamiento	Dureza	Adhesividad	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad
I	104,96 <sup>a</sup> ± 15,61	6,42 <sup>a</sup> ± 2,37	0,60 <sup>a</sup> ± 0	4,12 <sup>a</sup> ± 0,17	264,77 <sup>a</sup> ± 52,49
II	104,38 <sup>a</sup> ± 11,82	6,07 <sup>a</sup> ± 0,95	0,67 <sup>b</sup> ± 0,05	4,46 <sup>b</sup> ± 0,11	304,68 <sup>a</sup> ± 44,86
III	101,20 <sup>a</sup> ± 13,67	4,32 <sup>a</sup> ± 1,37	0,60 <sup>a</sup> ± 0	4,14 <sup>a</sup> ± 0,11	245,37 <sup>a</sup> ± 26,59
IV	108,06 <sup>a</sup> ± 13,51	4,06 <sup>a</sup> ± 1,89	0,60 <sup>a</sup> ± 0	4,24 <sup>c</sup> ± 0,19	270,68 <sup>a</sup> ± 30,05
Valor P	ns	ns	**	**	ns

Resultados similares encontró Corral Silvestre (2010) en cuanto a la cohesividad de productos elaborados con diferentes tratamientos de salado. Gou et al. (1996) encontraron diferencias en la elasticidad de lomos con sustitución de NaCl por KCl del 50 % y 60 %, lo que coincide con los resultados de este estudio.

### pH

Para productos como el lomo de cerdo salado, el pH de la pieza fresca para comenzar con el proceso de transformación debería oscilar entre 5,4 y 5,8 (Andújar et al. 2003).

El pH de salazones cárnicas tiende a aumentar ligeramente, tanto en superficie como en el interior, a lo largo del proceso (Sánchez-Molinero 2003). En la superficie del producto el pH suele fluctuar por factores aleatorios, por lo que las muestras fueron tomadas de lonjas internas de las diferentes piezas.

La evolución del pH desde la materia prima, durante el proceso de elaboración y hasta el producto terminado, con las cuatro formulaciones se muestra en la Figura 1. Se observa un incremento de pH durante el proceso de curado, en especial en el producto elaborado con el tratamiento III ( $pH_{inicial}$ : 5,61;  $pH_{final}$ : 6,11). Algo menos intenso es el incremento para el tratamiento I ( $pH_{inicial}$ : 5,65;  $pH_{final}$ : 6,07); es más ligero aún en el tratamiento II ( $pH_{inicial}$ : 5,76;  $pH_{final}$ : 6,24) y aún menos acentuado en el tratamiento IV ( $pH_{inicial}$ : 5,80;  $pH_{final}$ : 6,13).

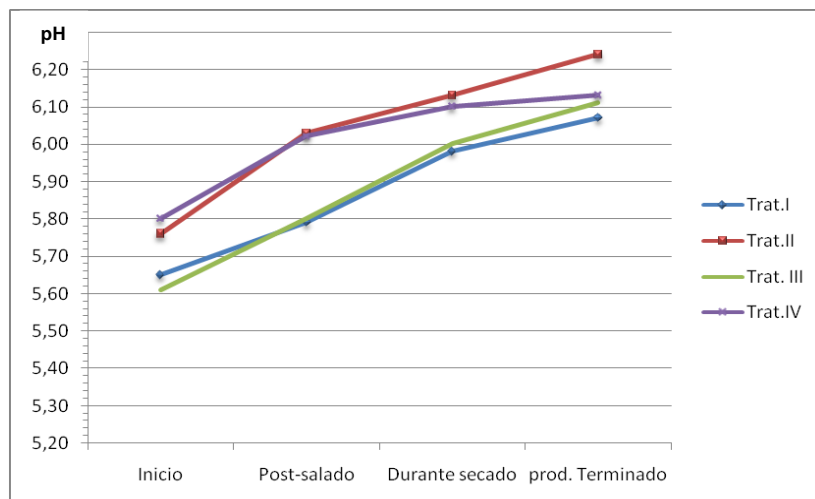


Figura 1. Evolución del pH durante el proceso de transformación de lomo fresco a lomo salado y curado con cuatro formulaciones de salado diferentes.

Como puede observarse en la Figura 1, el pH de la materia prima es adecuado. El valor promedio de pH de todos los lomos fue de  $5,705 \pm 0,09$ . El análisis estadístico de los valores de pH del producto final para cada tratamiento de salado aplicado, reflejó que no existen diferencias significativas entre ellos con un nivel de confianza del 95%.

Resultados similares obtuvieron Gelabert et al. (2003) y Campañol et al. (2011), que utilizaron KCl como sustituto sin encontrar influencia alguna sobre el pH en lomos curados y salame.



### Contenido de humedad

En el caso de los productos elaborados, a lo largo del proceso al que fueron sometidos se realizó el seguimiento de las pérdidas de peso, lo que permitió controlar la deshidratación de las piezas, hasta alcanzar una merma del  $39 \% \pm 3 \%$  respecto al peso inicial del lomo fresco en el mismo período. La tendencia de esta progresiva deshidratación puede observarse en la Figura 2.

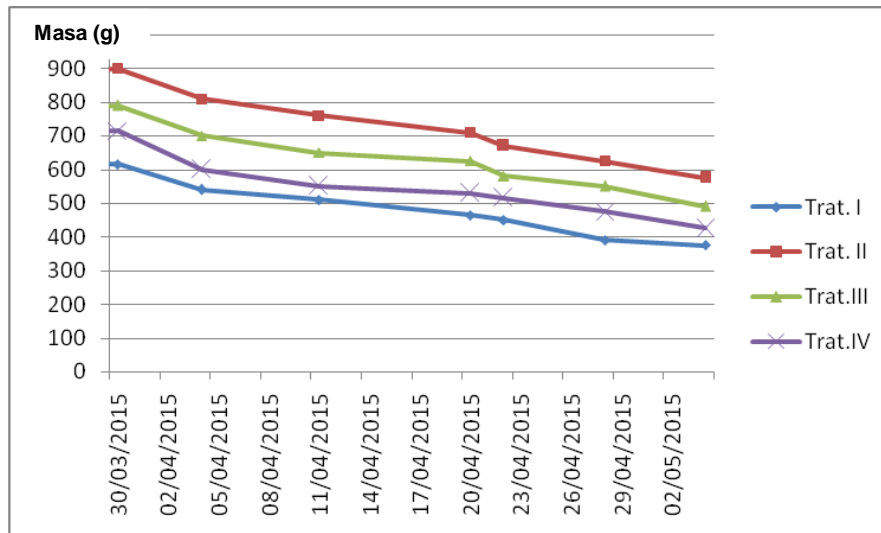


Figura 2. Evolución de la pérdida de peso durante su secado-estacionamiento de los lomos con cuatro formulaciones de salado diferentes.

La velocidad a la que debe de producirse la deshidratación debe ser tal que al cabo de dos semanas las pérdidas de peso sean de alrededor de 20% y 40%, para este tipo de productos. En la Figura 2 se puede observar que los valores de humedad descendieron progresivamente al aumentar el tiempo de procesado, lo que concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (Muriel 2003, Morcuende 2005). Se produjo un descenso significativo ( $p < 0,05$ ) de la humedad en las cuatro formulaciones a lo largo del proceso de curado. Lo que concuerda con los resultados obtenidos por Aliño et al. (2009 y 2010) y por Hernández Cazes (2010) en su tesis doctoral.

La disminución de peso de las muestras en cada tratamiento es adecuada y la reducción de NaCl no afecta la velocidad de la deshidratación proporcionada del producto.

Se estudió, además, la merma en los cuatro tratamientos a los 20 días de maduración con la finalidad de verificar la velocidad de deshidratación, habiéndose encontrado que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 muestras con un nivel de confianza del 95 %. Valores similares se presentan en el trabajo de Aliño et al. (2010).

### Análisis microbiológicos

Los resultados de los recuentos microbiológicos (coliformes y BAL) se muestran en la Tabla 5. No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los recuentos de los microorganismos estudiados entre las diferentes formulaciones de sal aplicadas. Esto podría estar relacionado a que el pH y el contenido de humedad de los productos finales tampoco sufrieron cambios significativos con el mismo nivel de confianza al sustituir parcialmente el NaCl por KCl.





Tabla 5. Valores medios ( $\pm$  Desviación estándar) de análisis microbiológicos (log ufc/g) de coliformes y BAL en producto final de las cuatro formulaciones aplicadas.

Tratamiento	Coliformes (log10 ufc/g)	BAL (log10 ufc/g)
I	< 1	2,46 <sup>a</sup> $\pm$ 0,085
II	< 1	2,49 <sup>a</sup> $\pm$ 0,068
III	< 1	2,45 <sup>a</sup> $\pm$ 0,072
IV	< 1	2,47 <sup>a</sup> $\pm$ 0,061
P	ns	ns

Corral Silvestre (2010) y Aliño et al. (2009 y 2010) tampoco encontraron diferencias significativas para coliformes y BAL en distintos tratamientos de salado empleados en embutidos curados.

Estos resultados indican que el NaCl puede ser reemplazado por KCl en lomos hasta un 60 % sin riesgos bromatológicos.

#### Análisis sensorial

La aceptación de los alimentos por parte del consumidor se debe principalmente a las características sensoriales que presenta, que son el resultado del empleo de una buena materia prima y un adecuado procesamiento. El salado es una etapa crítica en la elaboración de lomos de cerdo salados, a partir de la cual la pieza desarrolla características de aspecto, textura, sabor y aroma deseadas y propias del producto.

La Tabla 6 y la Figura 3 muestran los resultados de la prueba hedónica de consumidores realizada al final del proceso de los lomos elaborados con diferente contenido de sales, de acuerdo a la escala utilizada que se expuso en Tabla 2.

Tabla 6. Análisis sensorial de los lomos salados con las cuatro formulaciones diferentes.

Tratamiento	Apariencia	Textura	Color	Aroma	Sabor
I	5,18 <sup>a</sup> $\pm$ 1,31	5,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,97	5,43 <sup>a</sup> $\pm$ 0,99	5,18 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,22	5,61 <sup>a</sup> $\pm$ 1,23
II	5,25 <sup>a</sup> $\pm$ 1,74	4,25 <sup>b</sup> $\pm$ 1,11	5,11 <sup>a</sup> $\pm$ 1,03	4,25 <sup>a</sup> $\pm$ 1,84	4,82 <sup>a</sup> $\pm$ 1,83
III	5,18 <sup>a</sup> $\pm$ 1,42	4,75 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,24	5,14 <sup>a</sup> $\pm$ 1,56	4,64 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,83	4,71 <sup>a</sup> $\pm$ 1,86
IV	5,54 <sup>a</sup> $\pm$ 1,17	4,79 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,20	5,79 <sup>a</sup> $\pm$ 1,03	5,68 <sup>bc</sup> $\pm$ 1,28	5,46 <sup>a</sup> $\pm$ 1,23
P	ns	**	ns	**	ns

El aroma y la textura fueron los atributos sensoriales afectados por la reducción de sal. Para ambos, pueden observarse valores más bajos en los tratamientos II y III respecto del control y el tratamiento IV. A este último le corresponden las mejores puntuaciones de apariencia, color y aroma, lo que se condice con los resultados del estudio de preferencia, en el que resultó el segundo más elegido por los consumidores (29 %), después del control (32%).

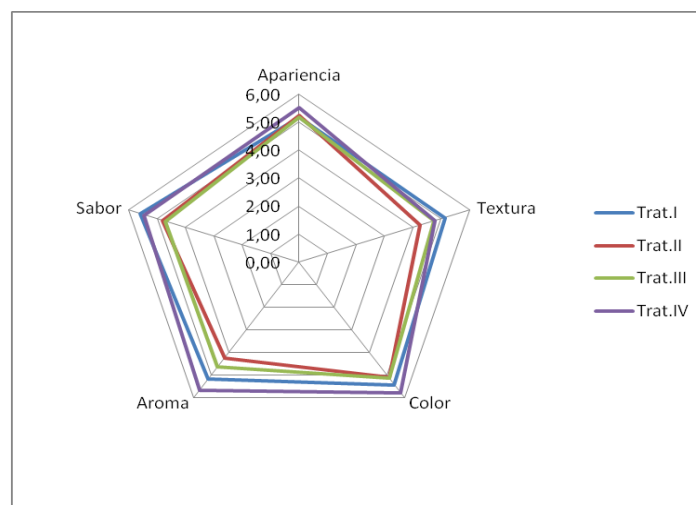


Figura 3. Perfil sensorial de los lomos salados con cuatro Tratamientos de salado.



Las diferencias que encontró el panel en la textura del tratamiento II coinciden con los resultados de la determinación del perfil de textura, donde se habían encontrado diferencias significativas para la cohesividad y elasticidad para este tratamiento.

En cuanto a la aceptación general del producto final, el 57 % de los consumidores consideró que ninguno de los tratamientos debía ser rechazado. Sólo el 4 % rechazó el tratamiento IV y el 7 %, el tratamiento I. Los tratamientos II (11%) y III (21 %) fueron los más rechazados. Estos resultados son muy positivos, ya que indica que hasta el tratamiento más desfavorable no fue rechazado por los panelistas, por el contrario fue el segundo más elegido luego del control, como se comentó con anterioridad.

Campagnol et al. (2011) observaron una depreciación del aroma al emplear 50 % de KCl como sustituto en lomo salado. Armenteros Cuesta et al. (2009) sólo encontraron diferencias significativas en sabor, textura y aroma para tratamientos en lomos con reemplazos del 70 % de NaCl por KCl con respecto al control.

### **Conclusión**

Tanto los análisis de las propiedades tecnológicas y los recuentos microbiológicos, como el análisis sensorial al que fueron sometidos los lomos de cerdo salados elaborados con los cuatro tratamientos de salado propuestos mostraron que una sustitución del 60% de NaCl con KCl en la elaboración, permite obtener productos con características sensoriales muy buenas. De hecho, este tratamiento fue seleccionado en segundo lugar de preferencia por el panel que evaluó sus características sensoriales y fue el menos rechazado, incluyendo el tratamiento control.

Los resultados de la medición de los parámetros tecnológicos coinciden con las apreciaciones del panel que llevó a cabo el análisis sensorial. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre el pH y el contenido de humedad finales de los productos elaborados con los cuatro tratamientos, lo que se vio reflejado en el desarrollo de los grupos microbianos estudiados, que tampoco se afectó significativamente con el mismo nivel de confianza. Esto último es muy importante ya que significa que no se generan problemas bromatológicos al sustituir parcialmente al NaCl por KCl en la elaboración de lomos de cerdo salados.

A partir de todo lo anterior y, teniendo en cuenta el objetivo de esta investigación, es posible asegurar que el tratamiento de salado IV (40% NaCl – 60% KCl) presenta características sensoriales apropiadas para los consumidores, al mismo tiempo que la reducción en su concentración de sodio lo convierte en un alimento más saludable que su contraparte tradicional, lo que no sólo resulta beneficioso para los consumidores, sino que también constituye una solución para la industria cárnica en Argentina que debe adaptarse a la nueva legislación que exige reducir la concentración de sodio en los productos que elaboran.

### **Agradecimientos**

A la Ing. Esp. Viviana Silvia Renaud, coordinadora de la Unidad Técnica Tecnología y Desarrollo de Productos del Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Carnes (INTI-Carnes), del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) por su colaboración en los ensayos de color y textura.

### **Referencias**

- Aliño M, Grau R, Toldrá F, Blesa E, Pagán MJ, Barat JM. 2009. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. *Meat Science*, 83: 423-430.
- Aliño M, Grau R, Toldrá F, Blesa E, Pagán MJ, Barat JM. 2010. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat Science*, 85: 580-588.
- Andújar G, Pérez D, Venegas O. 2003. *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Editorial Universitaria Ciudad de La Habana, Cuba.
- Armenteros M, Aristoy MC, Barat JM, Toldrá F. 2009. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117: 627-633.
- Campagnol PCB, Santos BA, Wagner R, Terra NN, Pollonio MAR. 2011. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science*, 87: 290-298.
- Committee on Strategies to Reduce Sodium Intake (CSRSI). 2010. *Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (US)*. Henry JE, Taylor CL, Boon CS Editors. *Strategies to reduce sodium intake in the United States*. Washington DC: The National Academies Press.





- Corral Silvestre S. 2010. Tesis de Magíster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos: Efecto de la reducción de sal en la calidad de embutidos crudo curados. Universidad Politécnica de Valencia Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.
- Gelabert J, Gou P, Guerrero L, Arnau J. 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 65: 833–839.
- Gimeno O, Astiasarán I, Bello J. 2001a. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on color, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57: 23-29.
- Gimeno O, Astiasarán I, Bello J. 2001b. Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl<sub>2</sub> on microbiological evolution of dry fermented sausages. *Food microbiology*, 18: 329-334.
- Gou P, Guerrero L, Gelabert J, Arnau J. 1996. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42: 37-48.
- He FJ, MacGregor GA. 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42: 1093-1099.
- He FJ, MacGregor GA. 2004. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. In: *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- He FJ, MacGregor GA. 2007. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. Reducing salt in foods, practical strategies. Eds: Kilcast, D. and Angus. CRC Press, Estados Unidos: 19-53.
- Hernández Cazares AS. 2010. Tesis doctoral: Control de calidad y seguridad de la carne y productos cárnicos curados mediante el uso de sensores enzimáticos. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), Valencia, España.
- ISO 1442:1997. Meat and meat products. Determination of moisture content (Reference method).
- ISO 2917:1999. Meat and meat products. Measurement of pH. Reference method.
- ISO 4831:2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms. Most probable number technique.
- ISO 7889:2003. Yogurt. Enumeration of characteristic microorganisms. Colony count technique at 37° C.
- Lev-Ran A, Porta M. 2005. Salt and hypertension: a phylogenetic perspective. *Diabetes Metabolism Research and Reviews*, 21: 118-131.
- Ley 18284/69 (Dto. 2126/71). Código Alimentario Argentino. Anexo I. 1969-1971. Capítulo VI: Alimentos Cárneos y Afines. Última actualización 2014.
- Ley 26905/13. Consumo de sodio. Valores Máximos.
- Mohan S, Campbell NRC. 2009. Salt and high blood pressure. *Clinical Science*, 117: 1-11.
- Morcuende D. 2005. Evaluación tecnológica de la carne de cerdo Duroc y sus cruces con el cerdo Ibérico destinada a la producción de carne fresca y su transformación en productos cárnicos curados. (Tesis Doctoral). Universidad de Extremadura, Facultad de Veterinaria. Cáceres, España.
- Organización Mundial de la Salud. 2011. Causes of death 2008: data sources and methods. Ginebra.
- Muriel E. 2003. Estudio comparativo de parámetros fisicoquímicos y sensoriales de Lomo Ibérico. (Tesis Doctoral). Universidad de Extremadura, Facultad de Veterinaria. Cáceres, España.
- Organización Mundial de la Salud. 2013. Proyecto revisado y actualizado. Plan de acción mundial para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles 2013-2020.
- Organización Mundial de la Salud; Food Standards Agency. 2010. Creating an enabling environment for population-based salt reduction strategies. Informe de la reunión técnica conjunta llevada a cabo por la OMS y la Food Standards Agency, Reino Unido, Julio 2010, 1: 3-42.
- Sánchez-Molinero F. 2003. Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado. (Tesis Doctoral). Universitat de Girona. Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària. Girona, España.