

Efecto de la cadena de frío sobre el crecimiento de bacterias ácido-lácticas, la calidad fisicoquímica y la alteración de jamones cocidos lonchados empacados al vacío*

Buelvas Salgado, G. A.**, Patiño Gómez, J. H.***, Restrepo Flores, C. E.****

Resumen

Introducción. El abombamiento de los empaques, la sinéresis, los cambios de color, el limo superficial y la aparición de lechosidad son deterioros comunes en jamones cocidos lonchados empacados al vacío (JCLEV), defectos de calidad que pueden causar rechazo por parte de los consumidores. **Objetivo.** Evaluar el efecto de las condiciones de almacenamiento en refrigeración de tiendas de barrio, minimercados y supermercados, sobre la calidad fisicoquímica y el deterioro sensorial visible de JCLEV, producto del metabolismo de bacterias ácido lácticas (BAL). **Materiales y métodos.** Para el desarrollo de esta investigación se evaluaron 6 marcas comerciales de JCLEV teniendo en cuenta dos tiempos de muestreo, 25 días antes de fecha de vencimiento (FV) y 15 días después de fecha de vencimiento; para este último los resultados se estiman para un total de 45 días teniendo en cuenta la fecha de elaboración del producto, evaluando los criterios microbiológicos de calidad (NTC 1325 de 2008), los recuentos de BAL y los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, a_w , humedad, cloruros). **Resultados.** Rodríguez, en 2003, afirma que un producto cárnico cocido envasado se encuentra alterado por acidificación cuando la cantidad de ácido láctico excede de 3-4 mg/g o pH ($\leq 5,8$). Empleando este criterio se encontró que los jamones con mayores recuentos de BAL estaban fisicoquímicamente deteriorados por acidificación 25 días antes de FV, sin cambios sensoriales visibles. **Conclusión.** Debido a que los JCLEV no son productos

fermentados, las BAL pueden ser empleadas como un indicativo del deterioro fisicoquímico, la calidad de los procesos de elaboración e inadecuadas condiciones de almacenamiento, que influyen negativamente sobre la estabilidad sensorial y fisicoquímica de los JCLEV.

Palabras clave: jamón cocido, empacado a vacío, bacterias ácido lácticas, deterioro

Effect of the cold chain on the growth of acid-lactic bacteria, on the physical-chemical quality and on the alteration of vacuum packed sliced cooked ham

Abstract

Introduction. Inflated packages, syneresis, color changes, surface silt and the appearing of milkiness, are common damages of vacuum packed sliced cooked hams (VPSCH), quality defects that can cause rejection by the consumers. **Objective.** Evaluating the effect of the refrigerated storage conditions in neighborhood stores, minimarkets and supermarkets, on the physical-chemical and on the sensorial quality and on the visible sensorial decay of VPSCH, due to the acid-lactic bacteria's (ALB) metabolism. **Materials and methods.** To develop this research work 6 commercial brands of VPSCH were evaluated, taking into account two sampling times: 25 days after the expiration date (ED) and 15 days

* Artículo producto de la investigación financiada por la empresa Fundación INTAL, como primer objetivo del trabajo de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Título original "Desarrollo y validación de modelos matemáticos predictivos del crecimiento microbiano para la estimación de la vida útil en jamón lonchado empacado al vacío".

** Ingeniero Agroindustrial, Aspirante a Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Asistente Técnico de Proyectos en Fundación INTAL

*** MSc, Director Fundación INTAL, Itagüí-Antioquia, director@fundacionintal.org

**** MSc, Directora Técnica Fundación INTAL, Itagüí-Antioquia, crestrepo@fundacionintal.org

Correspondencia: Buelvas Salgado, G. A., e-mail. asistecnico@fundacionintal.org

Artículo recibido: 15/07/2012; Artículo aprobado: 15/11/2012

after the expiration date. For the latter, the results are estimated for a total period of 45 days taking into account the date of manufacture of the product, evaluating the microbiological quality criteria (NTC 1325, 2008), the accounts of ALB and the physical-chemical standards (pH, acidity, a_w , humidity, chlorides). **Results.** Rodríguez, in 2003, says that a packed cooked meat product is altered by acidification when the lactic acid quantity is above de 3-4 mg/g or has a pH ($\leq 5,8$). By the use of this criterion, the hams with the highest ALB accounts were physical-chemically deteriorated due to acidification 25 days before their ED, despite having no visible sensorial changes. **Conclusion.** Due to the fact VPSCH are not fermented products, ALB can be an indication of physical-chemical deterioration, of the quality of the manufacture process and of the inadequate storage conditions, which have negative effects on the sensorial and the physical-chemical stability of VPSCH.

Key words: cooked ham, vacuum packaging, acid-lactic bacteria, deterioration.

Efeito da corrente de frio sobre o crescimento de bactérias ácido-lácticas, a qualidade físicoquímica e a alteração de presuntos cozidos lonchados embalados ao vácuo

Resumo

Introdução. O abombamento dos empacotamentos, a sinéreses, as mudanças de cor, o limo superficial e a aparição de algo leitoso são deteriorações comuns em presuntos cozidos embalados ao vácuo

(JCLEV), defeitos de qualidade que podem causar rejeição por parte dos consumidores. **Objetivo.** Avaliar o efeito das condições de armazenamento em refrigeração de lojas de bairro, mini-mercados e supermercados, sobre a qualidade físico-química e a deterioração sensorial visível de JCLEV, produto do metabolismo de bactérias ácido láctico (BAL). **Materiais e métodos.** Para o desenvolvimento desta investigação se avaliaram 6 marcas comerciais de JCLEV tendo em conta dois tempos de amostragem, 25 dias antes de data de vencimento (FV) e 15 dias depois de data de vencimento; para este último os resultados se estimam para um total de 45 dias tendo em conta a data de elaboração do produto, avaliando os critérios microbiológicos de qualidade (NTC 1325 de 2008), as recontagens de BAL e os parâmetros físico-químicos (PH, acidez, a_w , umidade, cloretos). **Resultados.** Rodríguez, em 2003, afirma que um produto cárnico cozido embalado se encontra alterado por acidificação quando a quantidade de ácido láctico excede de 3-4 mg/g ou PH ($\leq 5,8$). Empregando este critério se encontrou que os presuntos com maiores recontagens de BAL estavam físico-quimicamente deteriorados por acidificação 25 dias antes de FV, sem mudanças sensoriais visíveis. **Conclusão.** Debido a que os JCLEV não são produtos fermentados, as BAL podem ser empregadas como um indicativo da deterioração físico-químico, a qualidade dos processos de elaboração e inadequadas condições de armazenamento, que influem negativamente sobre a estabilidade sensorial e físico-química dos JCLEV.

Palavras importantes: presunto cozido, embalado a vácuo, bactérias ácido lácticas, deterioração.

Introducción

En Colombia, existen aproximadamente 314 empresas nacionales dedicadas a la producción de cárnicos procesados; solo el jamón lonchado representó en ventas 28 Millones de dólares para el año 2002¹.

El sector cárnico ha presentado grandes pérdidas económicas, ocasionadas mayoritariamente por la deficiencia en la cadena de frío durante la producción, el transporte, el almacenamiento y la comercialización, situación que potencia el crecimiento de microorganismos resistentes al tratamiento térmico o aquellos que pueden penetrar secundariamente durante la manipulación en las salas de lonchado y

empacado, lo que presenta problemas de estabilidad microbiológica².

Los microorganismos presentes son capaces de replicarse a grandes velocidades en condiciones de refrigeración, como lo reporta Rendón, quien almacenó carne de res empacada al vacío por 14 días, y encontró que la población microbiana estaba dominada por BAL heterofermentativas facultativas, principalmente de los géneros *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sakei* y *Lactobacillus plantarum*³.

Referente a las BAL, existe una controversia, ya que algunas investigaciones promueven el uso de estas en carne y productos cárnicos (bioconservación), y otras afirman que son per-

judiciales para los atributos sensoriales de los mismos.

Las BAL han sido utilizadas como una opción para inhibir el crecimiento de la flora patógena (bioconservación). En algunos estudios sobre producción in situ de ácido láctico en filetes de carne de cerdo, se encontró que es posible inhibir el crecimiento de la flora patógena y de descomposición como *Escherichia coli*, *Serratias sp*, *Enterobacteria ceae*, *Pseudomona putida*, *Brochotrix thermosphacta*. Así mismo, otros estudios reportaron que es posible evitar efectos negativos en la carne, como color, textura y sabor mediante el empleo de bacterias lácticas. En 2008 López y Jiménez⁴ reportaron que *Lactobacillus casei*, disminuyó la concentración bacteriana de coliformes, y *Staphylococcus aureus*, en carne de res, observando un efecto bacteriostático. Por razones como las anteriores, las BAL son reconocidas como seguras; además, son microorganismos propios del producto que muchas veces benefician al mismo⁵.

Sin embargo, en productos como salchichas y emulsiones cárnicas envasadas al vacío y otras carnes procesadas almacenadas en temperaturas de refrigeración, microorganismos pertenecientes al grupo de las BAL, como *Lactobacillus sakei* y *L. Curvatus*, *Leuconostocmesenteroides*, *L. Carnosum*, *L. Gasicomitatum*, *Weissellspp* y *Carnobacterium spp*⁶, son considerados como especies bacterianas alterantes^{7, 8}, ya que su actividad metabólica puede provocar acidez, decoloración, producción de gas, pérdida de sabores y olores, exudado lechoso, hinchazón del empaque, cambios del pH⁹, sin afectar la inocuidad del producto pero sí su calidad sensorial^{3, 10, 11}.

A pesar de lo anterior, la legislación colombiana para productos cárnicos procesados cocidos (NTC 1325 de 2008), dentro de sus parámetros microbiológicos, solo contempla ciertos rangos de valores máximos permisibles para identificar el nivel de buena calidad, como lo son: coliformes totales (100UFC/g), *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva (<100 UFC/g), *Listeria monocytogenes* (/25), *Salmonella* (/25), *Esporas Clostridium sulfito reductor* (<10 UFC/g), *Escherichiacoli* (<10 UFC/g) (2), y las bacterias ácido-lácticas son consideradas como propias de producto madurados y fermentados como

(salami, peperoni, entre otros) que proporcionan beneficios sobre la calidad del producto final. Para este estudio se emplearon jamones cocidos lonchados empacados al vacío que son productos *cárnicos* procesados, cocidos, embutidos, moldeados, elaborados con músculo, sea este entero o troceado, con la adición de sustancias de uso permitido, que no requieren de procesos fermentativos para resaltar atributos sensoriales o aumentar su estabilidad durante el almacenamiento.

En la actualidad los consumidores son más exigentes respecto a la calidad de los productos cárnicos elaborados¹²; por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las condiciones de refrigeración utilizadas en tiendas de barrio, minimercados y supermercados, sobre el crecimiento de BAL y las respectivas reacciones de deterioro fisicoquímico producto de la proliferación de estos microorganismos durante el almacenamiento en refrigeración, así como de deterioros sensoriales visibles.

Materiales y métodos

Muestreo. Se adquirieron seis marcas de JCLEV de cerdo, comprado en cadenas de supermercados, minimercados y tiendas de barrio de la ciudad de Medellín, los cuales se mantuvieron en cava de refrigeración en la Fundación INTAL "Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria", a una temperatura de 4±2°C por 45 días (±15 días después de FV), simulando condiciones de refrigeración doméstica. Características como marca, ingredientes, formulación no fueron parámetros definitivos para la selección de los JCLEV.

La escogencia tuvo como criterio que fueran jamones de cerdo categoría estándar (NTC-1325 del 2008), que mantuvieran un rango parecido en tiempo de la fecha de caducidad (25±4 días antes FV); ninguna de las muestras sobrepasó la fecha de caducidad.

Criterio de muestreo. Se emplearon dos tiempos de muestreo: el primero inmediatamente después de adquiridos los JCLEV, el segundo, una vez terminado el periodo de almacenamiento 45 días (±15 días después de FV), o antes si los JCLEV presentaran deterioro sen-

sorial visible (pérdida de vacío, abombamiento en el empaque, cambios de color, limo superficial, aparición de lechocidad). En ambos tiempos de muestreo se emplearon los requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados cocidos (NTC 1325 de 2008).

Recuento de microorganismos. Inicialmente se realizó para verificar el cumplimiento de los requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados cocidos, en conformidad con la NTC 1325 de 2008, específica para productos cárnicos procesados no enlatados. Además, se evaluaron los recuentos de aerobios mesófilos, según NTC 4519. Coliformes según NTC 4458, *Staphylococcus aureus coagulasa-positiva*, de acuerdo a la NTC 4779. Esporas de *Clostridium sulfito reductor (ECSR)*, según la norma NTC 4834, las determinaciones de *Salmonella*, conforme a la norma NTC 4574, la *Listeria monocytogenes*, según NTC 4666 y la *Escherichia coli* conforme a la norma NTC 4899. Además de lo anterior, se realizó el recuento de bacterias ácido-lácticas, según la metodología planteada por Ossa en 2010. Todos los análisis se efectuaron por triplicado en los 2 tiempos de muestreo (25 días antes de FV y 45 días (± 15 días después de FV).

Recuento de bacterias ácido-lácticas. Se siembra 1 mL de las diluciones estimadas en placa de Petri en profundidad, se adicionan 13 mL de agar MRS (Man Rogosa Sharpe, Sharlau-España) y finalmente se incuba a 37°C por 48 horas. En las placas que presentaban entre 25 y 250 colonias se realizaron pruebas de confirmación, identificando su morfología (cocos Gram positivos), pruebas de catalasa y oxidada¹³.

Parámetros fisicoquímicos. Se evaluaron los parámetros, acidez, pH, humedad y actividad de agua (a_w) y cloruros en tres réplicas para cada muestra de JCLEV.

La acidez titulable se determinó por titulación con NaOH 0.1N utilizando fenolftaleína como indicador y expresada en porcentaje de ácido láctico por 100 g de muestra. El pH se determinó usando un titulador automático marca

Hanna pH 211, por inmersión del electrodo en la muestra, con previa calibración en soluciones de pH de 4 y 7. La humedad se determinó según el método gravimétrico directo de la AOAC 926.08/ 2000, 930.15/90, de pérdida de peso por evaporación de agua en estufa BINDER FD 53-ULE2 balanza humidímetro marca Ohaus MB 35. La actividad de agua (a_w) se determinó con un higrómetro de punto de rocío a 25°C (Aqualab Decagón modelo CX3). Los cloruros se determinaron por titulación con $AgNO_3$ 0,1 N y expresado en porcentaje de NaCl por 100 gr de muestra, método Mohr.

Diseño de experimentos. Se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado en dos tiempos de almacenamiento ($t_0 = 25$ días antes de FV y $t_1 = 45$ días de almacenamiento (15 días después de FV), utilizando dos factores fijos: el primer factor es tipo marca, en seis niveles, y el último factor es la procedencia de las muestras, en tres niveles ($P_0 =$ Tienda de barrio, $P_1 =$ Mini mercados, $P_2 =$ Supermercados). A cada uno de los tiempos se asignaron 18 muestras de JCLEV de marcas comerciales en condiciones similares. Las mediciones de las variables fueron realizadas por triplicado y los resultados del experimento fueron analizados a partir de análisis de varianza ANOVA utilizando el método LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de significación del 95% ($\alpha=0.05$). El ANOVA se realizó con el paquete estadístico STATGRAPHICS plus, versión Centurión XVI.

Resultados

Recuentos microbiológicos. En cuanto al primer tiempo de muestreo (25 días antes fecha de vencimiento) no se presentaron alteraciones sensoriales, pero después de 15 días de FV, todas las muestras evaluadas presentaron pérdida de vacío, líquido dentro del empaque (sinéresis), y cambio de color, siendo más pronunciados estas alteraciones en los productos con mayores recuentos de bacterias ácido lácticas (marcas M1, M2, M3). En la tabla 1 se muestran los resultados de la valoración de calidad para el primer tiempo de muestreo de JCLEV.

Tabla 1. Valoración de los requisitos microbiológicos para jamones cocidos lonchados empacados al vacío 25 días antes de Fecha de vencimiento – NTC 1325, 2008

TIPO DE PRODUCTO		RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS (\log_{10}) PARA PRODUCTOS CÁRNICOS PROCESADOS COCIDOS – NTC 1325 2008							
	Marca	Aerobios Mesófilos	Coliformes totales	S. aureus	ECSR *	Salmonella	Listeria	E coli	BAL
Supermercado	M1	5,677 \pm (0,172) ^{fg}	3.041 \pm (0,0) ^d	2,1	0	Ausente	Ausente	10	3,63 \pm (0,27) ^e
	M2	5,4815 \pm (0,112) ^{ef}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	2,54 \pm (0,06) ^d
	M3	6,094 \pm (0,164) ^{gh}	1,791 \pm (0,5273) ^c	0	0	Ausente	Ausente	0	4,45 \pm (0,03) ^f
	M4	0,0 \pm (0,0) ^a	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M5	3,260 \pm (0,059) ^{cd}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M6	3,660 \pm (0,4742) ^d	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
Minimercado	M1	5.093 \pm (0,076) ^e	2,915 \pm (0,218) ^d	0	0	Ausente	Ausente	0	3,98 \pm (0,005) ^e
	M2	4,9720 \pm (0,037) ^e	0,1854 \pm (0,3211)	0	0	Ausente	Ausente	0	1,02 \pm (0,89) ^b
	M3	5,003 \pm (0,077) ^e	1,856 \pm (0,1934) ^c	0	0	Ausente	Ausente	0	3,64 \pm (0,03) ^e
	M4	2,946 \pm (0,098) ^{bc}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M5	0,3333 \pm (0,577) ^a	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M6	0,3333 \pm (0,577) ^a	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
Tienda de barrio	M1	6,164 \pm (0,204) ^{gh}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	1,65 \pm (0,32) ^c
	M2	5,982 \pm (0,821) ^{fg}	2,0122 \pm (0,901) ^c	0	0	Ausente	Ausente	0	3,61 \pm (0,26) ^e
	M3	6,535 \pm (0,3224) ^h	0,880 \pm (0,763) ^b	0	0	Ausente	Ausente	0	2,22 \pm (0,05) ^d
	M4	3,4526 \pm (0,23) ^{cd}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M5	3,453 \pm (0,137) ^{cd}	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a
	M6	2,416 \pm (0,068) ^b	0,0 \pm (0,0) ^a	0	0	Ausente	Ausente	0	0 ^a

Los superíndices diferentes en una misma columna indican diferencias significativas (<0,05). Valor promedio \pm Desviación estándar SD. *Esporas de Clostridium sulfito reductor (ECSR).

Al comparar los resultados de la tabla 1 para 25 días antes de FV, con los requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados cocidos (NTC 1325 de 2008), se encuentra que tres de las seis marcas comerciales de JCLEV no cumplen con los criterios de calidad para aerobios mesófilos. Las marcas (M1, M2, M3) de las tres procedencias superan el límite máximo permitido de calidad, (5 Log₁₀ UFC/gr); en cambio, las marcas (M4, M5, M6) de las tres procedencias se encuentran dentro del límite permitido. Lo anterior puede indicar una posible contaminación cruzada del producto terminado para las marcas (M1, M2 y M3).

En el caso de los coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, *coagulasa* positivo y *E. Coli* se presentó que 25 días antes de FV solo la muestra M1, superaba los límites máximos permitidos de calidad (2,69 log₁₀ UFC/g,

2 log₁₀ UFC/g 1 log₁₀ UFC/g) respectivamente, para el resto de muestras analizadas se encontraron dentro de los requisitos establecidos. Para el caso de *Salmonella*, *Listeria* y Esporas de *Clostridium Sulfito Reductor* (ECSR), no se presentó crecimiento en ninguna de las muestras evaluadas.

Relación entre las BAL, las propiedades fisicoquímicas y el deterioro de JCLEV

Referente a las condiciones de almacenamiento en refrigeración de las tiendas de barrio, minimercados, y supermercados, no se encontró diferencia estadística significativa entre los recuentos de BAL y propiedades fisicoquímicas (> 0,05). La figura 1 muestra el comportamiento para cada una de las marcas de JCLEV almacenados en refrigeración, 25 días antes de FV y 15 días después de fecha de vencimiento.

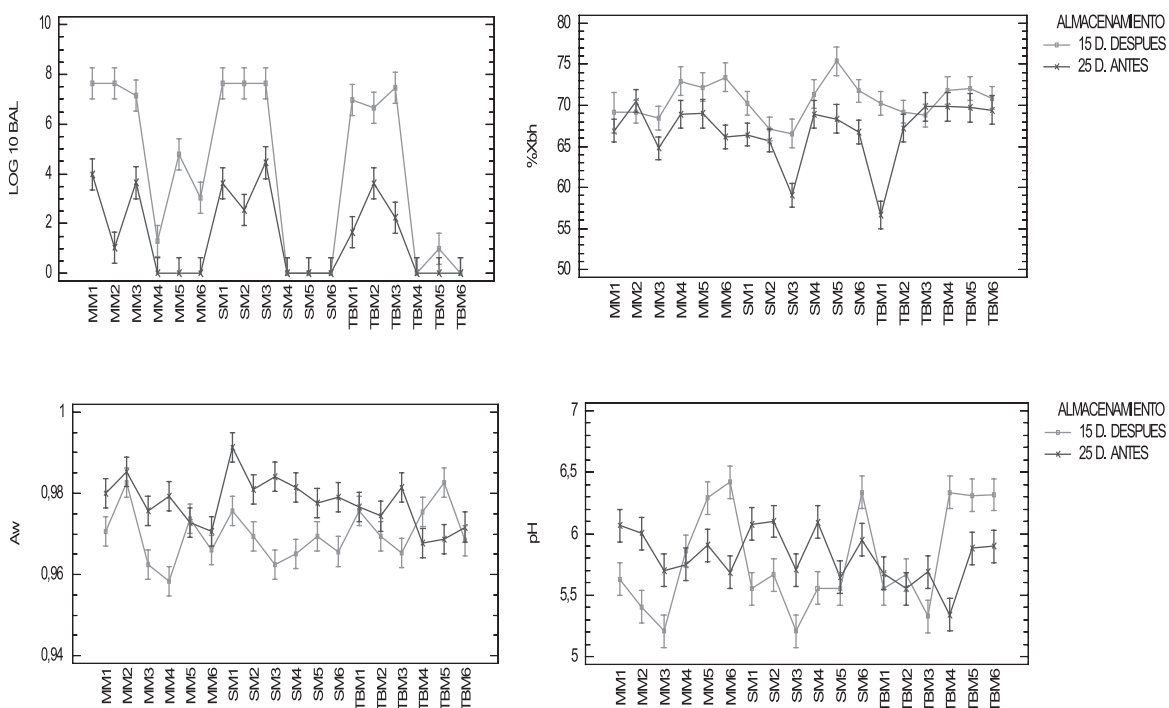


Figura 1. Propiedades fisicoquímicas y recuento de BAL de seis marcas comerciales de JCLEV obtenidas en supermercados (SM), minimercados (MM) y tiendas de barrio durante TB, por un periodo de almacenamiento de 25 días antes de FV y 15 días después de FV (45 días a partir de fecha de fabricación)

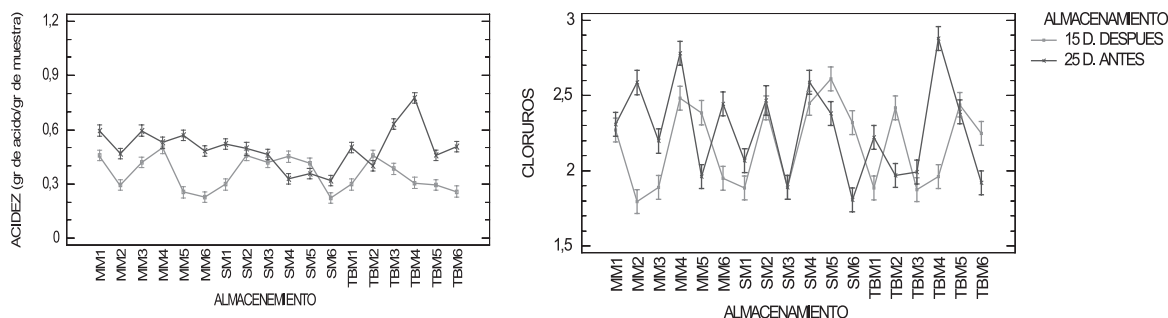


Figura 1. (continuación) Propiedades fisicoquímicas y recuento de BAL de seis marcas comerciales de JCLEV obtenidas en supermercados (SM), minimercados (MM) y tiendas de barrio durante TB, por un periodo de almacenamiento de 25 días antes de FV y 15 días después de FV (45 días a partir de fecha de fabricación)

Los resultados de la figura 1 muestran un incremento de las BAL y la humedad, acompañado de un descenso del pH, a_w , acidez y cloruros en la mayoría de los casos, comportamiento atribuido a la actividad metabólica de las BAL, que ocasiona el deterioro de los JCLEV, y que se manifestó en agriado, alteración del olor, decoloración, acumulación de gas, pérdida de vacío, exceso de exudado y presencia de limo o viscosidad en la superficie, más evidente de las marcas (M1,M2,M3) que presentaron mayores recuentos de bacterias ácido-lácticas, comportamiento muy similar en todas las condiciones de refrigeración. En cuanto a las muestras de las marcas M4, M5, M6, las alteraciones sensoriales se presentaron con menor intensidad, lo cual, se puede deber al material de empaque de estas marcas¹⁴.

El incremento de las BAL es más prominente en las marcas M1, M2 y M3, sin importar su lugar de almacenamiento; 15 días después de FV superan el límite crítico establecido para las BAL ($6 \log_{10}$ UFC/gr), lo que provoca un descenso del pH, alcanzando valores de 5, por efecto de la actividad metabólica la cual se genera grandes cantidades de ácidos orgánicos (ácido láctico), alcanzando su máxima concentración cuando el crecimiento alcanza 10^7 (UFC/g) en la superficie de JCLEV, este ácido se encuentra acompañado de la síntesis de ácidos grasos de cadena corta los cuales ocasionan cambios en el olor y rechazo sensorial¹⁵. Rodríguez¹⁴, en 2003, afirmó que un JCLEV se encuentra alterado cuando la cantidad de ácido láctico excede de 3-4 mg/g o

presenta un $pH \leq 5,8$; utilizando este criterio fisicoquímico, todos los JCLEV son rechazados por acidificación, lo que provoca un descenso del pH que limita el crecimiento de otras poblaciones microbianas¹⁶, lo que convierte a este grupo de microorganismos en flora dominante que incrementa las posibilidades de deterioro de los jamones lonchados empacados al vacío. Investigaciones recientes han mostrado a *Lactobacillus sake* y *Leuconostocmes enteroides-sub sp. Mesenteroides*, como los principales microorganismos responsables de la alteración a 4 °C y 12 °C, debido a la recontaminación en la sala de lonchado¹⁶.

Discusión

Los resultados 25 días antes de FV mostraron que después de los aerobios mesófilos, las bacterias ácido-lácticas, BAL, son la población microbiana con mayor crecimiento, pero sin alcanzar un valor crítico ($6 \log_{10}$ UFC/gr) donde se generan alteraciones al producto, como pérdida de vacío, sinéresis o cambios de color^{17, 18}.

Las alteraciones anteriores puede ser atribuidas a las condiciones de fabricación, los ingredientes, la excesiva manipulación después del tratamiento térmico, el empaque, los canales de distribución, las deficiencias en la cadena de frío y, por último, las inadecuadas condiciones de almacenamiento en refrigeración en las tiendas de barrio, minimercados y supermercados, ya que en la mayoría de supermercados se sobrepasan las temperaturas óptimas de

conservación ($2\pm 1^\circ\text{C}$) de JCLEV, temperaturas que llegan a ser próximas a los $12 \pm 2^\circ\text{C}$.²

En cuanto a los minimercados y tiendas de barrio, es muy común que las condiciones de almacenamiento presenten perfiles de temperatura fluctuantes, es decir, cercanas a la congelación o en ocasiones sin refrigeración; este tipo de cambios en las condiciones de almacenamiento provoca una interacción entre el producto y el empaque que puede acelerar el deterioro del JCLEV, ya que para retardar alteraciones como la rancidez y la decoloración, es necesario que los empaques no permitan la entrada de oxígeno y luz¹⁹, pero al momento de llegar a temperaturas de congelación, es necesario que el material de empaque tampoco permita la entrada de humedad²⁰, requerimientos técnicos de empaqueo que en la mayoría de casos no se cumplen, como era el caso de las marcas (M1, M2, M3); donde los productos son más propensos al crecimiento de la flora microbiana alterante (bacterias ácido-lácticas) y así mismo con mayores probabilidades de alteraciones fisicoquímicas y posteriormente sensoriales.

Otro aspecto a considerar es la composición química del jamón y la disponibilidad de nutrientes del mismo; su bajo contenido de sal (2% en promedio), un pH alrededor de 6.0 y una alta actividad de agua (0.945) son solo pequeños obstáculos para inhibir el incremento de la población de los microorganismos asociados con el deterioro. Por todas las razones anteriores el JCLEV es considerado como uno de los productos cárnicos más perecederos⁴.

Este mismo crecimiento poblacional provoca el metabolismo de la glucosa, D-lactato, etanol o acetato, y se produce dióxido de carbono, el cual trae como consecuencia la pérdida de vacío del empaque, comportamiento generalmente atribuido al género *Leuconostoc*⁴. Dadas estas condiciones en la mayoría de los casos comienza un aumento de la humedad y un descenso del a_w del producto por efecto de la pérdida de agua (sinéresis); dicha sinéresis según González, Suárez & Martínez, en 2009²³, incrementa la adhesividad y la dureza instrumental acortando la vida de anaquel. Además, el crecimiento exponencial de los microorganismos genera cambios de color (tonalidades

verdosas) y limo en la superficie del producto generalmente asociado al crecimiento de los géneros *Lactobacillus* y *Leuconostoc*^{21, 22}.

Para contrarrestar los problemas anteriores la industria cárnica ha empleado la adición de conservantes dentro de los JCLEV, para retardar el crecimiento de los microorganismos deteriorantes; tal es el caso del cloruro de sodio (NaCl), producto que en concentraciones del 5% se usa para inhibir el crecimiento de la flora anaeróbica, pero la demanda actual se concentra en desarrollar productos bajos en sal, lo que provoca que se empleen concentraciones inferiores al 3%. Los productos analizados todos se encuentran por debajo de este valor, lo que genera que el crecimiento de BAL sea más acelerado²³.

Para finalizar, la legislación colombiana no contempla a este grupo de microorganismos como deteriorantes de este tipo de productos²⁴, debido a que son consideradas las bacterias ácido-lácticas como propias de productos²⁵ madurados y fermentados como (salami, pepperoni, entre otros) que proporcionan beneficios sobre la calidad del producto final. Pero, para los jamones cocidos lonchados empacados al vacío que no requieren de procesos fermentativos para resaltar atributos sensoriales o aumentar su estabilidad durante el almacenamiento, son contraproducentes para las características sensoriales y fisicoquímicas del producto. Esto está demostrado en los resultados reportados por Ossa, Coral y Vanegas en 2010⁷, quien caracterizó la microbiota de jamones de cerdo asociada al deterioro por abombamiento del empaque, encontrando que el deterioro fue asociado a la presencia de BAL, debido a que fueron encontradas en las zonas de tajado y en el producto terminado, en este último se presentaron mayoritariamente *Lactobacillus*. Zárate⁹, en la Universidad de Callao, evaluó el efecto de la concentración de cloruro de sodio y del pH sobre el crecimiento de *Leuconostocmesenteroides*, en embutidos cocidos envasados al vacío, en los cuales se encontró que este microorganismo es considerado como la especie bacteriana alterante con mayor actividad de putrefacción de salchichas y emulsiones cárnicas envasadas al vacío y otras carnes procesadas bajo temperaturas de refrigeración.

De acuerdo con lo anterior, las BAL pueden ser empleadas como un indicativo del deterioro fisicoquímico, la falta calidad de los procesos de elaboración e inadecuadas condiciones de almacenamiento, que influyen negativamente sobre la estabilidad sensorial y fisicoquímica de los JCLEV²⁶.

Conclusiones

Todos los jamones desde el punto fisicoquímico se encuentran alterados antes de 25 días de la fecha de vencimiento en las condiciones actuales de almacenamiento, por la producción de ácido láctico de las bacterias ácido-lácticas presentes en el mismo.

La cadena de frío y los controles que actualmente se ejercen en las empresas para evitar el deterioro de los productos son ineficientes, ya que la presencia de las BAL acortan la vida de anaquel de los JCLEV, provocando pérdida de vacío, cambios de color y sinéresis.

Las bacterias ácido-lácticas pueden ser empleadas como un indicativo del deterioro fisicoquímico, la calidad de los procesos de elaboración e inadecuadas condiciones de almacenamiento, ya que influyen negativamente sobre la estabilidad sensorial y fisicoquímica de los JCLEV.

Referencias bibliográficas

1. OFICINA ECONÓMICA Y COMERCIAL DE LA EMBAJADA DE ESPAÑA EN BOGOTÁ. El sector de los procesados cárnicos en Colombia. Notas sectoriales. [En line]. Feb. 2005. [Citado el 7 de Marzo de 2010]. Url disponible en: <http://www.oficinascomerciales.es/icex/cma/content-Types/common/records/viewDocument/0,,,00.bin?doc=456268>.
2. TIRADO, J.; *et al.* Crecimiento microbiano en productos cárnicos refrigerados., Ciencia y tecnología alimentaria., Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de alimentos., Diciembre 2005. Vol. 5., N° 01, p. 66 – 76.
3. FLORES RENDÓN, Carolina.; *et al.* Storage time and identification of lactic bacteria in vacuum packed ground beef meat. En: Revista científica, Facultad de medicina Universidad de Zulia., Maracaibo., Venezuela. 2011. Vol. XXI, N° 5, p. 425 - 433.
4. LÓPEZ LÓPEZ A. y JIMÉNEZ VERA R. Bioconservación de carne de res y cerdo. En: Revista de la Facultad de Ingeniería Química. Diciembre de 2008. N° 47.
5. VÁSQUEZ MEJÍA, Sandra Milena; SUÁREZ, Héctor y ZAPATA, Sandra. Use of antimicrobials substances produce by acid lactic bacterias on meat conservation. En: Rev. Chilena de Nutrición. Marzo 2009. Vol. 36, N° 1.
6. CHENOLL, E.; *et al.* Lactic acid bacteria associated with vacuum-packaged cooked-meat product spoilage: population analysis by rDNA-based methods. Journal of Applied Microbiology. 2007. Vol. 102, p. 498-508.
7. OSSA, Juliana.; CORAL, Adriana. y VANE-GAS, María. Microbial of cooked porkhams associate of blown pack spoilage. Bogotá: Grupo de investigación del laboratorio de ecología microbiana y de alimentos., LEMA., Universidad de los Andes. 2010. p. 2078 – 2086.
8. RESTREPO, Diego; ARANGO, Claudia y AMÉZQUITA, Renato. Industria de carne. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2001.
9. ZÁRATE SARAPURA, Edgar. Efecto de la concentración de cloruro de sodio y del pH sobre el crecimiento de *Leuconostocmesenteroides* en embutidos cocidos empacados al vacío usando modelos matemáticos. Universidad Nacional de Callao. Vicentenario de Investigación. Ciencia y Tecnología N° 9.
10. VELÁZQUEZ, Esaú. Aislamiento de *Leuconostoc spp.* Con capacidad para deteriorar jamón cocido, rebanado y empacado al vacío y su inactivación mediante alta presión hidrostática y ondas de choque. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química., Enero 2012.
11. DE LA FUENTES SALCIDO, Norma Margarita y BARBOSZA CORONA, José Eleazar. Inocuidad y bioconservación de alimentos. En: Ciencia y Salud. Universidad Guanajuato. Vol. 20 N° 1. 2010. p. 43 -52.
12. VIRGINIA, Cousté. Aplicación de HACCP en la elaboración de jamón crudo. INVENIO. Diciembre 2001.
13. REUTER, G. Elective and selective media for lactic acid bacteria, int. En: J Food Microbiological. 1985. Vol. 2, p. 55 – 58.
14. RODRÍGUEZ, María del Rocio. Desarrollo y validación de modelos matemáticos para la

- predicción de vida comercial de productos cárnicos. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria - Universidad de Córdoba, 2003.
15. CHENOLL, E. Lactic acid bacteria associated with vacuum-packed cooked meat product spoilage: population analysis by DNA-based methods. En: Journal of Applied Microbiology. University of Valencia. 2007. p. 498 –508.
 16. MATAGARAS, M.; *et al.* Development of a predictive model for spoilage of cooked cured meat products and its validation under constant and dynamic temperature storage conditions. En: Journal of food science. 2006. Vol. 71, N° 6.
 17. CHENOLL, E.; *et al.* Lactic acid bacteria associated with vacuum-packaged cooked-meat product spoilage: population analysis by rDNA-based methods. Journal of Applied Microbiology. 2007. Vol. 102, p. 498-508.
 18. FUENTES, Norma y BARBOZA, José. Inocuidad y bioconservación de alimentos. En: Acta universitaria. Universidad de Guanajuato, México. 2010. p. 42 – 52.
 19. GERRERO, L.; GOU, P., ARNAU. Estudio de la actitud de los consumidores frente al jamón cocido loncheado envasado en atmósfera modificada., En: Almeida TCA., Hough G., Damasio MH y da Silva MAAP (Eds). Avances en análisis sensorial. Sao Paulo: CYTED, 1999. p. 167 .178.
 20. LIN, H. S. & SEBRANEK, J. G. Effect of sodium nitrite concentration and packaging conditions on color stability and rancidity development in sliced bologna., J Food Sci ,1979, 44, Pág. 1451 – 1454.
 21. SOFOS, J. N. Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Chap. 14. Great Britain: Blackie Academic & Professional, 1994.
 22. PÉREZ, Dany y ANDÚJAR, Gustavo. Cambios de coloración de los productos cárnicos. En: Revista Cubana Alimentos y Nutrición. 2000. Vol. 14, N° 2, p. 114 – 123.
 23. GONZÁLES, María; SUÁREZ, Héctor y Martínez, Olga. Influence of cooking process and storage temperature on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of sliced ham. En: Revista Colombiana de ciencias pecuarias RCCP. p. 336 – 348.
 24. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN -ICONTEC. Industria alimentaria, Productos cárnicos procesados no enlatados. Bogotá: ICONTEC, 2008. (NTC 1325).
 25. BORCH, E. y MOLIN, G. Numerical taxonomy of psychrotrophic lactic acid bacteria from pre-packed meat and meat products. En: Antonie van Leeuwenhoek, 1988. Vol. 54, p. 301-323
 26. ESPINOZA MATA, Arturo; *et al.* Determinación microbiológica de vida de anaquel de alimentos proteicos. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008.