

EVOLUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS DE DETERIORO EN CARNE DE BOVINO REFRIGERADA ENVASADA AL VACÍO

Silva^{1,2}, J.L., Cadavez², V., Machado¹, M.A.M., Figueiredo¹, E.E.S. y Gonzales-Barron², U.

¹Universidade Federal de Mato Grosso, 78060-900 Cuiabá Mato Grosso, Brasil

² Centro de Investigação de Montana (CIMO), Escola Superior Agraria, Instituto Politécnico de Bragança, 5300-253 Bragança, Portugal; ubarron@ipb.pt

INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento propicio para la proliferación de microorganismos, y por tanto de alto carácter perecedero, debido a su alto valor nutricional, nivel de acidez y tenor de agua libre. El grado de deterioro de la carne se evalúa de acuerdo al crecimiento microbiano y los metabolitos por ellos producidos. Se estima que una canal de bovino, procesada en condiciones higiénicas, puede presentar cargas de mesófilos aeróbicos entre 10^3 e 10^4 UFC/cm² (Roça y Serrano, 1995). Cuando la población bacteriana alcanza entre 10^6 a 10^7 UFC/cm², el mal olor se torna perceptible, y al llegar a los 10^8 la carne ya presenta limosidad externa. Bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* y *Enterobacteriaceae* son los principales responsables por el deterioro (Jay, 2005). Una forma de retardar el crecimiento microbiano y extender el tiempo de vida de la carne es mediante el envasado al vacío. El objetivo de este estudio fue evaluar y caracterizar el efecto de la temperatura de refrigeración (1°C y 4°C) en la cinética de las bacterias mesófilas y ácido-lácticas en carne de bovino, de procedencia brasileña, envasada al vacío.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los cortes de bife (*Longissimus dorsi*) utilizados en este experimento fueron adquiridos en un matadero localizado en Mato Grosso (Brasil), que funciona bajo el Servicio de Inspección Federal. Para el experimento a 1°C, se cortó 15 bifés de 100 g, que fueron envasados individualmente al vacío, y luego almacenados en refrigeración a 1°C por 21 días en cámara climática (BOD, Biotech). Cada 24 o 48 horas, se retiró muestras para análisis hasta totalizar 15 puntos en el tiempo al cabo de 21 días (504 h). Para el experimento a 4°C, otros 45 bifés de 100 g fueron envasados al vacío y refrigerados a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ por 60 días en la misma cámara climática. Se analizó muestras de carne cada 24, 48 o 168 horas, hasta completar los 60 días (1440 h) en 15 puntos en el tiempo. Para la cuantificación de mesófilos y bacterias ácido-lácticas, realizado a lo largo del tiempo y también en el tiempo cero, se empleó el método APHA (2015) descrito por Silva et al. (2017) utilizando 10 g de muestra. Los análisis fueron hechos en duplicado para el experimento a 1°C y en triplicado para el experimento a 4°C. Los recuentos como unidades formadoras de colonia (UFC) fueron convertidos a log UFC/g. Para extraer los parámetros cinéticos de carga microbiana inicial (Y_0 en ln UFC/g), carga microbiana máxima (Y_{\max} en ln UFC/g) y tasa máxima de crecimiento (μ_{\max} en ln UFC/h), se ajustó el modelo de Huang (2003) a cada una de las cuatro curvas experimentales, utilizando el software R. Cabe resaltar que los parámetros ajustados en el modelo de Huang están expresados en logaritmo natural y no en logaritmo base 10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguna de las curvas experimentales presentó fase lag, lo cual sugiere que los microorganismos cuantificados ya se encontrarían por lo menos en el inicio del desarrollo exponencial en el momento de los análisis (Tabla 1; Figuras 1 y 2). Las concentraciones iniciales (Y_0) de bacterias ácido-lácticas fueron bajas, en el orden de 3,53 ln UFC/g a 1°C y 3,17 ln UFC/g a 4°C, mientras que las de los mesófilos totales fueron más altas, de 4,33 y 5,71 ln UFC/g para las temperaturas de 1°C y 4°C, respectivamente. Como era de esperar, los microorganismos mesófilos y ácido-lácticos tuvieron un desarrollo más acelerado en la carne almacenada a 4°C (0,027 y 0,021 ln UFC/h) que en las que fueron almacenadas a 1°C (0,017 y 0,011 ln UFC/h). Tanto para los mesófilos como para las bacterias ácido-lácticas, la carga máxima fue más baja a 1°C con valores de 13,40 y 6,083 ln UFC/g, respectivamente. En un estudio realizado por Reid et al. (2017), donde analizaron mesófilos viables en carne bovina, también envasada al vacío, pero almacenada a 2°C durante 6 semanas, cuantificaron recuentos que iban desde los 6,21 ln CFU/cm² hasta los 13,57 ln CFU/cm², mientras que las bacterias ácido-lácticas se desarrollaron desde una concentración inicial de 3,63 ln UFC/cm² hasta 11,34 ln UFC/cm² en 6 semanas.

Tabla 1. Medias y errores estándar (EE) de los parámetros cinéticos de carga microbiana inicial (Y_0 en ln UFC/g), carga microbiana máxima (Y_{max} en ln UFC/g) y tasa máxima de crecimiento (μ_{max} en ln UFC/h) para los microorganismos mesófilos y bacterias ácido-lácticas en carne de bovino envasada al vacío y almacenada en refrigeración a 1°C y 4°C.

Bacteria	Temperatura	$Y_0 \pm EE$	$Y_{max} \pm EE$	$\mu_{max} \pm EE$
Mesófilos	1°C	4,33 ± 0.535	13,40 ± 1,581	0,017 ± 0,0020
	4°C	5,71 ± 0.165	20,19 ± 0,127	0,027 ± 0,0007
Ácido-lácticas	1°C	3,53 ± 0.408	6,08 ± 0,496	0,011 ± 0,0055
	4°C	3,17 ± 0.210	10,93 ± 0,133	0,021 ± 0,0014

A la temperatura de 4°C, las concentraciones máximas en la carne fueron de 20,19 ln UFC/g para los mesófilos y 10,93 ln UFC/g para las ácido-lácticas. Además, cabe destacar que los mesófilos y bacterias ácido-lácticas alcanzaron notoriamente la fase estacionaria a la temperatura de 4°C. Observando la Figura 1 (derecha), se espera que la carne esté cerca del deterioro a las 500 horas de almacenamiento a 4°C, que es cuando la carga de mesófilos alcanza ~20 ln UFC/g; no obstante, son todavía necesarios obtener recuentos de *Pseudomonas* spp y psicrotrofos para confirmar esta hipótesis. Evaluando bacterias mesófilas en carne de bovino refrigerada a 4°C, Moon et al. (2017) observaron un aumento de más de 2,3 ln UFC/g en un periodo de 7 días hasta una concentración final de 11,5 ln UFC/g. De este estudio se deduce que, a pesar que el uso de envasado al vacío retarda los procesos de deterioro microbiana, una transición de 1°C para 4°C es suficiente para duplicar las velocidades de crecimiento de las bacterias mesófilas y ácido-lácticas en la carne de bovino. Por lo tanto, durante el transporte, distribución y exposición de las carnes, es imperativo que se mantenga la cadena de frío.

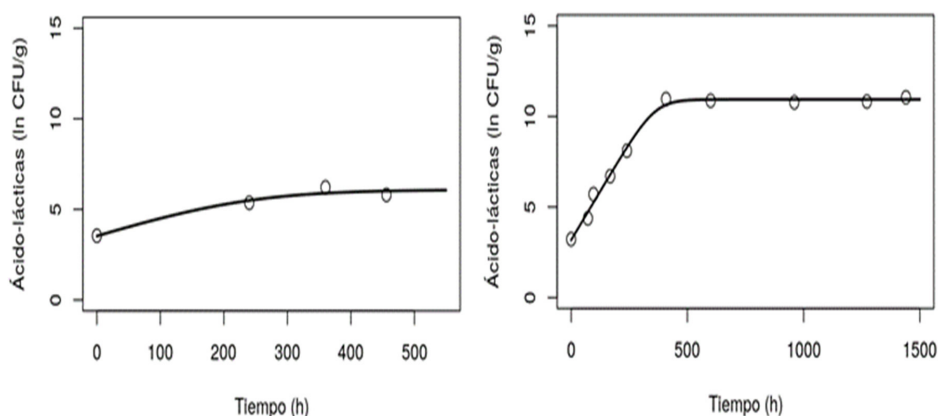


Figura 1. Curvas de crecimiento, experimentales y ajustadas, de los microorganismos mesófilos en carne de bovino envasada al vacío y refrigerada a 1°C (izquierda) y a 4°C (derecha).

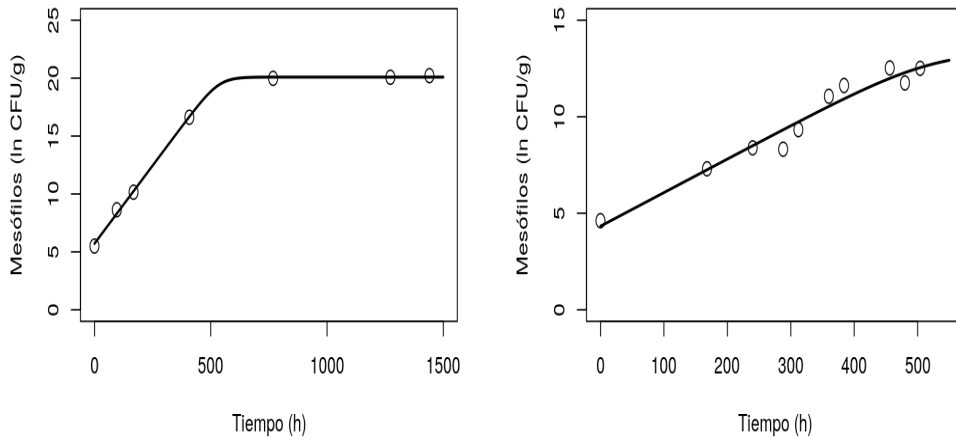


Figura 2. Curvas de crecimiento, experimentales y ajustadas, de los microorganismos ácido-lácticos en carne de bovino envasada al vacío y refrigerada a 1°C (izquierda) y a 4°C (derecha).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Huang, L. (2003). *Int J Food Microbiol.* 87, 217-227. • Jay, J. M. (2005). *Microbiología de Alimentos: Capítulo 4*; 6.ª ed. Porto Alegre: Artmed. • Moon, H.; Kim, N. H.; Kim, S. H.; Kim, Y.; Ryu, J. H.; Rhee, M. S. (2017). *Meat Sci.* 129, 147-152. • Ried, R., Fanning, S., Whyte, P., Kerry, J.; Bolton, D. (2017). *Meat Sci.* 125, 46-52. • Roça, R. O.; Serrano, A. M. (1995). *Hig. Aliment.* 35, 8-13. • Silva, N., Junqueira, V. C. A. J., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Gomes, R. A. R.; Okazaki, M. M. (2017). *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.* Capítulos 6 e 14; 5ª ed. São Paulo: Blucher.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a la Universidad Federal de Mato Grosso – Brasil, la CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) - Brasil, por el apoyo al doctorando Jorge Luiz da Silva, becario de la Capes en el Programa de Doctorado Sandwich en el Exterior – PDSE edital 047/2017/Processo nº 88881.189927/2018-01.

MODELLING MESOPHILES AND LACTIC ACID BACTERIA IN VACUUM-PACKED BEEF DURING REFRIGERATED STORAGE

ABSTRACT: The objective of this study was to model the behavior of mesophilic microbiota and lactic acid bacteria (LAB) in vacuum-packed beef under refrigerated storage at 1°C (21 days) and 4°C (60 days). The Huang model was fitted to each treatment using the R software. Results showed that a change in refrigeration temperature, from 1°C to 4°C, nearly doubled the growth rate of mesophiles, from 0.017 to 0.027 ln CFU/h. Similarly, going from 1°C to 4°C, LAB growth rate increased from 0.011 to 0.021 ln CFU/h. Only at 4°C, the growth curves presented stationary phase at 20.2 ln CFU/g for mesophiles and 10.9 ln CFU/g for LAB. In addition, it was estimated that, when stored at 4°C, vacuum-packed beef meat can have a shelf life of ~20 days, although other analysis, such as psychrotrophic bacteria and *Pseudomonas* spp. should be carried out in order to confirm this preliminary estimate.

Keywords: meat quality, mesophiles, lactic acid bacteria, predictive microbiology