

# MODELADO MATEMÁTICO DEL DESARROLLO BACTERIANO DE CARNES BOVINAS TRATADAS CON LUZ UV-C, ADITIVOS NATURALES Y TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓN

Fernández Blanco M<sup>1</sup>, Amasino AJ<sup>1</sup>, Laporte GM<sup>1</sup>, Pena IdelC<sup>1</sup>, de la Sota PE<sup>1</sup>, Olivera DF<sup>2</sup>, Coll Cárdenas FJ<sup>1</sup>

(1)Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP, La Plata, Buenos Aires. (2)Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA) - CONICET, La Plata, Buenos Aires.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo fue modelar matemáticamente el desarrollo bacteriano de carnes bovinas tratadas con luz UV-C, aditivos naturales y temperaturas de refrigeración.

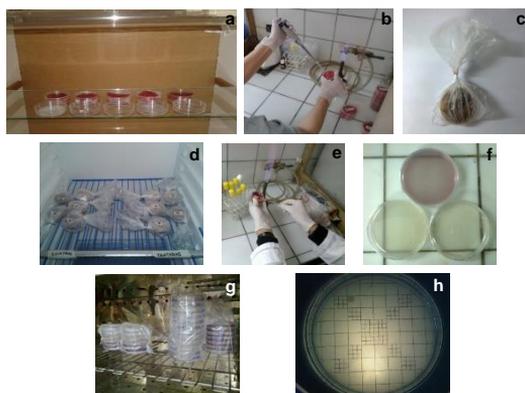


Figura 1. Preparación, conservación, toma de muestras y cultivo: a) aplicación de luz UV-C; b) rodado con solución de aditivos naturales; c) envasado individual; d) almacenamiento en refrigeración; e) hisopado; f) siembra en medios de cultivo específicos; g) incubación en estufa; h) recuento con cuantacolonias.

## Materiales y métodos

Se trabajó con 40 cortes de nalga (*Bíceps femoris*, pH 5.60), adquiridos en un comercio local, cortados en muestras circulares de 19.62 cm<sup>2</sup> (n = 120), separados en lotes control (C) y tratado (T). Las muestras T se irradiaron con luz UV-C (dosis 0.55 J cm<sup>-2</sup>) y luego se rociaron con 1 ml de solución (1:1) de ácido láctico (1 %) y aceite esencial de romero (10 %). Todas las muestras se envasaron individualmente con película de polietileno y se almacenaron a 0, 4 y 8 °C, durante 20 días (Figura 1. a, b, c, d). A diferentes tiempos de almacenamiento, se realizaron recuentos de microorganismos aerobios totales, *Pseudomonas* spp. y Enterobacterias, sembrando por duplicado en medios de cultivo específicos (Figura 1. e, f, g, h). Las cinéticas bacterianas fueron correlacionadas mediante modelos matemáticos (Gompertz y regresión lineal). Asimismo, las velocidades específicas de crecimiento ( $\mu$ ) obtenidas para cada temperatura de almacenamiento se ajustaron con el modelo de Arrhenius.

## Resultados

La Tabla 1 presenta la aplicación de los modelos matemáticos (Gompertz, regresión lineal, Arrhenius) sobre el desarrollo bacteriano de las carnes bovinas refrigeradas tratadas y sin tratar.

Se determinaron los parámetros:  $\mu$  (velocidad específica de crecimiento), LPD (fase de latencia), MPD (máxima densidad de población) y Ea (energía de activación). Se observó que a 8 °C tanto las muestras T como las C presentaron un importante desarrollo bacteriano, siendo modelado mediante la ecuación de Gompertz. A 4 °C, los recuentos finales de *Pseudomonas* spp. de muestras C fueron 2.33 veces superiores a los de las T (3.13-1.34 UFC cm<sup>-2</sup>). En tanto, a 0 °C, las Enterobacterias presentaron los menores valores de  $\mu$  (0.01 log UFC cm<sup>-2</sup> días<sup>-1</sup>) y las mayores fases de latencia (LPD > 25 días), siendo modeladas mediante regresión lineal. También estas bacterias, en las muestras T demostraron la mayor sensibilidad a los cambios de temperatura al presentar las mayores energías de activación (Ea = 262.76 KJ mol<sup>-1</sup>).

Tabla 1. Modelado matemático del desarrollo microbiano de muestras Control y Tratadas almacenadas a 0, 4 y 8 °C.

Muestras	Temperatura	$\mu$	LPD	MPD	Ea
<b>Microorganismos aerobios totales</b>					
Control	0 °C	0.03	16.1	R <sup>2</sup> 0.95	Control: 221.12 Tratadas: 192.37
Tratadas	0 °C	0.02	18.5	R <sup>2</sup> 0.70	
Control	4 °C	0.46	2.77	3.54	
Tratadas	4 °C	0.24	4.64	2.32	
Control	8 °C	0.42	1.16	5.11	
Tratadas	8 °C	0.40	1.11	2.61	
<b>Enterobacterias</b>					
Control	0 °C	0.44	8.75	2.43	Control: 17.45 Tratadas: 262.76
Tratadas	0 °C	0.01	> 25	R <sup>2</sup> 0.74	
Control	4 °C	0.31	1.38	4.27	
Tratadas	4 °C	0.11	4.45	1.78	
Control	8 °C	0.54	2.61	4.47	
Tratadas	8 °C	0.34	4.66	2.83	
<b><i>Pseudomonas</i> spp.</b>					
Control	0 °C	0.68	0.42	1.87	Control: 9.05 Tratadas: 105.45
Tratadas	0 °C	0.15	0.81	1.44	
Control	4 °C	0.25	1.74	3.79	
Tratadas	4 °C	0.04	10.10	R <sup>2</sup> 0.85	
Control	8 °C	0.57	1.37	3.70	
Tratadas	8 °C	0.54	1.76	1.78	

$\mu$ : [log (UFC cm<sup>-2</sup> días<sup>-1</sup>)]; LPD: [días]; MPD: [log (UFC cm<sup>-2</sup>)]; Ea [KJ mol<sup>-1</sup>]

## Conclusiones

Se puede concluir que el modelado matemático resulta una herramienta útil para predecir el desarrollo bacteriano de carnes tratadas con los agentes inhibidores empleados (luz UV-C, aditivos naturales y temperaturas de refrigeración).