

EVALUACIÓN DE RIESGO DEL PAR *E. COLI* O157: H7-CARNE DE RES EN LAS CONDICIONES DE CONSUMO DE HAMBURGUESAS EN LA CIUDAD DE QUEVEDO, ECUADOR

Joaquín Teodoro Morán Bajaña¹* y María Isabel Lantero Abreu²

¹Universidad Agraria del Ecuador. Ave. Jacobo Bucaram y Emilio Mogner, Milagro-Guayas, Ecuador.

²Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Cuba.

E-mail: jmoran@uagraria.edu.ec

RESUMEN

Se desarrolló la evaluación del riesgo para el par *E. coli* O157:H7-carne de res obtenida en el camal municipal y consumida en forma de hamburguesas. La evaluación de la exposición consideró las etapas desde la granja de ceba hasta el consumidor y la aplicación del Programa de Modelación de Patógenos PMP 7,0 para estimar los efectos de variables múltiples sobre el crecimiento del patógeno. Como escenario de abuso en la temperatura de manejo del producto se consideró 28 °C. Los resultados finales se expresaron como parámetros del crecimiento del microorganismo. La caracterización del riesgo se efectuó mediante el empleo de un programa interactivo de simulación. Los resultados reflejan un rango de riesgo de 38. La elevada peligrosidad de *E. coli* O157:H7 constituye un llamado a la aplicación de sistemas efectivos de gestión de inocuidad durante el faenamiento y elaboración que garanticen a la población un producto cárnico seguro.

Palabras claves: evaluación de riesgos, *E. coli* O157:H7, modelación, rango de riesgo.

ABSTRACT

Risk evaluation of the *E. coli* O157: H7-beef pair in the conditions of consumption of burgers in the city of Quevedo, Ecuador

Risk evaluation was developed for the *E. coli* O157:H7-beef from the municipal slaughterhouse and consumed as burgers. The evaluation of the exposure considered the stages from the fattening farm to the consumer and the application of PMP 7.0 Pathogen Modeling Program to estimate the effects of multiple variables on pathogen growth. As a scenario of abuse in the handling temperature of the product was considered 28 °C. The final results were expressed as growth parameters of the microorganism. The risk characterization was carried out using an interactive simulation software. The results reflect a risk range of 38. The high hazard of *E. coli* O157:H7 is a call for the application of effective systems of safety management during slaughter and processing that guarantee the population a safe meat product.

Keywords: risk evaluation, *E. coli* O157:H7, modeling, risk range.

INTRODUCCIÓN

La hamburguesa es un producto elaborado a partir de carne de res molida que cuenta con el valor nutricional y las características organolépticas que le aporta la carne, pero asume también los peligros microbiológicos asociados a ésta. Tales peligros se relacionan, entre otros factores, con la heterogénea microbiota intestinal de los animales. Tal es el caso de *Escherichia coli* O157:H7, enterobacteria comensal del sistema gastrointestinal principalmente de los bovinos y otras especies. Este microorganismo se relaciona con casos

***Joaquín Teodoro Morán Bajaña:** Docente e investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador. Es Ingeniero Zootecnista (Universidad Técnica Estatal de Quevedo-Ecuador, 1997), con estudios en Producción Animal (Universidad de Granma-Cuba, 1997). Diplomado en Mercadotecnia y Ventas (Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2001) y Maestro en Ciencias en Procesamiento de Alimentos (Universidad Agraria del Ecuador, 2014). Ejerce la docencia y la investigación en la Universidad Agraria del Ecuador en Milagro-Guayas. Ha sido considerado como evaluador externo de programas carrera del Consejo de Educación Superior del Ecuador. Es becario de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación SENESCYT.

de diarrea severa sobre todo en niños y personas vulnerables (1), siendo su característica principal la producción de toxinas de la familia *Stx* y otros factores de virulencia que ocasionan colitis hemorrágica (CH) que puede desembocar en el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) (2).

Uno de los procedimientos desarrollados en los últimos tiempos dirigidos a garantizar la inocuidad lo constituye el análisis de riesgo (AR). Una parte fundamental del AR es la evaluación del riesgo (ER), la cual se desarrolla mediante un procedimiento ya establecido (3). Especial contribución al riesgo exhibe la actividad primaria de producción, como puede ser el faenamiento en los mataderos de los animales para consumo humano (4).

El presente trabajo se planteó como objetivo desarrollar la ER de contaminación por *E. coli* O157:H7 por consumo de hamburguesas que se expenden en la ciudad de Quevedo, Ecuador, elaboradas a partir de carnes obtenidas en el camal municipal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la ER consideró el par *E. coli* O157:H:7 – carne de bovino y se realizó a través de la metodología propuesta por el *Codex Alimentarius* y considerado en la NC 650: 2008 (5). Se definió el escenario, el cual se caracteriza por la prevalencia y el impacto del peligro en estudio, en las condiciones fijadas para dicha evaluación (6). Para la identificación y caracterización del peligro se tuvo en cuenta la información obtenida de la literatura científica. Para evaluar la exposición del consumidor al peligro en estudio, se centró la atención en la carne de res como la principal materia prima en la formulación del producto. En correspondencia, se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo de la probable ingestión y adquisición del peligro, para

lo cual, en el primer caso, se confeccionó un diagrama que relaciona todas las etapas desde la granja de ceba hasta el consumidor.

Para el desarrollo del análisis cuantitativo se utilizó el Programa de Modelación de Patógenos de la USDA ver. 7,0 para Windows (7), programa que permite estimar los efectos de variables múltiples como temperatura, pH, contenido de NaCl y nitrito de sodio y A_w sobre el crecimiento, la supervivencia e inactivación de patógenos en alimentos. El programa maneja consideraciones de orden microbiológico relacionadas con el nivel inicial del microorganismo y el nivel de preocupación, correspondiendo este concepto con una aproximación a la dosis infectiva reportada por la literatura para el microorganismo. La Tabla 1 presenta las condiciones ajustadas para la masa de hamburguesa.

Se consideró un posible abuso en la temperatura de conservación y manejo del producto. Se fijó la temperatura de 28 °C para la modelación, considerando la exposición del producto a condiciones ambientales adversas que pudieran tener lugar. El resto de los parámetros se consideró constante para ambas temperaturas.

Los resultados finales se expresaron como parámetros del crecimiento del microorganismo: duración de la fase de latencia, tiempo de generación y tiempo para alcanzar el nivel de células de este microorganismo que constituye un peligro para la salud. Los resultados se expresan gráficamente como log UFC en el tiempo, para las condiciones prefijadas.

La caracterización del riesgo se efectuó mediante el empleo de un programa interactivo de simulación, elaborado por Ross y Sumner (8), basado en 11 preguntas relativas al riesgo. Las mismas incluyen cuestiones referidas a la severidad del peligro, características de

Tabla 1. Parámetros incorporados para la modelación

Parámetros y rangos que ofrece el programa	Valor introducido
pH - Rango: 5,6 a 6,7	6,8
NaCl - Rango: 0,5 a 4,5 (%)	1,0
Actividad de agua	0,995
Nivel inicial del microorganismo (log ufc/mL)	3,0
Nivel de interés del microorganismo (log ufc/mL)	4,1

consumo, proceso y preparación del producto, entre otros. Los datos que responden a las preguntas fueron incorporados en la planilla de cálculo Excel que ofrece el programa. Los resultados se expresan como: Probabilidad de enfermar por consumidor por día, predicción del número total de enfermos en la población de interés, riesgo comparativo y rango de riesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definición del escenario. La enfermedad causada por *E. coli* O157:H7 tiene una baja incidencia a nivel mundial (9). Se consideró que aunque en Ecuador no existe un sistema de vigilancia epidemiológica ni reportes confiables de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), es posible asumir una circunstancia equivalente en el país. A su vez, las toxiinfecciones producidas por este microorganismo por consumo principalmente de productos elaborados con carne de res molidas tienen un elevado impacto en la salud humana debido a la severidad de la enfermedad (10). Sobre la base de las consideraciones anteriores el escenario fue calificado como: baja prevalencia, alto impacto.

Identificación del peligro. Se expresa mediante la identificación de la relación del microorganismo con el alimento y la incidencia de casos que evidencian esta relación.

Los bovinos desempeñan un importante papel como reservorio *E. coli* O157:H7. Un bajo pero significativo porcentaje de animales puede excretar en las heces el microorganismo y gracias a malas prácticas operacionales a lo largo de la cadena productiva y de servicios, este puede llegar a las carnes y los consumidores (11, 12). La mayor parte de la infección por *E. coli* toxigénica transmitida por los alimentos está asociada al consumo de carnes picadas o enteras (10, 13). Entre el 75 y el 85 % de los brotes se han asociado a carnes molidas provenientes de camales o mataderos con deficientes condiciones higiénicas o de animales que estuvieron en contacto con fuentes de agua que contenían restos fecales bovinos (14). Según informa el *Cattlemen's Beef Board and National Cattlemen's Beef Association* (15), la incidencia de *E. coli* O157:H7 en los EE.UU. ha declinado significativamente entre 1996 y 2014, ubicándose aproximadamente en un caso por 100 000 habitantes. En otros países sin

embargo, las tasas de incidencia son superiores llegando a 13,9 por 100 000 habitantes como se reporta desde Argentina (9, 16).

Caracterización del peligro. La caracterización del peligro se realizó considerando tanto el microorganismo como el huésped. *E. coli* productora de toxina Shiga tiene diversos mecanismos de patogenicidad, siendo los más significativos el fenómeno de adherencia y esfacelación (A/E), la proteína de membrana externa (OMP) o intimina, proteína responsable de la unión de la bacteria al enterocito y de la desorganización de las microvellosidades con producción de la lesión y la producción de enterohemolisina (17). La variabilidad en la virulencia de algunos serotipos, responde además a la interacción del patógeno con factores del huésped y el ambiente (9, 14).

El 90 % las manifestaciones clínicas de la infección por *E. coli* O157:H7 resulta en la presencia de diarrea, colitis hemorrágica (CH) o síndrome urémico hemolítico (SUH), trombocitopenia púrpura y en ocasiones, lesiones en el sistema nervioso central. Poblaciones infantiles menores de siete años son las más susceptibles para estas patologías (17, 18).

La edad de los pacientes, el estado de su sistema inmune y las toxinas producidas por la cepa causante de la enfermedad se consideran entre los principales factores que determinan si el cuadro evoluciona como SUH o CH (19).

Los grupos de riesgo representan casi el 20 % del total de la población y por lo tanto, la probabilidad de que representantes de este grupo accedan al consumo de hamburguesas en las condiciones establecidas puede de hecho, no ser despreciable.

La baja dosis infectiva de *E. coli* O157:H7 que puede llegar a ser tan baja como entre 10 y 100 células (9, 20) es uno de los importantes factores que determinan la elevada peligrosidad de este patógeno.

Evaluación de la exposición. La Fig. 1 presenta el diagrama general de la elaboración de hamburguesas considerando desde la granja hasta que es consumido por el cliente. Se analiza la contribución de cada etapa a la probable presencia o disminución de *E. coli* O157:H7 en este producto.

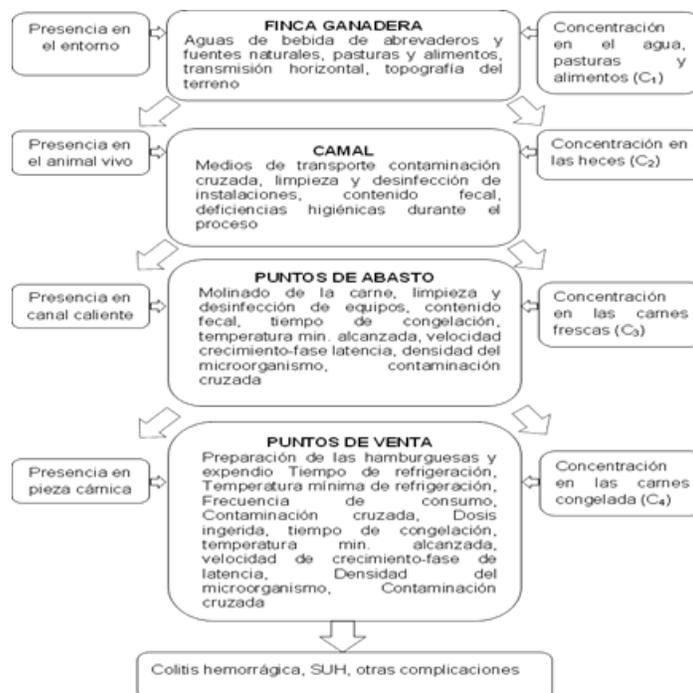


Fig. 1. Etapas de la obtención de hamburguesas de carne de res desde la finca ganadera hasta el consumo.

Se reconoce que la contaminación de *E. coli* O157:H7 puede provenir desde las granjas (9). Las excretas de animales portadores pueden, a través de varias vías, contaminar a los demás animales del hato, mecanismo conocido como transmisión horizontal, lo que contribuye a una presencia endémica de *E. coli* O157:H7 en las granjas (12). En época de lluvias, las condiciones ambientales, topográficas y geográficas de las granjas puede incrementar la contaminación entre animales y diseminar el patógeno a mayores distancias y número de animales (9).

Las operaciones de obtención de carne en el camal, incluida la transportación de los animales, puede alterar la microbiota que coloniza el intestino, lo cual combinado con el estrés y el hacinamiento que sufren los bovinos se puede producir un aumento de *E. coli* O157:H7 justo antes del faenamiento (21). A partir del sacrificio, prácticamente todas las operaciones tienden a incrementar las probabilidades de presencia del microorganismo y su concentración.

En los puntos de abasto, las piezas cárnica son molinadas resultando porciones de 3 a 4 mm de diámetro aproximado que se comercializan en bandejas metálicas durante todo el día sin observar la cadena de

frío. Se eleva el riesgo de contaminación cruzada a partir de estos equipos y utensilios y puede verse favorecida la tasa de crecimiento del microorganismo.

La carne molida es adquirida en los centros de abasto para la elaboración de hamburguesas en diversos puntos de venta de comida rápida de la ciudad. La carne es condimentada, preformada manualmente y colocadas las unidades en una base fina de un material plástico para ser almacenada en refrigeración en muchos casos por periodos de hasta 48 h para su posterior cocción y venta al público.

La Fig. 2 y la Tabla 2 presentan los resultados de la modelación del crecimiento.

El descuido en las condiciones en que son manipuladas las hamburguesas, referido a una elevada temperatura durante la elaboración, partiendo de una posible contaminación con *E. coli* O157:H7 puede llevar al incremento de su presencia en corto tiempo. Si se tiene en cuenta que el nivel inicial utilizado es de 10^3 UFC/mL, se duplicará esa población en las condiciones prefijadas, en solamente 30 min, llegando a alcanzar valores que son muy superiores a la dosis infectiva real reportada (10 a 100 células) (9).

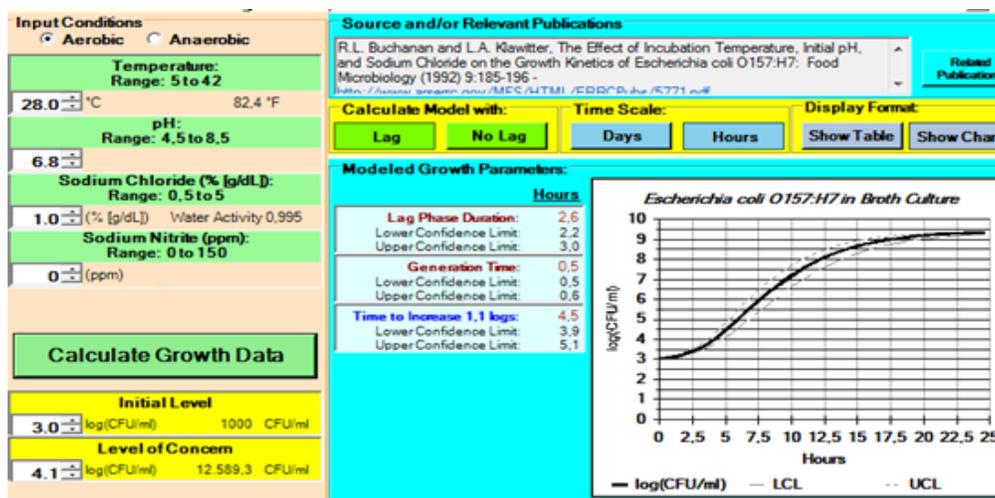


Fig. 2. Vista de la ventana del PMP 7,0 según los datos introducidos.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de *E. coli* O157:H7 bajo las condiciones de modelación

Parámetro	Horas
Duración de la fase de latencia	2,2
Tiempo de generación	0,5
Tiempo para alcanzar el nivel de interés	3,7

Caracterización del riesgo. Las respuestas a las preguntas formuladas por el programa son derivadas del análisis de las etapas precedentes. La aplicación del programa de caracterización del riesgo de Ross y Sumner (8) tuvo en cuenta, entre otros factores: la elevada severidad del peligro que representa *E. coli* O157:H:7, la susceptibilidad de la población que mayormente consume el producto hamburguesa y el tamaño de la misma (219 000 habitantes), una posibilidad de contaminación del producto crudo del 40 %, un 85 % de influencia del proceso en la eliminación del peligro, la no probabilidad de re contaminación de la hamburguesa con el peligro después del procesamiento, la no existencia de un efectivo y controlado Sistema de Control posterior al procesamiento y que el efecto de la preparación antes del consumo elimina en un elevado porcentaje la probabilidad de infección. Los resultados finales, obtenidos por el programa y producto de la interacción de los datos precedentes reportan una predicción del número total de enfermedades en la población de interés de $1,02 \times 10^{-1}$; un riesgo comparativo de $1,5 \times 10^{-11}$ y un rango de riesgo de 38.

El rango de riesgo de 38 resultó ser inferior al reportado por la literatura para los países industrializados (8).

No obstante, se debe continuar el cumplimiento de las normas establecidas para garantizar la inocuidad de los alimentos ofertados en los puntos de venta.

CONCLUSIONES

Se desarrolló la evaluación del riesgo del par *E. coli* O157:H7-carne molida bovina que se obtiene en el camal municipal de la ciudad de Quevedo, Ecuador, la cual es molinada en puntos de procesamiento y se elabora y consume en puntos de venta como hamburguesas. De acuerdo con el PMP70 el consumo de una hamburguesa potencialmente conteniendo log 3 de *E. coli* O157:H7, mantenida a 28 °C puede resultar peligroso al cabo de 30 min. Los datos aportados por el Programa de Caracterización del Riesgo reflejan un Rango de Riesgo de 38. A pesar de que esta cifra se encuentra en el marco de los países de mejor condiciones higiénicas, la elevada peligrosidad de *E. coli* O157:H7, asociado a las consecuencias sobre la salud humana, constituye un llamado a progresar en la aplicación de sistemas de gestión de inocuidad y medidas de control durante el faenamiento que garanticen a la población un producto cárnico seguro.

REFERENCIAS

1. Wang, L.; Wakushima, M.; Aota, T.; Yoshida, Y.; Kita, T.; Maehara, T.; Ogasawara, J.; Chol, C.; Kamata, Y.; Hara-kudo, Y. y Nishikawa, Y. *Applied and Environmental Microbiology* 79(4):1232-1240, 2013.
2. Gyles, C. L. *J. Anim. Sci.* 85:E45-E62, 2007.
3. Codex Alimentarius. *Definiciones de los Términos del Análisis de Riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos*. 12 ed [en línea]. Consultado 12 mayo 2016 en <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2200S/y2200s00.htm>
4. Codex Alimentarius. Buenos Aires, Librería Nomade Books, 1992.
5. NC 650:2008. *Principios y directrices para la aplicación de la evaluación de los riesgos microbiológicos*. Cuba, 2008.
6. FAO/OMS. *Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos*. Roma, Estudios FAO, 2007. (Alimentación y Nutrición 87).
7. Whiting, R. C. y Buchanan, R. L. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35 (6):467-494, 1995.
8. Ross, T. y Sumner, J. *Int. J. Food Microbiol.* 15(2):13-20, 2002.
9. Tanaro, J. D.; Leotta, G. A.; Lound, L. H.; Deza, N.; Ledri, S. E.; Carbonari, C.; Piaggio, M. C. y Rivas, M. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 3(3):1-17, 2013.
10. Iglesias, C. E. *Evaluación del riesgo asociado a la presencia de bacterias patógenas en carnes frescas y productos cárnicos listos para el consumo comercializados en la ciudad de León* (tesis doctoral, Universidad de León, León, España) 2013.
11. Del Castillo, L. L. *Detección y caracterización de Escherichia coli O157 de ganado bovino faenado en frigoríficos de la Argentina* (tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina) 2014.
12. Chopyk, J.; Moore, M. R.; DiSpirito, Z.; Stromberg, Z.; Lewis, L. G. y Renter, G. D. *Rev. Microbiome* 4(9):1-11, 2016.
13. Méndez, C. R.; Vergaray, G.; Morante, H. Y. y Gamboa, R. A. *Rev. Per. Biol. Fac. Cienc. Biológ.* 20(2):159-164, 2013.
14. Guillén, O. A.; Rojas, L. R. y Guerrero, B. C. *Rev. Cátedra Villarreal* 1(1):35-45, 2013.
15. Cattlemen's, B. B. *Guidelines for AMS Oversight of Commodity Research and Promotion Programs*. Washington, United State Department of Agriculture, 2015.
16. Signorini, L. M. y Frizzo, S. L. *Rev. Arg. Microbiol.* 41(4):1-11, 2009.
17. Kendall, M. M.; Gruber, C. C.; Rasko, D. A.; Hughes, D. T. y Sperandio, V. J. *Bacteriol.* 193(24):6843-6851, 2011.
18. Chamorro N. L. A. *Pediatría (Asunción)* 36(2):131-137, 2009.
19. Rumi, V.; Blanco Crivelli, X.; Calviño, M.; Regalía, A.; Cueto, G.; Degregorio, O. y Bentacor, A. *Rev. Arg. Salud Pública* 3(10):23-29, 2012.
20. Jiménez, E. M.; Chaidez Q. C. y León F. J. *Rev. Vet. Méx.* 43(4):273-284, 2012.
21. Mead, G. C. *Análisis Microbiológico de Carne Roja, Aves y Huevos*. Zaragoza, Acribia, 2007.