

# CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE DOS PLANTAS PROCESADORAS DE CÁRNICOS DE LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO.

## MICROBIOLOGICAL QUALITY OF TWO MEAT PROCESSING PLANTS AT LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO

Jesús Vásquez Arroyo<sup>1\*</sup>, Dulce María Valdéz Ávila<sup>1</sup>, Wendy Molina Sánchez<sup>1</sup>, Alberto Morales Loredó<sup>2</sup>, Genoveva Álvarez Ojeda<sup>2</sup>.

Proyectos apoyados por Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP). 2003-2005.

<sup>1</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Artículo 123 S/N Fraccionamiento Filadelfia. CP 34010. Gómez Palacio, Durango. Tel y Fax. (871) 715-8810. \*Responsable de Publicación [salmonella2004@hotmail.com](mailto:salmonella2004@hotmail.com).

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Regionales del Noreste-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Laboratorio de Biología Molecular. Comité para el Fomento y Protección Pecuaria del estado de Nuevo León

**RESUMEN.** Para determinar la calidad sanitaria de establecimientos que manipulan alimentos, puede ser realizada por la cuantificación de microorganismos patógenos (*Salmonella*, *Listeria*), y con indicadores (coliformes totales y fecales). En estudio efectuado fue observacional descriptivo longitudinal en dos plantas procesadoras de de cárnicos denominadas "bovinos" y "porcinos". Se realizaron muestreos por triplicado con esponja estéril Whirl-pak en bovinos en tres sitios: falda (A), cadera (B) y cuello (C) y en cerdos: perril (A), lomo (B) pecho (C) de 15 canales por planta. Las determinaciones de coliformes totales y fecales fueron realizadas de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-112-SSA1-1994 y NOM-113-SSA1-1994 y para *Salmonella* spp. (NOM-114-SSA1-1994). Se prepararon muestras compuestas y se empleo el método VIP-*Salmonella*. La prueba de Chi cuadrada, determinó que la presencia de los coliformes fecales fue diferente para los sitio de muestreo en ambas plantas ( $P < 0.009$ , bovinos y  $P < 0.042$  cerdos), Así mismo, se encontraron diferencias entre plantas para los sitios A y B ( $P < 0.012$  y  $P < 0.003$ ). Los coliformes totales, considerando la especificación de 3 Log UFC 100 cm<sup>-2</sup>, solamente la planta de cerdos se encontró bajo control, considerando 15 muestreos sucesivos. La presencia de *Salmonella* resultó negativa en ambas plantas.

**Palabras Claves:** Calidad Sanitaria, Coliformes Fecales, *Salmonella*, Plantas TIF, Inocuidad alimentaria.

**SUMMARY.** An investigation was undertaken to determine the sanitary quality of food handling establishments. It was done by using pathogen microorganisms quantifications (e.g. *Salmonella*, *Listeria*) and indicators (e.g. fecal and total coliforms). A cross-sectional descriptive observational study was performed in two meat processing plants, "bovinos" and "porcines". Samplings by triplicate were taken on 15 carcasses per plant by the use of sterile sponges (Whirl-pak) on 3 body sites: (A) plate, (b) hip and (C) neck in bovines, and (A) gamn (B) loin and (C) picnic in porcines. Total and fecal coliform determinations were made according to Mexican Official Norms: NOM-112-SSA1-1994 and NOM-113-SSA1-1994, and NOM-114-SSA1-1994 for *Salmonella* spp. Compound samples were prepared and the VIP-*Salmonella* method was used. Chi square test showed that the presence of fecal coliforms was different for each body sites sampled on both plants ( $P < 0.009$ , bovines and  $P < 0.042$ , porcines). Differences between plants for sites A and B ( $P < 0.012$  and  $P < 0.003$ ) were found. Total coliforms, considering Log 3 UFC 100 cm<sup>-2</sup> specification, only the porcine plant was found to be under sanitary control, considering 15 successive samplings. *Salmonella* presence was negative on both plants.

**Key Words.** Sanitary quality, fecals coliforms, *Salmonella*, alimentary inocuity.

### INTRODUCCIÓN

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en Inglés), requiere que las canales en los rastros sean muestreadas rutinariamente para cuantificar *Escherichia coli* (USDA, 1996). Los datos

que se obtengan de tales muestreos serán empleados para la verificación del control de la contaminación con organismos fecales. La norma reglamenta pruebas para que *E. coli* se incluya como criterio para evaluar las prácticas del control sanitario. Sin embargo, los datos empleados para el desarrollo del criterio microbiológico para canales de carne roja fueron obtenidos por muestreos por escisión, mientras que los métodos

estipulados en la regulación y muchos de los que son preferidos en la práctica comercial, es por muestreo de superficie (Gill y Jones 2006). Por ello, es necesario que se validen los resultados de diferentes métodos de muestreos para la determinación de *E. coli* en canales. Bajo ciertas circunstancias, ambas metodologías pueden generar resultados similares (Gill y Jones 2000a). Aun así, los criterios estipulados han sido manejados inapropiadamente para diversos procesos debido al mejoramiento de las prácticas de lavado de canales, por lo cual resulta que se tenga poca frecuencia de recuperación de *E. coli* de las mismas (Gill y McGinnis 2003). Además de la cuenta aeróbica en placa, existen tres grupos de indicadores Gram-negativos (Enterobacteriaceae totales, coliformes totales y *E. coli* biotipo I) disponibles para evaluar la cantidad de contaminación sobre una carne (Jordan *et al.*, 2007). De acuerdo con la especificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Se establece como criterio microbiológico, 1000 UFC/ 100 cm<sup>2</sup> de *Escherichia coli* (= 3Log UFC/100 cm<sup>2</sup>). *E. coli* es el principal indicador más ampliamente utilizado de contaminación fecal, sin embargo, no garantiza la ausencia de patógenos entéricos. En muchos alimentos de origen animal, la presencia de *E. coli* puede ser esperada por su completa asociación de la canal con el ambiente animal y la probabilidad de contaminarse por materia fecal, piel, pelo o plumas durante el sacrificio y proceso de secado. La cuantificación de coliformes fecales es un indicador útil para determinar *E. coli* biotipo I o enterobacteriaceae en carnes rojas. La densidad de coliformes fecales se pueden emplear para predecir la presencia de *E. coli* biotipo I, pero cuando el biotipo I esta en bajo número, prevalecen errores en la predicción generando resultados positivos altos (Jordan *et al.*, 2007). En México, se han generado resultados de las condiciones microbiológicas durante el sacrificio de bovinos y cerdos, donde se pone en evidencia la falta de buenas prácticas higiénicas, así como la presencia de patógenos como lo es *Salmonella* spp. (Hernández-San Juan *et al.*, 2007). Las heces de ganado bovino esta considerado como una de las fuentes más importantes de *E. coli* O157:H7, la cuál se expande a través de la contaminación fecal en los alimentos. Por lo tanto, existe una imperiosa necesidad de verificar los criterios y ser específicos en procesos individuales (Gill y Jones 2006). En México, solo el 18 % de las empresas cárnicas con certificación Tipo Inspección Federal (TIF) tienen completamente adoptado el sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Crítico (HACCP por su sigla en inglés) (Maldonado *et al.*, 2005), que es el

sistema mundialmente aceptado y que ayuda a mantener la inocuidad, ¿si así esta la situación con las plantas TIF?, qué sucede con aquellas plantas procesadoras o rastros que procesan el resto de la carne a nivel nacional y las cuáles no se encuentran sujetas a supervisión por parte de la Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), aunado al hecho de que, aquellas plantas TIF, solamente el 20% se interesan en implementar el sistema HACCP. El objetivo del presente trabajo fue monitorear dos plantas procesadoras de cárnicos (porcino y bovinos) tanto para la presencia de los indicadores: coliformes totales y fecales, así como de *Salmonella* spp. en canales de bovinos y cerdos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Definición de la población y muestra

Para el presente estudio de tipo observacional descriptivo, se seleccionaron dos plantas procesadoras de productos cárnicos a los que por norma de privacidad se denominarán: "Porcinos", "Bovinos". La toma y manejo de las muestras se realizó conforme a lo especificado por la Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994 (DOF 1994a) y con modificaciones a lo propuesto por (Gill y Jones 2000a; Van Donkersgoed *et al.*, 1997). Se realizaron muestreos quincenales, en la medida de lo posible para cada planta, con un total de 18 muestreos. En cada planta se procedió a la selección de 15 canales al azar, para el análisis de las mismas, de las cuales se recolectaron las muestras con esponja estéril (NASCO®) en tres sitios diferentes de bovinos: falda (sitio A), costado (sitio B) y cuello (Sitio C), y pernil (A), lomo (B) pecho (C) para el caso de cerdos, para un total de 45 muestras por planta y por muestreo. De las 15 muestras de cada sitio, se formaron tres grupos (muestras compuestas) formadas de cinco muestras cada uno, lo que dio un tamaño final de 18 muestras compuestas (9 de cada planta). Todas las muestras se mantuvieron a 4 °C en hieleras y transportaron al laboratorio para su análisis inmediato.

### Determinaciones Microbiológicas

Las determinaciones microbiológicas, se basaron en los métodos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico (DOF, 1994b). Se preparó una solución de agua peptonada buferada 0.1% (APB) para la toma de muestra y esta fue transportada en hielera al laboratorio a 4 °C, donde posteriormente a la bolsa con esponja se les adicionaron 70 ml de APB y así tener nuestra dilución decimal de 1:10 y proceder como se indica para cada determinación.

Determinación de Coliformes Fecales (Presencia de *E. coli*), para ello se aplicó la Norma Oficial Mexicana, NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable (NMP) (DOF, 1995a).

Determinación de Coliformes totales, para ello se aplicó la Norma Oficial Mexicana, NOM-113 SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa (DOF, 1995b).

Cómo norma de referencia para establecer la calidad sanitaria de las canales se aplicó la Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio (DOF, 2004).

#### **Determinación de *Salmonella* spp.**

Las muestras compuestas de las canales fueron sometidas a la determinación de *Salmonella* spp. conforme a las especificaciones de la NOM-114-SSAI-1994 (DOF, 1994c). Así mismo; de éstas, tres de ellas seleccionadas al azar fueron analizadas por el método rápido VIP *Salmonella* (método aprobado por AOAC Internacional), siguiendo las especificaciones del fabricante. Se empleó una cepa de referencia de *Salmonella enterica*.

**Análisis de datos.** Los conteos de coliformes totales obtenidos de cada una de las plantas fueron subdivididos en series de conteos obtenido de grupo de muestras colectadas durante un año. Cada series de conteos fue subdividido en series consecutivas de muestras, el total de muestreos fue de 18. Para cada subserie, el conteo total fue determinado. Los conteos totales fueron transformados a log y se tomó como valor de referencia 3 log (Log1000= 3.0).

Se realizaron comparaciones entre planta y entre sitio de muestreo de acuerdo con la presencia/ausencia de la determinación coliformes fecales mediante la prueba de Chi cuadrada (Dawson y Trapp 2005).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En virtud de la necesidad de que el consumidor obtenga productos inocuos es necesario que las plantas procesadoras de productos cárnicos, así como los diversos sistemas de suministros de materias primas, establezcan buenas prácticas o sistemas certificados que garanticen que sus productos fueron elaborados bajo normas apropiadas de higiene, lo que garantiza un producto inocuo. Del presente estudio se destaca lo siguiente:

#### **Presencia de *Escherichia coli* estimada por la determinación de Coliformes Fecales (NOM-112-SSAI-1994)**

En cuanto a la estimación de la presencia de *Escherichia coli*, en base a la determinación de coliformes fecales (método del Número Más Probable), en el Cuadro 1, se pudo observar que la planta procesadora de carne de cerdos presentó una menor proporción de muestras positivas (44.4, 46.3 y 59.3%) y que dicha proporción aumentó de acuerdo al sitio de muestreo, lo cual demuestra que conforme se mueve de lugar, se incrementa la proporción de muestras positivas y ello pudiera ser atribuido al deslizamiento que se pudieran dar por los microorganismos durante el procesamiento de las canales, resultados que fueron inferiores a los reportados por Hernández-San Juan *et al.*, (2007), en 83% en las canales.

#### **Determinación de coliformes totales (NOM-113-SSAI-1994)**

De acuerdo con la Figura 1, la planta de cerdos presentó sus muestras de acuerdo a la norma oficial, como se puede observar, los resultados están por debajo de la línea base  $\text{Log}_{10}$  de  $1000 \text{ ufc}/100 \text{ cm}^2 = 3$ ; mientras que la planta de bovino presenta ocho muestreos fuera de norma (valores  $e^{-3}$ ). Se manifiesta la necesidad de establecer con mayor precisión criterios microbiológicos apropiados de buenas prácticas de sanidad, aunado que no se encuentra involucrada la bacteria indicadora como agente causal de infecciones alimentarias o muertes.

Las pruebas de Chi cuadrada, demostró que existen diferencias estadísticas significativas para la presencia de los coliformes fecales para los sitio de muestreo en ambas plantas ( $P < 0.009$ , planta I y  $P < 0.042$  planta II), así mismo, se encontraron diferencias entre plantas para los sitios A y B ( $P < 0.012$  y  $P < 0.003$ ), resultado que considera que la planta I tiene un mejor manejo sanitario de su proceso y la hace candidata a buscar procesos de certificación HACCP.

#### **Presencia de *Salmonella* spp.**

Del total de muestreos realizados, ninguno resultó positivos para la determinación de *Salmonella* spp, resultado que coincide con lo reportado por Torberg y Engvall (2001), en más de tres mil muestras provenientes de cinco rastros de cerdos suecos y de reces reportados por Korsak *et al.* (1998), pero contrario a lo que se ha reportado en México, siendo de 14% de 36 muestras de canales analizados por Hernández-San Juan *et al.*, (2007), así como 27% de canales de cerdos belgas (Korsak *et al.*, 1998) y de solamente 1.4 % para el caso de rastros de cerdos holandeses de alta capacidad reportado por Swanburg *et al.*, (2001).

Asegurar la calidad microbiológica de la carne ha sido uno de los principales objetivos de las plantas procesadoras de cárnicos, las pruebas microbiológicas en las diversas etapas del proceso son fundamentales para la implementación y mantenimiento de sistema HACCP efectivos (Brichta-Harhay *et al.*, 2007). Es claro que, de acuerdo con los resultados encontrados, la planta procesadora de cerdos, debe considerarse que cuenta con buenas prácticas higiénicas y por tanto, se encuentra preparada para buscar la implementación y certificación HACCP en cuanto a la no existencia de riesgo microbiológico de la carne. Lo que no se puede considerar así para el caso de la planta de bovinos. Si bien es cierto que pudiera existir influencia del manejo según la especie de que se trata, sin embargo, los resultados que se han reportado en la literatura es que (Hernández-San Juan *et al.*, 2007), si no hay manejo apropiado de las canales, no se puede determinar por los análisis de laboratorio empleando como criterio a los coliformes totales, pero no solamente con un muestreo, sino como lo establecen (Gill y Jones 2006), al menos deberá de efectuar un monitoreo de 15 muestreos consecutivos.

Por los resultados encontrados se pone de manifiesto la variabilidad en cuanto a las condiciones sanitarias de manejo de rastros y dependiendo de la especie, los índices de contaminación por indicadores y patógenos varían según la especie animal de que se trate, como se observa en el presente caso, la presencia de *Salmonella* no fue detectada, mientras que resultados para canales de bovinos y porcinos del Estado de Hidalgo, se han encontrado resultados positivos (Hernández-San Juan *et al.* 2007), así como en el caso de rastros canadienses (Gill; Jones 2000b), lo que demuestra que serán las *Buenas Prácticas Higiénicas*, así como la manufactura, las que determinan fundamentalmente la calidad sanitaria de las canales. Como lo señalan Maldonado *et al.*, (2005), que en el 80% de los rastros TIF de México mostraron nulo interés por la implementación del HACCP, por lo que sería importante al menos, como medidas obligatorias, conocer los resultados de los indicadores que aquí se señalan, así como la situación de todos aquellos rastros tanto privados como públicos que no tiene la certificación TIF.

### CONCLUSIONES

Las plantas evaluadas, no presentaron la presencia del patógeno *Salmonella* spp., que es un indicador que amerita el desecho de la canal.

No fue posible monitorear el proceso en sí, para conocer el estado del producto final, debido a la limitante económica, por lo que será necesario para el caso de la planta II, que en bovinos se requerirá de estudios más a fondo para conocer las posibles fuentes de

contaminación que permita mantener bajo control la producción de carne de canales de bovinos.

La planta procesadora de cerdos se encuentra preparada para el proceso de implementar el sistema HACCP para asegurar la inocuidad de sus productos,

**Agradecimientos:** Se agradece al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), dependiente de la Secretaría de Educación Pública, por el apoyo económico para la realización de la presente investigación.

Al Dr. Eduardo Fernández Escartin de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Querétaro, por la cepa de referencia *Salmonella enterica* serotipo *Thyphimurium*, proporcionada gentilmente para la realización del proyecto.

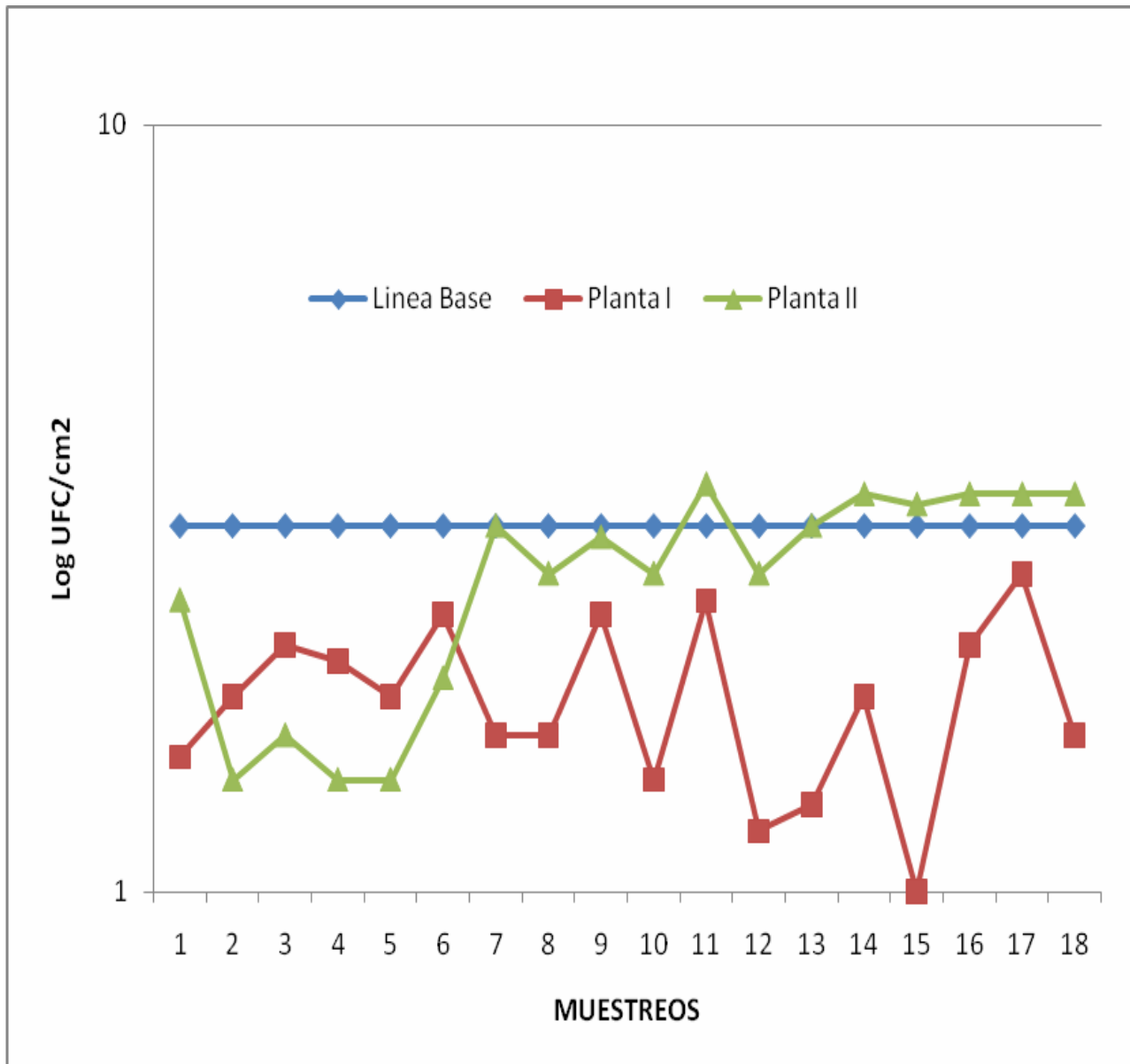
### LITERATURA CITADA

- Brichta-Harhay, D. M., Arthur, T. M.; Bosilevac, J. M.; Guerini, M. N.; Kalchayanand, N. and Koochmaraie, M. 2007: Enumeration of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef, cattle carcass, hide and faecal samples using direct plating methods. *J. Appl. Microbiol.*, 103: 1657-1668.
- Dawson, B., and Trapp, R. G. 2005. Bioestadística médica. 4ed. El Manual Moderno. México.
- DOF. 1994a. Norma Oficial Mexicana. NOM-109-SSA-1994. Bienes y Servicios. Procedimiento para la toma, manejo y transporte de muestras de alimento para su análisis microbiológico. Diario Oficial de la Federación, DV: 56-61.
- . 1994b. Norma Oficial Mexicana. NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Diario Oficial de la Federación, DV: 61-66.
- . 1994c. Norma Oficial Mexicana. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario Oficial de la Federación, DV: 51-73.
- . 1995<sup>a</sup>. Norma Oficial Mexicana. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable. Diario Oficial de la Federación, DV: 8-21.
- . 1995b. Norma Oficial Mexicana. NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación, DIII: 55-60.
- . 2004. Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Diario Oficial de la Federación, DV: 6-18.
- Gill, C. O. and Jones, T.H. 2000a. Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. *J Food Prot.*, 63: 167-173.

- . 2000b. The microbiological conditions of the carcasses of six species after dressing at a small abattoir. *Food Microbiol.*, 17: 233-239.
- Gill, C. O., and J. C. McGinnis, 2003: Microbiological effects of hand washing at a beef carcass-breaking facility. *J Food Prot*, 66: 493-496.
- Gill, C. O. and Jones, T. H. 2006. Setting control limits for *Escherichia coli* counts in samples collected routinely from pig or beef carcasses. *J Food Prot*, 69:2837-2842.
- Hernández-San Juan, S.; Zuñiga-Estrada, A.; Sánchez-Ortega, I.; Castro-Rosas, J.; Román-Gutiérrez, A.D. y Santos-López, E. M. 2007. Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del Estado de Hidalgo, México. *Vet. Méx.*, 38: 187-195.
- Jordan, D.; Phillips, D.; Sumner, J.; Morris, S. and Jenson, I. 2007. Relationships between the density of different indicator organisms on sheep and beef carcasses and in frozen beef and sheep meat. *J Appl Microbiol*, 102: 57-64.
- Maldonado, E. S.; Henson, S. J.; Caswell, J. A.; Leos, L. A.; Martínez, P. A.; Aranda, G. and J. A. Cadena, 2005. Cost-benefit analysis of HACCP implementation in the Mexican meat industry. *Food Control*, 16: 375-381.
- USDA. 1996. Pathogen reduction: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system. Federal Register, 38805-38855.
- Van Donkersgoed, J.; Jericho, K. W.; Grogan, H. and Thorlakson, B. 1997. Preslaughter hide status of cattle and the microbiology of carcasses. *J. Food Prot.*, 60:1502-1508.

**Cuadro 1.** Número y proporción de sitios que mostraron la presencia de *Escherichia coli* en dos plantas procesadoras de cárnicos en La Comarca Lagunera

Muestreo	Planta de Porcinos			Planta de Bovinos		
	A	B	C	A	B	C
1	0	0	3	2	3	2
2	2	3	0	3	3	3
3	2	3	3	0	2	3
4	3	3	3	2	2	2
5	2	1	2	3	2	3
6	2	3	3	0	1	3
7	0	0	1	0	0	1
8	1	2	2	3	3	3
9	1	0	0	0	1	1
10	1	1	2	1	1	3
11	1	1	2	2	1	3
12	0	0	0	3	3	3
13	2	1	1	3	3	0
14	1	0	0	3	3	3
15	0	0	2	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3
18	0	1	2	3	3	3
<b>Total</b>	<b>24/54</b>	<b>25/54</b>	<b>32/54</b>	<b>37/54</b>	<b>40/54</b>	<b>45/54</b>
<b>%</b>	<b>44.4</b>	<b>46.3</b>	<b>59.3</b>	<b>68.5</b>	<b>74.1</b>	<b>83.3</b>



**Figura 1.** Conteo de coliformes totales para subseries de 18 muestreos consecutivos en canales de cerdos (planta I) y bovino (Planta II).

La línea base paralela al eje de las X representa el valor de referencia ( $\text{Log}_{10} 1000 = 3$ ) para los datos.