



Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo, México

Microbiological conditions during the slaughter process at a municipal slaughterhouse in Hidalgo, Mexico

Sagrario Hernández San Juan* Armida Zúñiga Estrada* Iraís Sánchez Ortega*
Javier Castro Rosas* Alma Delia Román Gutiérrez* Eva María Santos López*

Abstract

This study determined the microbiological conditions during the slaughter process of a municipal slaughterhouse in Hidalgo, Mexico. Samples from carcasses of cattle and swine, personnel, utensils, and water from the scalding and cleaning process of the carcasses were taken by swabbing selected areas. Aerobic mesophilic bacteria (AMB), coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* were enumerated in each sample. *S. aureus* was not detected in any of 158 samples analyzed, while the average of AMB was around 4.5 log UFC/cm². Coliforms and *E. coli* were also detected in most of the samples and were more abundant in the pork slaughter line than in beef. *Salmonella* was detected in 31% of pork line samples and 11% of the beef line samples. Microbial counts present in carcasses, utensils and personnel indicated poor hygienic conditions in the slaughtering establishment and implementation and maintenance of good manufacturing practices (GMP) should be the first step in order to assure the microbial safety of meat.

Key words: SLAUGHTERHOUSE, HYGIENE, CARCASSES, MICROBIAL CONTAMINATION.

Resumen

En el presente trabajo se determinaron las condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal de Hidalgo, México. Para ello, se tomaron muestras, mediante frotado con gasa, de canales porcinas y bovinas, operarios, utensilios y agua de escaldado, así como agua utilizada para el lavado final de las canales. En cada muestra se determinaron bacterias mesofílicas aerobias (BMA), coliformes, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*. En ninguna de las 158 muestras analizadas se detectó *S. aureus*, mientras que el promedio de BMA fue de alrededor de 4.5 log UFC/cm². Se localizaron coliformes y *E. coli* en la mayoría de las muestras, éstos fueron más abundantes en la línea de sacrificio de porcino que en la de bovino. Se detectó presencia de *Salmonella* en 31% de las muestras de la línea de porcino y en 11% en la de bovino. Los recuentos microbianos presentes en las canales, utensilios y en el personal, indican malas condiciones higiénicas en la planta de sacrificio, por lo que la implementación y mantenimiento de buenas prácticas de manufactura sería el primer paso para asegurar la seguridad microbiológica de la carne.

Palabras clave: RASTROS, HIGIENE, CANALES, CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA.

Recibido el 14 de julio de 2006 y aceptado el 18 de enero de 2007.

*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Químicas, Unidad Universitaria, Carretera Pachuca-Tulancingo, km 4.5, 42076, Pachuca, Hidalgo, México.

Correspondencia: Eva María Santos López, Tel.: (01) 771-717-2000, ext. 6501, Fax: ext. 6502, correo electrónico: emsantos@uaeh.reduaeh.mx

Introduction

Beef, considered as the principal source of protein, may be the vehicle of foodborne diseases as a consequence of deficient sanitary quality in animal slaughter, or contamination during the production of meat products. The presence and intake of microbiological contaminated food is greater on underdeveloped countries and the treatment of such diseases implies an important expense for the health services of such countries.¹

Healthy cattle are host of important pathogens like *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp, *Listeria* spp and *Campylobacter* spp, as well as spoilage microorganisms, including lactic bacteria: *Pseudomonas*, *Actinobacter* spp and *Moraxella* spp.^{2,3} These microorganisms are found in the intestinal tract, skin and hoofs, while the internal tissues of the carcass are considered sterile. The inadequate practices in the slaughter process, during bleeding, skinning, dressing, evisceration and cutting, facilitate contamination due to the contact of meat with dirt, feces and dust. Generally speaking, the intensity of these conditions depends on the hygiene and cleanliness observed in the slaughterhouse and processing plant.⁴

Different programs have been put in practice to ensure meat innocuousness. In the United States of America, each slaughterhouse that operates under federal inspection is committed to establish and carry out a program of risk and critical control points (HACCP), as well as to apply standard operating procedures.⁵ Also, in the European Union the Commission Decision (2001/471/EC)⁶ requires validated HACCP, as well as periodical tests on general hygiene.

In Mexico, the municipal slaughterhouses work under the municipal's direction and the Health Department verifies the carcasses and their parts by the application of verification certificates based on effective standards. Based on the census of the Sanitary Regulatory Direction, Hidalgo counts with 34 slaughterhouses, from which 30 are active and registered in the Health Services of the state. At the time, there are no studies on the microbiological conditions during the slaughter process in those types of slaughterhouses, for which the objective of this work was to determine the microbiological conditions during the slaughter process of pork and beef in a municipal slaughterhouse of Hidalgo, Mexico.

Material and methods

The study took place in a municipal slaughterhouse in Hidalgo, Mexico, with an average volume of slaughter of 500 animals per week. The slaughterhouse has two slaughter lines, one for pork and the other for beef. Labor starts at eight in the morning with the

Introducción

La carne, considerada como la principal fuente de proteína, puede ser el vehículo de toxoinfecciones alimentarias como consecuencia de una deficiente calidad higiénico-sanitaria en el sacrificio de los animales, o de una contaminación durante el proceso de elaboración de productos cárnicos. La presencia y el consumo de alimentos contaminados microbiológicamente es mayor en países en vía de desarrollo, y el tratamiento de dichas enfermedades supone un gasto importante para los servicios de salud en dichos países.¹

El ganado sano alberga patógenos importantes como *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp, *Listeria* spp y *Campylobacter* spp, así como microorganismos causantes del deterioro, incluyendo bacterias lácticas, *Pseudomonas*, *Actinobacter* spp y *Moraxella* spp.^{2,3} Estos microorganismos se encuentran en el tracto intestinal, piel y pezuñas, mientras que los tejidos internos de la canal se consideran estériles. Las prácticas inadecuadas en el proceso de sacrificio, durante el desangrado, desollado, faenado, eviscerado y despiece de la canal, facilitan la contaminación debido al contacto de la carne con suciedad, materia fecal y polvo. Por lo general, la intensidad con que ocurre la contaminación depende de las normas de higiene y limpieza observadas en el rastro y en la planta de procesado.⁴

Para asegurar la inocuidad de la carne se han puesto en práctica diversos programas. En Estados Unidos de América cada rastro que opera bajo inspección federal debe establecer y realizar un programa de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC), así como aplicar procedimientos de operación estándar.⁵ También en la Unión Europea la Directiva Comunitaria (2001/471/EC)⁶ obliga a las plantas de sacrificio a instrumentar sistemas APPCC, así como a realizar comprobaciones periódicas sobre higiene general.

En México, los rastros municipales operan bajo la dirección del municipio, y la Secretaría de Salud verifica las canales y sus partes mediante la aplicación de actas de verificación basadas en la normativa vigente. De acuerdo con el censo de la Dirección de Regulación Sanitaria, Hidalgo cuenta con 34 centros de sacrificio, de éstos, 30 están activos y registrados ante los Servicios de Salud del estado. Por el momento no se han encontrado estudios sobre las condiciones microbiológicas que suceden durante el proceso de sacrificio en este tipo de rastros, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones microbiológicas durante el proceso de sacrificio de ganado porcino y bovino en un rastro municipal de Hidalgo.

slaughter of pork and around nine a.m. slaughtering of beef takes place. Initially, several visits were done to the slaughterhouse to know the slaughtering process and establish the methods and points of sampling.

From June 2003 to January of 2004 four samplings were done on each of the slaughter lines. The samples for microbiological analysis were divided into four groups: carcasses, personnel, utensils and water. For carcasses, four zones of 100 cm² were sampled. Samples of ham, loin, breast and jowl were taken from pork. From beef: hip, skirt, brisket and neck were taken. Each one of the regions were vigorously swabbed horizontally and vertically - ten times, using sterile gloves, with sterile gauze previously moisten in 30 mL of buffered peptone water* that were disregarded from the posterior dilution. The gauzes from the same carcass were placed together in the same sterile Stomacher bag.** In each visit, samples from nine carcasses were taken for each line.

The samples from the personnel were taken, by vigorously swabbing their hands with a sterile gauze previously moisten in 10 mL of buffered peptone water, which was deposited in a sterile bag. Samples were taken to the personnel in charge of the pork slaughtering, as well as the ones in charge of the final scrapping after dehair, evisceration, washing and final conditioning. For the personnel of beef line, samples were taken from the hands of the operator in charge of slaughtering, from one in charge of cutting hoofs and head -chosen at random-, from one that skins, one in charge of evisceration and one in charge of the final conditioning.

In the pork line, samples were taken from the knife used for slaughtering, from two of the knives used for the final scrub and from the knife used for evisceration. In the beef line, a sample was taken from the knife to slaughter, from one of the knives used for cutting hoofs, from one of the workers that skins, chosen at random, and the evisceration knife, as well as the saw used for cutting the sternum and the saw used for separating the carcass. Each tool was rubbed with a sterile gauze moisten in 10 mL of buffered peptone water, until every visible matter was retired; each gauze was deposited in a sterile bag.

With regard to the water samples, on the pork line a sample of scalding water and the water used for the final cleaning of the carcasses, was taken. On the beef line, a sample of the water that was used for the final cleaning of the half carcasses was taken. The samples of approximately 100 mL were directly collected in a sterile bag.

All samples were deposited in a cooler at refrigeration temperature, to be transported to the laboratory, so to be processed the same day. Once in the laboratory, and within two hours posterior to the sampling,

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en un rastro municipal de Hidalgo, con volumen promedio de sacrificio de 500 cabezas por semana. El rastro cuenta con dos líneas de sacrificio, una de porcino y otra de bovino. Las labores comienzan alrededor de las ocho de la mañana con el sacrificio de ganado porcino, y alrededor de las nueve horas se inicia el sacrificio de bovinos. Inicialmente se realizaron varias visitas al rastro para conocer el proceso de sacrificio y establecer la metodología y los puntos de muestreo.

De junio de 2003 a enero de 2004 se realizaron cuatro muestreos en cada una de las líneas de sacrificio. Las muestras para análisis microbiológico se dividieron en cuatro grupos: canales, operarios, utensilios y agua. Para las canales se muestrearon cuatro zonas de 100 cm². De los porcinos se tomaron muestras del pernil, lomo, pecho y papada; del vacuno, se tomaron de la cadera, falda, pecho y cuello. Cada una de las zonas se frotó enérgicamente diez veces en sentido vertical y diez en sentido horizontal, usando guantes estériles, con una gasa estéril prehumedecida en 30 mL de agua de peptona tamponada,* que se descontaban de la dilución posterior. Las gasas correspondientes a la misma canal se colocaban juntas en la misma bolsa estéril de Stomacher.** En cada visita se tomaron muestras de nueve canales para cada línea.

Las muestras obtenidas de los trabajadores se tomaron frotando enérgicamente la mano del operario con una gasa estéril prehumedecida con 10 mL de agua de peptona tamponada, que se depositó en una bolsa estéril. A los operarios encargados del sacrificio de ganado porcino se les tomaron muestras, así como a los encargados del raspado final tras el depilado, eviscerado y duchado y acondicionamiento final. Del personal de la línea de ganado bovino se tomaron muestras de la mano del operario encargado del sacrificio, de uno de los que cortan las patas y la cabeza -seleccionado aleatoriamente- de uno de los que retira la piel, del encargado del eviscerado y del encargado del acondicionamiento final.

En la línea de porcino se tomó muestra del cuchillo utilizado para el sacrificio, de dos de los cuchillos empleados para el raspado final y del cuchillo empleado para la evisceración. En la línea de sacrificio de bovinos se tomó muestra del cuchillo de sacrificio, de uno de los cuchillos utilizados para el corte de patas, de otro de los empleados para retirar la piel -seleccionados al azar-, y del cuchillo de eviscerado, así como de la sierra utilizada para el corte de esternón y de la sierra que separa las medias canales. Cada utensilio se frotó con una gasa estéril prehumedecida

*Oxoid, Basingtoke, Reino Unido.

**Seward, Reino Unido.

the necessary mL of buffered peptone water were added to each sample, to reach 100 mL, and were homogenized in Stomacher during two minutes. Then, dilutions and microbiological analyses were done to determine aerobic mesophilic bacteria, coliforms, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*.

The count of aerobic mesophilic bacteria (AMB) was in plate count agar,* incubating at 30°C for 48 h.

For the count of coliforms and *E. coli*, 1 mL of the chosen dilutions were deposited in prepared plates for coliforms/*E. coli*,** incubating for 24 h at 37°C. *S. aureus* was determined by plating in agar Baird Parker*** supplemented with egg yolk tellurite,† incubated at 37°C for 48 h (NOM-115-SSA1-1994). Staphytec Plus‡ agglutination test was applied to suspect colonies for its confirmation.

With the aim to detect *Salmonella*, the Official Mexican Norm (NOM-114-SSA1-1994) was used. When the volume of sample was taken for the aforementioned analyses, the bags containing the gauzes with the buffered peptone water were incubated at 37°C for 16 to 20 hours. For the water samples, 25 mL were added to 225 mL of buffered peptone water and were incubated under the same conditions. The enrichment was done transferring 0.1 mL of the pre-enriched suspension in 10 mL of Rappaport-Vassiliadis broth° and 1 mL in 10 mL of tetrionate broth.°° The tubes were incubated at 42°C for 24 hours. The isolation was done in plates of Xylose Lysine Desoxicolate (XLD)°°° and modified bright green agar.* The plates were incubated during 24 h at 37°C. Two typical suspect colonies from each medium were inoculated in lysin iron agar (LIA)**and in sugar iron agar (TSI),*** incubated during 24 h at 35°C. The suspect strains were confirmed serologically with an antiserum *Salmonella* Pol. O: A-I+Vi (InDRE).

The results of the microbiological analyses were expressed as log UFC/cm² or mL, and as presence or absence in the case of *Salmonella*. The count data of AMB, coliforms and *E. coli* were statistically analyzed by variance analysis and applying LSD test with a level of significance of 0.05, to determine if there were differences between the slaughter lines of pork and beef. With that purpose the statistical package Stagraphics Plus from Windows, version 4.0 was used.

Results

A hundred and fifty-eight samples were taken and analyzed, 74 in the pork slaughter line and 84 in the beef slaughter line. The microbiological results obtained are shown in Tables 1 and 2. *S. aureus* was not detected in any sample. In general, the carcasses and utensils from the pork slaughter line presented greater contamination ($P < 0.05$) of AMB, coliforms

en 10 mL de agua de peptona tamponada, hasta retirar toda materia visible; cada gasa se depositó en una bolsa estéril.

Respecto de las muestras de agua, en la línea de porcinos se tomó muestra del agua de escaldado y del agua utilizada para el duchado final de las canales. En la línea de bovinos se tomó muestra del agua que se utiliza para la limpieza final de las medias canales. Las muestras de aproximadamente 100 mL se recogieron directamente en una bolsa estéril.

Todas las muestras se depositaron en hielera a temperatura de refrigeración, para ser transportadas al laboratorio, con el fin de ser procesadas el mismo día. Ya en el laboratorio y dentro de las dos horas posteriores al muestreo, se agregaron a cada muestra los mililitros necesarios de agua de peptona tamponada, para alcanzar 100 mL, y se homogeneizaron en Stomacher durante dos min. Luego se hicieron las diluciones y los análisis microbiológicos para determinar bacterias mesofílicas aerobias, coliformes, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*.

El recuento de bacterias mesofílicas aerobias (BMA) se realizó por siembra en agar de recuento estándar,* incubando a 30°C durante 48 h.

Para el recuento de coliformes y *E. coli* se sembró por duplicado 1 mL de las diluciones escogidas en placas preparadas para Coliformes/*E. coli* count,** incubando durante 24 h a 37°C. *S. aureus* se determinó mediante siembra en agar Baird Parker*** complementado con telurito yema de huevo,† incubando a 37°C durante 48 h (NOM-115-SSA1-1994). A las colonias sospechosas se les aplicó la prueba de aglutinación Staphytec Plus‡ para su confirmación.

Con el propósito de detectar *Salmonella*, se siguió la Norma Oficial Mexicana (NOM-114-SSA1-1994). Cuando se tomó el volumen de muestra para los análisis mencionados previamente, las bolsas que contenían las gasas con el agua de peptona tamponada se incubaron a 37°C durante 16-20 h. Para las muestras de agua se añadieron 25 mL a 225 mL de agua de peptona tamponada y se incubaron con las mismas condiciones. El enriquecimiento se realizó transfiriendo 0.1 mL de la suspensión de preenriquecimiento en 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis° y 1 mL en 10 mL de caldo tetrionato.°° Los tubos se incubaron a 42°C durante 24 h. El aislamiento se realizó en placas de agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD)°°° y agar

*Bioxon, México.

**3M Petrifilm™, Estados Unidos de América.

***Oxoid, Reino Unido.

†Oxoid, Reino Unido.

‡Oxoid, Reino Unido.

°Oxoid, Reino Unido.

°°Oxoid, Reino Unido.

°°°Bioxon, México.

and *E. coli* than the beef slaughter line, even though in the beef line, after the slaughter, the carcasses are deposited on a platform near the floor, which could increase the risk of contamination. In regard to the samples proceeding from the workers, there was no significant difference ($P < 0.05$) among the counts found for AMB, coliforms and *E. coli* in both lines. In all the samples of carcasses and operators from the pork slaughter line, as well as in 87% and 80% of the utensils, coliforms and *E. coli* were detected, respectively; while its incidence was inferior on the samples taken from the beef slaughter line; although in one of the samplings of the beef line, greater counts of coliforms and *E. coli* were detected.

Discussion

Surprisingly, coliforms and *E. coli* were detected in one of the samples from the scalding water. Maybe the absence of circulation and the organic residue accumulation in the water provided certain protection to the present microorganisms and allowed its survival; therefore, favoring the contamination of carcasses.

With regard to *Salmonella*, 20% of the total samples presented this microorganism; in particular, 31% of the samples from the pork slaughter line and 11% of the samples from the beef slaughter line, which confirms *Salmonella* is more abundant in pork than in beef, as it has already been reported.⁷ The obtained results with regard to *Salmonella* are very different than those registered by Thorberg and Engvall,⁸ who did not detect the presence of *Salmonella* in more than three thousand samples taken in five Swedish pork slaughterhouses. In one research of Belgian slaughterhouses⁹ the presence of *Salmonella* was detected in 27% of pork carcasses, percentage similar to the one found here on these type of meat. Nevertheless, no *Salmonella* spp was isolated in the slaughterhouses dedicated to slaughter beef. Also, in a study carried out in two high capacity Dutch slaughterhouses,¹⁰ *Salmonella* was isolated only in 1.4% of the swine samples.

In the study of Gil *et al.*,¹¹ in a low capacity Canadian slaughterhouse, pork carcasses also presented higher values of AMB, coliforms and *E. coli*, with regard to beef, but such values were inferior to the ones registered in this research.

The microbial counts found in pork carcasses reflect the operations made on the carcasses, since it implies greater manipulation than in the beef carcasses; because, in this last one, the skin needs no preparation and it is skinned directly. Although the temperature of the water used for the scalding operation (60°C-65°C) contributes to reduce the number of bacteria present on the skin of the pork carcasses, these can be contaminated during dehairing and

verde brillante modificado.* Las placas se incubaron durante 24 h a 37°C. Dos colonias sospechosas típicas de cada medio se sembraron en agar de hierro y lisina (LIA)** y agar de tres azúcares y hierro (TSI),*** incubado durante 24 h a 35°C. Las cepas sospechosas se confirmaron serológicamente con el antisuero *Salmonella* Pol. O: A-I+Vi (InDRE).

Los resultados de los análisis microbiológicos se expresaron como log UFC/cm² o mL, y como ausencia o presencia en el caso de *Salmonella*. Los datos de recuentos de BMA, coliformes y *E. coli* se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza y aplicación de la prueba LSD con un nivel de significancia de 0.05, para determinar si había diferencias entre la línea de sacrificio de porcino y la de bovino. Con ese propósito se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus para Windows, versión 4.0.

Resultados

Se tomaron y analizaron 158 muestras, 74 en la línea de sacrificio de porcinos y 84 en la línea de sacrificio de bovinos. En los Cuadros 1 y 2 se muestran los resultados microbiológicos obtenidos. En ninguna muestra se detectó presencia de *S. aureus*. En general, las canales y utensilios de la línea de sacrificio de porcinos presentaron mayor contaminación ($P < 0.05$) de BMA, coliformes y *E. coli* que en la línea de sacrificio de bovinos, a pesar de que en la línea de bovinos, después del sacrificio, las reses se depositan en una especie de plataforma muy cercana al suelo, lo que podría aumentar el riesgo de contaminación. Respecto de las muestras procedentes de los operarios, no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los recuentos hallados para BMA, coliformes y *E. coli* en ambas líneas. En todas las muestras de canales y operarios de la línea de sacrificio de porcino, así como en 87% y 80% de los utensilios, se detectaron coliformes y *E. coli*, respectivamente, mientras que su incidencia fue inferior en las muestras tomadas en la línea de sacrificio de bovinos, aunque en uno de los muestreos de la línea de bovinos se detectaron los mayores recuentos de coliformes y *E. coli*.

Discusión

Sorprende que se detectaran coliformes y *E. coli* en una de las muestras del agua de escaldado. Quizás la ausencia de recirculación y acumulación de residuos orgánicos en el agua proporciona cierta protección a los microorganismos presentes y permite su supervivencia; por lo tanto, favorece la contaminación de las canales.

*Oxoid, Reino Unido.

**Bioxon, México.

***Bioxon, México.

Cuadro 1

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, SD, VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS) EXPRESADOS EN LOG UFC/CM² O ML DE CANALES, OPERARIOS, UTENSILIOS, AGUA DE LIMPIEZA Y AGUA DE ESCALDADO EN LA LÍNEA DE SACRIFICIO DE PORCINOS

MICROBIOLOGICAL ANALYSES (MEAN, STANDARD DEVIATION, SD, MINIMUM AND MAXIMUM VALUES) EXPRESSED IN LOG UFC/CM² OR ML OF CARCASSES, PERSONNEL, UTENSILS, CLEAR WATER AND SCALDING WATER IN THE PORK SLAUGHTER LINE

| <i>Number samples</i> | <i>Place of sampling</i> | | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | <i>Minimum</i> | <i>Maximum</i> | <i>N*</i> | <i>Incidence (%)</i> |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|----------------------|
| 32 | Carcasses | AMB | 4.80 | 0.71 | 3.38 | 6.59 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 2.08 | 1.09 | 0.10 | 4.64 | 0 | 100 |
| | | <i>E. coli</i> | 1.37 | 0.69 | -0.60 | 2.86 | 0 | 100 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 23 | 28 |
| 19 | Personnel | AMB | 4.60 | 0.86 | 3.40 | 7.90 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 2.20 | 1.32 | -0.17 | 4.49 | 0 | 100 |
| | | <i>E. coli</i> | 1.19 | 0.97 | -0.48 | 3.76 | 0 | 100 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 8 | 68 |
| 15 | Utensils | AMB | 4.78 | 0.84 | 2.74 | 6.18 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.87 | 1.70 | ND [†] | 4.94 | 2 | 87 |
| | | <i>E. coli</i> | 0.82 | 0.83 | ND | 2.15 | 3 | 80 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 12 | 20 |
| 4 | Clear water | AMB | 3.20 | 1.08 | 1.60 | 4.46 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 0.38 | 1.29 | ND | 2.23 | 2 | 50 |
| | | <i>E. coli</i> | 0.005 | 1.01 | ND | 1.52 | 3 | 25 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 4 | 0 |
| 4 | Scalding water | AMB | 3.70 | 0.95 | 2.76 | 5.23 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.23 | - | 1.23 | 1.23 | 3 | 25 |
| | | <i>E. coli</i> | 0.48 | - | 0.48 | 0.48 | 3 | 25 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 4 | 0 |

* Number of samples where microorganisms were not detected.

† Not detected.

Cuadro 2

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, SD, VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS) EXPRESADOS EN LOG UFC/CM² O ML DE CANALES, OPERARIOS, UTENSILIOS, SIERRAS Y AGUA DE LIMPIEZA OBTENIDOS DE LA LÍNEA DE SACRIFICIO DE BOVINOS

MICROBIOLOGICAL ANALYSES (MEAN, STANDARD DEVIATION, SD, MINIMUM AND MAXIMUM VALUES) EXPRESSED IN LOG UFC/CM² OR ML OF CARCASSES, PERSONNEL, UTENSILS, SAWS AND CLEAR WATER OBTAINED FROM THE BEEF SLAUGHTER LINE

| <i>Number samples</i> | <i>Place of sampling</i> | | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | <i>Minimum</i> | <i>Maximum</i> | <i>N*</i> | <i>Incidence (%)</i> |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|----------------------|
| 36 | Carcasses | AMB | 4.35 | 1.07 | 3.10 | 7.40 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.03 | 1.58 | ND [†] | 6.01 | 6 | 83 |
| | | <i>E. coli</i> | -0.03 | 0.65 | ND | 0.98 | 11 | 69 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 31 | 14 |
| 20 | Personnel | AMB | 4.49 | 0.78 | 2.57 | 6.00 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.76 | 1.56 | ND | 5.63 | 2 | 90 |
| | | <i>E. coli</i> | 0.84 | 1.06 | ND | 3.30 | 5 | 75 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 17 | 15 |
| 16 | Utensils | AMB | 4.01 | 1.21 | 2.30 | 7.88 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.55 | 1.97 | ND | 7.26 | 6 | 63 |
| | | <i>E. coli</i> | 0.32 | 1.13 | ND | 2.46 | 11 | 38 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 15 | 6 |
| 8 | Saws | AMB | 4.25 | 1.33 | 3.04 | 7.45 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 1.94 | 2.26 | -0.26 | 6.40 | 0 | 100 |
| | | <i>E. coli</i> | -0.13 | 0.60 | ND | 1.05 | 5 | 38 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 8 | 0 |
| 4 | Clear water | AMB | 4.60 | 0.42 | 3.93 | 5.32 | 0 | 100 |
| | | Coliforms | 3.23 | 1.20 | 1.48 | 4.76 | 0 | 100 |
| | | <i>E. coli</i> | 2.87 | 1.29 | 0.95 | 3.64 | 0 | 100 |
| | | <i>Salmonella</i> | - | - | - | - | 4 | 0 |

* Number of samples where microorganisms were not detected.

† Not detected.

dressing process,¹² specially when considering that the equipment used for dehairing is not easy to clean; the final scraping is done by manual method over a table and there is no cleaning and disinfection program for knives and surfaces. Finally, the final washing of the carcasses, pork as well as beef, with water that is not always of adequate microbiological quality, increases the risk of contamination.

Anyway, in beef slaughter the values are also high; since, according to Hinton *et al.*¹³ it is considered as bad microbiological quality of the carcass when the aerobic mesophilic flora exceeds 4.5 log UFC/cm². These values might have their origin on the water used for final cleaning, that according to the results, it has a high degree of contamination by coliforms and *E. coli*, more than the water used in the cleaning of pork carcasses. This last thing might be due to the final cleaning that is done with a brush, which after scrubbing the carcass it is deposited in the water tank; therefore, the microorganisms dragged by the brush may contaminate the water that later will be used to clean other carcasses. The counts found here in beef carcasses are superior to the ones found by Vanderlinde *et al.*² in the study done on 49 Australian slaughterhouses dedicated to cattle slaughter, were the counts of AMB were inferior to 3.70 log UFC/cm², less than half the samples presented coliforms, and *Salmonella* was detected in less than 2% of the samples. In the study of Sumner *et al.*,¹⁴ done on bovine carcasses slaughtered in slaughterhouses in south Australia, the mean of the ABM counts was of 1.82 log UFC/cm², *E. coli* was detected in 18.8 % of the samples.

The Official Mexican Norm (NOM-194-SSA1-2004), on effect since September 18, 2005, which regulates, among others, the sanitary specifications in the establishments dedicated to slaughtering and carcass dressing of wholesale food market animals, establishes microbiological limits of 1 000 UFC/g (3 log UFC/g) for *E. coli* and absence of *Salmonella* in 25 g for chilled products. The presence of *E. coli* and *Salmonella* detected in this study, on recently slaughtered carcasses, is a sanitary risk for consumers; above all, during the process of transportation, chilling and slaughtering in which conditions are favorable for microbial growth. For this reason, it is necessary to establish good manufacture practices as starting point, to improve hygienic conditions of the studied slaughterhouse.

Acknowledgements

This study was financed by the project Analysis of hygienic-sanitary quality and proposal of improvement in slaughterhouses belonging to the state of Hidalgo, from the Program of improvement of professorship

Respecto de *Salmonella*, 20% del total de muestras presentaron este microorganismo; en concreto, 31% de las muestras de la línea de sacrificio de porcinos y 11% de las muestras de la línea de sacrificio de bovinos, lo que confirma que *Salmonella* es más abundante en cerdos que en ganado vacuno, como ya se informó.⁷ Los resultados obtenidos respecto de *Salmonella* distan mucho de lo registrado por Thorberg y Engvall,⁸ quienes no detectaron presencia de *Salmonella* en más de tres mil muestras tomadas en cinco rastros porcinos suecos. En un estudio en rastros belgas⁹ se detectó presencia de *Salmonella* en 27% de canales de cerdo, porcentaje similar al hallado aquí en este tipo de carne. Sin embargo, no se aisló *Salmonella* spp en los rastros dedicados al sacrificio de res. Asimismo, en el estudio realizado en dos rastros holandeses de alta capacidad,¹⁰ se aisló *Salmonella* tan sólo en 1.4% de las muestras de cerdo.

En el estudio de Gill *et al.*,¹¹ en un rastro canadiense de baja capacidad, también las canales de cerdo presentaron valores superiores de BMA, coliformes y *E. coli*, respecto de las de bovino, pero dichos valores fueron inferiores a los registrados en este trabajo.

Los recuentos microbianos hallados en las canales de cerdo reflejan las operaciones efectuadas en la canal, ya que implica mayor manipulación que en las canales de res, pues en esta última la piel no lleva faenado y es retirada directamente. Aunque la temperatura del agua usada en la operación de escaldado (60°C-65°C) contribuye a reducir el número de bacterias presentes en la piel de las canales porcinas, éstas pueden ser recontaminadas durante el proceso de depilado y faenado,¹² sobre todo al considerar que el equipo usado para la depilación no es de fácil limpieza; el raspado final se lleva a cabo de forma manual sobre una mesa y no se dispone en el rastro de un programa de lavado y desinfección de los cuchillos y superficies. Por último, el duchado final de las canales, tanto porcinas como bovinas, con agua que no siempre es de adecuada calidad microbiológica, aumenta el riesgo de contaminación.

De todas formas, en el sacrificio de bovino los valores también son altos, pues de acuerdo con Hinton *et al.*,¹³ se considera mala calidad microbiológica de la canal cuando la flora mesófila aerobia sobrepasa 4.5 log UFC/cm². Estos valores quizá tienen su origen en el agua utilizada para la limpieza final, que de acuerdo con los resultados lleva alto grado de contaminación por coliformes y *E. coli*, más que el agua utilizada en el lavado de las canales de cerdo. Esto último puede deberse a que la limpieza final se realiza con un cepillo, el cual después de frotar la canal se deposita en el tanque de agua, por ello los microorganismos arrastrados por el cepillo pueden contaminar el agua que luego será utilizada para limpiar otras canales.

profile of the Department of Public Education (SEP), in Mexico.

Referencias

1. Parrilla-Cerrillo MC, Vázquez-Castellanos JL, Saldade-Castañeda EO, Nava-Fernández LM. Food-borne toxic infection outbreaks of microbial and parasitic origin. *Salud Pública Mexicana* 1993; 35: 456-463.
2. Vanderlinde PB, Shay B, Murray J. Microbiological quality of Australian beef carcass meat and frozen bulk packed beef, *J Food Prot* 1998; 61: 437-443.
3. Madden RH, Espie WE, Moran L, McBride J, Scates P. Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on beef carcasses in northern Ireland. *Meat Sci* 2001; 58: 343-346.
4. Untermann F. Hygiene in meat production and processing. *Fleischwirtschaft* 1989; 69: 1026-1029.
5. USDA. Pathogen reduction: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule. USA Federal Regulation, 1996; 61: 38805-38855.
6. Directiva comunitaria 2001/471/EC. *Official Journal L165*. 2001.
7. Lo Fo Wong DMA, Hald T, van der Wolf PJ, Swanenburg M. Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and pork. *Livest Prod Sci* 2002; 76:215-222.
8. Thorberg BM, Engvall A. Incidence of *Salmonella* in five Swedish Slaughterhouses. *J Food Prot* 2001; 64: 542-545.
9. Korsak N, Daube G, Ghafir Y, Chahed A, Jolly S, Vindevogel H. An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on pork and beef carcasses in nine Belgian Abattoirs. *J Food Prot* 1998; 61: 535-541.
10. Swanenburg M, Urlings HAP, Snijders JMA, Keuzenkamp DA, van Knapen F. *Salmonella* in slaughter pigs: prevalence, serotypes and critical control points during slaughter in two slaughterhouses. *Int J Food Microbiol* 2001; 70: 243-254.
11. Gill CO, Jones T, Bryant J, Brereton DA. The microbiological conditions of the carcasses of six species after dressing at a small abattoir. *Food Microbiol* 2000; 17: 233-239.
12. Gill CO, Jones T. Assessment of the hygienic characteristics of a process for dressing pasteurized pig carcasses. *Food Microbiol* 1997; 14: 81-91.

Los recuentos hallados aquí en canales de res son superiores a los hallados por Vanderlinde *et al.*² en un estudio realizado en 49 rastros australianos dedicados al sacrificio de reses, donde los recuentos de BMA fueron inferiores a 3.70 log UFC/cm², menos de la mitad de las muestras presentaron coliformes, y *Salmonella* se detectó en menos de 2% de las muestras. En el estudio de Sumner *et al.*,¹⁴ realizado sobre canales bovinas sacrificadas en rastros del sur de Australia, la media de recuentos de BMA fue de 1.82 log UFC/cm², *E. coli* fue detectado en 18.8 % de las muestras.

La Norma Oficial Mexicana (NOM-194-SSA1-2004), en vigor desde el 18 de septiembre de 2005, que regula, entre otras, las especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, establece límites microbiológicos de 1 000 UFC/g (3 log UFC/g) para *E. coli* y ausencia de *Salmonella* en 25 g para productos refrigerados. La presencia de *E. coli* y *Salmonella* detectada en este estudio en canales recién sacrificadas supone un riesgo sanitario para los consumidores, sobre todo si durante el proceso de transporte, refrigeración y despique se dan las condiciones que favorezcan el crecimiento microbiano. Por esta razón, es necesario establecer buenas prácticas de manufactura como punto de partida, para mejorar las condiciones higiénicas del rastro en estudio.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el proyecto Análisis de la calidad higiénico-sanitaria y propuesta de mejoras en rastros pertenecientes al estado de Hidalgo, del Programa de mejora del perfil del profesorado de la Secretaría de Educación Pública, de México.

13. Hinton MH, Hudson WR, Mead GC. The Bacteriological Quality of British Beef 1. Carcasses Sampled Prior to Chilling. *Meat Sci* 1998; 50: 265-271.
14. Sumner J, Petrenas E, Dean P, Dowsett P, West G, Wiering R *et al.* Microbial contamination on beef and sheep carcasses in south Australia. *Int J Food Microbiol* 2003; 81: 255-260.