

# Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del municipio de Zacazonapan, Estado de México

Jair Jesús Sánchez-Valdés, M en C, D en C Agrop y RN,<sup>(1)</sup> Vianey Colín-Navarro, M en C,<sup>(2)</sup> Felipe López-González, D en C Agrop y RN,<sup>(1)</sup> Francisca Avilés-Nova, D en C Agrop y RN,<sup>(2)</sup> Octavio Alonso Castelán-Ortega, PhD,<sup>(3)</sup> Julieta Gertrudis Estrada-Flores, D en C Agrop y RN.<sup>(1)</sup>

Sánchez-Valdés JJ, Colín-Navarro V, López-González F, Avilés-Nova F, Castelán-Ortega OA, Estrada-Flores JG. Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del municipio de Zacazonapan, Estado de México. *Salud Publica Mex* 2016;58:461-467. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v58i4.8027>

## Resumen

**Objetivo.** Determinar la prevalencia y el grado de contaminación por mohos y levaduras (M&L), bacterias mesófilas aerobias (BMA), coliformes totales (CT) y *Salmonella spp.* (S) como indicadores de calidad e higiene en el entorno de fabricación del queso de Zacazonapan. **Material y métodos.** En cinco queserías se obtuvieron muestras de agua, leche, cuajo y queso, y de superficie de las manos y de los utensilios que están en contacto con el queso. **Resultados.** Todas las superficies presentaron contaminación; por lo tanto, se observa falta de higiene al elaborar el queso. Los conteos durante la elaboración de queso fueron, para leche, de 6.8, 6.7 y 4.5 log<sub>10</sub> UFC/ml para M&L, BMA y CT, respectivamente. En queso, se detectó la presencia de S y cuentas de 9.16, 9.23 y 9.18 log<sub>10</sub> UFC/g para M&L, BMA y CT. **Conclusiones.** La poca higiene en queserías y utensilios al elaborar el queso representa un riesgo para la salud humana.

Palabras clave: salud pública; mohos; levaduras; bacterias; *Salmonella*; utensilios; México

Sánchez-Valdés JJ, Colín-Navarro V, López-González F, Avilés-Nova F, Castelán-Ortega OA, Estrada-Flores JG. Diagnostic of health quality in artisanal cheese dairies of Zacazonapan municipality, State of Mexico. *Salud Publica Mex* 2016;58:461-467. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v58i4.8027>

## Abstract

**Objective.** To determine the prevalence and the degree of contamination by molds and yeasts (M&Y), aerobic mesophilic bacteria (AMB), total coliforms (TC) and *Salmonella spp.* (S). These microorganisms were considered indicators of quality and hygiene in the manufacturing environment of Zacazonapan cheese. **Materials and methods.** Samples from five cheese dairies at Zacazonapan municipality were collected. The samples were collected directly from hands, water, milk, curd, cheese and surface of utensils for cheese making. **Results.** All surfaces sampled were contaminated, there was an evident lack of hygiene in the cheese making process, the microorganisms count during cheese manufacturing were: for milk; 6.8, 6.7 and 4.5 log<sub>10</sub> CFU/ml for M&Y, AMB and TC, respectively. For cheese, the presence of S was detected and presented the following counting: 9.16, 9.23 and 9.18 log<sub>10</sub> CFU/g to M&Y, AMB and TC. **Conclusions.** The lack of hygiene in dairies and implements for cheese manufacturing represents a risk for human health.

Keywords: public health; molds; yeast; bacteria; *Salmonella*; utensils; Mexico

- (1) Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. México.
- (2) Centro Universitario Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. México.
- (3) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

**Fecha de recibido:** 8 de octubre de 2015 • **Fecha de aceptado:** 30 de marzo de 2016

Autor de correspondencia: Julieta Gertrudis Estrada-Flores. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, col. Centro. 50 000, Toluca, México. Correo electrónico: jgestradaf@uaemex.mx

En México, como en otros países en desarrollo, a la par de la economía del Estado existe una economía informal vinculada con la utilización de recursos genéticos locales, entre cuyas actividades se encuentra la venta de alimentos en la vía pública. Esta forma de ofrecer alimentos a los consumidores puede ser de alto riesgo sanitario: se incrementa el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por alimentos, ya que las condiciones en que se expendieron dichos productos no son apropiadas, pues favorecen la contaminación microbiológica. Los productos artesanales, por su tradición y por sus características relacionadas con su presentación, gozan de una alta aceptación entre la población mexicana.<sup>1</sup> La producción artesanal de quesos en México es muy variada; se conocen al menos 40 diferentes tipos de queso, donde destaca la producción de quesos frescos. También se producen quesos maduros como el queso cotija de la sierra de Jalmich, el queso adobera, el queso maduro de Veracruz y el queso Zacazonapan en el sur del Estado de México, tanto fresco como maduro.<sup>2</sup>

El queso artesanal se elabora a partir de leche cruda, por lo general de vacas criollas, con fermentación espontánea y corta maduración, utilizando metodologías muy rudimentarias, no estandarizadas. Dentro de la gama de productos lácteos elaborados, el queso fresco es el que cuenta con mayor número de microorganismos patógenos al momento de ser comercializado. Por esta razón se le asocia con mayor frecuencia con brotes de intoxicación alimentaria.<sup>3</sup>

En los quesos frescos, los hongos representan una forma de alteración;<sup>4</sup> su crecimiento origina problemas de tipo comercial (producen olores indeseables y cambios en la textura y en el interior de los quesos, lo que se traduce en pérdida de categoría e, incluso, en el rechazo total del producto) y sanitario por la posible producción de metabolitos tóxicos.<sup>5</sup>

Los microorganismos contaminantes, que representan riesgo a la salud humana y que generalmente están presentes en derivados lácteos, son *Escherichia coli* O157:H7 y otros coliformes fecales, *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* tipo emético, *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella sp.*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, entre otras.<sup>6</sup> Su presencia en el queso depende de la calidad y del tratamiento térmico de la leche, de la limpieza en general de la quesería, de la calidad de los cultivos, del manejo de la cuajada durante el procesamiento, de la temperatura de almacenamiento y del transporte y distribución del queso.<sup>7</sup> No obstante, los alimentos también se pueden contaminar en los distintos eslabones de la cadena alimentaria, incluidos

los hogares y expendios de alimentos preparados para el consumo.<sup>8</sup>

Consumir alimentos contaminados, principalmente con materia fecal, provoca enfermedades gastrointestinales; las infecciones agudas del tracto gastrointestinal figuran entre las enfermedades infecciosas más frecuentes. De acuerdo con estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), las infecciones como gastroenteritis, salmonelosis, tifoidea, cólera y rotavirus representan un severo problema de salud pública para nuestro país.<sup>9</sup>

Las enfermedades pueden presentarse en cualquier época del año, pero el riesgo de sufrirlas se incrementa en época de calor. Las manifestaciones clínicas más frecuentes son fiebre, vómito, dolor abdominal y diarrea moderada o intensa.<sup>10</sup> Zacazonapan, junto con otros ocho municipios, pertenece a la Jurisdicción Sanitaria de Valle de Bravo, en la cual es común la distribución de quesos. De acuerdo con los reportes emitidos para esta Jurisdicción en el Boletín Epidemiológico del Instituto de Salud del Estado de México,<sup>11</sup> las enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo que se registraron en 2010 fueron fiebre tifoidea con dos casos, paratifoidea y salmonelosis con 178 casos, shigelosis, con 32 casos, e infecciones intestinales causadas por otros organismos y especies con 15 889 casos. En el periodo en el que se realizó el trabajo se reportaron 51 casos de salmonelosis y 3 581 casos de infecciones intestinales. Sin embargo, no existen reportes específicos de que estos casos hayan sido ocasionados por el consumo de quesos.

En el caso del queso producido en Zacazonapan, sus características propias, así como las condiciones que prevalecen en las queserías, hacen que este producto sea un sustrato ideal para el desarrollo de microorganismos que puedan causar intoxicaciones en el consumidor. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar el grado de contaminación por mohos y levaduras (M&L), bacterias mesófilas aerobias (BMA), coliformes totales (CT) y *Salmonella spp.* (S) como indicadores de calidad e higiene en el entorno de fabricación del queso de Zacazonapan, para poder recomendar e implementar prácticas que ayuden a mejorar las condiciones higiénicas de elaboración sin que se pierdan las características de los quesos.

## Material y métodos

### Zona de estudio

Este estudio se llevó a cabo de noviembre de 2010 a febrero de 2011 en cinco de siete queserías del municipio

de Zacazonapan, el cual se localiza entre los paralelos 19° 00' 17" y 19° 16' 17" de latitud norte, y entre los meridianos 100° 12' 55" y 100° 18' 13" de longitud oeste, a una altura de 1 470 m.s.n.m.. La temperatura media anual es de 23°C, con una precipitación de 1 041.8 mm al año.<sup>12</sup> Esta investigación se realizó bajo la supervisión y lineamientos del Comité de Ética y Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México; además se obtuvo el consentimiento informado de los participantes para este proyecto.

### Toma y preparación de muestras

Siguiendo las recomendaciones del proyecto de NOM 109,<sup>13</sup> se tomaron muestras con hisopos de algodón esterilizados de la superficie de utensilios y manos de los queseros; también muestras de agua, leche y queso. Todas las muestras se transportaron en contenedores estériles cerrados a 4°C para su posterior análisis de laboratorio. De manos y de cada uno de los utensilios se tomaron al menos 10 muestras. En laboratorio, las muestras se prepararon mediante el método de diluciones en agua peptonada siguiendo las recomendaciones de la NOM 110.<sup>14</sup>

### Análisis realizados

La presencia de M&L se determinó con la NOM 111,<sup>15</sup> a través del conteo en placa con agar papa dextrosa después de la incubación a 25°C por 48h. Las BMA se determinaron de acuerdo con la NOM 092<sup>16</sup> usando agar triptona con extracto de levadura incubado a 35°C por 48h; los CT en placa de acuerdo con la NOM 113<sup>17</sup> usando agar bilis rojo violeta y la incubación a 35°C por 24h, y la presencia de S en queso con la NOM 114<sup>18</sup> en agar Salmonella Shigella incubados por 48h a 35°C.

### Análisis estadístico

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados se transformaron a  $\log_{10}$  UFC/g o mL, y se analizaron bajo dos experimentos. En el primero, se comparó el material de fabricación de los utensilios (plástico, madera, metal y material mineral), y en el segundo se analizó la calidad del producto final y los insumos (leche, cuajo, suero y queso).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en ambos casos mediante el siguiente modelo general lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta

$\mu$  = media general de cada parámetro

$\tau_i$  = material (plástico, piedra, madera, metal); muestra (leche, cuajo, suero y queso)

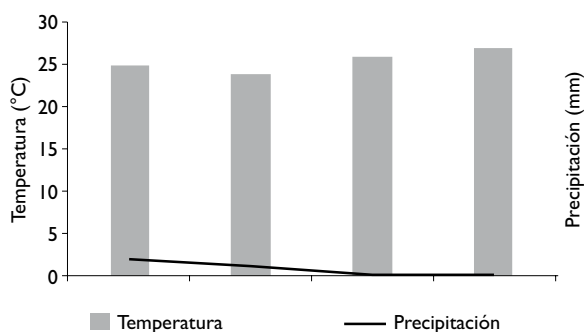
$\epsilon_{ij}$  = error residual

Se realizó un análisis de varianza (Andeva) utilizando el comando del modelo general lineal del software estadístico Statgraphics v16.\* Cuando se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) se aplicó la prueba de LSD.

## Resultados

### Condiciones ambientales de la zona de producción

La figura 1 muestra la evolución de la temperatura y la precipitación en la zona de producción de queso, periodo durante el cual es notoria la ausencia de precipitación. El cuadro I muestra los resultados de los análisis realizados al agua utilizada para la limpieza en la quesería, así como la limpieza de las manos de la persona que elabora el queso. El agua usada es de manantial y se lleva a las queserías a través de poliductos pero sin recibir tratamiento de potabilización; ésta es almacenada en las queserías en pilas de cemento que están ubicadas afuera del lugar donde el queso es elaborado. Los utensilios se lavan con esta agua y es la misma que usan para lavar la ropa y manos.



**FIGURA 1. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO, DE NOVIEMBRE DE 2010 A FEBRERO DE 2011**

\* Statgraphics Inc. Paquete Estadístico para Windows. Versión 17 USA: Statgraphics Inc. 2014.

**Cuadro I**  
**RECUENTOS ( $\text{LOG}_{10}$  UFC/ML) MICROBIANOS REALIZADOS EN AGUA Y MANOS EN QUESERÍAS DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO, DE NOVIEMBRE 2010 A FEBRERO 2011**

Muestra	M&L	BMA (Promedio $\pm$ DE)	CT
Agua	3.50 $\pm$ 3.21	5.10 $\pm$ 2.96	1.25 $\pm$ 2.80
Manos	5.07 $\pm$ 2.84	4.99 $\pm$ 2.80	3.66 $\pm$ 3.35

M&L: mohos y levaduras; BMA: bacterias mesófilas aerobias; CT: coliformes totales; UFC/mL: unidades formadoras de colonias por mililitro; DE: Desviación estándar

**Cuadro II**  
**RECUENTOS ( $\text{LOG}_{10}$  UFC/ML) MICROBIANOS EN UTENSILIOS EN QUESERÍAS DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO, DE NOVIEMBRE 2010 A FEBRERO 2011**

Material	M&L	BMA (Promedio $\pm$ DE)	CT
Plástico	3.89 $\pm$ 2.82	4.25 $\pm$ 1.93	3.00 $\pm$ 2.67
Madera	3.07 $\pm$ 4.33	2.41 $\pm$ 3.41	2.35 $\pm$ 3.32
Metal	5.88 $\pm$ 0.00	6.12 $\pm$ 0.00	3.86 $\pm$ 0.00
Material mineral	1.40 $\pm$ 1.37	1.56 $\pm$ 1.09	0.00 $\pm$ 0.00
Promedio*	2.80 $\pm$ 2.56	3.33 $\pm$ 2.24	1.80 $\pm$ 2.59
Valor de P	NS	NS	NS

\* Obtenido del total de los utensilios muestreados

M&L: mohos y levaduras; BMA: bacterias mesófilas aerobias; CT: coliformes totales; UFC/mL: unidades formadoras de colonias por mililitro; DE: desviación estándar; NS: no significativo

En el cuadro II se muestran los resultados de los conteos realizados a las superficies de los utensilios que entran en contacto con el queso durante la elaboración, clasificados de acuerdo con el material con el que están fabricados. Durante la visita a las queserías se observó que no todas utilizan los mismos utensilios durante el proceso de elaboración; las desviaciones estándar observadas dan cuenta de las variaciones que hay entre productores. Los utensilios de plástico utilizados son charolas, tinas, cubetas, botes, cucharas, coladores y moldes de aro (todos son de plástico común, no de grado alimenticio); los de metal son cuchillos o cucharas; los de madera incluyen la mesa de trabajo, cucharas y molde rectangular para queso, y los de material mineral incluyen el metate, fabricado en piedra de volcán, jarros y cazuelas de barro.

El cuadro III presenta los resultados obtenidos de los análisis realizados a leche, cuajo, suero y queso. El cuajo que se utiliza para la elaboración del queso se obtiene del abomaso de becerros de la región; para prepararlo se lava con abundante agua, se seca al sol y se le adiciona sal para su conservación. Las cuentas observadas indican que el proceso de lavado y conservación no está bien realizado, ya que al secarlo al sol atrae insectos que recontaminan el cuajo, como las moscas.

## Discusión

La NOM 251<sup>19</sup> señala que el agua que esté en contacto directo con alimentos, materias primas y superficies debe ser potable; el límite permisible de cloro residual libre debe ser de 0.2 a 1.5 mg/L, y los organismos coliformes totales deben estar ausentes o no detectables de acuerdo con la NOM 127.<sup>20</sup> En el cuadro I se observa que no se cumple con la normatividad, por lo que se recomienda utilizar cloro en cantidades adecuadas para solucionar esta situación.

**Cuadro III**  
**RECUENTOS ( $\text{LOG}_{10}$  UFC/G O ML) MICROBIANOS EN LECHE, AGUA, CUAJO Y QUESO FRESCO. ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2010-FEBRERO 2011**

Muestra	M&L	BMA (Promedio $\pm$ D.E.)	CT	S
Leche	6.83 $\pm$ 0.27 <sup>ab</sup>	6.76 $\pm$ 0.67 <sup>ab</sup>	4.50 $\pm$ 3.96 <sup>a</sup>	ND
Cuajo	2.56 $\pm$ 4.44 <sup>a</sup>	4.99 $\pm$ 2.92 <sup>a</sup>	0.29 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	ND
Suero	4.38 $\pm$ 4.03 <sup>a</sup>	5.06 $\pm$ 3.50 <sup>a</sup>	3.96 $\pm$ 3.71 <sup>a</sup>	ND
Queso	9.26 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	9.26 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>	9.27 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	Presente

M&L: mohos y levaduras; BMA: bacterias mesófilas aerobias; CT: coliformes totales; S: *Salmonella spp*, UFC/g o mL: unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro, DE: desviación estándar; ND: no determinado

Literales diferentes entre columnas presentan diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

El lavado y desinfección de manos es una actividad que debe hacerse de manera obligatoria en todo el personal que está en contacto directo con alimentos (apartado 5.12.4 de la NOM 251<sup>19</sup>); sin embargo, en las visitas realizadas al personal que elabora el queso se observó que la mayoría no realiza bien esta actividad: se lava con el agua de la pila y no utiliza alcohol o algún desinfectante antes de comenzar a trabajar en la elaboración del queso; sólo una quesera sí desinfectaba el agua y sus manos antes de comenzar con el proceso. A la par de la elaboración del queso, considerada como una actividad complementaria, las queseras realizan labores propias del hogar, es decir, lavan ropa, preparan los alimentos para la familia y realizan la limpieza de la casa.

De acuerdo con el Andeva realizado, no existen diferencias significativas entre los utensilios de acuerdo con el tipo de material (cuadro II); sin embargo, los materiales que más contaminación presentaron fueron los que están fabricados en plástico (molde de aro de PVC, los botes para la cuajada de la leche y los coladores) y en metal. Los promedios por grupo de microorganismos analizados fueron 2.80  $\log_{10}$  UFC para M&L, 3.33  $\log_{10}$  UFC para BMA y 1.80  $\log_{10}$  UFC para CT, datos que superan lo establecido en la NOM 251<sup>19</sup> para instalaciones. Fente-Sampayo y colaboradores<sup>21</sup> encontraron hasta 10 diferentes géneros de hongos en superficies de utensilios que están en contacto con los quesos en queserías de Arzua, en España.

La NOM 251<sup>19</sup> establece los requisitos para la utilización de utensilios y sobre los lugares donde se elaboran los alimentos. En el cuadro II se observa el grado de contaminación de los utensilios; a raíz de esto se considera que es necesario realizar acciones para mejorar estas condiciones, pues es ampliamente conocido que el consumo de alimentos elaborados con deficientes prácticas de higiene representan un riesgo para la salud del consumidor.<sup>22</sup> Durante las visitas se observó que las mesas de trabajo y todos los utensilios implicados en la elaboración sólo se lavan con agua y jabón, y en ocasiones sólo se pasa un trapo húmedo para retirarles el polvo a los utensilios de plástico y metal, principalmente. Según Sharma y colaboradores,<sup>23</sup> los trapos o las esponjas son los principales diseminadores de la contaminación cruzada en alimentos ya que no son desinfectados adecuadamente y pasan los microorganismos a los utensilios que se utilizan en la elaboración del queso. Esto también es reportado por Romero-Castillo y colaboradores<sup>24</sup> en el caso del queso crema tropical en Chiapas, pues los locales muestreados elaboraban quesos con leche sin pasteurizar y carecían de buenas prácticas de higiene en instalaciones, equipos y personal.

Las desviaciones estándar observadas dan cuenta de las variaciones que existen entre las prácticas de dis-

tintos queseros. Los conteos observados en los utensilios pueden ser ocasionados por contaminación cruzada,<sup>25</sup> por lo que es necesario capacitar a los productores de quesos para que se implementen mejores prácticas de higiene en el proceso de elaboración, realizar con ellos talleres para identificar los puntos críticos de control en la producción del queso, realizar desinfecciones rutinarias a los utensilios que se ocupan y hacer conciencia del uso de agua potable en la limpieza y desinfección de los utensilios y del alcohol para desinfectar las manos antes de empezar la elaboración del queso. Las condiciones ambientales propias de la temporada en la que se llevó a cabo el estudio pueden favorecer el crecimiento de los microorganismos, especialmente porque la temperatura nunca fue menor a 20°C y no se registró la presencia de lluvias (figura 1).

Los resultados obtenidos en leche, cuajo, suero y queso (cuadro III) son similares a los reportados en otras zonas productoras de queso en México y en el mundo. En Argentina, Vasek y colaboradores<sup>26</sup> reportan en queso de Corrientes conteos de 4.85 UFC para mohos y levaduras, y 4.37 UFC para coliformes en el agente coagulante, lo cual indica que presenta una calidad inferior a lo encontrado en el cuajo utilizado en Zacazonapan.

El Andeva mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para leche y queso con respecto a las cuentas para M&L, BMA y CT. El queso obtenido al final del proceso presenta conteos de 9.26  $\log_{10}$  UFC para M&L, 9.26  $\log_{10}$  UFC para BMA y 9.27  $\log_{10}$  UFC para CT; además, se detectó la presencia de S en queso, superando lo establecido en la NOM 243<sup>27</sup> para quesos. Los conteos de M&L son similares a los reportados en quesos frescos de México por otros autores.<sup>28,29</sup> En Argentina, Vasek y colaboradores<sup>26</sup> reportan cuentas de 3.66  $\log_{10}$  UFC para leche y 5.44  $\log_{10}$  UFC para queso de Corrientes.

Las cuentas para BMA en el queso crema de Chiapas<sup>24</sup> promediaron 7  $\log_{10}$  UFC y 6.8  $\log_{10}$  UFC en el queso fresco de Tuzuapan.<sup>1</sup> En queso de Corrientes se reportan 6.47  $\log_{10}$  UFC para leche y 9.76  $\log_{10}$  UFC para queso.<sup>26</sup>

La NOM 243<sup>27</sup> considera también que dentro de las BMA pueden encontrarse bacterias que son de gran ayuda en la producción de los aromas, textura y sabores del queso, entre las que destacan las bacterias acidolácticas.

Los conteos de los CT superan a las 2.98  $\log_{10}$  UFC de queso fresco de Tuzuapan;<sup>1</sup> en queso Oaxaca del altiplano mexicano se obtuvieron conteos de 8.3  $\log_{10}$  UFC para leche y 9.0  $\log_{10}$  UFC para queso.<sup>28</sup> Hernández y Duran<sup>30</sup> no detectaron la presencia de coliformes en el queso poro de Tabasco, México.

Los análisis determinaron la presencia de S en queso fresco (cuadro III); *Salmonella* spp. no ha sido detectada en quesos mexicanos frescos,<sup>31</sup> excepto en el queso crema tropical del estado de Chiapas, México; su presencia

se asocia con la elaboración de productos con leche no pasteurizada.<sup>24,32,33</sup>

La contaminación por M&L, BMA y CT en la leche ocurre durante la ordeña, pues se debe a las condiciones precarias en las que se realiza, o en la quesería, debido a la mala desinfección de los botes utilizados para la cuajada. Aunque no se determinó *Salmonella* spp. en leche, cuajo y suero, se determinó en el queso posiblemente debido a la contaminación final directa o indirecta del personal que elabora el producto.<sup>31</sup> Un aspecto a considerar es que en este estudio no se realizaron en el personal exudados faríngeos ni hisopos rectales que pudieran aportar información de la presencia de portadores sanos de *Salmonella* spp.

Cabrera y colaboradores<sup>34</sup> encontraron que los quesos artesanales de Corrientes, Argentina, eran elaborados a partir de leche cruda entera, utilizando materiales, utensilios y procedimientos muy rudimentarios, bajo condiciones higiénico-sanitarias deficientes. Diversos estudios han demostrado la presencia de microorganismos contaminantes en queserías; se ha reportado que los quesos pueden contaminarse por bacterias que sobreviven en el medio y en los equipos, instalaciones, salas de maduración y almacenamiento.<sup>35,36</sup> Se ha indicado incluso que los refrigeradores han sido fuentes de contaminación de *L. monocytogenes* en quesos elaborados con leche pasteurizada.<sup>37</sup> A pesar de esto, Hernández y Duran<sup>31</sup> indican que, aunque en el proceso de elaboración no se cumplan las condiciones higiénicas sanitarias en utensilios y suministros, es posible que el producto final logre cumplir con los requerimientos sanitarios si se le da un tiempo de maduración en condiciones controladas.

Aunque existe riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por alimentos, la biodiversidad de la microflora indígena que envuelve a los quesos elaborados con leche cruda puede ser considerada un aspecto fundamental para mantener las características típicas de los quesos tradicionales.<sup>38,39</sup> En este tipo de trabajos se recomienda, como un objetivo secundario, implementar prácticas que ayuden a mejorar las condiciones higiénicas de elaboración del queso una vez obtenidos los resultados iniciales y llevar a cabo las recomendaciones antes mencionadas con la finalidad de continuar con la producción de quesos artesanales pero en mejores condiciones higiénicas.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, los conteos de mohos y levaduras, mesófilos aerobios y coliformes totales observados indican la poca higiene que se tiene

en los locales y en los utensilios que se usan en la elaboración del queso.

El queso de Zacazonapan es un producto de gran tradición en la zona sur del Estado de México, por lo que es necesario implementar acciones para la elaboración más segura de quesos y que éstos que no representen riesgo de transmisión de enfermedades, como concientizar a productores de leche y queso sobre la importancia de la higiene en las labores que realizan y fomentar acciones en el personal que labora en queserías, como uso de ropa adecuada y de agua potable, y desinfección de manos y de las mesas y utensilios de trabajo.

## Agradecimientos

A los queseros del municipio de Zacazonapan por el apoyo brindado; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada a Jair Jesús Sánchez Valdéz para realizar sus estudios de doctorado; y a la Universidad Autónoma del Estado de México por el apoyo económico brindado a través del proyecto UAEM 3101/2011.

*Declaración de conflicto de intereses.* Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

## Referencias

1. Reséndiz MR, Hernández ZJS, Ramírez HR, Pérez AR. El queso fresco artesanal de la canasta básica y su calidad sanitaria en Tuzupán, México. *Acta Iberoamericana de Conservación Animal* 2012;2:253-255.
2. Villegas de Gante A, Cervantes EF. La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. *Estudios Sociales* 2011;19:145-164.
3. Caballero TA, Carrera VA, Legomin FE. Evaluación de la Vigilancia Microbiológica de alimentos que se venden en las calles. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1998;12:7-10.
4. Lück H. Quality control in the Dairy Industry. En: Robinson RK, comp. *Dairy microbiology*. London: Elsevier Science Publishers, 1990.
5. Taniwaki MH, Van Dender AGF. Occurrence of toxigenic molds in Brazilian cheese. *J Food Protection* 1992;3:187-191.
6. González T, Rojas RHA. Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. *Salud Publica Mex* 2005;47:388-390. <http://doi.org/cc9cbj>
7. Farkye YN. Microbiology of soft cheese. En: Robinson RR, comp. *Dairy microbiology handbook*. USA: Inc. New York, 2002:479-513.
8. Mercado CE. Los ámbitos normativos, la gestión de la calidad y la inocuidad alimentaria: una visión integral. *Agroalimentaria* 2007;12:119-131.
9. Hernández CC, Aguilera AG, Castro EG. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enf Inf Microbiol* 2011;31:137-151.
10. Vila J, Álvarez-Martínez MJ, Buesa J, Castillo J. Diagnóstico microbiológico de las infecciones gastrointestinales. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2009;27:406-411. <http://doi.org/cqbf4>
11. Boletín Epidemiológico [sitio en internet]. Instituto de Salud del Estado de México. Gobierno del Estado de México, 2016 [consultado en febrero de 2016]. Disponible en: <http://salud.edomexico.gob.mx/subepi/archivos/2012/bol-3912.pdf>

12. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. 3a ed. México: Editorial Instituto de Geografía, UNAM, 1981;vol.6:92.
13. Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994. Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. México: Diario Oficial de la Federación, 4 de noviembre de 1994.
14. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Para la preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. México: Diario Oficial de la Federación, 28 de abril de 1994.
15. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. México: Diario Oficial de la Federación, 28 de abril de 1994.
16. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. México: Diario Oficial de la Federación, 23 de marzo de 1994.
17. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. México: Diario Oficial de la Federación, 28 de abril de 1994.
18. Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos. México: Diario Oficial de la Federación, 28 de abril de 1994.
19. Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. México: Diario Oficial de la Federación, 10 de octubre de 2008.
20. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. [Modificación] Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México: Diario Oficial de la Federación, 22 de noviembre de 2000.
21. Fente-Sampayo CA, Vázquez-Belda B, Rodríguez-Otero JL, Franco-Abuín C, Quinto-Fernández E, Cepeda-Saez A. Microflora predominante en las queserías de Arzúa (España). *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 2002;3:271-276. <http://doi.org/bjzr9s>
22. Cristóbal DRL, Maurtua TDJ. Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus* spp. *Rev Panam Salud Pública* 2003;14:158-164.
23. Sharma MJ, Eastridge J, Mudd C. Effective household disinfection methods of kitchen sponges. *Food Control* 2009;20:310-313. <http://doi.org/bpkmbz>
24. Romero-Castillo PA, Leyva-Ruelas G, Cruz-Castillo JG, Santos-Moreno A. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. *Rev Mex Ing Quím* 2009;8:111-119.
25. Kusumaningrum HD, Riboldi G, Hazeleger WC, Beumer RR. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. *Int J Food Microbiol* 2003;85:227-236. <http://doi.org/bzxv53>
26. Vasek OM, Cabrera R, Coronel GJ, De Giori GS, Fusco AJV. Análisis de riesgos en la elaboración de queso artesanal de Corrientes (Argentina). *FACENA* 2004; 20:13-22.
27. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. México: Diario Oficial de la Federación, 27 de septiembre de 2010.
28. Castro-Castillo G, Martínez-Castañeda FM, Martínez-Campos AR, Espinoza-Ortega A. Caracterización de la microbiota nativa del queso Oaxaca tradicional en tres fases de elaboración. *Rev Soc Ven Microbiol* 2013;33:105-109.
29. Vázquez FC, Espinoza VE, Castelán OOA, Espinoza OA. Microbiological quality of artisan made Mexican Botanero cheese in the central highlands. *J Food Safety* 2009;30:40-50. <http://doi.org/fjtn74>
30. Hernández DN, Durán MT. Calidad sanitaria de los puntos iniciales de proceso de manufactura de queso. *Horizonte sanitario* 2013;12:58-62.
31. Castro-Georgana V, Díaz-Rodríguez AM, Torres-Torres B. Análisis de la calidad sanitaria de las queserías y los quesos en el Estado de Tabasco en el periodo del 2002-2005. *Salud en Tabasco* 2007;13:560-567.
32. Díaz-Cinco M, Acedo E, León DA. Survival of *Brucella abortus* in Mexican white soft cheese processing. *Recent Research Developments in Nutrition Research* 1998;2:47-57.
33. Torrez-Llañez MJ, Vallejo-Córdoba B, Díaz-Cinco ME, Mazorra-Manzano MA, González-Córdoba AF. Characterization of the natural microflora of artisanal Mexican Fresco cheese. *Food Control* 2006;17:683-690. <http://doi.org/b6kjbx>
34. Cabrera RB, Basilica JC, Fusco AJ. Hongos en quesos artesanales de corrientes (Argentina) [documento en internet] 2000 [consultado el 28 de enero de 2015]. Disponible en: <https://www.google.com.mx/#q=www.unne.edu.ar%2Funnevieja%2FWeb%2Fcyt%2Fcyt%2Fexactas%2Fe-021.pdf>
35. Greenwood MH, Roberts D, Burden P. The occurrence of *Listeria* species in milk and dairy products: A national survey in England and Wales. *Int J Food Microbiol* 1991;12:197-206. <http://doi.org/frmn7s>
36. Linnan MJ, Mascola L, Lou XD, Goulet V, May S, Salminen C. Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. *New Engl J Med* 1988;319:823-828. <http://doi.org/fvqgbq2>
37. Brito JRF, Santos EMP, Arcuri EF, Lange CC, Brito MAVP, Souza GN. Retail survey of Brazilian milk and Minas frescal cheese and a contaminated dairy plant to establish prevalence, relatedness, and sources of *Listeria monocytogenes* isolates. *Appl Environ Microbiol* 2008;74:4954-4961. <http://doi.org/bdft2m>
38. Demarigny Y, Beuviel E, Buchin S, Pochet S, Grappin R. Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses. II. Biochemical and sensory characteristics. *Lait* 1997;77:151-167. <http://doi.org/df6kvd>
39. Marino M, Maifreni M, Rondinini G. Microbiological characterization of artisanal Montaisa cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol Lett* 2003;229:133-140. <http://doi.org/fpmj6>