

# ESTUDIO EXPLORATORIO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN E INOCUIDAD EN EMPRESAS LÁCTEAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

## An Exploratory Study of Production Level and Food Safety in Dairy Enterprises of the State of Veracruz, México

*Katia Angélica Figueroa-Rodríguez<sup>1\*</sup>, Benjamín Figueroa-Sandoval<sup>2</sup> y Francisco Hernández-Rosas<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Área de Negocios Agroalimentarios. Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km. 348, Congregación Manuel León 94946 Amatlán de los Reyes, Veracruz. Apdo. Postal 143 Col. Centro 94500 Córdoba, Veracruz, México. [fkatia@colpos.mx](mailto:fkatia@colpos.mx). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Laboratorio de Biotecnología Aplicada.

### RESUMEN

La calidad de los procesos de elaboración de productos lácteos artesanales, desde el punto de vista de higiene y cumplimiento de reglamentos y normas oficiales es un fenómeno que no ha sido completamente investigado, salvo ciertos trabajos enfocados a la calidad final del queso y por estudios con un reducido número de observaciones. El objetivo del trabajo fue corroborar el fenómeno de especialización en la producción ganadera o industrial, así como el cumplimiento de las normas sanitarias para la elaboración de productos lácteos. Un total de 99 empresas en la zona centro del estado de Veracruz, México, fueron entrevistadas individualmente utilizando un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, elaborándose un índice de equipo que consideraba el material de los equipos y utensilios utilizados así como un índice de pasteurización que refería a la pasteurización de la leche para la elaboración de los productos. Se identificaron tres grupos con base a sus sistemas de suministro ( $F(2,95)=3,316$ ;  $P=0,041$ ): autosuministro (ganaderos) con una producción promedio de  $268,1 \pm 108,1$  kg/semana; sistema mixto ( $1654,7 \pm 882,8$  kg/semana); y compra de leche ( $1762,4 \pm 411,1$  kg/semana). Se presentó una correlación entre el volumen de producción y el índice de equipo ( $r=0,282$ ;  $n=99$ ;  $P=0,005$ ). Diferencias entre los tres grupos ( $F(2,95)=3,068$ ;  $P=0,05$ ): autosuministro ( $8,36 \pm 0,30$ ); sistema mixto ( $8,43 \pm 0,23$ ); y compra de leche ( $7,62 \pm 0,23$ ), fueron encontradas. No hubo correlación entre el índice de pasteurización y el volumen de producción ( $r=0,019$ ;  $n=98$ ;  $P=0,853$ ).

No presentaron diferencias entre los grupos ( $F(2,94)=0,254$ ;  $P=0,776$ ): autosuministro ( $3,20 \pm 0,41$ ); sistema mixto ( $3,39 \pm 0,27$ ); y compra de leche ( $3,65 \pm 0,49$ ). Se concluye que a mayor volumen, mayor especialización con énfasis en el mercado, mientras que el cumplimiento de normas es bajo, especialmente en lo referente a pasteurizar.

**Palabras clave:** Queso, industria lechera, sanidad.

### ABSTRACT

The quality of the process during the elaboration of artisanal dairy products, from the hygiene and compliance with regulations and official standards perspective is a phenomenon that has not been completely studied, except for diverse works analyzing the final quality of cheese or with a limited number of observations. The objective of this trial was to verify the degree of specialization in the dairy industry, as well as, the compliance with sanitary regulations for dairy products production. A total of 99 enterprises of the center region of the State of Veracruz, Mexico, were individually interviewed using a structured questionnaire composed of closed questions. An equipment index was created considering the material of which the used equipment was made as well as a food safety index referring to the pasteurization of milk during the elaboration process. Three groups were clearly identified based on their supply system ( $F(2,95)=3.316$ ;  $P=0.041$ ): own production (dairy farmers) with an average production level of  $268.1 \pm 108.1$  kg per week; a mixed system ( $1654.7 \pm 882.8$  kg per week) and a third group that purchases milk ( $1762.4 \pm 411.1$  kg per week). A correlation was found between the level of production and

the equipment index ( $r=0.282$ ;  $n=99$ ;  $P=0.005$ ). The differences among the three groups were ( $F(2,95)=3.068$ ;  $P=0.05$ ): own production ( $8.36 \pm 0.30$ ); mixed system ( $8.43 \pm 0.23$ ); and purchases system ( $7.62 \pm 0.23$ ). No correlation was found between the level of production and the food safety index ( $r=0.019$ ;  $n=98$ ;  $P=0.853$ ). With no significant differences between the groups ( $F(2,94)=0.254$ ;  $P=0.776$ ): self-supply ( $3.20 \pm 0.41$ ); mix system ( $3.39 \pm 0.27$ ); and purchase system ( $3.65 \pm 0.49$ ). It can be concluded that an increase in the volume refers to more specialization in the market, with low compliance of the sanitary norms, especially pasteurization.

**Key words:** Cheese, dairy industry, sanitization.

## INTRODUCCIÓN

Los quesos y otros productos lácteos son de vital importancia como una parte de la gastronomía de cada país así como un producto con potencial para el mercado hispano en Estados Unidos. Según los reportes de Tunick y col. [40] para 1996, el mercado de los quesos hispanos en Estados Unidos de Norteamérica (EUA) estaba en el orden de los 75.900.000 kg para el 2005, evidenciando un mercado importante para los quesos provenientes de países latinoamericanos, que cumplen con las normas de calidad.

Sin embargo, además de las cuestiones sensoriales de un producto, tanto los consumidores como las instituciones demandan cada vez más productos lácteos de calidad que aseguren su proveniencia y su inocuidad [2]. Uno de los focos de contaminación principales para la leche son mediante contaminación con heces fecales del ganado, en especial para casos de contaminación de patógenos para el humano como la *E. coli* O157 o la *Salmonella* spp; así como por contaminación directa como es el caso de *Listeria monocytogenes* [9, 10, 20, 23, 28, 31]. Los procesos de pasteurización son altamente recomendables como una medida de inocuidad, aunque no infalibles para impedir el desarrollo de dichos microorganismos [11]. En diversos países de regiones tropicales se reporta que, los quesos frescos generalmente se hacen con leche sin pasteurizar [31], lo que genera riesgos para la salud pública [42]. En el caso de los quesos mexicanos, Villegas [43] estableció que la mayoría de ellos se hacen con leche cruda, a pesar de que la pasteurización está establecida por las normas que rigen a las empresas que elaboran quesos en México (Normas Oficiales Mexicanas aplicables [32-35]), y debiera ser una práctica estandarizada para las empresas. El hecho que las empresas que elaboran quesos u otros productos lácteos no pasteuricen la leche, así como el uso de equipos y utensilios hechos a base de materiales que no son inertes, como es el acero inoxidable, es justificado por los productores por los costos que implican las inversiones, así como, en la pérdida de las características organolépticas en el producto final.

En este sentido Tunick y col. [40] encontraron que para el caso del queso mexicano tipo Chihuahua, no es cierto que

el no pasteurizar la leche a fin de mantener la micro-flora endógena de la misma repercute en quesos con mayor sabor característico, pues el éxito en las ventas de queso Chihuahua a base de leche pasteurizada evidencian que la flora microbiana de los quesos a base de leche cruda, no es necesariamente lo que se requiere para obtener un producto de calidad y con sabor característico reconocido por el consumidor, sobre todo cuando existe la posibilidad de adicionar microorganismos en forma de cultivos iniciadores.

Según Taylor [39], en diversos países se establece que las regulaciones sanitarias dirigidas a pequeños productores significan gastos que hacen poco rentable la actividad en pequeña escala por lo que se debate sobre establecer diferentes medidas para los pequeños contra las grandes multinacionales que pueden fácilmente implementar diversos sistemas de control como es el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) o Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), por su nombre en inglés. Por ejemplo, Romanoy col. [27] encontraron que, el costo de implementar la técnica de sistema HACCP en empresas de lácteos y cárnicos en Europa significaba entre el 0,7 y el 3% de los ingresos de la empresa. No obstante, las empresas que implementan estos sistemas lo hacen por razones diversas como son: cuestiones comerciales, mejorar su eficiencia interna, lograr una acreditación, cumplir con requerimientos externos como los impuestos por sus clientes o como una buena práctica [15, 16, 22]. Mejorar los procesos de higiene no necesariamente está ligado al deseo de cumplir con una norma. De igual manera, debe tomarse en consideración que los sistemas de inocuidad hacen referencia a toda la cadena y no sólo a la industria procesadora, donde los sistemas de ordeño, el sistema de logística y transporte en frío, por mencionar algunos, son también objeto de control [24, 29, 41].

Realizar investigaciones relacionadas con la inocuidad en empresas que elaboran productos lácteos implicando conceptos como la pasteurización de la leche y el uso de equipos e implementos a base de materiales inertes es fundamental con el fin de corroborar los riesgos potenciales para los consumidores de estos productos, permitiendo establecer la situación sanitaria de esta industria.

Aunado a la problemática de la inocuidad en empresas que producen productos lácteos se tiene la realidad de los productores ganaderos, quienes se estratifican según el tamaño del hato y el sistema de producción implementado, encontrándose en el país desde productores de traspatio, con nulos sistemas tecnológicos, hasta grandes ganaderos altamente tecnificados, siendo los pequeños los que más abundan en el país y los que no logran acceder a mejorar sus niveles productivos debido a que no cuentan con economías de escala que les permitan ser rentables [5, 6, 8]. Dentro de este contexto existen ganaderos que, procesan su leche para elaborar productos lácteos que comercializan, tanto local como regionalmente o aquellos que se especializan en la producción ganadera y venden la leche a las industrias.

Dentro de la realidad previamente expuesta, la presente investigación tuvo diversos objetivos. En primer lugar se planteó corroborar el fenómeno de especialización industrial, es decir, determinar si a mayor volumen de productos lácteos producidos por la industria se deslindaba de la producción primaria para comprar la leche a terceros. En segundo término se deseaba establecer la existencia de una correlación positiva y significativa entre el volumen de producción y los índices de equipo e inocuidad implementados por las empresas, a fin de establecer el grado de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y contribuir al conocimiento de las empresas rurales en las regiones del trópico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación incluyó a 99 empresas procesadoras de lácteos, en su mayoría productoras de queso denominado jarocho, de la zona centro del estado de Veracruz, aunque también se visitó la zona de la Joya en la región centro-norte y la zona de Tlacotalpan en la región centro-sur del Estado, que producen otros quesos típicos regionales, así como empresas que elaboran otros productos lácteos como yogurt o dulces de humedad intermedia (12-20%) que se procesan mediante evaporación (cajeta o dulce de leche). El estado de Veracruz se extiende aproximadamente cinco grados de LN, del paralelo 17°08' al 22°28', en cuanto a LO ocupa 5 grados aproximadamente, abarcando el meridiano 93°37' al 98°38' [37]. Los entrevistados fueron visitados directamente en sus empresas durante los meses de mayo, junio y julio del 2008; en cada localidad se tomaron sus datos a fin de georeferenciarlas.

Se aplicó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas durante entrevistas personales [3]. El instrumento que se utilizó se compone de elementos de consideración general, características del proceso y tipo de materiales y equipos utilizados y fue previamente validado por 10 empresas en la región de Córdoba, Veracruz. Al no existir directorios de queserías en el estado de Veracruz, y considerando que muchas no estarían registrada por los censos económicos generados por el Estado Mexicano. La muestra fue elegida utilizando el método de bola de nieve, el cual se basa en entrevistar a un individuo y pedir que referencie a otros individuos de su localidad que cumplan con las características de interés [14]. Debido a que no se conoce certeramente el tamaño de la población, es difícil estimar la confiabilidad del tamaño de la muestra. Sin embargo, si se considerasen los valores reportados en el censo económico de 2004 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) [18], éste reportaba 223 unidades económicas del estado de Veracruz dentro de la subrama 31151 "Elaboración de leche y derivados lácteos", por lo que el número de productores entrevistados resulta representativo de la realidad que concierne a las empresas procesadoras de lácteos [19].

En términos de los productos que elaboran, 82 empresas reportaron que producen principalmente queso, ya sea queso fresco, jarocho, queso de hebra, Cotija o requesón. Mientras que, únicamente 14 producen yogurt y tres producen otros productos como crema, mantequilla, dulces de humedad intermedia (12-20%) que se procesan mediante evaporación (cajeta o dulce de leche) u otros productos lácteos. Esto refleja la orientación quesera de las empresas entrevistadas. Derivado que el estudio se focalizó en empresas que producen productos lácteos, aún si la empresa reportaba producir sólo yogurt o algún producto como dulce de leche y no quesos, fue incluida en el estudio.

## Índices de equipo y pasteurización

En virtud de que no existen estudios de tipo cuantitativo referentes a prácticas de higiene para establecer diferencias entre grupos de empresas lácteas, se elaboró un "índice de equipo" y un "índice de pasteurización" considerando únicamente dos aspectos: el material de los equipos y utensilios utilizados y si pasteurizaban o no la leche. Los materiales utilizados fueron ponderados como se presenta en la (TABLA I):

Se consideraron los utensilios y equipos mencionados para establecer una fórmula que pondera el material del cual están hechos. Cada equipo o utensilio tiene el mismo valor posible (5), por lo que el total máximo era de 30. Este valor se dividió entre el número de utensilios (entre 1 y 6), a fin de tener una base comparable para cada observación, pues podría variar según el inventario de cada empresa. El valor final se multiplicó por dos para obtener un rango posible de entre 0 como mínimo y 10 como máximo, es decir, que contase con una base cero para facilitar la interpretación de los valores obtenidos [13].

$$IE = 2 \frac{(material\ tina + botes + palas + moldes + liras + cuchillos)}{número\ de\ utensilios\ y\ equipos}$$

donde IE es el índice de equipo.

Con el objetivo de incluir a la pasteurización se calculó también el índice de la misma. En este caso se incluyó la pasteurización (1= sí; 0= no) que fue ponderada con 20 para sumarse al índice de equipo, lo que sumaba un máximo de 30, por lo que para obtener un rango de entre 0 y 10, el valor obtenido se dividió entre 3. La decisión sobre la ponderación de la pasteurización se hizo en base a la importancia que la bibliografía otorgaba al proceso para asegurar la inocuidad del producto elaborado [11].

$$Índice\ pasteurización = \frac{índice\ de\ equipo + 20(pasteurización)}{3}$$

**TABLA I**  
**PONDERACIONES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS**  
**EN UTENSILIOS Y EQUIPOS EN LAS EMPRESAS**  
**DE LÁCTEOS ESTUDIADAS**

Material	Ponderación
No utiliza	0
Otro material (tela)	1
Madera	2
Aluminio	3
Plástico	4
Acero Inoxidable	5

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos en campo fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 16,0 para Windows [38]. Se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) [13] para determinar diferencias entre los grupos de empresas con diversos tipos de sistema de suministro y los índices de equipo e inocuidad. Así como la prueba de correlación de Pearson [12] para determinar el volumen de producción y los índices de equipo e inocuidad.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de las personas encuestadas contaron con una edad promedio de 40 años llegando a encontrarse queseros con una edad mínima de 19 años y una máxima de 76, predominando en esta actividad el género masculino, con un 69%, mientras que el género femenino sólo participó en un 31%. Los productores llevan realizando esta actividad en promedio 14 años, encontrándose un mínimo de 2 meses y una máxima de 50 años. Del personal empleado, el 39% es mano de obra familiar, el 19% son mujeres, el 4% son menores de edad y el 38% restante son empleados, en general del género masculino.

A los entrevistados se les preguntó cuáles eran los beneficios que obtenían al producir leche. El 29,3% mencionó que los beneficios eran económicos mientras que únicamente el 13,1% lo hace como una manera de aprovechar la leche que produce. El resto mencionó que lo hace por ambas razones. En lo referente al suministro de leche para la producción, el 26,3% la obtiene a nivel regional y local. El 30,3% es productor y únicamente el 17,2% se abastece, tanto de terceros como de su producción propia, por lo que las empresas lácteas se especializan en la producción y comercialización de productos transformados.

El volumen de producción de las empresas muestreadas varía considerablemente, sin embargo, la mayoría se concentraba en el estrato de menos de mil kg de productos lácteos producidos y vendidos a la semana. La media de producción

fue de  $1.283,51 \pm 266,83$  kg/semana por empresa. Con un máximo de producción de 20.000 kg/semana.

Se puede dividir a los encuestados en tres grupos: ganaderos que producían productos lácteos, ganaderos que producían y adicionalmente compraban leche y empresas lácteas que únicamente compraban leche. Se encontró que el primer grupo producía en promedio  $268,1 \pm 108,1$  kg/semana de productos lácteos, el segundo  $1.654,7 \pm 882,8$  kg/semana y el tercero  $1.762,4 \pm 411,1$  kg/semana, por lo que conforme las empresas crecen ya no les es posible combinar la producción ganadera con la producción de productos lácteos. Un análisis ANOVA confirmó la existencia de diferencias significativas en el volumen de producción de lácteos según el tipo de sistema de suministro que tiene la empresa ( $F(2, 95)=3,316$ ;  $P=0,041$ ). En el mismo sentido, Cesín-Vargas y col. [7] encontraron que, al incrementarse el tamaño del hato lechero se reduce la probabilidad de que el ganadero elabore productos lácteos.

Referente a sus ventas, el principal destino son los mercados municipales en la mayoría de los casos (38%), seguido por los intermediarios (32%) y los pequeños expendios o “tienditas” (24%), finalmente sólo el 3% vende en supermercados y el restante 3% lo dedica al autoconsumo. Este tipo de queserías rurales son las que abastecen a los mercados tradicionales que se encuentran en las ciudades o pequeños poblados, tanto del estado de Veracruz, como de los estados de Morelos, Oaxaca y en algunos casos llegan al Distrito Federal, que es la ciudad más poblada de México. En consecuencia, entender aspectos relacionados con la inocuidad de los productos que producen las empresas rurales se vuelve de vital importancia, no sólo para el Estado donde se producen sino incluso para el País. Esto es consistente con lo reportado para pequeñas queserías en Tlaxcala, que venden sus productos en otros estados como Puebla o el Distrito Federal [7].

En la estructura de la cadena productiva de los lácteos, la mayoría entrega su producto directamente a su cliente (66,7%), lo que refuerza la idea anteriormente expuesta de que las empresas de lácteos se especializan en la producción y comercialización, mientras que el 19,2% vende su producto en su empresa y un 11,1% recurre a ambos métodos de comercialización.

### Utensilios y equipos dentro del proceso de elaboración de productos lácteos

Los utensilios y/o equipos referidos para elaborar productos lácteos se presentaron en diversos materiales, los cuales se muestran en la TABLA II. Como se observa, el material de mayor relevancia es el acero inoxidable y el plástico.

El acero inoxidable es utilizado principalmente en tinas, palas, liras y cuchillos, mientras que el plástico se utiliza para los botes de leche y moldes. La madera se utiliza principalmente para las palas y moldes. A primera vista pareciera que las empresas queseras están implementando ciertas medidas de inocuidad al utilizar equipos y utensilios de acero inoxidada-

**TABLA II**  
**MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO SEGÚN UTENSILIO U EQUIPO**

Tipo de utensilio/equipo	Madera	Aluminio	Plástico	Acero Inoxidable	Total encuestados
Tinas	0	11	22	44	77
Botes para leche	2	10	62	10	84
Palas	12	0	5	28	45
Moldes	12	3	46	30	91
Liras y agitadores	1	2	2	21	26
Cuchillos	0	0	0	38	38
Total	27	26	137	171	

ble, por lo que se elaboró un índice para determinar el nivel de adopción de estas prácticas.

Existen autores [25, 36] que establecen que, para los casos en que la leche no es pasteurizada existen otros métodos para el control microbiológico de la leche cruda, que consiste en evitar la contaminación durante el ordeño y mantener la cadena de frío para evitar el desarrollo microbiano, esto tampoco ha sido implementado por las empresas muestreadas. Es decir, en términos de controles de calidad, las empresas no reportaron realizar análisis de la leche que utilizan, a fin de eliminar la leche potencialmente contaminada, y de igual manera, no manejan una cadena de frío para asegurar que no se desarrollen microorganismos [30].

#### Índice de equipo

En lo que se refiere al índice del equipo y utensilios utilizados, se obtuvo una media de  $8,17 \pm 0,15$  y una desviación de 1,50. Sin embargo, la Norma Oficial Mexicana [32-35] establece el uso de equipo y utensilios a base de materiales inertes por lo que, lo recomendable sería que, todos los equipos y utensilios fuesen de acero inoxidable. Del total, sólo el 9,1% de la muestra logró obtener un índice de 10. A fin de corroborar si existía una correlación positiva y significativa entre el volumen de producción y el índice del equipo utilizado se realizó una prueba de correlación de Pearson obteniéndose un valor de  $r=0,282$ ;  $n=99$ ;  $P=0,005$ . Aunque la relación es débil, es posible considerar que las empresas a mayor tamaño utilizan más utensilios y equipo a base de material inerte (acero inoxidable). Los resultados sobre la correlación del mayor tamaño y mejores prácticas de inocuidad fue también reportada por Herathy col. [17] para la industria canadiense.

El análisis estadístico confirmó la existencia de diferencias significativas en el índice de equipo y utensilios según el tipo de sistema de suministro que tienen las empresas lácteas ( $F(2, 95)=3,168$ ;  $P=0,05$ ). Los productores ganaderos que se autoabastecen ( $8,36 \pm 0,30$ ) y los que tienen un sistema de suministro mixto ( $8,43 \pm 0,23$ ) tienen medias mayores a los que compran toda la leche que utilizan ( $7,62 \pm 0,23$ ). Esto es contradictorio en términos de que se esperaba que, los meramen-

te industriales tuviesen mejores índices de equipo que los ganaderos. Sin embargo, esto es consistente con casos previamente reportados como el de Cesin-Vargas y col. [7] y el de Romero-Castillo y col. [28], quienes establecen el uso de utensilios de madera o de plástico en las empresas lácteas rurales, y en raros casos se reporta el uso de acero inoxidable.

#### Índice de pasteurización

La industria de lácteos presenta dos características primordiales: su materia prima es originalmente sencilla y el proceso de pasteurización puede ser utilizado como un método de control de daños microbiológicos sin afectar significativamente el producto final [30]. Pasteurizar no sólo es una recomendación de la Norma Oficial Mexicana, sino que también es una manera de establecer puntos críticos de control en las empresas lácteas. Únicamente el 10% de las empresas muestreadas reportó pasteurizar la leche que utilizan. De hecho, en lo referente a este índice se obtuvo una media de  $3,44 \pm 0,22$  con una desviación de 2,14.

Como es evidente, las empresas que elaboran productos lácteos aún requieren de implementar esta práctica de higiene a fin de elaborar productos de mayor calidad. Esto es consistente con lo reportado por Romero-Castillo y col. [28], para queso crema tropical en Chiapas, donde los locales muestreados elaboraban quesos con leche sin pasteurizar y carecían de buenas prácticas de higiene en las instalaciones, equipo, personal e insumos.

Con el objetivo de corroborar si existía una correlación positiva y significativa entre el volumen de producción y el índice de pasteurización, se realizó una prueba de correlación de Pearson obteniéndose un valor de  $r=0,019$ ;  $n=98$ ;  $P=0,853$ , por lo que no se puede establecer si existe o no una correlación significativa y positiva entre el nivel de producción y el índice de pasteurización.

Al realizar el análisis de los datos no se confirmó la existencia de diferencias significativas en el índice de pasteurización, según el tipo de sistema de suministro que tienen ( $F(2, 94)=0,254$ ;  $P=0,776$ ). Los productores ganaderos que se autoabastecen tienen una media ligeramente menor ( $3,20 \pm$

0,41), que los que tienen un sistema de suministro mixto ( $3,39 \pm 0,27$ ) y los que compran la leche que utilizan ( $3,65 \pm 0,49$ ), esto sin diferencias significativas. En este sentido, basados en la muestra, no se observa que conforme la empresa crece logre mejorar sus prácticas, especialmente el pasteurizar la leche. Una de las razones que explica el por qué las micro, pequeñas y medianas empresas no pasteurizan es debido a que venden productos genéricos (sin marca), por lo que no son penalizados por los consumidores debido a escándalos de sanidad e inocuidad como sucede con empresas de mayor tamaño [26].

De igual manera, debe vigilarse que la pasteurización se lleve adecuadamente, a fin de que logre efectivamente eliminar los microorganismos patógenos [4]. La contaminación post-pasteurización debido al uso de materiales no estériles durante el desuerado o por contaminación por los empleados durante los procesos de acondicionamiento de la cuajada debe ser también observada [28, 44], así como las variaciones en el contenido de sal, pH y otras variables, que indican la falta de estandarización de los quesos elaborados en zonas tropicales [21, 42], junto con las condiciones en las que se comercializan los productos, ya que de ser inadecuadas también son fuente de contaminación microbiológica [1].

Finalmente, debe mantenerse la consideración de Tunick y col. [40], de que los quesos pasteurizados son vendidos con éxito, razón por la cual, hacerlos de leche cruda para conservar las características organolépticas, no debiera ser una razón para no pasteurizar. En este sentido, las empresas que sí pasteurizan y venden productos lácteos presentes en la muestra de este estudio demuestran que es posible pasteurizar y tener un mercado.

## CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos, es posible establecer que las empresas que tienen mayor volumen de producción generalmente tienen un sistema de suministro de compra de leche, mientras que los ganaderos son los que presentan menores volúmenes de producción, confirmando la especialización requerida para lograr el crecimiento de las empresas en el sector de los lácteos. En virtud de que los resultados evidencian que los industriales cuentan con menores índices de equipo, puede concluirse que éstos se han especializado en la comercialización de los productos descuidando la mejora en sus prácticas sanitarias, por lo que, estar más cercanos al consumidor no necesariamente implica que se cumplan más con las normas sanitarias establecidas. En cuanto al índice que considera la pasteurización, los industriales tienden más a pasteurizar debido a las demandas del mercado, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los grupos, lo que permite concluir que existe un bajo cumplimiento de las normas sanitarias de las empresas que elaboran productos lácteos en la región de estudio. La razón por la cual no se pasteuriza pue-

de explicarse por factores económicos, como es el incremento en los costos de producción así como una reducción en los rendimientos. Por lo que, las industrias no necesariamente mejoran sus prácticas de higiene conforme crecen, sino hasta que alcanzan un nivel en el que el cumplimiento es obligatorio debido a las demandas de consumidores con mayor nivel adquisitivo que los habitantes del medio rural o los consumidores de mercados municipales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALBARRACIN, F.Y.; SARMIENTO, P.; CARRASCAL, A.K.; MERCADO, M. Estimación de la proporción de *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. en quesos frescos (queso de hoja, cuajada) y queso doble crema producidos y comercializados en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. **Bistua**. 4(2): 30-41. 2006.
- [2] ARISPE, I.; TAPIA, M.S. Inocuidad y calidad: Requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. **Agroaliment**. 12(24): 105-118. 2007.
- [3] BAUMARD, P.; DONADA, C.; IBERT, J.; XUEREB, J.M. La collecte des données et la gestion de leurs sources. In: **Méthodes de recherche en management**. Thiétart, R.A., Editor. Dunod, Paris. Pp 224-256.1999.
- [4] BREUREC, S.; POUEME, R.; FALL, C.; TALL, A.; DIAWARA, A.; BADA-ALAMBEDJI, R.; BROUTIN, C.; LECLERCQ, A.; GARIN, B. Microbiological quality of milk from small processing units in Senegal. **Foodbor. Pathog. Dis**. 7(5): 601-604. 2010.
- [5] CARRANZA-TRINIDAD, R.G.; MACEDO-BARRAGÁN, R.; CÁMARA-CÓRDOBA, J.; SOSA-RAMÍREZ, J.; MERAZ-JIMÉNEZ, A.J.; VALDIVIA-FLORES, A.G. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. **Agrocienc**. 41: 701-709. 2007.
- [6] CERVANTES-ESCOTO, F.; PÉREZ-SANCHEZ, S.L.; ÁLVAREZ-MACIAS, A. Las relaciones de poder entre productores primarios y agroindustria: El caso de la cuenca lechera de Los Altos de Jalisco, México. **Proc. VI Congreso de la ALASRU**. Chapingo, 11/25-29.México. Pp 1627-1635.2002.
- [7] CESÍN-VARGAS, A.; FERNANDEZ, M. A.; RAMÍREZ-VALVERDE, B.; HERRERA-HARO, J. G.; MARTÍNEZ-CARRERA, D. Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio de tres comunidades del municipio de Tetlatlahua en el estado de Tlaxcala, México. **Téc. Pec. Méx**. 45(1): 61-76. 2007.
- [8] CUEVAS-REYES, V.; ESPINOSA-GARCÍA, J.A.; FLORES-MENDIOLA, A.B.; ROMERO-SANTILLÁN, F.; VÉLEZ-IZQUIERDO, A.; JOLALPA-BARRERA, J.; VÁZQUEZ-GÓMEZ, R. Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. **Téc. Pec. Méx**. 45(1): 25-40. 2007.

- [9] DURÁN-LENGUA, M.; MONTERO-CASTILLO, P.; FLÓREZ-DÍAZ, W.; FRANCODELAHOZ, V. Evaluación higiénico-sanitaria y acción antagónica de cepas de lactobacilos comerciales frente a microorganismos patógenos (*Escherichia coli*) presentes en el queso de capa del municipio de Mompox. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XX(3): 312-317. 2010.
- [10] ESPINOZA, M.A.; DE LA TORRE, B.M.; SALINAS, F.M.; SÁNCHEZ, P.V. Determinación de *Listeria monocytogenes* en quesos frescos de producción artesanal que se expenden en los mercados del distrito de Ica, enero-marzo 2003. **Rev. Peru Med. Exp. Salud Publ.** 21(2): 71-74. 2004.
- [11] FLEMING, D.W.; COCHI, S.L.; MACDONALD, K.L.; BRONDUM, J.; HAYES, P. S.; PLIKAYTIS, B.D.; HOLMES, M.B.; AUDURIER, A.; BROOME, C.V.; REINGOLD, A.L. Pasteurized milk as a vehicle of infection in an outbreak of Listeriosis. **New England J. Med.** 312(7): 404-407. 1985.
- [12] GRAVETTER, F.; WALLNAU, L. Correlation. **Statistics for behavioral sciences.** Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N. J. 779 pp. 2000.
- [13] GUISANDE-GONZÁLEZ, C. ANOVA. **Tratamiento de datos.** Díaz Santos, España. 350 pp. 2006.
- [14] HANNEMAN, R.A. Muestreo. **Introduction to social network methods.** Department of Sociology, University of California, Riverside. 825 pp. 2001.
- [15] HENSON, S. Exploring incentives for the adoption of food safety controls: HACCP implementation in the U.K. dairy sector. **Rev. Agric. Econ.** 22(2): 407. 2000.
- [16] HENSON, S.; HEASMAN, M. Food safety regulation and the firm: understanding the compliance process. **Food Policy.** 23(1): 9-23. 1998.
- [17] HERATH, D.; HASSAN, Z.; HENSON, S. Adoption of food safety and quality controls: do firm characteristics matter? Evidence from the Canadian food processing sector. **Canad. J. Agric. Econ.** 55(3): 299-314. 2007.
- [18] INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEGI). Censos Económicos 2004. INEGI. 2004.
- [19] INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEGI). El sector alimentario en México 2010. Estadísticas Sectoriales. Aguascalientes. 2010.
- [20] LINNAN, M.J.; MASCOLA, L.; LOU, X.D.; GOULET, V.; MAY, S.; SALMINEN, C.; HIRD, D.W.; YONEKURA, M.L.; HAYES, P.; WEAVER, R.; AUDURIER, A.; PLIKAYTIS, B.D.; FANNIN, S.L.; KLEKS, A.; BROOME, C.V. Epidemic Listeriosis associated with Mexican-style cheese. **New England J. Med.** 319(13): 823-828. 1988.
- [21] MALDONADO, R.; LLANCA, L. Estudio de la calidad del queso de mano comercializado en el municipio de Girardot, Estado de Aragua, Venezuela. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XVIII(4): 431-436. 2008.
- [22] MALDONADO-SIMÁN, E.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, P.A.; HENSON- SPENCER J.; CASWELL, J.A.; CADENA-MENESES, J.A.; COPADO-BUENO, F. Costos y beneficios asociados a la implementación de los controles de inocuidad y calidad alimentaria: HACCP e ISO 9000 en los mataderos mexicanos. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XV(4): 353-360. 2005.
- [23] MURPHY, M.; BUCKLEY, J.F.; WHYTE, P.; O'MAHONY, M.; ANDERSON, W.; WALL, P.G.; FANNING, S. Surveillance of dairy production holdings supplying raw milk to the farmhouse cheese sector for *Escherichia coli* O157, O26 and O111. **Zoon. Publ. Health.** 54(9/10): 358-365. 2007.
- [24] NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; METZ, J.H.M. Quality control on dairy farms with emphasis on public health, food safety, animal health and welfare. **Livest. Prod. Sci.** 94(1-2): 51-59. 2005.
- [25] OLIVER, S.P.; BOOR, K.J.; MURPHY, S.C.; MURINDA, S.E. Food Safety Hazards Associated with Consumption of Raw Milk. **Foodbor. Pathog. Dis.** 6(7): 793-806. 2009.
- [26] REARDON, T.; FARINA, E. The rise of private quality and safety standards: illustrations from Brazil. **Internat. Food Agribus. Manag. Rev.** 4: 413-421. 2002.
- [27] ROMANO, D.; CAVICCHI, A.; ROCCHI, B.; STEFANI, G. Exploring costs and benefits of compliance with HACCP regulation in the European meat and dairy sectors. **Acta Agric. Scandin. Section C-Food Econ.** 2(1): 52-59. 2005.
- [28] ROMERO-CASTILLO, P.A.; LEYVA-RUELAS, G.; CRUZ-CASTILLO, J.G.; SANTOS-MORENO, A. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. **Rev. Mex. Ing. Quím.** 8(1): 111-119. 2009.
- [29] RUEGG, P L. Practical food safety interventions for dairy production. **J. Dairy Sci.** 86(Suppl): E1-E9. 2003.
- [30] SANDROU, D.; ARVANITOYANNIS, I. Application of hazard analysis critical control point (HACCP) system to the cheese-making industry: A review. **Food Rev. Internat.** 16(3): 327. 2000.
- [31] SCARAMELLI, A.; CITTI, R.; GONZÁLEZ, I.; PÁEZ, L.; TROMP, J. Investigación de *Salmonella* sp. en muestras de queso blanco duro "tipo llanero" del Distrito Sanitario 1 del Estado Aragua, Venezuela. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX(3): 167-173. 1999.

- [32] SECRETARIA DE SALUD. NOM-120-SSA1-1994. Buenas prácticas de higiene y sanidad para bienes y servicios. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 1994.
- [33] SECRETARIA DE SALUD. NOM-091-SSA1-1994. Leche pasteurizada de vaca. Especificaciones sanitarias. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 1994.
- [34] SECRETARIA DE SALUD. NOM-185-SSA1-2002. Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 2002.
- [35] SECRETARIA DE SALUD. NOM-121-SSA1-1994. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Mexico: Diario Oficial de la Federación. 1994.
- [36] SIGNORINI, M.L.; SEQUEIRA, G.J.; BONAZZA, J.C.; SANTINA, R.D.; MARTÍ, L.E.; FRIZZO, L.S.; ROSMINI, M.R. Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XVIII(2): 207-217. 2008.
- [37] SOTO, M.; GAMA, L.; GÓMEZ, M. Los climas cálidos subhúmedos del estado de Veracruz, México. **Foresta Veracruz**. 3(002): 31-40. 2001.
- [38] STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS) FOR WINDOWS. Version 16. Chicago, USA. 2007.
- [39] TAYLOR, D.A. Does one size fit all? **Environm. Health Perspect**. 116(12): A528-A531. 2008.
- [40] TUNICK, M.H.; VAN-HEKKEN, D.L.; MOLINA-CORRAL, F.J.; TOMASULA, P.M.; CALL, J.; LUCHANSKY, J.; GARDEA, A.A. Queso Chihuahua: manufacturing procedures, composition, protein profiles, and microbiology. **Internat. J. Dairy Technol**. 61(1): 62-69. 2008.
- [41] VALEEVA, N.I.; MEUWISSEN, M.P.M.; OUDELANSINK, A.G.J.M.; HUIRNE, R.B.M. Improving food safety within the dairy chain: an application of conjoint analysis. **J. Dairy Sci**. 88(4): 1601-1612. 2005.
- [42] VILLALOBOS DE B., L.B.; MARTÍNEZ N., R.E. Aislamiento e identificación por métodos convencionales y PCR de *Listeria monocytogenes* en quesos blancos frescos comercializados en Cumana, Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XVII(5): 529-536. 2007.
- [43] VILLEGAS DE G., A. Introducción. **Los quesos mexicanos**. 2 Ed. UACH, México 250 pp. 2003.
- [44] VILLEGAS DE G.A. Fichas técnicas de elaboración de quesos mexicanos. **Tecnología quesera**. 2 Ed. Trillas, México. 398 pp. 2004.