



CARACTERÍSTICAS DEL QUESO TEPEQUE DE LA TIERRA CALIENTE DE MICHOACÁN: UN QUESO PRODUCIDO EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO

[CHARACTERISTICS OF THE TEPEQUE CHEESE FROM “LA TIERRA CALIENTE” OF THE STATE OF MICHOACÁN: A CHEESE PRODUCED IN AN INTENSIVE SILVOPASTORAL SYSTEM]

¹Alejandra Donají Solís Méndez, ¹Raquel Martínez Loperena,
²Javier Solorio Sánchez, ³Julieta G. Estrada Flores, ⁴Francisca Avilés Nova,
⁵Ana Tarin Gutiérrez Ibáñez, *¹Octavio Alonso Castelán Ortega

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Email: oaco2002@yahoo.com.mx

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

³Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales.,

⁴Centro Universitario Temascaltepec UAEMEX., Facultad de Ciencias Agrícolas UAEMEX.

*Corresponding autor

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue describir las características del Queso Tepeque de la Tierra Caliente del Estado de Michoacán en términos de su región de origen, proceso de manufactura, características fisicoquímicas y microbiológicas, y documentar los cambios atribuibles a la implementación de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) para la alimentación del ganado. La metodología consistió en visitar la zona de estudio para recolectar información sobre el territorio donde se produce el queso, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a productores para conocer el sistema de producción de leche y el proceso de elaboración del queso. Se determinaron las características físicas (pH y densidad) y químicas (contenidos de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y agua adicionada) de la leche que se emplea en la elaboración del queso. En el queso se determinó su contenido de proteína, grasa, sal, humedad, cenizas y pH. Se determinaron las características sanitarias de ambos productos incluyendo conteo de microorganismos mesófilos aerobios, coliformes, hongos, levaduras y la presencia de *Listeria* spp y *Staphylococcus aureus*. El estudio se llevó a cabo en el año 2010, se dividió en dos períodos, época de lluvias y época de estiaje. Se estudiaron 15 productores, siete del SSPi y ocho del sistema tradicional de producción de leche. Se observó que el Queso Tepeque es un producto de excelente calidad desde el punto de vista de sus principales nutrientes, está elaborado con leche de buena calidad fisicoquímica, tiene una historia y tradición que supera los 300 años. El queso elaborado

con leche de SSPi presenta características similares ($P>0.05$) e incluso superiores en el contenido de grasa ($P<0.05$), al queso elaborado en un sistema tradicional, no apreciándose efectos negativos ($P>0.05$) atribuibles al SSPi en ninguno de los parámetros evaluados. Finalmente, la calidad sanitaria de la leche y el queso fue deficiente en ambos sistemas, aunque el proceso de maduración atenúa este problema, por lo que el consumo de queso madurado y añejado se recomienda en lugar del queso oreado.

Palabras clave: silvopastoril; queso madurado; Michoacán.

SUMMARY

The objective of the present work is to describe the characteristics of the Tepeque cheese from “La Tierra Caliente” of the State of Michoacán, Mexico. Its region of origin, manufacturing process, physico-chemical and microbiological characteristics, were investigated. In addition the changes that occurred in the milk and cheese due to the introduction of a feeding system based on the use of an intensive silvopastoral system (ISPS) were described. The methodological approach consisted of field visits for data collection, semi-structured interviews to farmers in order to know the milk production systems and the cheese elaboration process. The physical (pH and density) and chemical characteristics (protein, fat, lactose, non fat solids and added water) of the milk used to elaborate the Tepeque cheese were determined. For the cheese the protein, fat, salt,

moisture and ash contents and the pH were determined. The microbiological characteristics were determined for both milk and cheese, these included presence of mesophilic bacteria coliforms bacteria, yeast, fungus, *Listeria* spp. and *Staphylococcus aureus*. The field study was carried out in 2010; it was divided in two experimental periods of six months each, named rainfall season and dry season. Fifteen milk-cheese producers were sampled, eight of them practice the traditional milk production systems and seven the ISPS. It was observed that the Tepeque cheese is a dairy product of excellent quality from the point of view of its main nutritional components, it is made with good quality milk too and it has a long

history and great tradition that is older than 300 years. On the other hand, the cheese elaborated with milk from the ISPS had higher fat content ($P < 0.05$) that the cheese of the traditional system, for the other nutrients no significant differences were observed between systems ($P > 0.05$). Finally, it was observed that the sanitary characteristics of the milk and cheese were deficient in both systems; this problem is attenuated with the maturing process of cheese since as the cheese matures the number of undesirable bacteria is reduced. Therefore the consumption of matured cheese is recommended.

Key words: matured cheese; silvopastoral system; Michoacán.

INTRODUCCIÓN

En el mercado mexicano de leche y sus derivados, la industria de envasado de leche es la más importante en cuanto a su valor de producción se refiere, seguida de la industria del queso. Se especula que la producción artesanal de queso representa aproximadamente la mitad de la producción nacional, ya que en el país existe un número incuantificable de queserías artesanales. Normalmente a las queserías artesanales se les ha considerado de poca importancia debido a su baja producción, limitaciones de comercialización, desinterés por parte de las autoridades del ramo agropecuario y falta de valoración de los lácteos artesanales por parte de los consumidores, lo cual ha impedido vislumbrar su potencial económico y social. Dicha situación amenaza su permanencia en el mercado (Barkin, 2001, Solís *et al.*, 2009). El Queso Tepeque (QT) de la Tierra Caliente de Michoacán no escapa a esta situación, el cual al igual que otros quesos artesanales enfrenta la misma problemática.

El QT es un queso del tipo madurado artesanal que se elabora con leche cruda de vaca en los municipios michoacanos de Tepalcatepec, Aguililla y Buena Vista Tomatlán, el cual a pesar de ser un queso con características e identidad propias; históricamente ha sido confundido con el Queso Cotija elaborado en la comunidad del mismo nombre también en el Estado de Michoacán. El QT tiene forma cilíndrica, es de color beige (cuando está maduro), similar al de la mantecquilla, su superficie externa tiene marcas características que le imprime la tela de yute (*Corchorus capsularis*) que se utiliza en el proceso de moldeado y prensado. En su elaboración no se adicionan cultivos lácticos, la leche se coagula con cuajo natural o enzimático comercial, es salado con sal del mar de Colima y se consume oreado o madurado. Generalmente se elaboran piezas de 3,10 y

20 kg de peso. El QT actualmente se produce durante todo el año pero, de acuerdo con los queseros, la mejor época para producirlo es de agosto a noviembre cuando la calidad de los pastos con los que se alimenta el ganado es la mejor del año.

Por una iniciativa del grupo de la Red de Innovadores de Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi), la Fundación Produce Michoacán, A. C., la Universidad Autónoma de Yucatán y la Universidad Autónoma del Estado de México, en el año 2009 se inició un proyecto de investigación con el objeto de establecer con claridad las diferencias entre el Queso Cotija y el producido en el Valle de Tepalcatepec y así contribuir a de proteger el patrimonio culinario, cultural y saber hacer de los productores. Adicionalmente, se incluyó un nuevo elemento al sistema de producción tradicional del QT, el empleo de un sistema silvopastoral intensivo (SSPi), el cual tiene como objetivo lograr una forma de producción más amigable con el medio ambiente, más sustentable desde el punto de vista económico y social, y al mismo tiempo una opción para producir alimentos para consumo humano de mejor calidad y más sanos, todo ello con el objeto de que los ganaderos-queseros del Valle de Tepalcatepec puedan incursionar con sus productos en nichos de mercado de alto valor adquisitivo, o iniciativas sociales como mercados justos.

Recientemente, el QT se ha empezado a producir con leche proveniente de vacas alimentadas en sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), los cuales se caracterizan por la asociación de un pasto tropical y una leguminosa arbórea como la *Leucaena leucocephala* sembrada a altas densidades (40,000 a 70,000 plantas ha^{-1}). Dado que este sistema es más productivo, hasta 25,000 kg MS $ha^{-1} año^{-1}$, y sustentable desde el punto de vista ambiental, se espera que el sistema de producción del Queso

Tepeque sea más rentable para los ganaderos de Michoacán y por lo tanto contribuya a mejorar sus ingresos. Por otro lado, también se especula que, el cambio en el sistema de alimentación del ganado, al transitar de un sistema tradicional basado en el uso de pastos tropicales en monocultivo, concentrados comerciales y esquilmos agrícolas, a un sistema silvopastoril intensivo necesariamente traerá cambios en la composición de la leche, los cuales, podrían influir en las características de los quesos. Por ejemplo, está bien establecido que el contenido de grasa es mayor en la leche de vacas alimentadas mayormente con forrajes que aquellas que reciben una proporción alta de concentrados en la dieta (Chamberlain y Wilkinson, 2002), siendo la grasa el componente de la leche más sensitivo a la manipulación de la dieta, la cual puede alterarse hasta un 3% (Jenkins y McGuire, 2006). También se sabe que a través de la manipulación de la alimentación del ganado lechero se obtiene un efecto en la composición de la leche y como resultado se obtienen sabores y olores característicos en el queso. Los forrajes y especialmente las semillas de leguminosas y oleaginosas, contienen ácidos grasos insaturados los cuales alteran la composición de los ácidos grasos de la leche (Jenkins, 1998). En los últimos 25 años ha habido gran interés por mejorar la absorción de los ácidos grasos insaturados en el rumen derivados del proceso de bio-hidrogenación y consecuentemente su transporte a la glándula mamaria, ya que se ha observado efectos benéficos en la salud humana derivado de los ácidos grasos insaturados, específicamente del ácido linoléico (Jenkins y McGuire 2006; Jenkins 1998; Mansbridge y Blake 1997). Se estima que el uso de leguminosas arbóreas como la Leucaena en el SSPi podría propiciar modificaciones similares en la leche.

Por otro lado, los procesos tecnológicos empleados en la elaboración de quesos artesanales se basan principalmente en metodologías empíricas que hasta cierto punto son funcionales y han generado una actividad económica de gran importancia en zonas rurales del país. No obstante, en el proceso de elaboración de estos quesos, no existe una metodología estandarizada entre los artesanos queseros y sobre todo no existe la suficiente higiene en el manejo de la leche y sus derivados; por ende, la calidad sanitaria de leche empleada en la elaboración de quesos puede ser deficiente (Márquez y García 2007). Tanto en México como en Latinoamérica se han realizado diversos estudios para evaluar la calidad microbiológica de los quesos producidos artesanalmente (Cristóbal y Mautua 2003, Schöbitz *et al.*, 2001, Miró y Ríos 1999), los cuales han reportado presencia de flora microbiana indeseable como consecuencia de la higiene deficiente y procesos no estandarizados. Con la finalidad de promover la permanencia de los quesos artesanales

como el Queso Tepeque y evitar su desaparición es fundamental emplear prácticas de manufactura adecuadas y conocer las características finales del producto, lo cual se logra después de una comprensiva e integrada caracterización de los perfiles químicos, microbiológicos y sensoriales. La implementación de la norma oficial mexicana NOM-243-SSA-2010 enfatiza la necesidad de avanzar en esta dirección.

El objetivo del presente estudio es describir las características del Queso Tepeque de la Tierra Caliente del Estado de Michoacán en términos de su región de origen, proceso de manufactura, insumos, características químicas y sanitarias (en diferentes épocas del año y etapas de maduración), y documentar los cambios atribuibles a la implementación de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) para la alimentación del ganado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán a 19°11'23" Norte y 102°50'43" Oeste, a una altura de 388 msnm, por lo tanto su clima es tropical y seco estepario con lluvias en verano, las cuales inician entre la segunda y cuarta semana de junio, la precipitación pluvial anual es de 822 mm.

Procedimientos experimentales

La metodología empleada en el presente estudio consistió en visitar la zona de estudio para recolectar información sobre el territorio donde se produce el queso, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a productores de leche y queso para conocer el sistema de producción de leche y el proceso de elaboración del queso, respectivamente. Durante las visitas se colectaron muestras de leche que se emplea en la elaboración del Queso Tepeque para su análisis en laboratorio con el objeto de determinar sus características fisicoquímicas (pH, densidad, contenidos de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y agua adicionada). Para el caso de los quesos se determinó su contenido de proteína, grasa, sal adicionada, humedad, cenizas y pH. Se determinaron también las características sanitarias de ambos productos, las cuales incluyeron el conteo de bacterias mesófilas aerobias, bacterias coliformes, hongos y levaduras, así como la presencia de *Listeria* spp. y *Staphylococcus aureus*.

Muestreo

El estudio se llevó a cabo a lo largo de un año, el cual se dividió, con fines de comparación, en dos períodos.

El primer período (P1) comprendió la época de lluvias de los meses de junio a noviembre, mientras que el segundo período (P2) a la época de estiaje de diciembre a mayo. Durante el P1 se realizaron entrevistas semi-estructuradas con el objetivo de recabar información referida al sistema de producción de leche y documentar el proceso de transformación agroindustrial de la leche al queso. En ambos períodos se tomaron muestras de leche y queso de 15 productores, 7 de ellos emplean el sistema de producción silvopastoril intensivo (SSPi) y 8 el sistema tradicional de producción de leche. Debido a que el QT se clasifica como un queso maduro se tomaron muestras del queso en dos etapas de su proceso de maduración: oreado-maduro (< de 5 meses) y añejo (> 6 meses). También se colectaron muestras de las superficies e instrumentos de trabajo de las queserías con el objeto de determinar las condiciones de higiene con que se elabora el queso y el resultado final de éstas condiciones sobre el producto final. El muestreo de superficies vivas e inertes se realizó con la técnica de hisopo (Moore y Griffith, 2002) que consistió en la fricción de un hisopo de algodón esterilizado en una superficie de 10cm², posteriormente éste se guardó en un recipiente de vidrio con solución salina estéril para evitar contaminación de bacterias ajenas a la superficie muestreada.

Muestras de leche y queso

Las muestras de leche se obtuvieron de dos fuentes: a) directamente del recipiente en el cual se transportó la leche a la quesería y b) de la tina quesera en donde se realizó el cuajado de la misma. Se tomaron 250ml de leche de cada proveedor y 250g de queso de cada una de las etapas de maduración encontradas en la quesería. Todas las muestras se recolectaron por duplicado. Las muestras de queso y leche se colocaron en bolsas de plástico estériles y de cierre hermético, se almacenaron a una temperatura de 4°C y posteriormente se transportaron al laboratorio para su análisis químico y microbiológico.

Análisis físico-químicos de leche

Para cada muestra se determinó el contenido de grasa, proteína, lactosa, densidad, sólidos no grasos (SNG) y agua adicionada con un equipo de tecnología ultrasónica (LactiCheck TM), el pH se midió con un potenciómetro Orion M520A, EUA y el contenido de cenizas por incineración de las muestras a 550 °C durante 4 horas.

Análisis físico-químicos en queso

El contenido de humedad (Hm) se determinó por el método 948.12 de la AOAC (2005), el contenido de grasa (Gs) se determinó por extracto etéreo con el método Soxhlet basado en método Goldfish (Normex, 2004). El contenido de proteína cruda (PC)

fue determinado por el método Kjeldhal (AOAC 920.123) donde se multiplicó el porcentaje de nitrógeno obtenido por el factor 6.38. El contenido de cenizas (Cz) se determinó por incineración de la muestra a 550 °C por 4 hrs (AOAC 935.42). El pH se midió con un potenciómetro Orion M520A, EUA en una dilución homogenizada 9:1 de queso. El contenido de cloruros (NaCl) por el método Volhard (SCFI, 1981). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

Análisis Sanitario de queso y leche

La cuenta de coliformes totales (CT) en placa se determinó según los procedimientos de la NOM-113-SSA1-1994, el contenido de hongos y levaduras de acuerdo con la NOM-111-SSA1-1994. Para la determinación de microorganismos patógenos se realizaron pruebas presuntivas de *Salmonella* sp. según la NOM-114-SSA1-1994; *Staphylococcus* sp por la NOM-115-SSA1-1994, coliformes fecales (CF) por la NMX-F-308-1992 y *Listeria monocytogenes* según la NOM-143-SSA1-1995.

Análisis de resultados

Para analizar el efecto del tipo de sistema de producción sobre las características de la leche y los quesos se utilizó un diseño completamente al azar, el cual fue analizado por un análisis de varianza empleando el comando de modelo general lineal del paquete estadístico Minitab v.14., donde se encontraron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad de $P < 0.05$.

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \delta_{ik}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variables respuesta fisicoquímicas

μ = Media general de cada parámetro

ρ_k = Efecto debido al sistema de alimentación ($k=1, 2$)

α_i = Efecto debido a la época del año

δ_{ik} = Error residual

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Territorio donde se produce el Queso Tepeque

El QT se produce en los municipios michoacanos de Tepalcatepec, Buenavista Tomatlán y Aguililla. El queso lleva el nombre del municipio de Tepalcatepec o *Tlcaltepeque*, el cual es un municipio ubicado en la Tierra Caliente del Estado de Michoacán en su colindancia con el estado de Jalisco. Significa en idioma Náhuatl "Cerro de los tepalcates". El municipio se encuentra a una altura de 370 msnm y características de un valle intermontano de excepcional extensión, su extensión territorial es de

786.25 km² y representa el 1.3 % de la superficie del Estado de Michoacán, está ubicado a 19°.11' de latitud norte y 102°.51' de longitud oeste, limita al Norte y Oeste con el Estado de Jalisco, al Este con el Municipio de Buena Vista y Aguililla, al Sur con Coalcomán, su cabecera municipal lleva el mismo nombre. Su relieve está constituido por la Sierra Madre del Sur y la depresión del río Tepalcatepec. Su clima es tropical y seco estepario con lluvias en verano las cuales inician entre la segunda y cuarta semana de junio, la precipitación anual es cercana a 1000 mm. La temperatura promedio mínima va desde los 12°C en invierno a 25°C en verano; así como las máximas de 33°C en invierno, rebasando los 45°C en verano. En la cuenca del Río Balsas-Tepalcatepec se han registrado temperaturas superiores a 50°C, convirtiéndolo en uno de los sitios más cálidos del país. Los Municipios de Buenavista Tomatlán y Aguililla tienen características climatológicas similares. Bajo estas condiciones ambientales se produce el Queso Tepeque de gran tradición y popularidad local con moderada popularidad regional.

Antecedentes históricos

Se tienen evidencias de que su elaboración se remonta a hace más de 300 años, aunque el ganado bovino fue introducido al valle del Tepalcatepec por los españoles aproximadamente en 1525 (Barret, 1975) y era la principal actividad productiva de la región. De acuerdo con Sánchez y Sánchez (2005) ya en el siglo XVIII los libros parroquiales informaban de la colonización de la cuenca del río Tepalcatepec a partir principalmente de los descendientes de las primeras familias de españoles de la región, así como ganaderos de los altos de Jalisco quienes mantuvieron su tradición ganadera y la producción de queso en el nuevo territorio. Desde entonces se trasmite el saber-hacer de generación en generación y se considera que una proporción importante de la población sabe elaborar el QT. Este queso tiene una historia estrechamente ligada a la del Queso Cotija debido a la cercanía del municipio de Tepalcatepec con el municipio de Cotija, el cual tiene una economía más dinámica que Tepalcatepec. Debido a estos factores, en el pasado el queso elaborado en el Valle de Tepalcatepec y comunidades aledañas se trasladaba a Cotija para su comercialización, una vez en Cotija el QT era vendido con el nombre de Queso Cotija, incluso la maduración del QT se efectuaba bajo las condiciones climáticas que Cotija provee, el cual está ubicado a 1630 msnm y por lo tanto tiene un clima diferente al del Valle de Tepalcatepec. La mayoría de los productores entrevistados refieren que desde siempre una parte importante del queso que se producía en el Valle de Tepalcatepec se llevaba a vender a Cotija, Uruapan y Zamora. Durante el siglo XIX y principios del siglo XX el QT se trasladaba en bestias de carga por los llamados “caminos de

herradura” durante los meses de octubre y noviembre, cuando los ganaderos de Tepalcatepec llevaban a vender su producción anual de bienes, la cual consistía en queso, manteca, chorizo, cerdos etc., como pago por sus productos recibían ropa, jabón y otros bienes de consumo. Los productores de mayor edad relatan que a mediados del siglo XX un prospero comerciante de la región impulsó significativamente el comercio del QT al llevarlo a vender a la Ciudad de México, lo cual le dio una mayor difusión pero desafortunadamente se difundió también como Queso Cotija.

Actualmente, existe el interés por reivindicar el Queso Tepeque y establecer claramente las diferencias con el Queso Cotija en virtud de que se trata de un producto original, de un territorio completamente diferente al de Cotija, con un “saber hacer” y una tradición diferente, así como condiciones ambientales y climáticas muy particulares que le aportan su sabor característico. La diferenciación es el primer paso para establecer un mecanismo de protección como una marca colectiva o una denominación de origen (Granados y Álvarez 2007).

Características y composición de la leche empleada en la elaboración del QT

El QT se elabora con leche fresca, entera y sin pasteurizar de vacas de raza Pardo Suizo y razas cebuinas encastadas con Holstein y Pardo Suizo. Se observó que en la mayoría de los casos, la ordeña de la leche se realiza a mano y no se siguen procedimientos como lavado y desinfección de pezones o de las manos de los ordeñadores.

Con respecto a las características físico-químicas de la leche se observó que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) por época del año para los parámetros evaluados que se muestran en la Tabla 1. Los resultados de Bacab-Pérez y Solorio Sánchez (2011) para la misma región de Tepalcatepec indican que aún en la época de estiaje las vacas mantienen niveles razonables de producción y calidad de leche (10.4 kg vaca⁻¹ día⁻¹), aunque a expensas del uso de cantidades elevadas de concentrados pues los ganaderos emplean hasta 8 kg vaca⁻¹ día⁻¹, ello posiblemente explica que en este trabajo no se observaran diferencias en la composición de la leche entre épocas del año, ya que las vacas tienen un aporte constante de nutrientes a lo largo del año. También se observa que los valores de grasa, proteína, lactosa y SNG se encuentran dentro de los valores normales para el ganado lechero en México (Bernal *et al.*, 2007). De hecho la leche producida en los sistemas estudiados puede ser clasificada como leche clase A (la más alta calidad) según la Norma Oficial Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Una leche de esta clase se caracteriza por tener >32 g

de grasa de leche L⁻¹ y más de 31 g de proteína L⁻¹ de leche, es decir una leche de excelente calidad fisicoquímica. Sin embargo, es necesario realizar estudios por períodos más largos de tiempo antes de llegar a resultados más concretos pues existen variaciones climáticas importantes entre un año y otro, por eso es necesario tener mediciones a partir de tres o más años.

En la Tabla 2 se muestra las características fisicoquímicas de la leche de acuerdo al sistema de alimentación del ganado. Se observa que la composición de la leche entre el SSPi y el sistema de alimentación tradicional es muy similar, con excepción del contenido de grasa, el cual fue significativamente mayor en el SSPi (P<0.05). El contenido de SNG fue menor en el SSPi (P<0.05) en comparación con el sistema tradicional. El mayor contenido de grasa en la leche del SSPi se puede explicar debido a que la dieta del ganado en este sistema se compone de una mezcla de gramíneas y leguminosas de buena calidad, con alto contenido de fibra digestible que al ser degradada en el rumen producen una fermentación de tipo acética. La fibra en los forrajes es responsable de la producción de hasta 50% de la grasa de la leche, principalmente a partir de los subproductos de la fermentación como el acetato y el butirato (Chamberlain y Wilkinson 1996). Está bien establecido que el acetato es uno de los precursores más importantes para la formación de la grasa de la leche en la glándula mamaria, pues hasta un 40% del acetato en sangre es tomado por la glándula para su metabolismo, del acetato hasta un 30% es oxidado y el resto es incorporado a los ácidos grasos C4 a C16 de la grasa de la leche (Moran

2005). Resultados similares fueron observados por Urbano *et al.* (2002) en un experimento realizado en Venezuela donde vacas alimentadas en un sistema silvopastoril basado en gramíneas del género *Brachiaria* y la leguminosa *Leucaena leucocephala* produjeron en promedio 4.16% más grasa en la leche que las vacas alimentadas únicamente con pastos, en el presente trabajo la leche proveniente del SSPi produjo 8.8% más de grasa que en el sistema tradicional. De la misma forma Hernández y Ponce (2004) en un estudio llevado a cabo en Cuba observaron que vacas de raza Holstein en un sistema silvopastoril basado en *Leucaena* y pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) produjeron 7.1% más de grasa en la leche que las vacas consumiendo sólo pasto.

Por otro lado, es posible hipotetizar que la concentración de ácidos grasos poli-insaturados en especial el ácido linoléico conjugado sea mayor en la leche del SSPi, pues de acuerdo con una extensa revisión llevada a cabo por Elgersma *et al.* (2006), la concentración de estos dos compuesto en la leche, benéficos para la salud humana, es mayor cuando la dieta de las vacas se basa en forraje verde y fresco y cuando existe una concentración adecuada de nitrógeno en el forraje, como de hecho ocurre en el SSPi.

La Tabla 2 también muestra que en ninguno de los dos sistemas se adultera la leche con agua, por ello es posible aseverar que la leche que se emplea en la elaboración del QT cumple con los niveles adecuados de grasa, proteína y lactosa así como estar libre de agua adicionada.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de la leche de vaca empleada en la elaboración del Queso Tepeque por época del año.

Época del año	Grasa (%)	SNG (%)	Densidad (g/cm ³)	Agua agregada (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
Estiaje	3.7±0.5 ^a	8.9±0.4 ^a	1.031±0.002 ^a	0.0±0 ^a	3.2±0.2 ^a	4.9±0.0 ^a
Lluvias	3.7±0.4 ^a	8.7±0.2 ^a	1.030±0.001 ^a	0.0±0 ^a	3.3±0.1 ^a	4.7±0.1 ^a

a,b = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05), SNG=sólidos no grasos.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la leche de vaca producida en el sistema tradicional y en un sistema silvopastoril intensivo.

Sistema	pH	Grasa (%)	SNG (%)	Densidad (g/cm ³)	Agua agregada (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
Tradicional	6.30±0.36 ^a	3.4±0.58 ^a	8.92±0.33 ^a	1.0293±0.006 ^a	0.0	3.01±0.13 ^a	4.09±0.2 ^a
Silvopastoril	6.39±0.08 ^a	3.7±0.62 ^b	8.66±0.2 ^b	1.0302±0.0 ^a	0.0	3.06±0.15 ^a	4.15±0.18 ^a

a,b = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05), SNG= sólidos no grasos

Proceso de elaboración del Queso Tepeque

El proceso se muestra en la Figura 2. Inicia con la recepción de la leche cruda recién ordeñada con un pH de 6.3 a 6.7 en una tina de acero inoxidable, con capacidad variable según la cantidad de queso que elabora la quesería. Se adiciona cuajo natural extraído de abomaso de bovino adulto el cual previamente ha sido macerado en suero de leche, o bien cuajo líquido enzimático (15 ml/100 L, Industrias Cuamex, México), disuelto en agua. Posteriormente, la leche se agita para mezclar el cuajo de manera uniforme. Generalmente la leche no se calienta antes de cuajar debido a que este proceso se hace a temperatura ambiente, normalmente arriba de los 26 °C, ya que el lapso entre el ordeño de la leche y su llegada a la quesería es menor a dos horas. Después de adicionar el cuajo, se deja reposar por 45 min para que éste haga su efecto. Una vez formada la cuajada, se corta con liras o agitador de acero inoxidable. Al realizar el corte de la cuajada quedan cubos de 1.5 a 3 cm³. La

cuajada así cortada permanece en reposo por 30 min. Posteriormente, se observaron dos maneras distintas de sedimentar la cuajada, la primera es por medio de presión manual utilizando una red de yute, en la segunda se realiza un segundo corte vigoroso de la cuajada para hacer el grano de cuajada más pequeño con la finalidad de favorecer la sedimentación. Los dos métodos requieren de un período adicional de reposo de la cuajada de aproximadamente 20 min. A continuación, se extrae la cuajada de la tina y se deposita en una mesa de acero inoxidable, aunque se llegaron a observar artesas de madera (tienen la misma función que las mesas) de más de cincuenta años de antigüedad todavía en uso. Se realizan cortes con cuchillo formando cubos de aprox. 30cm³ y se acomodan de tal manera que la misma cuajada ejerza presión a las capas inferiores y así se lleve a cabo el desuerado, este proceso toma aproximadamente dos horas.

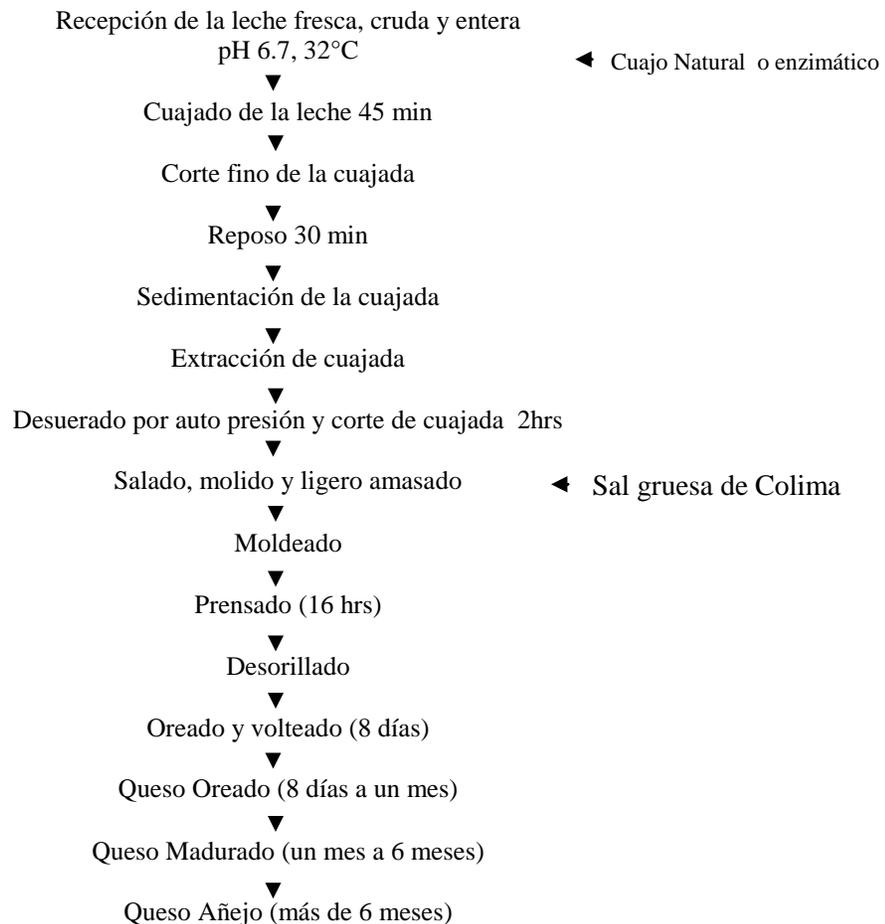


Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración del Queso Tepeque.

En esta etapa del proceso, la cuajada tiene una consistencia plástica y tajable. Para conseguir formar una pasta, se deposita la cuajada en un equipo mecánico que consta de una tina y aspas de metal semejante a una amasadora, donde la cuajada se muele en granos pequeños, se le adiciona sal (1kg de sal/100 kg de cuajada) gruesa de mar proveniente del Estado de Colima, en la costa del Pacífico mexicano. Posteriormente, se lleva a cabo un ligero amasado de la cuajada con el objeto de lograr que adquiriera una consistencia de masa o pasta. Esta pasta se deposita en moldes de plástico forrados por la parte interna con manta de yute, la cual le da a la corteza del queso la figura de entramado. Los moldes, con cuajada, se colocan en una prensa vertical por 16 horas. Posteriormente, los moldes se retiran de la prensa y también se retira la manta de yute pero se deja el queso en el molde, al cual se le recorta el excedente que sobresale del molde, a esta operación le llaman desorillado. Las piezas de queso se colocan sobre repisas de madera o acero inoxidable (aun con el molde de plástico) en una cámara de maduración con

una temperatura de 27 ± 0.5 °C . Los primeros ocho días los quesos se voltean diariamente, lo cual consiste en que la parte superior del queso queda en la base y viceversa. También durante este proceso los quesos se frotan con un paño para retirar el exceso de humedad y grasa que exuda el queso a través de su corteza, lo anterior con la finalidad de facilitar la operación de oreado. Se observó que durante la época de estiaje los quesos exudan más grasa que durante la época de lluvias. Después de la etapa de oreado los quesos comienzan el proceso de maduración. En esta etapa las piezas se continúan volteado cada vez con lapsos más espaciados. Se considera queso oreado a un queso de ocho días, un queso madurado después de un mes y queso añejo a partir de 6 meses. La Figura 1 muestra la apariencia típica de un queso oreado y uno maduro.

En la Tabla 3 se muestra el rendimiento resultante del proceso de elaboración, los rendimientos son influenciados por la época del año y al tiempo de maduración que tiene el queso.



a) Queso oreado



b) Queso madurado.

Figura 1. Forma y color típico del Queso Tepeque oreado (a) y madurado (b) de la Tierra Caliente de Michoacán.

Tabla 3. Rendimiento del Queso Tepeque con respecto a su etapa de maduración.

Etapa del Queso Tepeque	Rendimiento (litros de leche necesarios para un kilo de queso)
Queso oreado, época de lluvia	8.2L/ kg
Queso oreado, en época de estiaje	7.5L/kg
Queso madurado	Disminuye 7% con respecto al queso oreado.
Queso añejo	Disminuye 21% con respecto al queso oreado.

Fuente: Elaboración propia.

Características fisicoquímicas del Queso Tepeque

En la Tabla 4 muestra las características fisicoquímicas del queso oreado por época de año, se observa que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de proteína, grasa y humedad. El mayor contenido de grasa en la época de lluvias se podría explicar por la mejor calidad de los forrajes consumidos por las vacas durante esta época pues, como ya se mencionó, la fibra de las plantas es más degradable en la época de lluvias aportando una fermentación acética en el rumen favorable a la producción de la grasa de la leche. Otra explicación para el menor contenido de grasa en el QT durante la época de estiaje, en virtud de que el contenido de grasa en la leche no es diferente entre épocas del año (ver Tabla 1), tiene que ver con las elevadas temperaturas ambientales y las prácticas de elaboración del queso. Se observó que durante la época de estiaje la cantidad de grasa exudada por los quesos era mayor, posiblemente debido a las altas temperaturas (hasta 45 °C) que hacen que la grasa de la leche en el queso regrese a su estado líquido y por lo tanto tienda a salir del queso. Está bien establecido que el punto de fusión de la grasa de la leche va de 28 °C a 35 °C (FTLDQ, 1985), temperaturas que fácilmente se alcanzan en el valle de Tepalcatepec durante la época de estiaje. En respuesta al aumento en la salida de grasa los queseros limpian con mayor frecuencia la grasa de la superficie del queso, aumentando así la cantidad de grasa removida, sin embargo será necesario hacer más estudios para estar seguros si esta práctica puede remover hasta 6% más de grasa de los quesos.

El menor contenido de proteína en la época de lluvias es más difícil de explicar, sin embargo de acuerdo con

Peláez *et al.* (2003) la estacionalidad tiene una marcada influencia en el contenido de extracto seco (proteína y grasa) y contenido de agua, en donde en época de estiaje existe mayor contenido de proteína y menor contenido de humedad. Lo cual contrasta con este estudio pues el contenido de humedad fue mayor en época de estiaje, esto debido probablemente a las condiciones ambientales presentes durante esta época y a las prácticas de manufactura llevadas a cabo por los queseros, las cuales no son constantes pues se ajustan en función de la calidad de la leche, además de que de acuerdo con Verdier *et al.* (2001) las variaciones en la dieta de las vacas observadas en diferentes regiones y aún explotaciones, así como las atribuidas a diferentes épocas del año, producen cambios en la composición de la leche y esta a su vez afecta la composición del queso, su textura, pH y contenidos de grasa y proteína. Esto podría explicar las diferencias encontradas para el contenido de proteína en estudio, pues los quesos no provienen de un mismo quesero y la leche de un mismo rancho, por lo tanto es difícil esperar un comportamiento homogéneo como lo demuestran las desviaciones estándar relativamente grandes observadas en los contenidos de grasa y proteína. Con respecto al sistema de producción en el que se basa la alimentación del ganado lechero se observó que este no influyó en las características químicas del QT. En la Tabla 5 se puede observar que no hay diferencia significativa ($p < 0.05$) en las características de los quesos producidos bajo sistema tradicional o silvopastoril intensivo. También se observa que los niveles de grasa y proteína se encuentran dentro de los valores esperados para este tipo de queso.

Tabla 4. Características fisicoquímicas del Queso Tepeque oreado por época del año

Época	Proteína (%)	Grasa (%)	Na Cl (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	pH
Estiaje	22.3±3.0 ^a	22.5±3.7 ^a	3.7±0.6 ^a	51.2±3.7 ^a	5.5±1.7 ^a	6.1±0.4 ^a
Lluvias	17.5±3.6 ^b	28.5±9.4 ^b	4.0±0.8 ^a	37.3±7.0 ^b	6.6±1.1 ^a	6.3±0.8 ^a

a,b = renglones con literales distintas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Tabla 5. Características químicas de Queso Tepeque oreado por tipo de sistema de producción

Sistema	Proteína (%)	Grasa (%)	Na Cl (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	pH
Tradicional	20,3 ^a	26,4 ^a	3,8 ^a	43,9 ^a	6,2 ^a	6,1 ^a
	3,7	8,5	0,8	9,8	1,5	0,6
Silvopastoril	18,0 ^a	21,8 ^a	3,1 ^a	42,8 ^a	4,5 ^a	6,4 ^a
	5,3	5,9	1,9	6,7	2,0	0,9

ab = renglones con literales distintas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Características fisicoquímicas del QT durante su proceso de maduración

Se observó que durante la etapa de maduración del queso se llevan a cabo cambios en su composición química. La Tabla 6 muestra que el contenido de proteína no presentó un cambio significativo ($P>0.05$), sin embargo en el contenido de grasa sí presentó un incremento significativo ($P<0.05$) entre el queso oreado y el madurado, esto probablemente debido a que los sólidos del queso tienden a concentrarse a medida que éste va perdiendo agua, pues el contenido de humedad pasó de 45% en el queso oreado a sólo 26% en el queso madurado. De la misma manera sucedió con la concentración de NaCl y cenizas. Dichos cambios pueden ser relevantes para explicar las características texturales del queso, pues el queso oreado es menos duro y cohesivo que el madurado. Estos resultados están en línea con lo reportado por Lawlor *et al.* (2001) quienes mencionan que la grasa y la humedad juegan un papel importante en la textura del queso.

Por otro lado, se observó que las características químicas del QT en términos de su contenido de grasa y humedad (Tabla 6) son superiores a las reportadas para otros quesos maduros de México, por ejemplo Hernández-Morales *et al.* (2010) reportan para el Queso Añejo de México un contenido promedio de grasa de 28.6% y 35% humedad. De igual manera el QT compite favorablemente con quesos que se elaboran en otros países, ya que su composición es similar los quesos Appenzeller, Dubliner, Emmental, Gabriel, Gruyere, Old Ámsterdam, Raclette, los cuales tienen valores que van de los 5.1 a 6.8 para pH, la humedad va desde los 27.5 a 40.5 g/100g de queso, la cantidad de sal está entre los 0.4 a los 2.8 g/100 g de queso, la cantidad de grasa está entre 26 a 34 g/100 g de queso, la proteína varía de 22 a 27.1 g/100g de queso (Lawlor *et al.*, 2002). Por otro lado se observa que la cantidad de sal en el QT es mayor que la de los quesos mencionados pero esta situación es de esperarse porque los queseros en Tepalcatepec utilizan más sal de lo normal para preservar el producto, que debido a las altas temperaturas ambientales que predominan en la región se podría descomponer fácilmente.

Características microbiológicas

En la Tabla 7 se presentan los resultados para la calidad sanitaria de la leche, la cual fue en general deficiente pues rebasa el contenido máximo de bacterias permitido por la legislación mexicana (SSA, 2010). Se observó que durante la época de estiaje los conteos de hongos y levaduras, mesófilos aerobios y *Staphylococcus aureus* fueron significativamente mayores ($P<0.05$) con respecto a la época de lluvias. Esta situación puede estar asociada a las altas

temperaturas que se observan en la región, lo cual favorece la proliferación de los microorganismos y a una deficiente limpieza de los utensilios empleados durante la ordeña y el posterior manejo de la leche dentro y fuera de la unidad de producción. Resultados similares han sido reportados por Bernal (2008) para productores en pequeña escala del centro de México y por Morgan *et al.* (2003) para productores de leche de cabra en pequeña y mediana escala de Grecia y Portugal. Estos autores concuerdan que la baja calidad sanitaria de la leche se debe a la falta de higiene durante la ordeña y manejo de la leche, así como a la carencia de equipo de refrigeración, situación agravada por las altas temperaturas como ocurre en el valle del Tepalcatepec. La calidad microbiológica de la leche podría ser mejorada a través de sencillas medidas de higiene como lo demostró Delgado-Pertiñez *et al.* (2003) en los sistemas semi-extensivos de producción de leche de cabra en España.

No se presentan los resultados de las características sanitarias de los quesos por sistema de producción pues se considera que el sistema de alimentación no tiene efectos sobre la higiene con que se extrae la leche o bien se elabora el queso, ello depende más del manejo por parte del ordeñador y del quesero, respectivamente. El conteo de coliformes totales más alto ($P<0.05$) se observó durante meses de julio y agosto, cuando se registra un incremento en la precipitación pluvial, lo cual favorece una mayor contaminación fecal de la leche pues al ser la heces más líquidas ensucian fácilmente la ubre o bien pequeñas gotas o aerosoles brincan en la leche al momento de la ordeña, en particular cuando la ordeña es manual. Resultados similares fueron reportados por (Montville y Matthews 2001) y por Chombo (1999) en un estudio sobre calidad de leche en Jalisco y Michoacán.

En la Tabla 8 se muestra el estado sanitario del QT en su estilo oreado, en todas las variables analizadas se excedió el límite permitido por las normas mexicanas (SSA, 2010) esto puede ser consecuencia de la falta de higiene durante la ordeña y la elaboración de los quesos y a las altas temperaturas que imperan en la región. En el conteo de bacterias potencialmente patógenas hubo presencia de *Listeria* spp. y *Salmonella* spp. en la época de estiaje y contaminación por *Staphylococcus aureus* en las dos épocas de año lo que sugiere que algunas de las vacas pueden estar enfermas de mastitis (Saran y Chaffer, 2000).

En la Tabla 9 se observa que los quesos madurados presentaron conteos inferiores a los quesos oreados esto se debe a que los quesos madurados tienen menos humedad disponible para ser utilizada por los

microorganismos para sus procesos metabólicos y a que el pH del queso disminuye considerablemente, como se muestra en la Tabla 6. Ambos factores crean

condiciones desfavorables para el crecimiento bacteriano, pero aun así los conteos son altos y exceden lo establecido por la normatividad.

Tabla 6. Diferencias en la composición físicoquímica del Queso Tepeque según su etapa de maduración.

Grado de maduración	Proteína(%)	Grasa (%)	Na Cl (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	pH
Queso Oreado	19.2 ^a	26.0 ^a	3.8 ^a	45.1 ^a	5.9 ^a	6.3 ^a
Queso Madurado	23.1 ^a	39.0 ^b	5.3 ^b	26.1 ^b	9.6 ^b	5.5 ^b
DEA	5.5	9.2	1.1	9.8	2.9	0.5

a,b = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05) . n₁=11, n₂= 4. DEA= Desviación Estándar Agrupada.

Tabla 7. Características Sanitarias de la leche producida en diferentes épocas del año en el valle de Tepalcatepec

Época del año	Coliformes Totales (UFC/ml)	Hongos y Levaduras (UFC/ml)	Mesófilos aerobios (UFC/ml)	Células Somáticas/ml	Presuntiva <i>Listeria</i> spp	<i>Staphylococcus aureus</i>
Estiaje	6.3 ^a	8.6 ^a	8.6 ^a	201 000 ^a	P (67%)	7.9 ^a
Lluvia	8.6 ^b	7.1 ^b	7.8 ^b	194 000 ^a	P (81%)	5.7 ^b

ab = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05). UFC= unidad formadora de colonias, datos transformados en Log10. P=presencia de *Listeria* spp (se presenta el % de muestras que fueron positivas).

Tabla 8. Características sanitarias del Queso Tepeque en su etapa de queso oreado según la época del año

Época del año	Coliformes Totales (UFC/ml)	Hongos y Levaduras (UFC/ml)	Mesófilos aerobios (UFC/ml)	Presuntiva <i>Listeria</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i>
Estiaje	5.8±0.5 ^a	7.6±0.7 ^a	7.9±0.6 ^a	P (100%)	7.9±0.6 ^a	P (50%)
Lluvias	8.2±0.9 ^b	7.7±0.9 ^a	7.6±1 ^a	P (43%)	7.77±0.6 ^a	A (100%)

ab = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05). UFC= unidad formadora de colonias, datos transformados a Log10. P=Presente (se presenta el porcentaje de muestras que fueron positivas), A=Ausente.

Tabla 9. Características microbiológicas del Queso Tepeque madurado.

Época del año	Coliformes Totales (UFC/ml)	Hongos y Levaduras (UFC/ml)	Mesófilos aerobios (UFC/ml)
Estiaje	5.9±1.9 ^a	6.2±1.6 ^a	6.1±1.6 ^a
Lluvias	6.6±1.1 ^a	6.4±2.5 ^a	6.1±0.8 ^a

a, b = renglones con literales distintas son significativamente diferentes (p<0.05). UFC= unidad formadora de colonias, datos transformados a Log10.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que el Queso Tepeque es un producto de excelente calidad desde el punto de vista de sus principales nutrientes, está elaborado con leche de buena calidad fisicoquímica, tiene una historia y tradición que supera los 300 años. En el mismo sentido, el queso elaborado con leche proveniente de un sistema silvopastoril intensivo presenta mejores características físico-químicas que las del queso elaborado en un sistema tradicional. Finalmente, observó que la calidad sanitaria de la leche y el queso es deficiente, aunque el proceso de maduración atenúa este problema, por lo que el consumo de queso madurado y añejado es recomendado por sobre el queso oreado.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el financiamiento al proyecto “Desarrollo de un modelo sustentable de producción para la ganadería bovina del Valle de Tepalcatepec: subproyecto caracterización del queso regional y del proceso socio-técnico de elaboración (clave UAEM 3053/2011E) y a la Fundación Produce Michoacán, A.C, que permitieron la realización de el presente trabajo. También se agradece de manera amplia y cumplida el apoyo prestado por los productores del Valle de Tepalcatepec, sin el cual la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

REFERENCIAS

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.USA. AOAC International.
- Bacab, P. H. M., Solorio S. J. (2011). Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 271-278.
- Barkin, D. 2001. La nueva ruralidad y la globalización En: Pérez, E. y Farra, Ma. (eds.) *La Nueva Ruralidad en América Latina*. Maestría en Desarrollo Rural; Vol. II, pp. 21-31
- Bernal, M. R, Rojas G. A., Vázquez F. C., Espinoza O. A., Castelán-Ortega. 2007 Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos del Estado de México. *Veterinaria México*. 38(4): 395-407.
- Bernal, M. R. 2008. Diagnóstico de la calidad físico-química y sanitaria de la leche producida en los sistemas campesinos del Estado de México. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Castelán-Ortega, O.A., Solís-Méndez, A. D., Martínez-Loperena, R., Solorio, J., Estrada-Flores, J.G., Avilés-Nova, F. 2012. Características del Queso Tepalcatepec de la Tierra Caliente de Michoacán: un queso producido en un sistema silvopastoril intensivo. IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Morelia, Valle de Apatzingan y Tepalcatepec, Michoacán.
- Cristóbal, R., Maurtua, D. 2003. Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima – Perú y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus* spp. *Revista Panamericana Salud Pública*. 14(3): 158-64.
- COFOCALEC, 2004, Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema Producto Leche. Alimentos lácteos. Leche cruda de vaca. Especificaciones fisicoquímicas y sanitarias y métodos de prueba. Guadalajara, México. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados.
- Chamberlain, A.T. y Wilkinson, J. M. 1996. Feeding the dairy cow. UK: Chalcombe Publication.
- Chombo, M. P. 1999. El reto que sobre la calidad de la leche enfrentan los productores en Jalisco y Michoacán, como consecuencia de la apertura comercial. En: *Dinamica del Sistema Lechero Mexicano en el Marco Regional y Global*. Ed. Plaza y Valdés, UNAM y UAM-X.
- Delgado-Pertiñez, M., Alcalde, M.J., Guzmán-Guerrero, J.L., Castel, J.M., Mena, Y., Caravaca, F. 2003. Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive systems in Spain. *Small Ruminant Research*. 47: 51-61.
- FTLDQ (La Fondation de Technologie Taitiere Du Québec, Inc), 1985. Dairy Science and Technology. Principles and Applications. Département de science et technologie des aliments. Université Laval, Québec, Canada.
- Granados, L.G., Álvarez, C.J. 2007. Caracterización de las explotaciones de vacuno lechero para la implantación de un sistema de denominaciones

- de origen. El caso del queso Turrialba en Costa Rica. *Interciencia*. 32: 85-89.
- Hernández, R.R., Ponce, C. P. 2004. Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. 16 (6). Retrieved October 29, 112, from <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043.htm>
- Elgersma, A., Tamminga, S., Ellen, G. 2006. Modifying milk composition through forage. *Animal Feed Science and Technology*. 131: 207-225.
- Hernández-Morales, C., Hernández-Montes A., Aguirre-Mandujano E., Villegas de Gante A. 2010. Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 63: 552-560.
- Jenkins, T. C. 1998. Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or high-oleic canola oil. *J. Dairy Sci*. 81:794.
- Jenkins, T.C., McGuire, M.A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J.Dairy Sci*. 89:1302-1310.
- Lawlor, J. B., Delahunty, M.C., Sheehan, J., Wilkinson, G. M. 2003. Relationship between sensory and the volatile compounds, non-volatile and gross compositional constituents of six blue-type cheeses. *International Dairy Journal*. 13:481-494.
- Mansbridge, R. J., Blake, J. S. 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition* 78. (Suppl 1) 37-47.
- Márquez, G. J., García, R. E. 2007. Microflora patógena del queso blanco "telita" elaborado en cuatro estados de Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición Volumen 20, No. 1* Pág. 17 - 21.
- Miró, A., Ríos De S. M. 2008. Biopreservación: alternativa para mejorar la calidad de los quesos. En: *Desarrollo sostenible de la Ganadería Doble Propósito*. Coord: Gonzáles-Stagnaro C, Madrid B.N. y Soto B. E. Fundación GIRARZ. Maracaibo-Venezuela. ISBN 978-980-6863-05-7.
- Moran, J. 2005. *Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics*. p 312. Australia: CSIRO.
- Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F. Kandarakis, I., Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., Raynal-Ljutovac, K. 2003. Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research*. 47: 39-49.
- Montville, T. J., Matthews K. R. 2001. Principles Which Influence Microbial Growth, Survival, and Death in Foods. En: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. American Society for Microbiology Press, Washington, D.C. p. 13-29.
- Moore, G. y Griffith, C. 2002. A comparison of surface sampling methods for detecting coliforms on food contact surfaces. *Food Microbiology* 19: 65-73.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta De Mohos y Levaduras en Alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de organismos coliformes totales en placa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-143-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Método de Prueba Microbiológica Para Alimentos. Determinación de *Listeria monocytogenes*.
- 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.
- Normex. 2004. NMX – F- 615- Normex – 2004. Alimento, determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos método de prueba.
- Peláez, P. M. R., Fresno, B. C., Díaz R. J. 2003. Caracterización fisicoquímica de quesos frescos elaborados con leche de cabra en la Isla de Tenerife. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Vol 4. No2.
- Saran, A y Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de leche. Ed. Inter-Medica. Argentina.
- Sánchez y Sánchez 2005
- SCFI. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. 1981. Determinación de cloruros como cloruro de sodio (método Volhard). NMX- F-360-

- SCFI-1981. Norma Mexicana. Secretaria de Economía. México DF.
- Solís-Méndez, A.D; Estrada-Flores, J. y Castelán-Ortega, O.A. 2009. Propuesta Metodológica, Caracterización de Quesos Artesanales. En: Producción Sustentable, Calidad y Leche Orgánica. Coord. García, H. L y Brunett, P. L. UAM y UAEM. México.
- Schöbitz, R., Marin, M., Horzella, M., Carrasco E. 2001. Presencia de *Listeria monocytogenes* en leche cruda y quesos frescos artesanales. *Agro Sur* 29 (2)
- SSA. Secretaria de Salud. 2010. 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.
- Urbano, D., Dávila, C., Moreno, P., Castro, F. 2002. Efectos Del tipo de pastura y suplementación sobre la producción y calidad de leche en vacas doble propósito. *Revista Científica*. 17(suplemento 2): 524-527.
- Verdier, M.I., Coulon, J.B., Pradel, P. 2001. Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. *Animal Research* 50 365-371.

Submitted June 18, 2012– Accepted August 21, 2012
Revised received November 13, 2012