



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**GANADERÍA**

## **CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE LOS QUESOS ARTESANALES EN EL MUNICIPIO DE OLINALÁ, GUERRERO**

CLAUDIA INÉS ALVITER AGUILAR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2018

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Claudia Ines Alviter Aguilar** alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor **Carlos Miguel Becerril Pérez**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Caracterización bioquímica de los quesos artesanales en el municipio de Olinalá, Guerrero**

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 5 de Mayo de 2018

Firma

**Ing. Claudia Ines Alviter Aguilar**


Ve. Bo.


**Dr. Carlos Miguel Becerril Pérez**  
Consejero

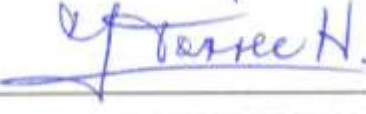
La presente tesis titulada: CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE LOS QUESOS ARTESANALES EN EL MUNICIPIO DE OLINALÁ, GUERRERO realizada por la alumna: CLAUDIA INÉS ALVITER AGUILAR bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO   
DR. CARLOS MIGUEL BECERRIL PÉREZ

ASESOR   
DR. ADALBERTO ROSENDO PONCE

ASESOR   
DR. GLAFIRO TORRES HERNÁNDEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mayo de 2018

# CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE LOS QUESOS ARTESANALES EN EL MUNICIPIO DE OLINALÁ, GUERRERO

Claudia Inés Alviter Aguilar, MC  
Colegio de Postgraduados 2018

## RESUMEN

Los quesos artesanales son importantes en diversas comunidades rurales de México, por lo que se requiere conocer sus características. El objetivo fue determinar las propiedades químicas y sanitarias de los quesos artesanales de Xixila, Olinalá, Guerrero, 17° 41' 59'' - 18° 03' 48'' N y 98° 36' 43'' - 98° 58' 54'' O, 1700 msnm. Se realizaron 48 muestreos de leche bronca y queso fresco durante cuatro semanas y 36 de queso seco durante tres semanas, en seis unidades de producción (UP) y durante la época de lluvias, en los meses de septiembre y octubre. La composición química de las muestras se determinó por espectrofotometría en la región del infrarrojo medio. Los datos se analizaron con un modelo de efectos fijos que incluyó los efectos de unidad de producción y semana; además se realizó un análisis de correlación. La producción de leche por vaca fue de  $4.24 \pm 0.19$  kg d<sup>-1</sup>; con contenido de proteína (PT) de  $3.52 \pm 0.18$ , grasa (GR)  $4.56 \pm 0.62$  y sólidos totales (ST)  $13.55 \pm 0.70$  % y de células somáticas  $366 \pm 289$  miles. PT tuvo correlaciones moderadas de 0.75 y 0.64 con ST y GR ( $P \leq 0.01$ ). Entre UP la PT varió de  $3.51 \pm 0.04$  a  $3.72 \pm 0.04$  %, GR  $3.68 \pm 0.13$  % a  $5.14 \pm 0.13$  % y ST  $12.5 \pm 0.13$  a  $13.5 \pm 0.13$  % ( $P \leq 0.01$ ). La composición química del queso fresco fue proteína  $19.00 \pm 1.70$ , lípidos  $22.72 \pm 1.70$ , sólidos totales  $48.04 \pm 3.34$  %, pH  $6.51 \pm 0.67$  y humedad mayor de 50 % y del queso seco  $26.31 \pm 1.59$ ,  $31.27 \pm 3.60$ ,  $65.12 \pm 4.29$  %,  $5.83 \pm 0.17$  y menor de 35 %, respectivamente. Para la condición sanitaria en número de microorganismos, se observó en el queso fresco, mesófilos  $188.8 \pm 281.3$  (UFC/mL,  $10^6$ ) y coliformes fecales  $386.2 \pm 623.1$  (NMP/g) y en queso seco  $452.8 \pm 2154.3$ ,  $12.4 \pm 26.6$ , respectivamente; para queso fresco no se observaron diferencias entre UP; sin embargo, si difirieron para el queso seco. La composición química y condición sanitaria de la leche es adecuada para obtener quesos nutritivos e inocuos, con bajos conteos de microorganismos.

**Palabras clave:** leche, derivados, tradiciones, México.

# BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE ARTISANAL CHEESES OF OLINALÁ MUNICIPALITY, GUERRERO

Claudia Inés Alviter Aguilar, MC  
Colegio de Postgraduados 2018

## ABSTRACT

Because artisanal cheeses are important in many rural communities of Mexico, it is a must to know their characteristics. The objective was to know the chemical and sanitary properties of the artisanal cheeses of Xixila, Olinalá, Guerrero, 17° 41' 59'' - 18° 03' 48'' N and 98° 36' 43'' - 98° 58' 54''W, 1700 mosl. Forty-eight samples of raw milk and fresh cheese were taken during four weeks and 36 of dry cheese for three weeks, in six production units (UP), for September to October, during the rainy season. Chemical composition of samples was determined by medium infrared spectrophotometry. Data were analyzed with a fixed effects model with the production unit and week effects; besides, a correlation analysis was performed. Milk production per cow was  $4.24 \pm 0.19$  kg d<sup>-1</sup>; with  $3.52 \pm 0.18$  protein (PT),  $4.56 \pm 0.62$  fat (GR) and  $13.55 \pm 0.70$  % total solids (ST), and  $366 \pm 289$  thousand somatic cells. Correlations among PT and, ST and GR were 0.75 y 0.64 ( $P \leq 0.01$ ). Among UP, PT was  $3.51 \pm 0.04$  to  $3.72 \pm 0.04$  %, GR  $3.68 \pm 0.13$  % to  $5.14 \pm 0.13$  % and ST  $12.5 \pm 0.13$  to  $13.5 \pm 0.13$  % ( $P \leq 0.01$ ). Fresh cheese chemical composition was  $19.00 \pm 1.70$  protein,  $22.72 \pm 1.70$  lipids,  $48.04 \pm 3.34$  % total solids, pH  $6.51 \pm 0.67$  pH and more than 50 % of humidity, and for dry cheese  $26.31 \pm 1.59$ ,  $31.27 \pm 3.60$ ,  $65.12 \pm 4.29$  %,  $5.83 \pm 0.17$  and less than 35 %, respectively. For the sanitary condition by microorganism counting, the fresh cheese had  $188.8 \pm 281.3$  (UFC/mL, 10<sup>6</sup>) mesophiles and  $386.2 \pm 623.1$  (NMP/g) fecal coliforms, and in the dry cheese  $452.8 \pm 2154.3$ ,  $12.4 \pm 26.6$ , respectively; for the fresh cheese no differences were observed by UP; however, there were for the dry cheese. The chemical composition and sanitary condition of the milk are good enough for the making of fresh and dry cheeses, with low microorganism counting.

**Keywords:** milk, dairy products, traditions, Mexico.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por brindarme la oportunidad de lograr un éxito más en mi vida.

A mi familia:

Mis padres Macario Alviter Ponce y Adela Aguilar Cruz por su apoyo incondicional y su infinito amor.

Mis hermanos Alejandro, Adelina, David. Gracias por estar siempre aconsejándome y motivándome.

A mis sobrinos. Alejandro, Ángel, Luis, Paloma y Alex por su cariño.

A mis cuñadas y a mi abuelito Jazmín, Azucena y Felipe por su apoyo.

A David Márquez y familia por su apoyo incondicional

Mi consejo Particular

Mi agradecimiento infinito por la colaboración incondicional al trabajo realizado.

Al Dr, Carlos Miguel BECERRIL PÉREZ. Agradezco su confianza en la planeación, revisión y corrección de la investigación.

Al Dr. Adalberto ROSENDO PONCE, Agradezco la confianza de abrirme las puerta de su casa y al igual la planeación, revisión y corrección de la tesis.

Al. Dr. Glafiro TORRES HERNÁNDEZ. Agradezco su confianza y colaboración para realización del proyecto de investigación.

A la Dra. Belinda VALLEJO CORDOBA. Por su colaboración en el análisis de las muestras de queso.

A mis amigos

Eduardo, Andrea, Mirna, Lupita, Sonia, Cara, Dr. Enrique, Ari, Jorge, Antonio quienes me apoyaron siempre con su confianza, amistad.

A mis Productores

De Xixila. Sr. Adalberto, a la Sra. Josefina, Gracias. Al Sr. José María y esposa, al Sr. Arnulfo y esposa, al Sr. Israel y esposa, al Sr. Oseas y esposa, Al Sr. Celso y hermano así como a sus esposas, a los hermanos Rosendo Sánchez y esposa que amablemente me apoyaron a la toma de muestras y me dieron la confianza para pasar mi estadía en sus hogares, de antemano gracias.

Al colegio de Postgraduados Campus Montecillo, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), quien financio mi estancia durante la realización del proyecto.

A todos los que de alguna forma tuvieron participación en la elaboración de este proyecto.

Gracias...

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTA DE CUADROS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
Mercado Nacional .....	5
Conocimientos básicos sobre el queso .....	5
Quesos frescos.....	5
Quesos maduros o secos.....	6
Descripción de la Región de La Montaña del Estado de Guerrero .....	6
Ganadería .....	6
Agricultura .....	6
Elementos ambientales.....	7
Hidrología.....	7
Flora y fauna.....	7
Elementos socioculturales .....	7
Actividad económica.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	8
OBJETIVO GENERAL .....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Área de Estudio .....	9
Figura 1. Regiones del estado de Guerrero (INEGI, 2007). .....	10
Variables de estudio.....	11
Caracterización química de las muestras.....	11
Toma de muestras.....	11
Análisis de laboratorio .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
DESCIPCION DE LOS HATOS .....	13

Figura 2. Genotipos predominantes en las unidades producción de leche de Xixila, Olinalá, Guerrero.....	13
Alimentación .....	13
Figura 3. Alimentación del ganado pastoreo y suplementación.....	14
Agua .....	14
Figura 4. Abrevaderos para el ganado. ....	14
Reproducción .....	14
Sanidad.....	15
Figura 6. Productos más utilizados en el tratamiento del ganado.....	15
Infraestructura .....	15
Figura 7. Infraestructura de corrales y potreros. ....	16
Ordeña .....	16
Figura 8. Proceso de ordeña en las unidades de producción.....	16
PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO “XIXILA” .....	16
Figura 9. Aros de plástico para elaborar el queso fresco.....	17
Figura 10. Artesa de madera para reposar la leche yobtener la cuajada. ....	17
Figura 11. Cuajo seco y salado y adicionado con suero para utilizarlo como agente coagulante de la leche.....	18
Figura 12. Chiquigüites para moldear la cuajada. ....	18
Figura 13. Chitas para secar el queso.....	18
Figura 14. Mantas para cubrir el queso fresco para el desuerado.....	19
Figura 15: Sal de mar para la conservación del queso. ....	19
Figura 16. Tecomate en el proceso de desnatado de la leche. ....	19
PROCESO DE ELABORACIÓN .....	20
SUBPRODUCTOS.....	21
Crema .....	21
Figura 18: Crema o jocoque obtenido de desnatar la leche. ....	21
Lactosuero .....	22
Figura 19. Requesón elaborado a partir de lactosuero puesto a secar. ....	22
Dulce de leche .....	22
Figura 20. Elaboración de dulce de leche.....	22
ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE.....	23
Producción de leche .....	23
Composición de la leche .....	23



ANÁLISIS QUÍMICO DEL QUESO FRESCO Y SECO .....	26
Composición química del queso fresco.....	26
Microorganismos presentes en el queso fresco .....	28
Composición química del queso seco .....	29
Microorganismos presentes en el queso seco.....	31
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA .....	33

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del queso fresco y de 120 días de maduración. ....	3
Cuadro 2. Composición de queso maduro de la Costa de Chiapas. ....	3
Cuadro 3. Composición química (%) de la leche de vaca y de los quesos típicamente consumidos en México. ....	4
Cuadro 4. Sistema de valoración para los diferentes quesos. ....	5
Cuadro 5. Variables de estudio en la unidad de producción. ....	11
Cuadro 6. Composición química y condición sanitaria de la leche de vacas en unidades de producción de queso de Xixila, Olinalá, Guerrero. ....	24
Cuadro 7. Composición química del queso fresco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero. ....	26
Cuadro 8. Microorganismos presentes ( $10^3$ y log) en el queso fresco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero. ....	28
Cuadro 9. Composición química del queso seco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero. ....	29
Cuadro 10. Microorganismos presentes ( $10^3$ y log) en el queso seco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero. ....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiones del estado de Guerrero (INEGI, 2007).....	10
Figura 2. Genotipos predominantes en las unidades producción de leche de Xixila, Olinalá, Guerrero .....	13
Figura 3. Alimentación del ganado pastoreo y suplementación.....	14
Figura 4. Abrevaderos para el ganado. ....	14
Figura 6. Productos más utilizados en el tratamiento del ganado. ....	15
Figura 7. Infraestructura de corrales y potreros.....	16
Figura 8. Proceso de ordeña en las unidades de producción. ....	16
Figura 9. Aros de plástico para elaborar el queso fresco.....	17
Figura 10. Artesa de madera para reposar la leche yobtener la cuajada.....	17
Figura 11. Cuajo seco y salado y adicionado con suero para utilizarlo como agente coagulante de la leche.....	18
Figura 12. Chiquigüites para moldear la cuajada. ....	18
Figura 13. Chitas para secar el queso. ....	18
Figura 14. Mantas para cubrir el queso fresco para el desuerado.....	19
Figura 15: Sal de mar para la conservación del queso. ....	19
Figura 16. Tecomate en el proceso de desnatado de la leche. ....	19
Figura 18: Crema o jocoque obtenido de desnatar la leche. ....	21
Figura 19. Requesón elaborado a partir de lactosuero puesto a secar. ....	22
Figura 20. Elaboración de dulce de leche.....	22

## INTRODUCCIÓN

Se requiere continuar con la caracterización de los quesos mexicanos y desarrollar su calidad e inocuidad. Cervantes *et al.* (2009) mencionan que la agroindustria lechera mexicana es la más importante del sector de alimentos con 18.5 % del PIB de la industria alimentaria y 0.6 % del PIB del país (Del Valle, 2007).

Los quesos artesanales tienen un fuerte vínculo con el territorio de origen y son testimonio de la historia, la cultura y estilo de vida de la comunidad de procedencia; estos quesos son producto de una interacción simbiótica entre humanos, cultura y recursos naturales y se caracterizan por sus sabores intensos y diferentes. Sus características están vinculadas a factores tales como clima, ambiente, pastos, razas de animales, uso de leche cruda, microflora natural, escasa tecnología de elaboración, condiciones de maduración naturales y saber hacer de cada una de los productores (Licitra *et al.*, 2010).

Asimismo, los sabores, texturas, formatos y cuidados de conservación son algunas de las propiedades que diferencian los quesos de diferentes países, regiones y localidades (Ramírez *et al.*, 2008). La industrialización de los productos y procesos relacionados con la transformación de la leche, no impide que pequeños ganaderos lecheros y queserías participen en el mercado de derivados lácteos con productos heterogéneos, tanto en su composición química como en características perceptibles al consumidor, muchas veces con fuertes vínculos con una cultura gastronómica regional, consecuentemente dirigidos a mercados locales y elaborados artesanalmente (Barajas, 2002).

Además, se considera que los quesos regionales y locales escapan de las exigencias de la globalización y tanto los productores como los consumidores tienen un concepto propio de la calidad, la que no necesariamente corresponde al dictado de los esquemas globales (Vargas *et al.*, 2007), situación que hace que estos productos posean su propio nicho de mercado.

## REVISIÓN DE LITERATURA

El término “artesanal” deriva de la palabra artesano, este término está relacionado con “manualidad” y con “pequeña escala”, productos elaborados por personas con destrezas específicas; el término artesanal fue definido por la Organización Mundial Aduanera (WCO) (Domínguez *et al.*, 2010). Artesanal se aplica también a productos alimenticios, pero desde una perspectiva cultural, económica y social, sin considerar los estándares oficiales que deben cumplirse (Beissière, 1998).

El queso es el nombre genérico de productos alimenticios elaborados con leche, este producto se produce en todos los países que tienen animales de ordeña y en una gran diversidad de presentaciones, sabores, texturas, colores, mezclas y formas (Fox *et al.*, 2000). En México se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera, como en los Altos de Jalisco, donde la producción de queso es primordial. (Villegas *et al.*, 2009).

La producción quesera artesanal es importante no solamente porque elabora un producto de bondades nutricionales y gustativas diferentes para los consumidores, sino también por el valor económico que representa la actividad y su capacidad de generar y mantener el empleo en el medio rural (Ramírez *et al.*, 2008).

El queso artesanal se elabora a partir de leche cruda entera, con el agregado del agente coagulante artesanal, obtenido a partir de la inmersión de trozos del cuajo salado y seco del ganado bovino en suero, fermentación espontánea, dándole forma en moldes de variados materiales; al hacer queso se elimina una parte del agua y de los elementos constitutivos solubles, esto se lleva a cabo precipitando la caseína en forma de cuajada que retiene la mayoría de las grasas, proteínas y de más materias en suspensión mientras deja que escurra el agua y los elementos constitutivos disueltos en ella (Foster *et al.*, 1965).

Estudios en el estado de México muestran que el queso fresco se produce durante todo el año y que el queso para madurar se produce una vez que se establecen las lluvias, cuando los ganaderos dejan de suministrar concentrados al ganado y la alimentación se basa únicamente en pastoreo (Sánchez *et al.*, 2012). En el Cuadro 1 se muestra el análisis del queso fresco y maduro.

Cuadro 1. Composición química del queso fresco y de 120 días de maduración.

Caso de estudio	Proteína (%)		Grasa (%)		Humedad (%)	
	QF	QM	QF	QM	QF	QM
1	2.3	2.7	1.7	1.8	3.5	2.7
2	2.3	2.7	2.8	2.2	5.3	4.5
3	3.0		2.25		5.5	
4	2.4		7.5		4.8	
<b>Media</b>	2.5	2.7	1.9	2.0	4.7	3.5
<b>DE</b>	3.4	5.7	8.9	2.9	9.2	1.2

(B.H.). B.H. Base húmeda, QF: queso fresco, QM: Queso maduro, DE: desviación estándar.

Los quesos de la región tropical cálida presentan características fisicoquímicas muy variables (Cuadro 2), debido a la necesidad de producirlos y conservarlos en un medio ambiente ecológico desfavorable debido a las altas temperaturas y humedad relativa (Villegas, 2003).

Cuadro 2. Composición de queso maduro de la Costa de Chiapas.

Empresas	Humedad %	Solidos totales %	Grasa %	Proteína %	Rendimiento (kg/100 lt)
I	37.3	62.6	24	28.8	10.6
II	38.2	61.7	22.8	28.2	10.0
III	37.9	62	25	28.5	10.2
IV	45.6	54.4	11.8	31.1	9.0
V	29.6	70.3	31.8	26.4	9.4
VI	35.9	64	28.3	27.5	11.1

La calidad del queso depende, entre otros factores, de la calidad de la materia prima básica que es la leche, por lo que su composición química está relacionada (Cuadro 3) a excepción de la lactosa (Clever, 2002).

Cuadro 3. Composición química (%) de la leche de vaca y de los quesos típicamente consumidos en México.

	<b>Leche entera de vaca</b>	<b>Queso fresco</b>	<b>Queso llanero (maduro)</b>
Humedad	87.5	46-57	41.18
Grasa	3.5	18-29	29.54
Proteína	3.5	17-21	24.86
Lactosa	4.7	-	-

A nivel mundial (FAO, 2011) se produjeron 17, 986 miles de ton de queso de la cual la Unión Europea (EU) apporto 53.3 %, Estados Unidos (EEUU) 28.6 % y México solamente 1.5 %. A nivel nacional, en México se industrializan 280 mil ton de queso, con un valor de 2 mil 531 MDP. Gran parte de la población consume alguna variedad de queso de acuerdo a su nivel de ingreso y precio del producto.

Existe una amplia variedad de marcas y tipos de queso, los cuales tienen diferentes presentaciones. La producción de queso de manera artesanal o familiar transforma la leche cruda dentro de las 6 horas posteriores a la ordeña y la leche pasteurizada dentro de las 24 horas, debido a su alta concentración de microorganismos, alto contenido de agua y riqueza en nutrientes (Ramírez *et al.*, 2008); la quesería artesanal en el país la constituyen pequeñas y micro empresas que utilizan leche cruda, mano de obra abundante, escasos equipo y maquinaria, procesos no estandarizados, con volúmenes bajos y variables de producción debido a la estacionalidad de la producción de leche (Villegas *et al.*, 2009).

La FAO y comités nacionales han establecido sistemas de valoración para diversos quesos, que permiten mantener un servicio para la evaluación tanto en la producción como en la comercialización. Existen diferentes sistemas de valoración basados en la descripción y variedad del queso (Scott, 1998) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Sistema de valoración para los diferentes quesos.

Puntuación	Calidad
5	Muy bueno
4	Bueno
3	Satisfactorio
2	Bastante satisfactorio
1	Deficiente
0	Defectuoso

### **Mercado Nacional**

En México el mercado de leche y derivados lácteos lo realizan empresas internacionales, nacionales y familiares o artesanales (Álvarez *et al.*, 1999); cada sector con diferentes objetivos, productos, tecnologías y estrategias (Bisang, 2005). En diversos países latinoamericanos una forma común de comercialización del queso es en mercados sobre ruedas o tianguis, exponiendo los productos en puestos removibles. (Lozano *et al.*, 2006).

### **Conocimientos básicos sobre el queso**

No existen sistemas universales de identificación. Cada país productor posee sus propios sistemas, con términos técnicos como semicurados, semicocidos, prensado sin cocer, de corteza untada o de corteza lavada, entre otros. La cantidad de humedad o suero que queda en el queso determina la textura del interior, así como la corteza y la formación de moho (Harbutt, 2010).

### **Quesos frescos**

Quesos jóvenes preparados para comerse horas o pocos días después de su elaboración, que desarrollan solamente una brizna del sabor potencial de la leche. De fácil distinción por ser muy blancos, brillantes y no tener corteza. Por su alto contenido de humedad son suaves al paladar, de textura blanda, pueden desmenuzarse fácilmente, cremosos o fibrosos como la mozzarella o firmes como el halloumi, se pueden cortar en rodajas, sabor lechoso con delicada acidez, alimonados y frescos o suavemente ácidos, contenido graso de 19 a 21 % (Harbutt, 2010).



## **Quesos maduros o secos**

Quesos frescos que se han dejado madurar y secar en lugares ex profeso, con temperatura y humedad (semi)controlados, donde se fomenta la proliferación de mohos y levaduras en la corteza, cremosos y aromáticos, suelen cubrirse de algún otro ingrediente como la ceniza, hiervas o salsa. El contenido de humedad es menor, a la cuarta semana han perdido hasta 50 % de su peso original. El periodo de maduración regularmente varía de 10 a 30 días (Harbutt, 2010). Durante el proceso de maduración los quesos se pueden voltear 2 o 3 veces al día y secarles con un paño y obtener una cubierta de consistencia más uniforme (Aristizabal, 2007).

## **Descripción de la Región de La Montaña del Estado de Guerrero**

### **Ganadería**

El sector ganadero de los quesos artesanales ocupa un lugar importante, aunque de bajo rendimiento en carne y leche. En el inventario ganadero de 2007, destaca la crianza de las razas bovinas cebuinas o encastes de Holstein, Suizo Pardo, Brahman y Sardo Negro, entre otras; con un total de 7531 cabezas (INEGI, 2007). Las técnicas de manejo, en su mayor parte, son consideradas tradicionales y existen pocos campos con pastos mejorados; gran parte de los agostaderos son de temporal, cubiertos con hierbas nativas, donde los agostaderos se ven rebasados por amplio margen, por lo que es necesario complementar la alimentación de los cabezas con esquilmos de la agricultura, árboles y arbustos forrajeros (INEGI, 2007).

### **Agricultura**

La Región de la Montaña forma parte de la Sierra Madre del Sur y la depresión del Balsas. Las cimas de la sierra, cubiertas de pinos, contrastan con la aridez de sus laderas del interior, rocosas, empinadas y con tierras de mala calidad. Al centro, la región se vuelve más escabrosa, menos húmeda y más pobre. Los pueblos indígenas y mestizos locales se sostienen con el trabajo agrícola de temporal, siendo sus principales cultivos el maíz, sorgo y frijol; además, de una pequeña proporción de calabaza, chile y tomate, producción insuficiente para satisfacer las necesidades de las familias, en las cuales sus integrantes se ven obligados a emigrar (INEGI, 2007).

## **Elementos ambientales**

En las zonas montañosas predominan los suelos castaños, que se subdividen en grisáceo, rojizo y amarillo; en los valles, se encuentra la pradera con descalcificación; los climas que predominan son el cálido subhúmedo y el subhúmedo semicálido. La temperatura media anual es de 22 °C, siendo enero cuando oscila entre los 5 y 7 °C. Las lluvias se presentan de junio a septiembre, con una precipitación pluvial media anual de 800 mm. La dirección de los vientos en el sur es de oriente a poniente; en la parte norte, de noroeste a sureste (INEGI, 2007).

## **Hidrología**

Los más importantes son los ríos Tlapaneco y Mezcala, que tienen escurrimientos todo el año; existe también el arroyo Xochimilco, que lleva caudal solamente durante el periodo de lluvias (INEGI, 2007).

## **Flora y fauna**

Se compone principalmente de selva baja caducifolia, y una pequeña porción de bosques de pino—encino donde la altura de los árboles va de 5 a 30 metros; la fauna está integrada por conejo (*Sylvilagus* sp), venado (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), coyote (*Canis latrans*), coatí (*Nasua narica*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), tlacuache (*Didelphys* spp), liebre (*Lepus* spp), iguana (*Conolophus subcristatus*), culebras y una gran variedad de aves tales como aguililla (*Parabuteo unicinctus*), guacamaya verde (*Ara militaris*), correcaminos (*Geococcyx californianus*), zopilote aura (*Cathartes aura*), urraca (*Quiscalus mexicanus*), calandria (*Icterus* sp) carbonero (*Vermivora* sp.) y colibrí (*Lampornis viridipallen*), (INEGI, 2007).

## **Elementos socioculturales**

De acuerdo a INEGI (2012), 6400 personas son indígenas, hablantes principalmente del náhuatl y en menor cantidad el tlapaneco; la población es de 17595 católicos, en el rango de 5 años y más edad; los no católicos, en el mismo rango de edades, suman 1429. Los días 3 y 4 de octubre se realizan las festividades dedicadas al santo patrón San Francisco de Asís; también se realiza una ceremonia de petición de lluvia.

### **Actividad económica**

La ciudad de Olinalá cabecera del municipio del mismo nombre es visitada por comerciantes y gente de diferentes puntos del estado y el país, que acuden a comprar cajitas de Olinalá, entre otras artesanías que están adornadas con laca. Uno de los atractivos turísticos es la iglesia de San Francisco de Asís, decorada con paneles de laca y en cuyo atrio se encuentra el único árbol de lináloe del pueblo; el santuario con sus arcos y ventanas góticas, situado en la cima del cerro Olinaltzin (INEGI, 2007). La Cajita de Olinalá es una artesanía laqueada y elaborada con la madera aromática de lináloe, con la cual también se elaboran figuras y objetos de ornato y de uso doméstico, principalmente floreros, paneras, bandejas, fruteros, alhajeros, polveras, portaplumas, águilas, servilleteros y baúles (INEGI, 2007).

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se requiere mayor conocimiento de los procesos de elaboración, propiedades fisicoquímicas y condición sanitaria de los quesos artesanales, los cuales se elaboran preferentemente con leche “bronca”.

### **JUSTIFICACIÓN**

El queso es uno de los principales productos que se obtienen en el ámbito agroalimentario y de la economía familiar de la región de La Montaña de Guerrero, por lo que se debe conocer a mayor profundidad su proceso de elaboración y características finales; así como, de las materias primas con que se elabora. Se considera un proceso artesanal de la tradición cultural local, que se desea mantener y evitar que desaparezca (García, 2006).

El conocimiento que se puede adquirir será útil para los productores para mejorar sus procesos de producción y comercialización, así como la calidad de los quesos que producen.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las propiedades químicas y sanitarias de la leche y de los quesos frescos y maduros elaborados artesanalmente en el municipio de Olinalá, región de La Montaña, del estado de Guerrero.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir el proceso de producción de los quesos en la unidad familiar.
2. Conocer las características químicas y sanitarias de la leche que se utiliza para la elaboración de los quesos.
3. Conocer las características químicas y sanitarias de los quesos frescos y maduros.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

La Montaña es una de las siete regiones del estado de Guerrero, que está situada al noreste del estado, limita al norte con el estado de Puebla, oeste con el estado de Oaxaca y al sur con la región Costa Chica y al oeste con las regiones Norte y Centro (Figura 1). La Montaña abarca una superficie de 6,920 km<sup>2</sup> que corresponden a 10.77 % de la superficie del estado. La superficie tiene 72 % de laderas fuertes, 17 % de terrazas, laderas suaves y cimas, 9 % de laderas y lomeríos con pendientes menores y 1.8 % de valles. La Montaña tiene 19 municipios con una población de 361,617 habitantes (INEGI, 2012).



Figura 1. Regiones del estado de Guerrero (INEGI, 2007).

#### Estudio de caso

Este estudio se realizó considerando los siguientes cuatro pasos: selección de caso y negociación del acceso, trabajo de campo, organización del registro y redacción del informe (Peshkin, 1978). Se llevó a cabo en la comunidad Xixila, municipio de Olinalá, región La Montaña, del estado de Guerrero. La comunidad está situada a los 17° 41' 59'' - 18° 03' 48'' N y 98° 36' 43'' - 98° 58' 54'' O, a 1700 msnm y a 184 km de Chilpancingo, capital del estado. La extensión territorial del municipio de Olinalá es de 1,028.1 m<sup>2</sup> y colinda al norte con el estado de Puebla y el municipio de Tehuetzingo, al sur con el municipio de Cualac, al oeste con Ahuacutzingo y Copalillo y al este con Huamuxtlitlán. (INEGI, 2007).

El clima de Xixila es (A) C(w0) semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor a 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 % del total anual. Selva baja subcaducifolia y caducifolia con climas de transición de bosque de pino- encino (García, 2004).

## Variables de estudio

Las variables de estudio se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Variables de estudio en la unidad de producción.

Hato	Ordeña	Queso
Razas	Tipo	Producción
Alimentación	Materiales	Reposo
Potrerros	Frecuencia	Insumos
Reproducción	Sanidad	Materia prima
Sanidad	Número de animales	Derivados
Infraestructura	Destino	Comercialización

## Caracterización química de las muestras

### Toma de muestras

Se recolectaron muestras de leche bronca, quesos frescos y maduros. Las muestras se recolectaron semanalmente durante cuatro semanas consecutivas de septiembre - octubre de 2015 por la autora, que las envió al laboratorio. Se obtuvieron muestras en seis unidades de producción. Las muestras de leche se recolectaban después de finalizada la ordeña, tomándose del recipiente contenedor, tina de plástico o metálica o artesa de madera.

El periodo de muestreo comprendió la época de lluvias, donde se presentó la mayor producción de leche y se concentró al ganado en las áreas de pastoreo de laderas y se produce el mejor queso.

Se realizaron 48 muestreos de leche y queso fresco por cuatro semanas y 36 de queso maduro por tres semanas. Por cada muestreo se recolectaron dos muestras, para asegurar la disponibilidad de datos en el laboratorio.

Las muestras de leche se recolectaron en viales de plástico de 100 ml que contenían bronopol (2 – bromo- 2 nitrol, 3 propanediol) como conservador, las cuales se colocaron en refrigeración a 4 °C para su posterior envío al laboratorio. Para las muestras de los quesos fresco y maduro se recolectaron 150 g que se colocaron en bolsas ziploc de 500 g de cierre hermético, mismas que fueron refrigeradas a 4 °C para ser enviadas al laboratorio.

### **Análisis de laboratorio**

Las muestras de leche se analizaron en el laboratorio de la Asociación Holstein de México, A.C. en la ciudad de Querétaro, Querétaro; las de queso en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), en Hermosillo, Sonora.

En la leche el contenido de grasa (GR, %), proteína (PT, %), lactosa (LA, %), sólidos no grasos (SNG, %), sólidos totales (ST, %) y nitrógeno ureico (NUL, mgdL<sup>-1</sup>) se determinaron por espectrofotometría en la región del infrarrojo medio (Fuentes *et al.*, 2008) y el conteo de células somáticas (CS, miles mL<sup>-1</sup>) por cartometría de flujo. En los quesos también se determinaron características similares a las de la leche y para el queso maduro se determinó el contenido de humedad (H, %) por medio del método gravimétrico indirecto de desecación en estufa.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un modelo de efectos fijos que incluyó unidad de producción y semana; además se realizó un análisis de correlación (SAS, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DESCRIPCION DE LOS HATOS

Como en la región de La Montaña, en los hatos estudiados la producción de leche es estacional, que coincide con la época de lluvias durante los meses de agosto – noviembre. En los hatos estudiados predominan las cruzas y encastes variados de genotipos cebuinos (Sardo Negro y Brahman) y europeos (Suizo Pardo, Holstein y Simmental), con un hato *sui generis* de animales con encaste de la raza criolla Lechero Tropical.



Figura 2. Genotipos predominantes en las unidades producción de leche de Xixila, Olinalá, Guerrero

### Alimentación

La alimentación del ganado se basó en pastos nativos como pasto de hoja (*Trichloris crinita*), pasto plumerito (*Arista mendocina*), pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) y leguminosas de la región como cubatas (*Acacia cochliacantha*), tlahuitole (*Guazama ulmifolia*) y huaje (*Leucaena leucocephala*). La mayoría de los productores ya se ha dado a la tarea de introducir nuevas especies de pasto a los potreros siendo los más comunes insurgente (*Brachiaria brizantha*) y llanero (*Andropogon gayanus*), como forma de apoyo al ganado se les ofrece suplemento alimenticio una vez al día, al finalizar la ordeña, cuando el ganado se concentra en el corral.





Figura 3. Alimentación del ganado pastoreo y suplementación.

### **Agua**

El ganado conto con acceso libre al agua, los potreros tienen uno o más abrevaderos para suministrar agua al ganado, estas son captaciones de agua de lluvia que se mantienen en la temporada de pastoreo.



Figura 4. Abrevaderos para el ganado.

### **Reproducción**

La reproducción se realiza por monta natural, el toro permanece con las vacas todo el año.



Figura 5. Semental del hato para la reproducción y crías en el corral.

### Sanidad

Se realiza prevención de enfermedades y medidas generales de higiene. El ganado de desparasita interna y externamente y vacuna (7 vías y derrengue) una vez al año, se utilizan antibióticos en caso de mastitis aparentes.



Figura 6. Productos más utilizados en el tratamiento del ganado.

### Infraestructura

Los cercos de los potreros son de postes de madera y alambre de púas. El corral de ordeño puede estar hecho de tubo, madera y alambre o piedra y puede contar bodegas de block y cemento.



Figura 7. Infraestructura de corrales y potreros.

### **Ordeña**

La ordeña es manual con la presencia del becerro, se realiza diariamente de 7:00 a 11:00 h. La leche obtenida se trasladada a la casa familiar para su transformación a queso. Al término de la lactancia se comercializa el becerro.



Figura 8. Proceso de ordeña en las unidades de producción.

### **PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO “XIXILA”**

El queso de Xixila se elabora artesanalmente sin utilizar productos químicos sintetizados o artificiales.

### **Materiales utilizados para la elaboración del queso**

Aros: De material plástico o madera, la cuajada se sala y moldea en estos aros presionando manualmente para eliminar el suero residual (Ramírez y Vélez 2002).



Figura 9. Aros de plástico para elaborar el queso fresco.

Artesa: Recipiente de madera generalmente de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) de forma rectangular estrecha en su base. Se utiliza para contener, reposar y, desuerar la y obtener la cuajada.



Figura 10. Artesa de madera para reposar la leche y obtener la cuajada.

Cuajo: Trozo del abomaso (cuajo) del bovino que se sala y seca a la intemperie. Se utiliza como coagulante en la quesería artesanal (Cervantes *et. al*, 2009).





Figura 11. Cuajo seco y salado y adicionado con suero para utilizarlo como agente coagulante de la leche.

Chiquigüite: Canasto de otate útil para moldear la cuajada. Se produce localmente y ayuda a que el proceso de desuerado sea más rápido.



Figura 12. Chiquigüites para moldear la cuajada.

Chita: Base de carrizo (*Phragmites australis*) en forma de balsa, atada con lazos y suspendida del techo con ganchos para poner a secar los quesos.



Figura 13. Chitas para secar el queso.

Mantas: Cuadrados de tela que sirven para cubrir el queso en los chiquigüites.



Figura 14. Mantas para cubrir el queso fresco para el desuerado.

Sal: Conservador natural para mantener el queso en buen estado durante el tiempo de maduración.



Figura 15: Sal de mar para la conservación del queso.

Tecomate (*Crescentia alata*): Vasija rústica hecha con el epicarpio del fruto de ese árbol que se usa como coladera para desnatar la leche.



Figura 16. Tecomate en el proceso de desnatado de la leche.

## **PROCESO DE ELABORACIÓN**

El proceso utilizado en las unidades de producción estudiadas consiste de los siguientes pasos:

1. Recepción de la leche en artesa o tina.
2. Reposo de la leche de cuatro a siete horas, que depende de las ocupaciones cotidianas de las señoras encargadas de elaborar el queso.
3. Descremado que consiste en retirar la nata de la superficie de la leche.
4. Adición de cuajo
5. Reposo para la coagulación
6. Elaboración de bola de cuajada para separar el suero, colocándola en canastos de escurrido.
7. Desuerado con corte de la cuajada con cuchillo para un drenado más rápido.
8. Amasado manual y salado de la cuajada.
9. Molido manual o eléctrico para obtener una cuajada más fina.
10. Moldeado del queso fresco en chiquigüite.
11. Prensado para eliminar suero residual y desmoldado.
12. Maduración de quesos en espacios aireados.
13. Enchilado con pasta elaborada a base de chile seco local para mejor conservación y presentación.

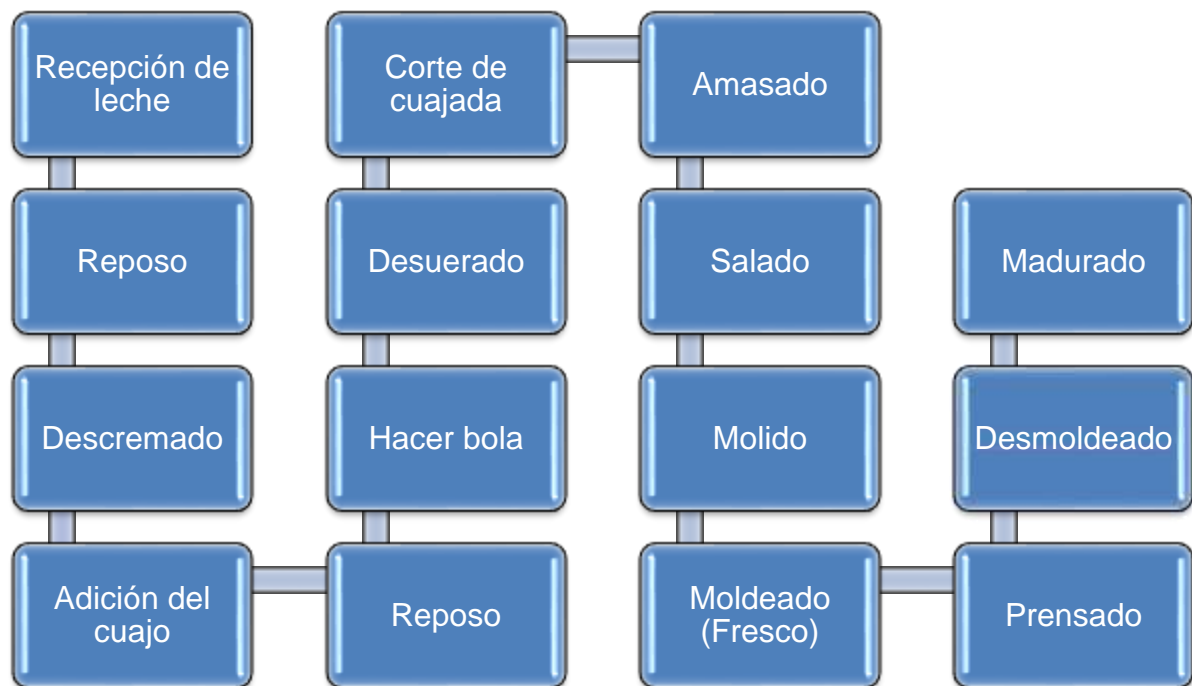


Figura 17. Proceso de elaboración del queso en unidades de producción de Xixila, Municipio de Olinalá, Guerrero.

## SUBPRODUCTOS

### Crema

La crema se conoce regionalmente con el nombre de “jocoque”, palabra que proviene del náhuatl *xococ*. De sabor agrio, es una crema delgada elaborada al separar la nata de la leche cruda en reposo, tras dejarla fermentar varios días y batirla para obtener un producto más homogéneo (Cervantes *et al.*, 2009).



Figura 18: Crema o jocoque obtenido de desnatar la leche.



### **Lactosuero**

El líquido residual de la leche obtenido después de recolectar la cuajada, contiene del orden de 50 % de los nutrientes de la leche original, como proteínas solubles – caseínas-, lactosa, vitaminas y sales minerales (Gösta, 2003).

### **Requesón**

El requesón se obtiene de calentar el lactosuero a 85 °C y añadir sal, es un producto blando y untado de sabor ligeramente salado y textura granulada.



Figura 19. Requesón elaborado a partir de lactosuero puesto a secar.

### **Dulce de leche**

Este es un producto tradicional de temporada, se obtiene al exponer la leche, contenida en un recipiente, a la flama, adicionar azúcar y mover con una cuchara o pala continuamente hasta obtener un producto pastoso de color café claro.



Figura 20. Elaboración de dulce de leche

## ANÁLISIS QUÍMICO DE LA LECHE

### Producción de leche

El número de vacas diarias en ordeño (NV) es la característica más importante relacionada con la producción de leche total diaria (PLT) y de la actividad comercial de la unidad de producción (UP). El NV medio fue de  $13.35 \pm 2.21$  (12.0 – 15.5) en cinco de las seis UP, que correspondió a la mitad de la UP más numerosa en vacas de ordeño de  $26.25 \pm 2.21$  ( $p \leq 0.05$ ).

Aunque el efecto de semana no influyó en el NV, se observó una tendencia a su disminución de  $19.0 \pm 1.8$  en la primera a  $12.2 \pm 1.8$  en la cuarta, una reducción de 36.3 % del inventario inicial.

La PLT fue diferente entre UP. PLT en las cinco UP con menor NV fue de  $53.65 \pm 8.9$  kg (48.3 – 57.5), mientras que la que tuvo el mayor NV fue  $122.5 \pm 8.9$  kg ( $P \leq 0.01$ ), más del doble. Aunque la semana no afectó la PLT, se observó una tendencia a su reducción, pasando de  $76.3 \pm 7.3$  kg en la primera semana a  $52.8 \pm 7.3$  kg en la cuarta, una reducción de 30.1 %.

La producción de leche por vaca por día (PLV) fue  $4.24 \pm 0.19$  kg (3.79 – 4.84) similar en todas las UP, aunque el rango de 1.05 kg puede representar una diferencia importante al momento de considerar los ingresos por ventas de productos lácteos entre UP. La PLV fue estable a través de las semanas con rango de 0.40 kg.

### Composición de la leche

En el Cuadro 6 se presenta la composición media de la leche. El contenido de grasa (GR) fue alto; así como el de proteína (PT), los dos componentes mayoritarios del queso y conjuntamente de los sólidos totales (ST), estos últimos también con una fuerte componente de lactosa (LT), el azúcar de la leche. El contenido de nitrógeno ureico (NUL) se considera correcto y el nivel sanitario de células somáticas (CS) aceptable y por debajo de 400, requerido para una leche saludable, aunque con un amplio intervalo de variabilidad. El índice grasa - proteína (IGP) medio estuvo cercano al límite superior de los valores aceptables. La leche de los UP puede considerarse apta para la elaboración de queso según sus contenidos de nutrientes y condición sanitaria.

Cuadro 6. Composición química y condición sanitaria de la leche de vacas en unidades de producción de queso de Xixila, Olinalá, Guerrero.

Característica	Media $\pm$ DE	Intervalo
Proteína (%)	3.52 $\pm$ 0.18	3.25 - 3.91
Grasa (%)	4.56 $\pm$ 0.62	3.43 - 5.44
Lactosa (%)	4.76 $\pm$ 0.12	4.43 - 4.94
Sólidos no grasos (%)	8.99 $\pm$ 0.18	8.68 - 9.36
Sólidos totales (%)	13.55 $\pm$ 0.70	12.31 - 14.65
Nitrógeno ureico (mg)	15.88 $\pm$ 2.46	7.50 - 20.50
Células somáticas (miles)	366 $\pm$ 289	55 - 1050
Índice grasa - proteína	1.29 $\pm$ 0.14	1.03 - 1.66

DE = Desviación estándar.

El contenido de PT tuvo correlaciones moderadas ( $P \leq 0.01$ ) de 0.77, 0.75 y 0.64 con sólidos no grasos (SNG), ST y GR. La GR tuvo correlaciones altas ( $P \leq 0.01$ ) de 0.97 y 0.92 con ST e IGP. El contenido de LT tuvo correlaciones negativas ( $P \leq 0.05$ ), aunque bajas en el intervalo (-0.43, -0.31) con NUL, GR, PT, ST e IGP y de -0.68 con CS. Con determinar y favorecer el contenido de grasa de la leche, se favorecería el contenido de ST, IGP y PC y desfavorecería el contenido de LT.

Torres *et al.* (2006) determinaron la composición química de la leche para la elaboración de quesos artesanales frescos en México obteniendo resultados de PT 3.56 $\pm$ 0.2 y GR 3.61 $\pm$ 0.13 %, similar y menor a nuestros resultados.

En relación a la variabilidad de los componentes de la leche entre UP y semanas de producción, la PT varió de 3.51 $\pm$ 0.04 a 3.72 $\pm$ 0.04 % ( $P \leq 0.01$ ), esta última que correspondió a la de mayor NV y PLT. En la segunda semana se observó la mayor PT de 3.61 $\pm$ 0.04 vs 3.50 $\pm$ 0.04 % para las otras ( $P \leq 0.01$ ).

La GR fue diferente entre UP. En la de menor contenido fue de 3.68 $\pm$ 0.13 % y en la de mayor 5.14 $\pm$ 0.13 % ( $P \leq 0.01$ ), esta última correspondió también a la de mayor NV. La GR estuvo próxima a 4.5 % en todas las semanas.

Sin embargo, la LT fue diferente tanto entre UP como semanas ( $P \leq 0.01$ ), siendo la menor de 4.62 $\pm$ 0.03 para la UP con la mayor PLT vs 4.80 $\pm$ 0.03 de las otras. En la segunda semana se observó el menor contenido de LT de 4.70 $\pm$ 0.03 vs 4.80 $\pm$ 0.03 de las demás. El contenido de sólidos no grasos (SNG) entre UP varió de 8.80 $\pm$ 0.05 a 9.10 $\pm$ 0.05 ( $P \leq 0.01$ ).

Para poder usar la marca oficial “México Calidad Suprema” la leche cruda de vaca debe tener un contenido de PT mayor de 3.1 %, GR de 3.2%, y SNG de 8.6 %, lo cual se obtuvo con la leche producida en Xixila; la LA debe estar en el intervalo (4.5, 5.0) %, que también se cumplió (SAGARPA, 2005).

Los ST fueron diferentes entre dos UP con los valores más bajos de  $12.5 \pm 0.13$  y  $13.5 \pm 0.13$  % ( $P \leq 0.01$ ) y diferentes a las otras cuatro UP que tuvieron valores francamente altos de  $13.6 \pm 0.13$  a  $14.2 \pm 0.13$  % ( $P \leq 0.01$ ), contenidos altos de ST son apropiados para leche destinada a la producción de derivados lácteos.

En relación a NUL todas las UP estuvieron en el intervalo ( $15.44 \pm 0.72$ ,  $17.75 \pm 0.72$ ) excepto una UP con  $12.94 \pm 0.72$  ( $P \leq 0.01$ ).

Para la elaboración del queso panela oreado de San Luis Soyatlán, Jalisco, se ha utilizado leche cruda con variantes en la composición de PT  $3.68 \pm 0.02$  y SNG  $9.22 \pm 0.02$  ligeramente superiores a la leche cruda de Xixila, pero con menor contenido de GR  $3.94 \pm 0.54$  y ST  $13.24 \pm 0.55$  (Pérez *et al.*, 2016).

Para su análisis estadístico, la sanidad de la leche expresada en el CCS fue transformada utilizando la función logaritmo y resultó en tres grupos de UP; uno con tres UP de muy buena calidad con bajo CCS en el intervalo ( $130 \pm 60$ ,  $210 \pm 60$ ), dos de nivel dudoso ( $454 \pm 60$ ,  $487 \pm 60$ ) y una de mala calidad con  $761 \pm 60$  que correspondió a la UP con mayor PLT ( $P \leq 0.01$ ). Solamente en la segunda semana el CCS fue superior de 400, con  $488 \pm 49$ , alcanzando su valor mínimo en la cuarta con  $233 \pm 49$  ( $P \leq 0.02$ ). La norma oficial mexicana (NMX-F-700-COFOCALEC-2004) establece que la leche debe tener un contenido de células somáticas por mL menor de 400,000, por lo que la leche de Xixila puede considerarse de alta calidad sanitaria. La leche fresca obtenida de ubres sanas, contiene escasos microorganismos, pero puede contaminarse por las malas prácticas de ordeño y condiciones ambientales adversas de altas temperaturas, entre otros factores; la leche de vacas enfermas de mastitis tiene contenido alto de microorganismos (IDF, 1994; Fox *et al.*, 2000).

A su vez, en el IGP fue diferente entre UP ( $P \leq 0.01$ ), cuatro UP observaron valores entre ( $1.30 \pm 0.05$ ,  $1.40 \pm 0.05$ ) y estuvieron asociadas a las UP con mayores tenores tanto de grasa como de proteína (con mayor variabilidad en la primera), y dos con  $1.10 \pm 0.05$  y  $1.22 \pm 0.05$ .

## ANÁLISIS QUÍMICO DEL QUESO FRESCO Y SECO

### Composición química del queso fresco

En el Cuadro 7 se presenta la composición media del queso fresco. De manera similar a la composición de la leche, de las componentes individuales el contenido de lípidos (LIF) fue el más alto, seguido por la proteína (PTF); las dos componentes mayoritarias del queso y conjuntamente de los sólidos totales (STF), estos últimos con contenido de carbohidratos (CHOF) bajo, aunque muy variable, e importante de cenizas (CNF) las cuales contienen los minerales y las vitaminas. En el queso fresco el contenido de humedad fue alto y mayor de 50 %. El pH medio (pHF) puede considerarse neutro y satisfactorio, con variación aceptable para las condiciones locales de producción. El índice lípidos/proteínas (ILPF) fue próximo, aunque menor, al IGP de la leche y con mayor variabilidad, que indica una mayor importancia relativa del contenido de proteínas en el queso fresco. Aunque los lípidos difieren estrictamente en composición de las grasas, el ILPF se redujo 6.2 % con respecto al IGP de la leche, consecuencia de 8.4 % mayor de aumento en la concentración de proteínas que de materia grasa en el queso fresco. Queso artesanal fresco tuvo contenidos de PTF, LPF y pHF de  $15.08 \pm 1.77$  %,  $14.81 \pm 3.14$  % y  $6.33 \pm 0.2$  (Torres et al. 2006).

Cuadro 7. Composición química del queso fresco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero.

Característica	Media $\pm$ DE	Intervalo
Proteína (%)	$19.00 \pm 1.70$	15.55 – 23.44
Lípidos (%)	$22.72 \pm 3.71$	16.00 - 31.00
Carbohidratos (%)	$1.75 \pm 1.41$	0.01 - 6.46
Sólidos totales (%)	$48.04 \pm 3.34$	42.11 - 54.53
Cenizas	$4.58 \pm 0.65$	3.48 - 6.29
pHF	$6.51 \pm 0.67$	5.00 - 7.76
Índice lípidos/proteínas	$1.21 \pm 0.27$	0.83 - 1.88

DE = Desviación estándar.

La correlación más alta ( $P \leq 0.01$ ) de 0.92 fue entre LIF e ILPF. El contenido de STF tuvo correlaciones moderadas positivas ( $P \leq 0.01$ ) de 0.77 y 0.51 con LIF e ILPF y negativa de -0.57 con pHF, y baja positiva ( $P \leq 0.05$ ) de 0.31 con CHOF y negativa ( $P \leq 0.01$ ) de -0.39 con CNF. El contenido de PTF tuvo correlaciones negativas ( $P \leq 0.01$ )

-0.69, -0.60, -0.36 con ILPF, pHF y LIF. El CNF también tuvo correlaciones negativas ( $P \leq 0.01$ ) -0.55 y -0.53 con LIF e ILPF.

En relación a la variabilidad de los componentes de la leche entre UP y semanas, la PTF varió entre UP con intervalo ( $16.68 \pm 0.31$ ,  $21.36 \pm 0.31$  %) ( $P \leq 0.01$ ), casi 5 puntos porcentuales de diferencia, una tendencia general fue que las UP con los mayores contenidos de PT de la leche, disminuyeron sus contenidos de PTF del queso fresco y viceversa. En la primera semana se observó la mayor PTF de  $19.5 \pm 0.26$  vs ( $18.44 - 19.29$  %) de las otras tres ( $P \leq 0.05$ ), sin tendencia.

El LIF fue diferente entre UP ( $P \leq 0.01$ ), dos tuvieron medias de  $27.24 \pm 0.86$  y  $25.59 \pm 0.86$  % y otras cuatro de 21.98 a 18.93 %. Las dos mayores también observaron los mayores contenidos de GR en la leche y viceversa. El rango de LIF entre semanas fue de 2.3, sin diferencias ( $P > 0.05$ ).

El contenido de CHOF en el queso no fue diferente ni entre UP con intervalo ( $1.28 \pm 0.48$ ,  $2.56 \pm 0.48$  %), ni entre semanas con ( $1.11 \pm 0.39$ ,  $2.37 \pm 0.39$  %) ( $P > 0.05$ ).

Los STF fueron diferentes entre UP. La de mayor contenido de STF fue de  $52.02 \pm 0.94$  %, la cual tuvo también el mayor contenido de ST en leche, y la de menor de  $45.07 \pm 0.94$  %, un rango mayor de 7 %.

El contenido de cenizas (CNF), donde se encuentra la importante componente del calcio fue diferente entre UP ( $P \leq 0.01$ ) y entre semanas ( $P \leq 0.01$ ). El intervalo entre UP fue de ( $5.13 \pm 0.13$ ,  $4.01 \pm 0.13$ ), con la UP con mayor PLT con el contenido más bajo; el CNF tuvo tendencia a disminuir a través de las semanas siendo las dos primeras  $4.95 \pm 0.11$  y  $4.89 \pm 0.11$  y las dos últimas  $4.31 \pm 0.11$  y  $4.18 \pm 0.11$ .

El pHF vario de ( $5.73 \pm 0.26$ ,  $7.07 \pm 0.26$ ), con dos UP con pHF inferior de 6.2, dos del orden de 6.5 y las otras dos superiores de 7.0. La UP con mayor PLT estuvo en el estrato de pH del queso más ácido.

El ILPF fue superior en dos UP ( $1.55 \pm 0.05$ ,  $1.49 \pm 0.05$ ) e inferior en las otras cuatro ( $1.14 \pm 0.05$ ,  $0.98 \pm 0.05$ ) ( $P \leq 0.01$ ); así, como de  $1.28 \pm 0.04$ ,  $1.26 \pm 0.04$  y  $1.21 \pm 0.04$  de la segunda a la cuarta semana y de  $1.10 \pm 0.04$  en la primera ( $P \leq 0.05$ ).

Villegas (2003) estimó la composición química de dos quesos frescos artesanales con rendimientos entre 13 y 14 kg /100 L, PTF 20.0 y 23.3 %, GRF 20.0 y 22.5 %, STF 42.0 y 51.6 %, Humedad (H 58.0) y 48.4 %, CNF 3.8 y 2.4%, pHF de 5.5 y 5.4. Gracia (2006) en el Valle de Tulancingo para queso fresco tipo panela obtuvo PTF 18.4 %, GRF 18.8 %, CNF 2.5±%, H 53.2±5.1% y pHF 6.13±0.41.

### Microorganismos presentes en el queso fresco

En el Cuadro 8 se observa la presencia de microorganismos en el queso fresco. El mayor número de microorganismos fueron mesófilos (ME), seguido de coliformes totales (CT), hongos y levaduras (HL) y por último coliformes fecales (CF). Alejo *et al.* (2015) en queso poro de Tabasco obtuvo un bajo conteo de CF de 2.0 log(NMP) y de HL de 2.7 log(UFC). Torres *et al.* (2006) estimaron CT de 4.8 log(NMP) y CF de 4.2 log(NMP). López (2013) estudió las bacterias mesófilos aerobias y coliformes totales del relleno blando del queso Bola de Ocosingo, Chiapas en las épocas de lluvia y sequía, estimando 2.67 y 5.03 log(ME, CT).

Cuadro 8. Microorganismos presentes ( $10^3$  y log) en el queso fresco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero.

Microorganismo	Media $\pm$ DE	Intervalo
Mesófilos (UFC/mL, $10^6$ )	188.8 $\pm$ 281.3	2.7 - 1700.0
	7.9 $\pm$ 0.7	6.4 - 9.2
Hongos y levaduras (UFC/mL)	479.4 $\pm$ 1517.5	0.100 - 9600.0
	4.6 $\pm$ 1.0	2.0 - 7.0
Coliformes totales (NMP/g)	735.6 $\pm$ 961.4	0.004 - 4600.0
	5.2 $\pm$ 1.3	0.6 - 6.6
Coliformes fecales (NMP/g)	386.2 $\pm$ 623.1	0.004 - 2400.0
	4.7 $\pm$ 1.3	0.6 - 6.4

DE = Desviación estándar.

La correlación más alta de 0.77 fue entre CT y CF e intermedias entre ME y CT y ME y CF de 0.57 y 0.46 ( $P \leq 0.01$ ).

En relación a la variabilidad del número de microorganismos del queso fresco entre UP y semanas, los MF variaron entre UP con conteos bajos de 7.3<sup>a</sup> y 7.4<sup>a</sup>, intermedios de 7.7<sup>ab</sup> y altos de 8.1<sup>b</sup>, 8.2<sup>b</sup> y 8.6<sup>b</sup> ( $P \leq 0.05$ ); no hubo diferencias entre semanas.

Para HL cuatro UP tuvieron conteos inferiores en el intervalo (4.2 - 4.5)<sup>a</sup>, una de 4.9<sup>ab</sup> y otra de 5.6<sup>b</sup> ( $P \leq 0.02$ ). En la semana 1 se observó el mayor conteo de HL de 5.3<sup>a</sup> con descenso a (4.5 - 4.4)<sup>b</sup> en las siguientes semanas ( $P \leq 0.05$ ). La norma mexicana

NOM-243-SSA1-2010 establece que el queso fresco debe contener menos de 500 UFC/MI de HL.

Para CT no se presentaron diferencias entre UP con intervalo de (4.3 – 5.9) ni entre semanas (4.5 - 5.6) log (NMP) ( $P>0.05$ ); resultados similares se observaron en CF con intervalos de (3.7 – 5.4) y (4.3 – 5.3) log (NMP), respectivamente. Resendiz, *et al.* (2012) en queso artesanal de Tuzupán, Tecamachalco, Puebla estimaron ME 7.5 log(UFC), CT 9.6 log(NMP) y CF 8.4 log(NMP).

### Composición química del queso seco

El queso seco de Xixila, Olinalá puede considerarse incluido dentro del conocido queso de Cincho del estado de Guerrero, que se elabora con leche cruda, de pasta prensada y cubierto por una delgada capa de chile rojo, que se madura ligeramente (Cervantes *et al.*, 2009).

En el Cuadro 9 se presenta la composición química media del queso seco. Como era previsible, todas las componentes aparecen en mayor concentración que en el queso fresco. Similarmente, de las componentes individuales el contenido de lípidos (LIS) fue el más alto, seguido por la proteína (PTS); las dos componentes mayoritarias del queso y conjuntamente de los sólidos totales (STS), estos últimos con contenido de carbohidratos (CHOS) aún bajo, aunque también muy variable, e importante de cenizas (CNS). En el queso seco el contenido de humedad fue más bajo y menor de 35 %. El pH medio pasó a ser ligeramente ácido y satisfactorio, con variación aceptable para las condiciones locales de producción. El índice lípidos/proteínas (ILPS) fue similar al del queso fresco.

Cuadro 9. Composición química del queso seco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero.

Característica	Media $\pm$ DE	Intervalo
Proteína (%)	26.31 $\pm$ 1.59	22.46 - 29.85
Lípidos (%)	31.27 $\pm$ 3.60	24.00 - 38.00
Carbohidratos (%)	2.08 $\pm$ 1.59	0.07 - 6.53
Sólidos totales (%)	65.12 $\pm$ 4.29	56.46 - 74.53
Cenizas	5.45 $\pm$ 0.71	3.96 - 7.37
pHS	5.83 $\pm$ 0.17	5.41 - 6.06
Índice lípidos/proteínas	1.19 $\pm$ 0.15	0.92 - 1.50

DE = Desviación estándar.



La correlación más alta de 0.87 fue entre LIS e ILPS ( $P \leq 0.01$ ), aunque menor que en el queso fresco. El contenido de STS tuvo correlaciones moderadas positivas de 0.83, 0.54 y 0.52 con LIS, PTS e ILFP ( $P \leq 0.01$ ) y baja positiva de 0.34 con CHOS ( $P \leq 0.05$ ) y negativa de -0.39 con CNF ( $P \leq 0.01$ ). López (2013) estimó que la composición química proximal del forro del queso Bola de Ocosingo, Chiapas para la época de lluvias obtuvo valores altos de PTS  $45.86 \pm 0.10$ , GRS  $2.17 \pm 1.53$  %, CNS  $5.88 \pm 1.44$  (%) y HS  $47.71 \pm 4.12$  %.

El contenido de PTS tuvo correlaciones negativas -0.37 y -0.31 con pHs e ILPS ( $P \leq 0.05$ ). El pHs tuvo correlaciones positivas 0.39 y 0.37 con CNS e ILPS ( $P \leq 0.01$ ). En relación a la variabilidad de los componentes de la leche entre UP y semanas, la PTS fue similar entre UP y semanas ( $p > 0.05$ ).

Villegas (2003) en la Costa de Chiapas en quesos con periodo de maduración de dos meses obtuvieron PTS 30.9, GRS 18.8, STS 63.1, CN 12.3 % y pHs de 5.1.

Los LIS fueron diferentes entre UP una de  $35.56 \pm 1.55^a$  %, dos de  $32.83 \pm 1.55^{ab}$  y  $31.83 \pm 1.55^{ab}$  % y tres de  $29.83 \pm 1.55^b$ ,  $29.00 \pm 1.55^b$  y  $28.58 \pm 1.55^b$  % ( $P \leq 0.01$ ). El rango de LIS entre semanas fue de 3.1, sin diferencias ( $P > 0.05$ ).

El contenido de CHOS no fue diferente ni entre UP ( $1.17 \pm 0.65$ ,  $2.87 \pm 0.65$  %), ni entre semanas ( $1.61 \pm 0.46$ ,  $2.47 \pm 0.46$  %) ( $P > 0.05$ ).

El STS fue diferente entre UP ( $P \leq 0.01$ ); la de mayor contenido de STF fue de  $69.76 \pm 1.35^a$  %, la cual tuvo también el mayor contenido de STF, dos con  $66.64 \pm 1.35^{ab}$ ,  $65.56 \pm 1.35^{ab}$  y tres con  $63.49 \pm 1.35^b$ ,  $63.47 \pm 1.35^b$  y  $61.81 \pm 1.35^b$  %, un rango mayor de 7 %. Las semanas también fueron diferentes con  $67.39 \pm 0.95^a$ ,  $64.44 \pm 0.95^{ab}$  y  $63.53 \pm 0.95^b$  para segunda, primera y tercera, respectivamente ( $P \leq 0.05$ ).

El contenido de cenizas (CNS) fue diferente entre UP ( $P \leq 0.01$ ) y entre semanas ( $P \leq 0.01$ ). Entre UP fue de  $6.15 \pm 0.21^a$ ,  $5.77 \pm 0.21^{ab}$ ,  $5.53 \pm 0.21^{ab}$  y  $5.24 \pm 0.21^b$ ,  $5.17 \pm 0.21^b$  y  $4.87 \pm 0.21^b$ ; para las semanas fue de  $5.83 \pm 0.15^a$  y  $5.46 \pm 0.15^{ab}$  y  $5.08 \pm 0.15^b$ , para primera, tercera y segunda, respectivamente.

El pH vario de ( $5.73 \pm 0.26$ ,  $7.07 \pm 0.26$ ), con dos UP con pH inferior de 6.2, dos del orden de 6.5 y las otras dos superiores de 7.0. La UP con mayor PLT estuvo en el estrato de pH del queso más ácido. Montel *et al.*, (2014) mencionan que el pH disminuye por las bacterias ácido lácticas y las levaduras por el contenido de sal.

El mínimo de ILPS fue  $1.09 \pm 0.05^a$ , diferente a las demás UP en el intervalo ( $1.12 \pm 0.05$ ,  $1.34 \pm 0.05$ )<sup>b</sup> ( $P \leq 0.05$ ).

### Microorganismos presentes en el queso seco

En el Cuadro 10 se observa la presencia de microorganismos en el queso seco. El mayor número de microorganismos fue de mesófilos (ME), seguido de coliformes totales (CT), hongos y levaduras (HF) y por último Coliformes fecales (CF).

Alejo *et al.* (2015) en el queso poro semimaduro de Tabasco estimaron valores de HL 2.7 log(UFC) y CF 1.7 log(NMP) menores a los estimados en este estudio. El número de ME de quesos tipo Chihuahua elaborados con leche cruda fue mayor (8.53, 9.61) log(UFS) que con leche pasteurizada (6.08, 8.76) log(UFS) (Tunick *et al.*, 2008). La presencia de microflora nativa, alta humedad en la masa elaborada y el bajo contenido de sal propician un mayor ME (Díaz *et al.*, 1992).

Cuadro 10. Microorganismos presentes ( $10^3$  y log) en el queso seco en unidades de producción de Xixila, Olinalá, Guerrero.

Microorganismo	Media $\pm$ DE	Intervalo
Mesófilos (UFC/mL, $10^6$ )	452.8 $\pm$ 2154.3	1.6 - 13000.0
	7.6 $\pm$ 0.8	6.2 – 10.1
Hongos y levaduras (UFC/mL)	298.1 $\pm$ 601.7	0.250 - 2400.0
	4.5 $\pm$ 1.1	2.4 – 6.4
Coliformes totales(NMP/g)	17.4 $\pm$ 34.3	0.003 – 110.0
	3.0 $\pm$ 1.5	0.5 – 5.0
Coliformes fecales(NMP/g)	12.4 $\pm$ 26.6	0.003 – 110.0
	2.7 $\pm$ 1.5	0.5 – 5.0

DE = Desviación estándar.

López (2013) para las unidades formadoras de colonias de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales del forro del queso Bola de Ocosingo, Chiapas encontró gran variabilidad entre queserías donde los mesófilos fueron más altos en época de secas con  $5.80 \pm 0.06$  log(UFC) y en época de lluvias de  $5.15 \pm 0.05$  log(UFC); para CT observó  $1.14 \pm 1.05$  log(UFC) en época de secas y  $2.30 \pm 0.05$  log(UFC), indicando que cada quesero tiene sus propios procedimientos, sin embargo, éstos no están estandarizados.

Solamente se observó una correlación alta 0.86 y significativa ( $P \leq 0.01$ ) entre CT y CF. En relación a la variabilidad del número de microorganismos del queso fresco entre UP y semanas, los MF variaron entre UP con conteos bajos de 6.6<sup>a</sup> a altos de (7.6 - 8.1)<sup>b</sup> ( $P \leq 0.05$ ); no hubo diferencias entre semanas.

La norma oficial mexicana (NOM-121-SSA1-1994) establece que el HL debe ser de 500 UFC/mL. Las levaduras son importantes en el desarrollo tanto del sabor durante la maduración del queso, ya que intervienen en la proteólisis y reacciones lipolíticas, como del aroma por la activación de aminoácidos, ácidos grasos y esteres (Cholet *et al.*, 2007).

Para HF una UP tuvo 3.0<sup>a</sup>, otra 4.4<sup>b</sup>, (4.5, 4.6 y 5.0)<sup>bc</sup> y 5.5<sup>c</sup> ( $P \leq 0.01$ ). No hubo diferencias entre semanas.

Para CT se presentaron diferencias amplias entre UP con el menor conteo de 1.1<sup>a</sup>, intermedios 2.3<sup>b</sup> y 2.4<sup>b</sup> y altos 3.7<sup>c</sup>, 4.1<sup>c</sup> y 4.4<sup>c</sup> ( $P \leq 0.01$ ). Resultados similares se observaron en CF con 1.2<sup>a</sup>, intermedios 2.0<sup>b</sup> y 2.0<sup>b</sup>, y altos 3.2<sup>bc</sup>, 3.8<sup>c</sup> y 4.0<sup>c</sup>, las UP observaron el mismo orden para las dos variables, con descenso en CF respecto a CT. La norma oficial mexicana (NOM-121-SSA1-1994) establece que CT debe estar de 100 a 50 NMP/g. El análisis microbiológico en quesos de leche cruda se caracteriza típicamente por una multitud de grupos microbianos, con interacciones entre ellos a lo largo de la maduración (Pereira *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES

La composición química y sanitaria de la leche bronca es adecuada para obtener quesos nutritivos e inocuos.

Tanto los quesos frescos como los secos, se elaboran de manera artesanal y con leche bronca.

Los quesos elaborados, tienen bajos conteos de microorganismos y cumplen cabalmente con las normas mexicanas de calidad vigentes.

## LITERATURA CITADA

Álvarez M. A., Martínez B. E., García H. L. A. 1999. Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global. Plaza y Valdés Editores, UNAM, UAM-Xochimilco. México. pp183-202.

Alejo M. K., Ortiz H. M., Recino M. R. R., González C. N., Jiménez V. R. 2015. Tiempo de maduración y perfil microbiológico del queso de poro artesanal. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Aristizabal D. 2007. Secreto de los quesos caseros. Ed. Albatros. 21 p.

Barajas G. V. 2002. El sistema lechero de la región de Martínez de la Torre, Veracruz: los grandes ganaderos y sus interacciones. Globalización e integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería mexicana. UNAM.

Bessière, J. 1998. Local development and heritage: Traditional food and cuisine as tourist attractions in rural areas. *Sociologia Ruralis*. 38(1): 21-34.

Bisang G. R. 2005. Acumulación y tramas agroalimentarias en América Latina. *Revista CEPAL*. 87:115-129.

Cervantes E. F., Villegas de Gante, A., Cesín V, A. y Espinoza O. A. 2009. Los quesos mexicanos genuinos: Patrimonio cultural que debe rescatarse. Ed. Mundi Prensa. México. pp 186.

Cholet, O., Hénaut, A., Casaregola, S., Bonnarme, P. 2007. Gene expression and biochemical analysis of cheese-ripening yeast: focus on catabolism of L-methionine, lactate, and lactose. *Appl. Environ. Microbiol.* pp 73.

Clever M. R. O. 2002. Estudio comparativo de dos coberturas para queso llanero maduro. *Rev. Fac. Agro.* 28:1-11.

COFOCALEC. 2010. Anteproyecto de norma mexicana NMX-742.

Del Valle, M. 2007. Sistemas de innovación y transformación socioeconómicas de la agroindustria de los quesos mexicanos. VII Congreso Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU).

Díaz C., M., E., Fraijo O., Grajeda P., Lozano-Taylor, J., and González de Mejía E. 1992. Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. *J. Food Sci.* 57(2): 355-365.

Domínguez L. A., Villanueva C. A. Arriaga-J. C. M., Espinoza O. A. 2010. Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del centro de México. Universidad Autónoma del Estado de México.

Espinosa O. V. E., Rivera H. G., y García H. L. A. 2008. Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar. *Veterinaria México.* 39(1): 1-16.

Foster, E. M. N., Eugene F., Speck M. L. D., Olson, R. N., y Joseph, C. 1965. *Microbiología de la leche.* Ed. Herros.

FAO. 2011. <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2011/es/>

Fox P. F., Guinee P. T., Cogan M., T., Mc Sweeney H., L.; P. 2000. *Fundamentals of cheese science.* Aspen Publisher Inc. Maryland. USA. 608 p.

Fuentes N. M, Bosch O. C, Sánchez R. F. 2008. Aplicación de la espectroscopia del infrarrojo medio en química analítica de procesos. Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España. 2(3): 93-103.

García I. B. 2006. Caracterización físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Adaptada a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía UNAM.

Gösta, M. 2003. Manual de industrias lácteas. Tetra Pak Teknotext AB. Madrid.

Harbutt J. 2010. La mejor selección. El libro del queso. Ed. Hermann Blume. pp 8-12.

IDF. 1994. Recommendations for the hygienic manufacture of milk and milk based products. Bull. International Dairy Federation (IDF). 292: 32.

INEGI, 2007. Panorama agropecuario en Guerrero.

[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/panora\\_agrop/gro/panagroGro.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/panora_agrop/gro/panagroGro.pdf)

INEGI. 2012. Anuario Estadístico del estado de Guerrero.

[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario\\_multi/2012/gro/702825045807.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_multi/2012/gro/702825045807.pdf)

INEGI 2012. El sector alimentario en México.

[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825066574.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825066574.pdf)

Licitra G., Caccamo M., Valence F., Lortal S. 2010. Traditional wooden equipment used for cheese making and their effect on quality. Department of Agriculture, Nutrition and Environment. University of Catania, Italy.

López A. R. 2013. Caracterización socio-técnica del queso bola de Ocosingo, Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo.

Lozano, M. S. R., Montañez, C. D. A., Morales, R. A., y Espinosa, J. F. N. 2006. Detección de *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes* en quesos frescos y semi madurados que se expenden en vía pública en la ciudad de México. Veterinaria México

Norma oficial mexicana NOM-121-SSA1-1994, bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

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.

Peshkin, A. 1978. Growing up American: Schooling and the survival of the community. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Pereira, I. C., Graca, A. J., Ogando, S. N., Gomes, M. P.A., Malcata, X. 2009. Influence of bacterial dynamics upon the final characteristics of model Portuguese traditional cheese. CBQF/Escola Superior de Biotecnologia – Universidade Católica Portuguesa, P-4200-072 Porto, Portugal.

Pérez E. G., Villegas G. A, Santos M. A, Hernández M. A., Valadez M. E. 2016. Caracterización del queso panela de Soyatlán Jalisco. Universidad Autónoma Chapingo.

Ramírez, L.C. y Vélez, R.J F. 2002. Quesos frescos, métodos y determinación y factores que afectan su calidad. Temas selectos de ingeniería química. 6(2): 131-148.

Ramírez G. J. F., Cervantes E. F. y Altamirano C. J. R. 2008. Estrategias para el rescate y valorización del queso tenate de Tlaxco. Un análisis desde el enfoque de

sistemas agroalimentarios localizados (SIAL). Universidad Autónoma de Chapingo.

Reséndiz M.R., Hernández Z.J.S., Ramírez H.R., Pérez A.R. 2012. El queso fresco artesanal de la canasta básica y su calidad sanitaria en Tuzuapan, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

SAGARPA (2001). Plan Estratégico Sectorial del Estado de Guerrero.

SAGARPA (2005) PC-031-2005. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en leche.

Sánchez V. J. J., Colín N. V., Avilés N. F., Castelán O. O. A. y Estrada F. J. G. 2012. III Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Memoria electrónica. 169-175.

SAS Institute. 2010. SAS 9.3 for Windows. Cary, NC. USA.

Scott R. 1998. Fabricación de queso. Ed. Acribia. pp 292-301.

Torres L. M. J., Vallejo C. B., Díaz C. M. E., Mazorra M. M. A., Gonzalez C. A. F. 2006. Caracterización of the natural microflora of artisanal Mexican Fresco cheese. Revista ELSEVIER.

Tunick M. H., Van Hekken D. L., Molina C. F. J., Tomasula P. M., Call J., Luchansky J., Gardea A. 2008. Queso Chihuahua: manufacturing procedures, composition prote inprofiles, and microbiology. International J. of Dairy Technology. 177: 54-136

Vargas A. C., Fernández M. A., Valverde B. R., Haro J. G. H., y Carrera D. M. 2007. Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. Téc. Pec. Méx. 45(1): 61-76.



Vilaboa A. J. y Díaz R. P. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México.

Villegas, A. 2003. Los quesos mexicanos. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 88-116.

Villegas, A.; Santos M. A. y A. Hernández. 2009. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación Universidad-Productores. Claridades Agropecuarias. 191: 29-35.

World Customs Organization. 1997. Trade and Customs Codification. *In:* International Symposium on Crafts and the International Market. Manila, Philippines.