



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

***“Evaluación de los parámetros de calidad de quesos panela artesanales
del área metropolitana conforme a la normatividad mexicana”***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A:

NAVA ROMERO CLAUDIA YATZIRI

ASESORA:

DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Evaluación de los parámetros de calidad de quesos panela artesanales del área metropolitana conforme a la normatividad mexicana.

Que presenta la pasante: Claudia Yatziri Nava Romero
Con número de cuenta: 411099349 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Noviembre de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
SECRETARIO	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
1er. SUPLENTE	M. en C. Ana María Soto Bautista	
2do. SUPLENTE	Dr. Enrique Fuentes Prado	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

ÍNDICE	Pág.
1 Generalidades	4
1.1 Leche	4
1.1.1 Propiedades Físicas.....	4
1.1.2 Composición Química	6
1.1.2.1 Agua.....	6
1.1.2.2 Proteínas.....	7
1.1.2.3 Grasa.....	7
1.1.2.4 Carbohidratos	8
1.1.2.5 Minerales.....	8
1.1.3 Microorganismos presentes en los lácteos.....	9
1.1.4 Productos y Derivados Lácteos.....	12
1.2 Queso	12
1.2.1 Clasificación.....	13
1.2.2 Queso panela.....	16
1.2.2.1 Composición química y aporte nutricional	17
1.2.2.2 Proceso de obtención.....	20
1.2.2.3 Principales productores en México.....	23
1.2.3 Microorganismos patógenos en quesos artesanales que generan ETA	24
1.2.4 Adulteración en Quesos	27
1.3 Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de queso.....	28
2 Metodología	32
2.1 Cuadro Metodológico	33
2.2 Materiales y Métodos.....	34
2.2.1 Determinación de propiedades químicas en los quesos (AQP).....	34
2.2.2 Determinación de la calidad sanitaria en los quesos	35
2.2.3 Determinación de posible adulteración en los quesos.....	35
2.2.3.1 Identificación de almidón por la prueba de Lugol	35
3 Resultados y Análisis	40
3.1 Propiedades químicas de los quesos (AQP)	40
3.2 Calidad sanitaria de los quesos (Análisis Microbiológicos).....	43
3.3 Adulteración en los quesos	46



3.3.1 Determinación de presencia de Almidón en los quesos	46
Conclusiones.....	48
Recomendaciones	50
Referencias	51



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas de la leche	5
Tabla 2. Composición lipídica media de la leche	8
Tabla 3. Composición de sales en la leche en % en peso	9
Tabla 4. Fuentes de contaminación en la leche.....	10
Tabla 5. Derivados y productos lácteos.....	12
Tabla 6. Composición química y aporte nutricional de queso panela	18
Tabla 7. Microorganismos patógenos en quesos artesanales que generan ETA.....	24
Tabla 8. Buenas prácticas de manufactura en la fabricación de productos lácteos	29
Tabla 9. Técnicas de análisis químico proximal (AQP)	34
Tabla 10. Técnicas de análisis microbiológico.....	35
Tabla 11. Ubicación geográfica de las muestras adquiridas	36
Tabla 12 de Determinación de la composición química	40
Tabla 13. Resultados de los microorganismos indicadores de los quesos panela	43
Tabla 14. Identificación de almidón por la prueba de lugol en los quesos	47



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la composición aproximada de la leche (% en peso).....	6
Figura 2. Diagrama del Proceso de Elaboración del queso panela.....	20
Figura 3. Cuadro metodológico	33
Figura 4. Queso 1 Mercado 29 de junio, Villa Nicolás Romero.....	36
Figura 5. Queso 2 Plaza del centro, Villa del Carbón	37
Figura 6. Queso 3 Santa María las Torres, Cuautitlán Izcalli	37
Figura 7. Queso 4 Fidel Velázquez, Cuautitlán Izcalli.....	38
Figura 8. Queso 5 Tequexquináhuac, Tlalnepantla	38
Figura 9. Queso 7 Infonavit Centro, Cuautitlán Izcalli	39
Figura 10 Muestras de queso con yodo.....	47

INTRODUCCIÓN

La leche se define como aquel producto destinado para el consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de especies domésticas (NOM-184-SSA1-2002); esta puede contaminarse fácilmente por algún microorganismo debido a su alto contenido de agua, pH casi neutro y elevado valor nutritivo, por ello se recomienda en las actividades vinculadas a su proceso de obtención y tecnologías de conservación se deba tener un estricto control higiénico-sanitario (Martínez, A., Montes, N., & Villoch, 2016).

La producción de quesos frescos artesanales constituye una de las principales formas de ingresos y tradición para el sector cooperativo y campesino de muchos países de Latinoamérica, por lo que hoy en día se ha incrementado su popularidad y su producción. En México, es el queso panela artesanal el que más destaca, ya que es consumido prácticamente en todos los estados de la república (INEGI, 2017). El queso elaborado en el país es un producto típico a partir de leche cruda y el uso de cuajo, cuya calidad está influenciada fuertemente por el área geográfica de producción y sus tradiciones; la inocuidad de los quesos es dependiente de los hábitos y procedimientos productivos.

De los diferentes estados de la República, los quesos frescos como el panela se producen sin adición de cultivos iniciadores. La microflora presente en ellos es autóctona de la leche y del ambiente local en el que se producen. Por lo general los quesos se elaboran de forma manual y con el uso de herramientas tradicionales (la fermentación es espontánea, el corte de la cuajada en granos pequeños se realiza en forma manual, el salado en la masa es mínimo y el prensado es también manual) (Martínez, et al, 2013).

En las últimas décadas, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un problema creciente para la salud pública mundial. Los derivados lácteos se incluyen entre los alimentos que pueden transmitir agentes etiológicos, productores de enfermedades o provocar intoxicaciones alimentarias (Domínguez, et al, 2011). Debido a la relación existente entre las condiciones de procesamiento de la leche y la calidad e inocuidad resultante de los productos; los quesos artesanales han enfrentado problemas para su comercialización ya que los productores desconocen las especificaciones y manufactura que un producto alimenticio debe cumplir; por ello es importante



implementar medidas preventivas que garanticen productos seguros y de calidad para los consumidores.

Las Buenas Prácticas de Manufactura son una herramienta básica para obtener productos seguros para el consumo humano, ya que se basan en la higiene y manipulación de los alimentos por parte de las personas; son útiles para el diseño y el funcionamiento de los establecimientos, así como para el desarrollo de procesos de elaboración de productos lácteos (FAO, 2011). No obstante, las campañas de sanidad animal para erradicar enfermedades del hato lechero nacional, aún existen probabilidades de contraer tuberculosis o brucelosis por consumo de leche cruda o derivados lácteos en nuestro país (Pérez & Martínez, 2014). Tomando en cuenta la situación actual de la producción de los quesos frescos y la alta aceptación y consumo de queso panela en México, en el presente proyecto se consideró de gran interés e importancia la evaluación de las propiedades químicas y microbiológicas de siete diferentes quesos panela artesanales elaborados en el área Metropolitana para determinar su grado de cumplimiento con la normatividad mexicana vigente.



JUSTIFICACIÓN

Los productos artesanales y tradicionales han incrementado recientemente su popularidad, viéndose reflejado en la alta aceptación de la población mexicana, siendo el queso panela el que más destaca dentro de ellos por su sabor y textura (Domínguez, et al, 2011). Sin embargo, los productores queseros locales están lejos de la maquinaria o tecnología para la producción de queso y aparentemente, del interés de los organismos estatales y privados como para realizar un registro y un análisis sistemático de la calidad de sus productos, por lo que es común que su producto final carezca de control de calidad y adolezca de heterogeneidad en su composición y características sensoriales, así como de una larga conservación. (Ramírez, 2015).

Además, en este tipo de productos, los artesanos, por desconocimiento, no cumplen con la legislación que establece los parámetros específicos que un alimento debe cumplir para ser comercializado (COFEPRIS, 2016). Es importante mencionar que el proceso artesanal del queso, se realiza en muchos casos de forma insalubre o con leche sin pasteurizar, provocando que su consumo sea un riesgo para las personas, ya que el ingerir este tipo de productos, está vinculado a Enfermedades Transmitidas por alimentos (ETA) tales como: salmonelosis, infecciones por *E. coli* e intoxicación alimentaria estafilocócica, generando un riesgo elevado para la salud (Villegas, 2014).

Conociendo la gran importancia que tiene el saber de dónde proviene y cómo está hecho uno de los alimentos más conocidos dentro de la cocina mexicana, en este presente proyecto se consideró de interés analizar los parámetros de calidad de distintos quesos panela artesanales elaborados en el área Metropolitana para así evaluar su cumplimiento de acuerdo a la normatividad mexicana y obtener un panorama general de la situación actual en la que se encuentran los productos ofrecidos en puntos de venta locales listos para su consumo.



1 GENERALIDADES

1.1 LECHE

La leche se define como la secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos destinada como alimento para sus crías. Entre las especies domésticas existen algunas especializadas en la producción de leche para consumo humano (CANILEC, 2011). En cuanto a la leche de vaca específicamente se entiende como la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas, exenta de calostro (NMX-F-742-COFOCALEC-2010).

Desde el punto de vista legal, se define como el producto del ordeño higiénico, efectuado completa y profundamente, en una o más hembras de ganado bien alimentado y en buen estado de salud. Esta leche no debe contener calostro (Keating & Rodríguez, 1999).

La leche es un estado fisicoquímico complejo pues sus componentes se encuentran en un equilibrio entre fases dispersas, coloidales y disueltas (Schlimme & Buchheim, 2002); como la materia grasa en forma globular está en emulsión, este líquido a su vez es una suspensión de materias proteicas en un suero constituido principalmente por lactosa, sales minerales, vitaminas y ácidos orgánicos que conjuntamente forman una solución verdadera (Ayala, 2008).

1.1.1 Propiedades Físicas

La leche, al igual que todos sus derivados, presenta propiedades particulares que son reflejo de su composición y de las interacciones entre sus constituyentes. Las características físicas, como peso específico, tensión superficial, calor específico, temperatura de congelamiento, etcétera, se toman en cuenta para diseñar procesos; en la tabla 1 se muestra el valor estándar de las propiedades físicas de la leche de vaca y se explican las atribuciones a dichas propiedades (Badui, 2006).



Tabla 1. Propiedades físicas de la leche

Propiedad	Valor o Característica	Atribución
Color	Blanco	Se debe fundamentalmente a una completa dispersión del espectro visible provocada por los glóbulos de grasa, pero también por las micelas de caseína y el fosfato de calcio coloidal.
Olor	Característico	Casi no tiene un olor, pero debido a la presencia de la grasa, la leche conserva con mucha facilidad los olores del ambiente o de los recipientes en los que se guarda.
Sabor	Dulce y neutro	Por la lactosa que contiene la leche es ligeramente dulce y adquiere, por contacto, fácilmente sabores a ensilaje, establo, hierba.
Viscosidad	2 centipoises	Las micelas de caseína como los glóbulos de grasa son los principales responsables de la viscosidad.
Peso Específico	1.032 g/L	Depende de los diversos sólidos que contiene, de tal forma que existen ecuaciones que relacionan este parámetro con los sólidos no grasos y la grasa.
Punto de congelación	-0.52 a -0.57 °C	La reducción del punto de congelación (pc) de la leche es por efecto de los solutos de bajo peso molecular (lactosa y las sales).
Acidez/pH	1.3 a 1.7 6.5 a 6.7	Se debe a la presencia de los grupos ionizables de las proteínas, como son los carboxilos de los ácidos aspártico y glutámico.

Tabla compuesta de diversas fuentes:

Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos (4a ed.)*. México: Pearson.

Keating, P., & Rodríguez, H. (1999). *Introducción a la Lactología (2° ed.)*. México: Limusa.



1.1.2 Composición Química

La composición de la leche refleja el hecho de que es la única fuente de alimento para los mamíferos muy jóvenes. De aquí que esté compuesta por una mezcla compleja de lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Fennema et al. 2010); a grandes rasgos la leche está compuesta en su mayoría por agua, con 87% y el 13% restante incluye a todos los componentes de la leche, y por su cantidad y calidad, determina el rendimiento y la calidad de los productos lácteos. Esta se representa en la figura 1 de manera esquemática (Schlimme & Buchheim, 2002), a la postre se describe cada uno de sus componentes.

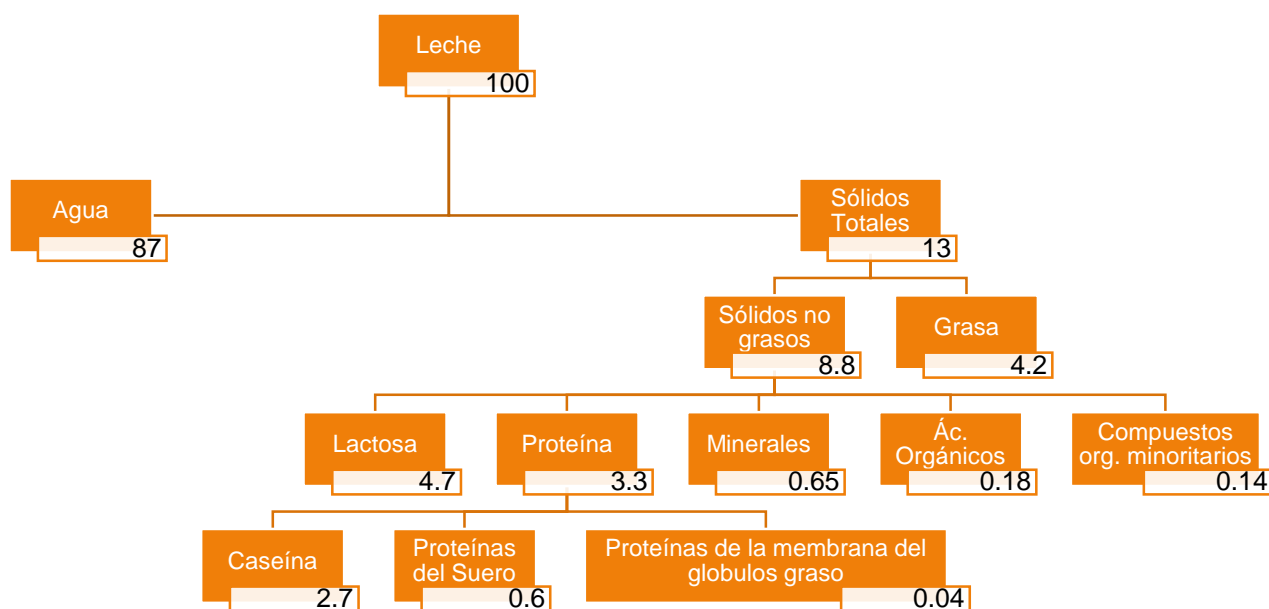


Figura 1. Representación esquemática de la composición aproximada de la leche (% en peso). Fuente: Schlimme, E., & Buchheim, W. (2002). La leche y sus componentes. Zaragoza: Acribia

1.1.2.1 Agua

El agua es el mayor constituyente de la leche, forma su fase continua y es el medio de soporte para sus componentes sólidos, se encuentra en dos estados.



1. *Agua libre*: representa la mayor parte del agua y en esta se mantienen en solución la lactosa y las sales. Esta es el agua que sale de la cuajada en forma de suero.
2. *Agua de enlace o ligada*: esta agua es el elemento de cohesión de los diversos componentes no solubles y es absorbida a la superficie de estos compuestos, no forma parte de la fase hídrica de la leche y es más difícil de eliminar que el agua libre (Keating & Rodríguez, 1999).

1.1.2.2 Proteínas

Las proteínas de la leche son de dos tipos, proteínas del lactosuero y caseínas; las caseínas constituyen más del 80% de las proteínas totales de la leche, aunque la proporción relativa de proteínas del lactosuero frente a caseínas varía según el estado de lactación. La leche producida en los primeros días después del parto y hacia el final de la lactación tiene un contenido de proteínas del suero mucho mayor que la leche de mitad de lactación (Varnam & Sutherland, 1995).

1.1.2.3 Grasa

Los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de la leche y sus derivados, ya que confieren características únicas de sabor, contenido nutrimental y propiedades físicas. La grasa de la leche es una buena fuente de energía y un excelente medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E, y K. El beta caroteno, precursor de la vitamina A, da a la leche el color “crema”. La fracción grasa de la leche se presenta en forma de glóbulos microscópicos en forma de emulsión (CANILEC, 2011), y tiene una composición compleja; entre los componentes predominan los triglicéridos, que constituyen el 98% de la grasa láctea y se encuentran en pequeñas cantidades de di- y monoglicéridos y ácidos grasos libres. También hay cantidades mesurables de fosfolípidos, colesterol y cerebrósidos (Varnam & Sutherland, 1995); como se muestra en la tabla 2.



Tabla 2. Composición lipídica media de la leche

Lípido	% en peso
Triglicéridos	97-98
Diglicéridos	0.3-0.6
Monoglicéridos	0.02-0.04
Ácidos grasos libres	0.1-0.4
Esteroles libres	0.2-0.4
Ésteres de esteroles	Sólo trazas
Fosfolípidos	0.2-1.0
Hidrocarburos	Sólo trazas

Fuente: Varnam, A., & Sutherland, J. (1995). *Leche y productos lácteos Tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Acribia.

1.1.2.4 Carbohidratos

La lactosa es el azúcar de la leche y se encuentra en solución molecular, es un disacárido formado por glucosa y galactosa. En la leche representa del 4.7 al 5.2%; es de los componentes el menos variable, por lo que es útil al determinar adulteración con agua u otras alteraciones de ésta; la lactosa es fermentada por bacterias lácticas produciendo ácido láctico principalmente; el porcentaje de acidez de la leche se expresa, por lo tanto, en términos de este ácido (Keating & Rodríguez, 1999).

La lactosa se sintetiza en la glándula mamaria por un sistema enzimático en el que interviene la α -lactalbúmina para después segregarse en la leche, sólo tiene aproximadamente el 15% del poder edulcorante de la sacarosa y contribuye, junto con las sales, al sabor global de este alimento; al ser un azúcar reductor interviene en las reacciones de Maillard y de caramelización en la leche que son deseables en la elaboración de algunos subproductos como cajeta y otros postres (Badui, 2006).

1.1.2.5 Minerales

En la leche las sales se encuentran en solución iónica y representan del 0.6 al 1%, las más importantes de éstas se muestran en la Tabla 3. Los minerales que existen en la



leche son potasio, calcio, sodio, fósforo, cloro, rubidio, flúor, sílice, boro, zinc, cobre, hierro, molibdeno, litio, magnesio, manganeso, cobalto, yodo y níquel (Keating & Rodríguez, 1999). Estos minerales, son indispensables para el organismo humano y la leche es la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta. Su buena absorción se da gracias a la presencia de lactosa y de vitamina D y a su unión con los fosfopéptidos derivados de la hidrólisis de la caseína, además de que la adecuada relación calcio: fósforo (mayor a la unidad) favorece su absorción en el intestino humano (CANILEC, 2011).

Tabla 3. Composición de sales en la leche en % en peso

Sales	% en peso
Fosfato de potasio, calcio y magnesio	0.33
Cloruros de sodio y potasio	0.2
Citratos de sodio, potasio, calcio y magnesio	0.32
Sulfato de potasio	0.018
Carbonatos de potasio y sodio	0.025

Fuente: Keating, P., & Rodríguez, H. (1999). *Introducción a la Lactología* (2° ed.). México: Limusa.

1.1.3 Microorganismos presentes en los lácteos

Microorganismos en los lácteos según la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, 2001):

1. Los microorganismos son los agentes responsables de los sabores, aromas y características físicas de algunos productos lácteos, como los quesos y leches fermentadas.
2. Los microorganismos pueden ocasionar la alteración debido a su crecimiento o la producción de enzimas.
3. Los productos lácteos contaminados con microorganismos patógenos o sus toxinas pueden constituir un riesgo para la salud.



La leche cruda tiene una flora mixta que deriva de diversas fuentes y por su composición, es altamente perecedera, en la Tabla 4 se presenta los microorganismos que pueden estar presentes en la leche y las fuentes más comunes.

Tabla 4. Fuentes de Contaminación en la Leche

Fuente de Contaminación	Causas	Microrganismos asociados
Derivados de la Ubre	La leche extraída asépticamente de ubres sanas no es estéril, pero solamente contiene un pequeño número de bacterias, que se conocen como “microorganismos de la ubre”. Sin embargo, durante el ordeño, fenómenos hormonales junto a la presión que se le aplica sobre el pezón, forza a la leche a pasar a través del orificio del mismo, el cual puede ser una puerta de entrada de microorganismos al interior del pezón.	Micrococcos Estreptococos Bacterias corineformes <i>Corynebacterium bovis</i>
Medio Ambiente	Durante la operación normal del ordeño la leche está expuesta a la contaminación por microorganismos del propio animal, sobre todo por los existentes en la parte externa de la ubre y zonas próximas a la misma. Bacterias encontradas en el estiércol, en el suelo y en el agua, pueden llegar a la leche a partir de esta fuente de contaminación.	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus agalactiae</i> <i>S. dysgalactiae</i> Strep. <i>uberis</i> <i>E.coli</i> <i>Actinomyces pyogenes</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S.</i> <i>epidermis</i> coliformes <i>Pseudomona saeruginosa</i> <i>Corynebacterium</i>
Equipos	Probablemente, las dos fuentes de contaminación más importantes sean	Estreptococos lácticos Coliformes



Fuente de Contaminación	Causas	Microrganismos asociados
Equipos	los utensilios que se emplean en el ordeño y las superficies que contactan con la leche, entre los que se incluyen los cubos o las máquinas de ordeño, según sea la forma de ordeño, los coladores, los recipientes en los que se recoge la leche o las tuberías por las que circula y el refrigerador de la leche. Si no se limpian, desinfectan, y secan convenientemente los utensilios y superficies, es posible que las bacterias se multipliquen en la leche.	Bacilos psicrótrofos Bacterias termodúricas (micrococos, enterococos, bacilos, y brevibacterias)
Personal	La contaminación directa de la leche por las manos de los empleados puede producirse durante el ordeño manual; también es posible que la leche se contamine a través de las manos que tocan las superficies de las ordeñadoras que contactaran con la leche. Hay una posibilidad potencial de que puedan llegar así microorganismos patógenos introducidos por personal con síntomas clínicos de infección o por transferencia pasiva de otras fuentes como las heces.	<i>Salmonella</i> <i>Campylobacter</i> <i>Cryptosporidium</i>

Tabla compuesta de diversas fuentes:

Frazier, W., & Westhoff, D. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.

ICMSF. (2001). *Microorganismos de alimentos, ecología microbiana de los productos alimentarios (Vol. 6)*. Zaragoza: Acribia.

Varnam, A., & Sutherland, J. (1995). *Leche y productos lácteos Tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Acribia.



1.1.4 Productos y Derivados Lácteos

Producto lácteo: producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración (FAO, 2017).

Derivados lácteos: productos obtenidos a partir de los componentes de la leche y otros ingredientes funcionalmente necesarios para su elaboración, incluidos los productos con grasa vegetal (NOM-243-SSA1-2010).

La leche se transforma en diversos derivados y productos para incrementar su vida útil, esto conserva todos o parte de los componentes de esta dependiendo del proceso de elaboración o conservación, en la Tabla 5 se muestra su clasificación de acuerdo al Reglamento de control sanitario de productos y servicios (1999).

Tabla 5. Derivados y productos lácteos

Lácteos	
Productos	Derivados
Crema	Caseína o caseinatos de grado alimentario
Dulces de leche y helados	Requesón
Jocoque	Sueros
Leche acidificada, fermentada, en polvo o rehidratada	
Leche combinada y recombinada y reconstituida	
Mantequilla	
Queso	
Yogurt	

Fuente: Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. (1999). Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html>

1.2 QUESO

Se define como el: “producto elaborado de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas,



ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado” (NOM-243-SSA1-2010).

✓ Cuajo

Durante años se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, la enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes.

La producción de queso panela consiste esencialmente en la obtención de la cuajada, que no es más que la coagulación de la proteína de la leche (caseína) por la acción de la enzima renina o cuajo. Esta operación (coagulación enzimática) se da en dos etapas:

1. Formación del gel de la caseína,
2. Deshidratación parcial de este gel por sinéresis (desuerado), (González, 2002; Ramírez, et al, 2016).

1.2.1 Clasificación

Los quesos se pueden clasificar de diversas formas, dependiendo de su contenido de grasa, dureza, origen, tipo de leche empleada en su elaboración, etc (Cenzano, 1992). A continuación, se presentan algunas de estas clasificaciones:

- ✓ Dependiendo el sistema de coagulación de las proteínas de leche tendremos:
 - a. *Queso enzimático*: Por la adición de cuajo.
 - b. *Quesos ácidos*: mediante la adición de ácidos como jugo de limón, jugo de lima o vinagre (Kongo & Malcata et al, 2016).



- ✓ Según la textura del queso se clasifican en:
 - a. *Quesos compactos (sin ojos)*: Los quesos compactos están hechos con cultivos lácticos que apenas desprenden gases durante la fermentación. Por ejemplo: Cheddar (Pineda, 2009).
 - b. *Quesos con ojos redondeados*: son el resultado de las fermentaciones de ciertas bacterias lácticas, productoras en su metabolismo de ácido láctico y anhídrico carbónico. Este gas se acumula durante el proceso de maduración en las pequeñas grietas de la leche coagulada. Por ejemplo: Gruyère y Emmental (Ruíz, 2014).
 - c. *Quesos granulares, con ojos de formas irregulares*: Si la colocación de la cuajada en los moldes se hace sin suero, los intersticios quedan al aire y al desarrollarse la producción de carbónico, resulta en la formación de agujeros de formas y tamaños irregulares (quesos granulares). Por ejemplo: Tilsit y Grazalema de Cadiz (Morales, 2017).

- ✓ Según el tipo de microorganismos utilizados en la maduración:
 - d. *Quesos veteados*: se produce el crecimiento de mohos *Penicillium* durante la maduración en cuevas ventiladas, dando esas vetas de color azul. Por ejemplo: Roquefort y Cabrales (Pineda, 2009).
 - e. *Quesos de moho blanco*: en los cuales durante la maduración hay un desarrollo de mohos blancos que les da su típico aspecto. Por ejemplo: Camembert y el Brie (Bonilla , 2008).
 - f. *Quesos con desarrollo bacteriano en la corteza*: en los que se unta la superficie de los quesos antes de su maduración con un cultivo de bacterias que se desarrollan dando características especiales a los quesos. Por ejemplo: Saint Paulin y Port Salut (Bonilla , 2008).



- ✓ De acuerdo con su contenido de grasa (Marrufo, 2011):
 - a. Doble graso: el que contenga un mínimo del 60%
 - b. *Extragraso*: el que contenga un mínimo del 45%
 - c. *Semigraso*: el que contenga un mínimo del 20%
 - d. *Magro*: el que contenga menos del 20%

- ✓ De acuerdo con el contenido de agua de los quesos (una de las clasificaciones más conocida y usada)

a. *Frescos*

Se caracterizan por ser productos de alto contenido de humedad, sabor suave y no tener corteza, pudiendo o no adicionarle ingredientes opcionales y tener un periodo de vida de anaquel corto, requiriendo condiciones de refrigeración (NOM-121-SSA1-1994). Con consistencia en general pastosa, que no ha sufrido proceso de maduración, por lo que suelen tener sabor a leche fresca o leche acidificada y normalmente su color es blanco. Por ejemplo: Cottage y Panela (Cenzano, 1992)

b. *Blandos*

El queso no madurado está listo para comer tan pronto como se elabora. Se caracterizan por el alto contenido de humedad (entre 33-80%), la lactosa los hace dulces. Por ejemplo: Camembert y Brie (Ingeniería Alimentaría, 2008).

c. *Semiduros*

Son sometidos a maduración (desde unas semanas hasta varios meses), con lo que parte de la humedad desaparece durante la misma. Tienen un 30-40% de agua, pasta dura, compacta, con o sin agujeros, corteza más



o menos dura, con o sin cortezas plásticas. Por ejemplo: Roquefort y Cabrales (Cenzano, 1992).

d. Duros

Se caracterizan por su corteza firme y su textura dura correosa que se logra al cortar en la cuajada, la cual es prensada durante muchas horas, para extraerle el máximo del suero y humedad. La maduración prolongada hace que su masa sea más resistente a las condiciones del ambiente, sus texturas son tan duras que pueden incluso desmoronarse al cortarlos. Tienen agujeros redondeados más o menos grandes. Por ejemplo, Cheddar, Gruyère y Emmental (Jiménez, 2006).

e. Fundidos

Son el producto obtenido por molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico de una o más variedades de queso, con o sin la adición de agentes emulsionantes, de leche y productos alimenticios de otro tipo (Cenzano, 1992). Se elaboran en su mayoría con quesos al cuajo (Spreer, 1991).

1.2.2 Queso panela

a. Queso Panela

Este producto es un queso fresco elaborado con leche natural de vaca, pasteurizada, no acidificada y que puede ser entera o parcialmente descremada. Como todos los quesos frescos mexicanos, su composición incluye un porcentaje elevado de agua (hasta 58 %) y por ello es altamente perecedero, de ahí que tiene que conservarse bajo refrigeración desde el momento de su elaboración (SAGARPA, 2014).



b. *Queso Panela Artesanal*

La palabra artesano o artesanal implica que un queso es producido principalmente a mano, en lotes pequeños con atención particular del quesero por procesos tradicionales, utilizando la menor cantidad posible de procesos mecánicos en la producción del mismo. Estos quesos pueden ser fabricados a partir de todos los tipos de leche y pueden incluir varios sabores (Domínguez, 2011).

Es elaborado a partir de leche fluida, de vaca o de cabra, fundamentalmente cruda, con el empleo mínimo de aditivos: cuajo, sal y eventualmente cloruro de calcio. Poseen una fuerte raíz histórica nacional, ya que se elaboran desde tiempos coloniales o datan de algunas décadas, por lo menos (Villegas & Cervantes, 2011).

Es de color blanco, sabor a leche dulce y toma forma de canasta. Aunque es producido principalmente de leche de vaca, el queso panela puede ser ocasionalmente producido de leche de oveja o de cabra o una mezcla de las dos (González, 2016).

Los quesos panela artesanales, son aquellos que tienen un proceso de manufactura que emplea relativamente mucha mano de obra y escasa maquinaria, cuyos procesos no son estandarizados, que maneja bajos volúmenes de producción y cuya tecnología empleada normalmente es obsoleta, aunque funcional. Se realiza en unidades de producción pequeñas y generalmente mal planeadas (Cervantes & Villegas, 2012).

1.2.2.1 *Composición química y aporte nutricional*

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche; a excepción de la lactosa, los otros componentes se encuentran más concentrados que en esta, como se muestra en la tabla 6. Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo (Ramírez & Vélez, 2012).



Tabla 6. Composición química y aporte nutricional de queso panela

Propiedad	Porcentaje (%)
Humedad	58
Grasa	15
Proteína	20
Ceniza	3
Lactosa	4
Valor nutrimental (kcal/100g)	255 ± 37

Fuente: Ramírez, C., & Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que determinan su calidad. *Temas selectos de Ingeniería en Alimentos*, 6(2). Recuperado el 18 de Febrero de 2017, de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>

El queso es un alimento altamente nutritivo y versátil que puede jugar un papel importante en una dieta balanceada. A diferencia de los demás productos lácteos, el consumo per cápita de queso se ha incrementado y en el mundo tienen una imagen positiva en los mercados internacionales. El valor nutricional de este, depende en gran parte de su composición la cual es determinada durante su manufactura; es una gran fuente de proteína, vitaminas y calcio (Connor & Brien, 2004). Además, contiene una gran concentración de nutrientes esenciales relacionados a su contenido energético (aminoácidos esenciales por ejemplo fenilalanina y glicina, ácidos grasos saturados por ejemplo diacilglicerol) ; el contenido de nutrientes, como las vitaminas, son influenciados por el tipo de leche usada (raza, época de lactancia, alto y bajo contenido de grasa). En general, la mayoría de los quesos son buenas fuentes de vitamina A, riboflavina, vitamina B₁₂ y en menor medida folato (Holland, et al, 1990).

a. Proteínas

La concentración de proteína en varios quesos es de 3 a 40% aproximadamente, dependiendo del tipo de queso. La proteína que predomina mayormente en el queso es la caseína, específicamente α y β (Robinson & Wilbey, 2002). Como la caseína es ligeramente deficiente en aminoácidos que contienen azufre, el valor biológico de la proteína en queso es ligeramente menor a la proteína en la leche (Fox, et al, 2000).



b. Carbohidratos

El queso contiene solo trazas de carbohidrato residual, primeramente, lactosa. La lactosa residual en la cuajada del queso es normalmente fermentada a ácido láctico por las bacterias iniciadoras durante la fabricación (Fox, et al, 2000).

c. Grasa

En el queso, la grasa juega varias funciones importantes: afecta, por ejemplo, la firmeza del queso, adhesividad, la textura y sabor, la grasa también contribuye significativamente en las propiedades nutricionales del queso. La clase cuantitativamente más importante de lípidos del queso, son los triglicéridos, sobre los que actúan las lipasas dando diglicéridos, monoglicéridos y finalmente ácidos grasos libres. Sin embargo, muchas bacterias son incapaces de degradar los triglicéridos, de forma que, a menos que se halle presente un sistema para liberar mono- y diglicéridos, el nivel de ácidos grasos libres en el queso permanece bajo (Fox, et al, 2000).

d. Humedad

El queso es el resultado de la concentración selectiva de la leche. El agua se elimina en una proporción distinta en cada variedad, arrastrando con ella una parte de los elementos solubles y de las proteínas no coaguladas que contienen la leche. El agua que queda retenida en el queso desempeña un papel muy importante: es esencial para el desarrollo de los microorganismos y determina la velocidad de las fermentaciones, el tiempo de conservación, la textura del queso y el rendimiento del proceso de elaboración (González, 2010).



1.2.2.2 Proceso de obtención

En la figura 2 se muestra el diagrama general de proceso de elaboración de queso panela, con sus condiciones y tiempos correspondientes.

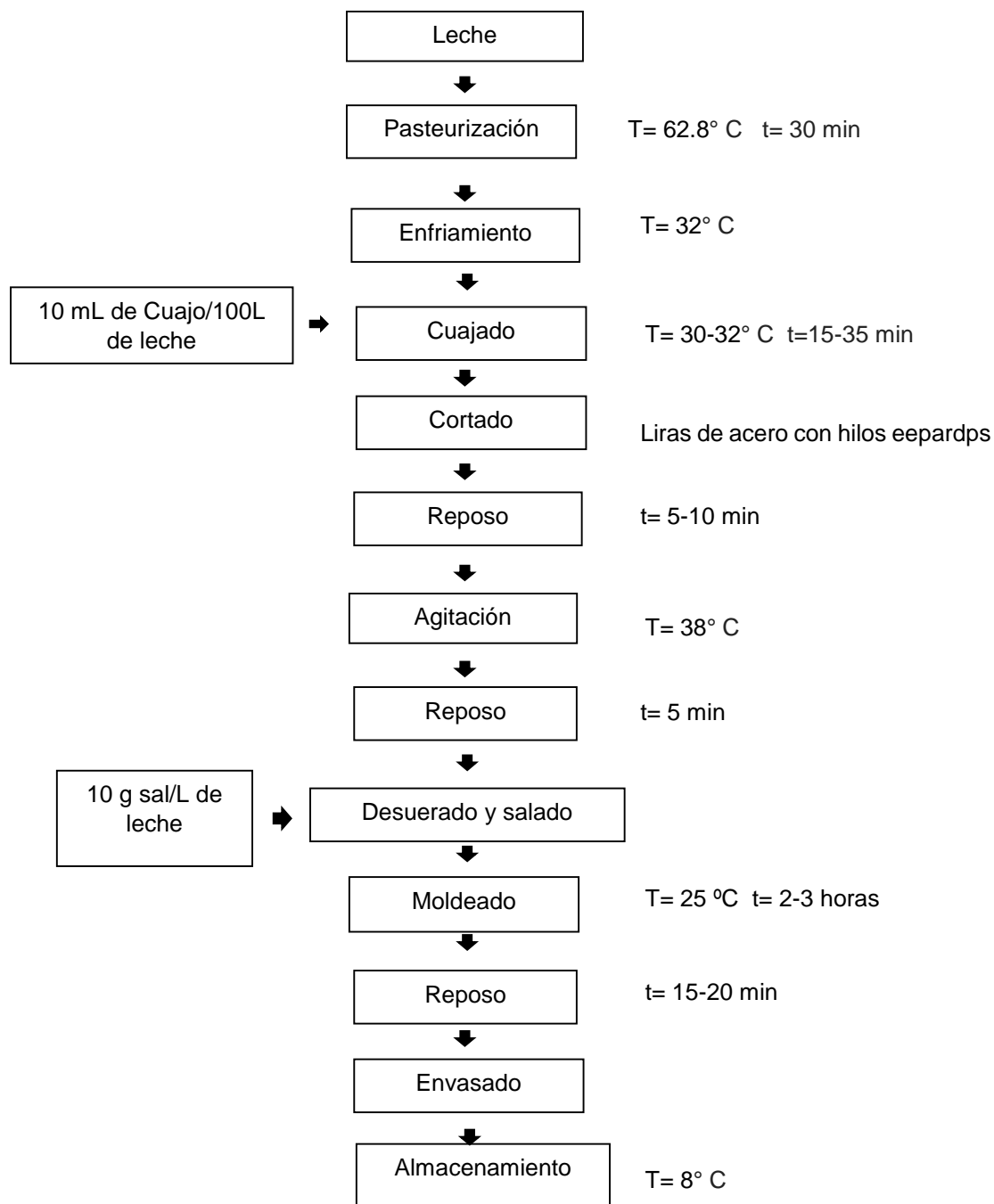


Figura 2. Diagrama del Proceso de Elaboración del queso panela

Fuente: SAGARPA. (2014). Elaboración de Queso tipo Panela y Oaxaca. Recuperado el 16 de Febrero de 2017, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos.pdf>



A continuación, se describe cada etapa del proceso de elaboración del queso panela de forma detallada, así como las condiciones a las que se tiene que llevar acabo y la cantidad recomendada de los componentes del mismo.

a. Pasteurización de la leche

La pasteurización es un proceso térmico que se realiza para eliminar los microorganismos patógenos presentes en la leche, sin alterar las propiedades físicas y químicas de ésta. Actualmente la pasteurización se realiza acorde a la infraestructura lenta (62.8°C durante 30 minutos) o rápida (71.7°C durante 15 segundos con equipos sofisticados).

b. Enfriamiento

Después de la pasteurización, la leche debe ser enfriada hasta 32°C para la aplicación del cuajo. Es importante que, durante la pasteurización y el enfriamiento, se agite de manera constante la leche para favorecer la evaporación de gases que generan sabores y olores desagradables en el queso.

c. Cuajado

El cuajo se aplica una vez que la temperatura de la leche se fija en 30-32°C. La concentración recomendada de cuajo por SAGARPA es de aproximadamente de 10mL de cuajo fuerza 1:10,000 por cada 100 litros de leche; la leche se agita brevemente para distribuirlo bien y se deja reposar. Para determinar el momento óptimo de cuajado se introduce un cuchillo en la cuajada; si el cuchillo sale totalmente limpio, la cuajada está lista para cortarse (entre 15 y 35 minutos).

d. Cortado

Se recomienda que el corte de la cuajada se haga con liras de acero inoxidable con una separación entre hilos de 1cm, horizontales y verticales (Battro, 2010). El corte mejora la consistencia de la cuajada. Se debe realizar primero en forma horizontal y luego en forma vertical. A la cuajada que ha sido cortada se le llama grano. En esta fase se obtienen dos productos: el grano y el suero.



e. Reposo

Después de haber sido cortada la cuajada, se deja reposar de 5 a 10 minutos.

f. Agitación

Se agita 5 minutos muy suavemente y se inicia el calentamiento hasta 38 °C, lentamente: lo ideal es 1°C cada 5 minutos, para darle textura a la cuajada.

g. Reposo

Después de la agitación se deja reposar 5 minutos más.

h. Desuerado y salado

El suero se retira casi en su totalidad. La cuajada se junta en un extremo del recipiente que la contiene y se muele con las manos. En seguida se agrega la sal, cuidando que quede bien distribuida.

i. Moldeado

Los moldes pueden ser canastos o moldes de plástico con forma de canasto u otra forma. Generalmente los canastos son de 2 kilos. Bien llenos los canastos, se dejan escurrir de 15 a 20 minutos a temperatura ambiente. Se voltean los quesos y se dejan reposar por un periodo de 2 a 3 horas.

j. Envasado

Se envasan en bolsa de plástico

k. Almacenamiento

Se guarda en refrigeración a 8° C. El rendimiento de queso Panela es aproximadamente de 15 kilos por cada 100 litros de leche tratada, por el alto contenido de humedad en este tipo de queso.



1.2.2.3 Principales productores en México

La producción y el consumo de queso en el mundo son actividades muy concentradas; en el planeta se produjeron 14 619 mil toneladas de queso en 2009, de las cuales 78.4 % del total fueron elaboradas por EE. UU. (4595 mil toneladas) y la Unión Europea (6870 mil toneladas); la industria mexicana de queso (152 mil toneladas) es marginal y únicamente aportó alrededor de 1% de la producción mundial. En lo relativo al consumo *per cápita*, en México éste es de 2.1kg de queso por año, menor al global, que es de 2.5kg, aunque hay países, como Grecia y Francia, en los que un habitante promedio ingiere más de 20kg de este alimento al año (Cesín & Vargas, 2014).

El continuo proceso de apertura comercial llevado a cabo por México para derivados lácteos y quesos, ha influido para la formación de tres grupos de empresas: transnacionales (grandes consorcios), nacionales y familiares o artesanales, cada grupo con diferente producción, objetivos, estrategias, tecnologías y productos. En México se puede clasificar a la agroindustria quesera en tres estratos, de acuerdo al volumen procesado diariamente (Alonso, 2015):

- ✓ Pequeña: trasforma volúmenes menores de 2,000 litros al día.
- ✓ Mediana: procesa más de 2,000 a 20,000 litros al día.
- ✓ Grande: industrializa volúmenes de leche mayores a 20,000 litros al día.

México es el tercer productor de queso artesanal del continente americano, ya que desde hace más de 180 años se elaboran 60 estilos del producto. Del mundo existen al menos 6 mil recetas de quesos artesanales, y muy particularmente en México la panela, el Cotija de origen, la bola de Ocosingo y el adobero, son indispensables en nuestra cultura gastronómica. Además, cada día crece la demanda de los quesos artesanales por los consumidores que buscan los productos gourmet, cuyo sabor y calidad, garantizan una experiencia única al paladar y cabe destacar que existen alrededor de 100 quesos artesanales en toda la república mexicana (Corral, 2014).

Por otro lado, las empresas más destacadas en la producción de quesos y demás derivados lácteos se ubican en el norte del país y en los estados de México, Jalisco, Guanajuato y Querétaro; no obstante, hay algunas regiones o zonas especializadas en la producción de quesos artesanales, siendo: Tulancingo, en Hidalgo; San José de



Gracia, en Michoacán; la región sur de Tlaxcala-Puebla; la Costa de Chiapas; las Colonias Menonitas, en Chihuahua y estados de la Sierra madre oriental de los cuales destacan Coahuila, Nuevo León e Hidalgo (INEGI, 2017).

Sin embargo, las queserías artesanales censadas por INEGI se deben sumar a un gran número de unidades informales. Según la Comisión Federal para Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), tan solo en el estado de Chiapas existen alrededor de 600 queserías, pero sólo 109 de agroindustria lechera (incluyendo todo tipo de lácteos, excepto helados) están censadas por INEGI; además, estar censado no significa siempre ser formal. Aunque las queserías informales más grandes son cercanas a la formalidad, pero por sus procesos artesanales, se clasifican en la economía informal (Cesín & Vargas, 2014).

1.2.3 Microorganismos patógenos en quesos artesanales que generan ETA

Las enfermedades transmitidas por alimentos son afecciones que sufre un individuo por ingerir agua o productos alimenticios contaminados. Las ETA se pueden clasificar en infecciones, intoxicaciones y toxico infecciones. En la tabla 7 se muestra los microorganismos que producen infecciones y toxico infecciones que pueden estar presentes en los quesos frescos artesanales.

Tabla 7. Microorganismos patógenos en quesos artesanales que generan ETA

	Características	Patogenia/Alteración	Fuente de Contaminación
<i>Staphylococcus aureus</i>	Es una bacteria Gram-positiva, mesófila, anaerobia facultativa, con agrupación característica en racimos, cadenas cortas o diplococos, cuyo hábitat natural son las vías respiratorias	La intoxicación estafilocócica no es considerada como una enfermedad grave; sin embargo, se han presentado muertes, principalmente en ancianos y niños. Su grado de severidad depende de la cantidad de enterotoxina	Este microorganismo se encuentra en la leche a niveles bajos. La leche de vaca procedente de animales con mastitis es una



	Características	Patogenia/Alteración	Fuente de Contaminación
<i>Staphylococcus aureus</i>	especialmente la nariz y la garganta, así como la superficie de la piel de seres humanos y otros mamíferos.	ingerida, y los síntomas que pueden presentarse dentro de 1 a 6 horas son: náuseas, vómito, dolor abdominal y diarrea. Síntomas que no persisten más allá de las 24 horas son: dolor de cabeza, disnea (menos frecuente), en casos severos deshidratación, descompensación electrolítica, y muerte en casos raros.	fuente muy importante de cepas enterotoxigénicas de <i>Staphilococos aureus</i> . Se destruye por pasteurización y se inhibe por la fermentación láctica.
<i>Salmonella spp.</i>	La <i>salmonella</i> es un género de la familia enterobacteriaceae, son bacilos Gram-negativos, anaerobios facultativos, no forman endosporas y la mayor parte son móviles (poseen flagelos peritricos) excepto <i>Salmonella pullorum</i> y <i>Salmonella gallorum</i> , poseen frimbrias y pilis, su metabolismo es oxidativo fermentativo de la glucosa, suelen producir ácido sulfhídrico y gas.	Las salmonelas invaden el intestino delgado (salmonelosis), donde se multiplican, después atraviesan la sección final del intestino delgado (íleon) y en menor grado el colon, donde se produce una reacción inflamatoria. Los ganglios meséntricos con frecuencia se inflaman, a veces atraviesan las barreras mucosa y linfática, llegan a la corriente sanguínea y originan abscesos en varios tejidos, provocando ritmo cardíaco lento, dolor de cabeza, dolor abdominal, dolor y espasmos musculares, náuseas,	El microorganismo está presente en el medio ambiente, procede del tracto intestinal animal, ya sea doméstico o salvaje, donde puede encontrarse sin causar ningún tipo de enfermedad aparente. Uno de los factores que más afecta al crecimiento de <i>Salmonella</i> es la actividad de agua. Se desarrollan bien a valores de aw de 0.93 a 0.999 y pueden sobrevivir.



	Características	Patogenia/Alteración	Fuente de Contaminación
<i>Salmonella spp.</i>		vómito, estreñimiento, diarrea acuosa, diarrea sanguinolenta,	
Bacterias Coliformes	Bacterias aerobias o facultativas anaerobias pertenecientes a los géneros <i>Escherichia</i> , <i>Cloaca</i> , <i>Klebsiella</i> y <i>Citrobacter</i> , gram negativas, no formadoras de esporas, forma bacilar y que fermentan la lactosa con la producción de ácido y gas en 48 horas a 35°C para coliformes totales y 44.5°C para coliformes fecales.	manchas rosadas en abdomen tórax. Las cepas de <i>Escherichia coli</i> enteropatógena son causa de epidemias de diarrea infantil. <i>E. coli</i> enterotoxigénica origina brotes semejantes a los del cólera; la enfermedad se conoce como diarrea del “turista” o viajero. El grupo de <i>E. coli</i> enteroadherente se identifica como agente causal de diarrea acuosa. Son perjudiciales para los quesos frescos en curso de desuerado, ya que provocan el hinchamiento de la pasta y agrietado.	años en alimentos con aw baja. Pueden estar presentes debido a manejos higiénicos deficientes como prácticas objetables en la elaboración de un alimento y bajo grado de polución del agua.
Hongos	<i>Mohos</i> : organismos eucariontes, esporulados, carentes de clorofila, que se reproducen sexual y asexualmente, con cuerpo filamentosos <i>Levaduras</i> : organismos unicelulares pertenecientes a los ascomicetos, se multiplican por gemación, tienen capacidad para	En hongos las micotoxinas producidas son las causantes de enfermedades en el ser humano, donde el <i>Penicillium</i> produce siete tipos de micotoxinas y el tipo “A” es la más tóxica y puede causar degeneración de los túbulos contorneados, fibrosis intersticial renal y reducción de la membrana	Por una deficiente higienización de equipos de proceso y almacenamiento; exposición de los productos al medio ambiente o por materia prima contaminada por hongos.



	Características	Patogenia/Alteración	Fuente de Contaminación
	esporular y son aerobias o anaerobias.	basal. Levaduras del género <i>Candida</i> pueden provocar fermentaciones gaseosas y sabores indeseables también formaciones pegajosas de los quesos de corteza húmeda. En los mohos, es crecimiento superficial de diversas coloraciones, viéndose implicados los géneros <i>Penicillium</i> (da coloración verde) y <i>Cladosporium</i> (verde a negra).	

Tabla compuesta de diversas fuentes:

Alais, C. (1996). *Ciencia de la Leche: Principios de técnica lechera*. México: Pearson.

Díaz, C., & González, B. (2001). *Staphylococcus aureus en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de la calidad sanitaria*. *Salud Pública y Nutrición*, 2(3). Recuperado el 20 de Febrero de 2017

S. J., & Hayes, P. R. (2012). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP*. Zaragoza: Acribia.

Gutiérrez, M., López, R., Manjarrez, E., & Molina, J. (2010). *Microbiología y parasitología médica (Tercera ed.)*. (M. Editores, Ed.) México

Hernández, M. A. (2016). *Microbiología de los Alimentos: Fundamentos y Aplicaciones en Ciencias de la Salud*. México, D.F.: Médica Panamericana.

ICMSF. (2000). *Microorganismos de alimentos (Segunda ed., Vol. 1)*. Zaragoza: Acribia S.A.

ICMSF. (2001). *Microorganismos de alimentos, ecología microbiana de los productos alimentarios (Vol. 6)*. Zaragoza: Acribia.

Mota, L., & Fernández, E. (22 de Noviembre de 2012). *Intoxicación estafilocócica por alimentos*. (Enfasis, Editor) Recuperado el 1 de Marzo de 2017, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/65372-intoxicacion-estafilococica-alimentos>

Ray, B., & Bhunia, A. (2010). *Fundamentos de Microbiología de los Alimentos*. México: McGrawHill.

Salto, I. (2013). *Identificación y cuantificación de Staphylococcus aureus en queso cotija artesanal madurado*. UNAM, México

Villegas, S. (2014). *Evaluación de la conformidad con la normatividad mexicana (NOM) de requesón artesanal elaborado en el Estado de México. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Cuautitlán Izcalli*.

Yousef, A., & Carlstrom, C. (2006). *Microbiología de los alimentos Manual de laboratorio*. Zaragoza: Acribia.

1.2.4 Adulteración en Quesos

La adulteración consiste en sustituir algún componente del queso, por algún otro que no es producto de la leche de vaca, en este tipo de modificaciones no necesariamente



representa un daño a la salud, salvo casos conocidos de alergias específicas. No obstante, constituye un engaño al consumidor y un decremento económico (UNAM, 2010).

1.3 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN LA PRODUCCIÓN DE QUESO

La higiene de los alimentos comprende el conjunto de condiciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad y salubridad de los productos alimentarios, incluida la manipulación por el consumidor desde el momento en que adquiere el alimento en un punto de venta hasta que lo prepara y consume. La seguridad alimentaria, por su parte, se logra mediante el adecuado control de la calidad de la materia prima durante su procesamiento hasta obtener un producto manufacturado óptimo, pero también es crucial lograr condiciones adecuadas de almacenamiento, transporte y manipulación del producto final en los mercados donde se comercializa. Los quesos hechos con leche sin pasteurizar parecen estar asociados con brotes de intoxicaciones alimentarias producidas en su mayoría por bacterias patógenas y su presencia puede reducirse considerablemente mediante una adecuada higiene y buenas prácticas de manufactura (Cristóbal & Maurta, 2003).

Las Buenas prácticas de manufactura (BPM), se definen como un conjunto de directrices establecidas para garantizar un entorno laboral limpio y seguro que, al mismo tiempo, evita la contaminación del alimento en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización. Incluye Normas de comportamiento del personal en el área de trabajo, uso de agua y desinfectantes, entre otros. Por lo que son una herramienta básica para obtener productos seguros para el consumo humano, ya que se basan en la higiene y la forma de manipulación de los alimentos por parte de las personas. En la fabricación de productos lácteos, al aplicar las BPM se obtienen las siguientes ventajas (FAO, 2011):

- ✓ Producir con calidad sanitaria.
- ✓ Mejorar las condiciones de higiene en los procesos de elaboración y garantizar la inocuidad.



- ✓ Competir en el mercado local.
- ✓ Mantener la imagen del producto y aumentar las ganancias.
- ✓ Tener clientes satisfechos.
- ✓ Cumplir con la ley.
- ✓ Evitar riesgos de contaminación de los productos.
- ✓ Proteger la salud de las familias.
- ✓ Cumplir con el fundamento de cualquier sistema de control y garantía

Con las BPM se procura mantener un control preciso y continuo. (Zamorán, 2007):

- ✓ Edificios e instalaciones.
- ✓ Equipos y utensilios.
- ✓ Personal manipulador de alimentos.
- ✓ Control en proceso y en la producción.
- ✓ Almacenamiento y distribución.

A continuación, en la Tabla 8 se describe cada uno de los rubros pertenecientes a las BPM.

Tabla 8. Buenas Prácticas de Manufactura en la Fabricación de Productos Lácteos

Edificios e Instalaciones
Esta sección presta atención a aspectos relacionados con la ubicación, la construcción y el diseño que deben tener los edificios, el equipo y las instalaciones de una sala de procesamiento de alimentos, desde el punto de vista sanitario es decir que eviten la contaminación de las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
Equipos y utensilios
Este rubro se enfoca al mantenimiento e higienización de los equipos y utensilios involucrados en el procesamiento del alimento en cuestión. La higiene y el cuidado de quipos son indispensables debido a que son una fuente constante y peligrosa de contaminación.



Limpieza y Desinfección

La limpieza y desinfección es la parte más importante de todas las operaciones que se realicen en el local o industria donde se fabrican quesos y otros productos lácteos. La limpieza y desinfección debe ser para el lugar de trabajo y los utensilios, así como para las personas que manipulan los insumos alimenticios, para garantizar de esa manera la calidad de los productos que se elaboran.

Control de Proceso

Este rubro tiene como finalidad, producir alimentos inocuos y aptos para el consumo humano mediante la formulación de requisitos relativos a las materias primas, la composición, la elaboración, la distribución y la utilización por parte de los consumidores, que se cumplan en la fabricación y manipulación de los productos alimenticios específicos; y la formulación, aplicación, seguimiento y examen de sistemas de control eficaces.

- ✓ Se deben tomar las precauciones razonables para asegurar que los procesos de elaboración no contribuyan a la contaminación de cualquier fuente.
- ✓ Se debe contemplar la utilización de procedimientos para examinar productos químicos, aspectos microbiológicos y materiales extraños, y monitoreo de variables críticas de los procesos

Almacenamiento y Transporte

Enfocado a proteger los alimentos de posibles fuentes de contaminación contra los daños que puedan hacerlos no aptos para el consumo; proporcionar un ambiente que permita controlar eficazmente el crecimiento de microorganismos patógenos o de descomposición y la producción de toxinas en los alimentos durante su almacenamiento y/o transporte.

Higiene Personal

Enfocado a los operadores que manipulan ingredientes de los alimentos se preparen, procesen o almacenen los productos finales, ellas deberán cumplir las normas prácticas de higiene establecidas por las empresas; las directrices principales que debe cumplir el personal son:



Higiene Personal

- ✓ Lavado correcto de manos
- ✓ Baño diario
- ✓ Uso correcto de cofia, guantes y cubrebocas

Tabla compuesta de diversas fuentes:

Bravo, F. (2012). El manejo higiénico de los alimentos, Acorde con la NOM-251-SSA1-2010. México: Limusa.

FAO. (2011). Buenas prácticas de manufactura en la elaboración de productos lácteos. Recuperado el 16 de febrero de 2017, de https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/2/13346885088330/manual2_lacteos.pdf

Forsythe, S. J., & Hayes, P. R. (2012). Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP. Zaragoza: Acribia.

NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.



2 METODOLOGÍA

PROBLEMA

Análisis de los parámetros de calidad químicos y microbiológicos de quesos panela artesanales elaborados en la Zona Metropolitana, para examinar su cumplimiento con la normatividad vigente.

OBJETIVOS

General:

Evaluar los parámetros químicos (humedad, minerales, proteína, grasa y carbohidratos) y microbiológicos (Mesófilos aerobios, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, hongos y coliformes fecales) de siete diferentes quesos panela artesanales elaborados en la Zona Metropolitana, en base a los métodos oficiales, para determinar su cumplimiento conforme a la legislación mexicana.

Particulares

1. Determinar las propiedades químicas (humedad, proteína, grasa, minerales, carbohidratos) de siete diferentes quesos panela artesanales, mediante un Análisis Químico Proximal (AQP), para verificar su cumplimiento con la NMX-F-742-COFOCALEC-2011.
2. Determinar la calidad microbiológica de siete diferentes quesos panela artesanales, a través de análisis microbiológicos de hongos, mesófilos, coliformes totales y fecales, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp* para examinar su cumplimiento con la NOM-243-SSA1-2010.
3. Determinar la posible adulteración de siete diferentes quesos panela artesanales, elaborados en el área metropolitana, a través de la determinación de presencia de Almidón en los quesos.

2.1 CUADRO METODOLÓGICO

A continuación, en la figura 3 se muestra el cuadro metodológico donde se resumen a manera esquemática los materiales y métodos que se llevaron a cabo durante la etapa experimental del proyecto, así como el problema de investigación y objetivos desarrollados.

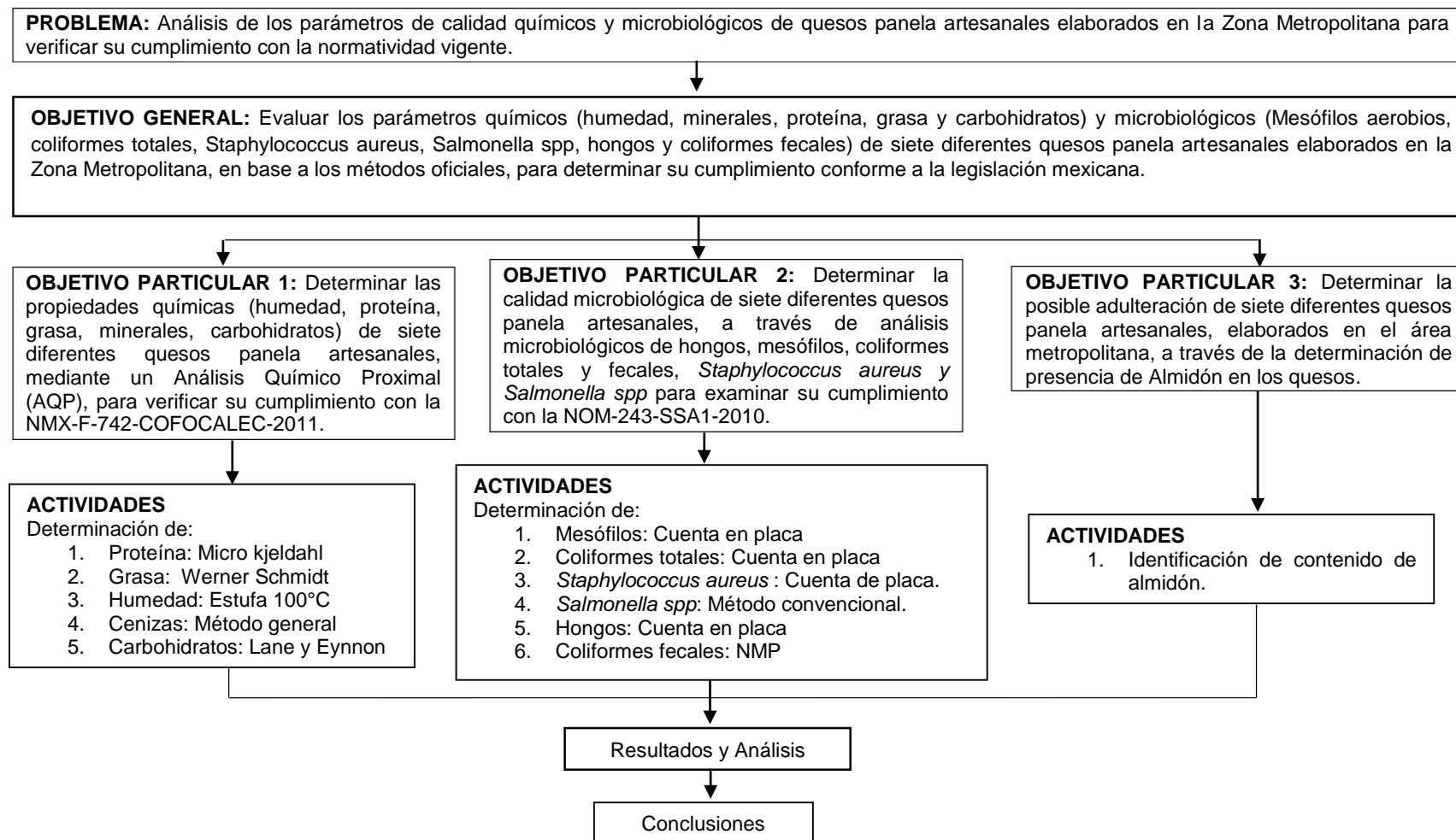


Figura 3. Cuadro metodológico

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado, se muestran las determinaciones que fueron realizadas a los quesos panela artesanales para saber su composición química y microorganismos presentes en los mismos.

2.2.1 Determinación de propiedades químicas en los quesos (AQP)

Para conocer la composición química de los quesos, se realizaron análisis de humedad, minerales, proteína, grasa y carbohidratos. Las siete muestras de quesos fueron analizadas por triplicado de acuerdo a la normatividad vigente correspondiente, como se muestra en la tabla 9, donde se encuentra el método que se usó, así como su referencia.

Tabla 9. Técnicas de Análisis Químico Proximal (AQP)

Componente	Técnica	Referencia
Humedad	Estufa (T=100 °C)	NOM-116-SSA1-1994
Minerales	Método General (T=550°C)	NMX-F-701-COFOCALEC-2004
Proteína	Micro-Kjeldahl	NOM-086-SSA1-1994
Grasa	Werner Schmidt	NMX-F-427-NORMEX-2006
Carbohidratos	Lane & Eynon	NOM-155-SCFI-2012

Los métodos fueron seleccionados de acuerdo con el tipo de alimento que se escogió estudiar en este proyecto, tomando en cuenta todas las características o factores que pudieran influir en el procedimiento de ellos.



2.2.2 Determinación de la calidad sanitaria en los quesos

Se realizaron análisis microbiológicos en los distintos quesos panela artesanales adquiridos, con la finalidad de conocer su calidad sanitaria y el cumplimiento de los requerimientos de la normatividad mexicana; para lo cual se efectuaron conteos de los microorganismos, indicados en la Tabla 10.

Tabla 10. Técnicas de Análisis Microbiológico

Microorganismo	Técnica	Referencia
Mesófilos aerobios	Cuenta en Placa	NOM-092-SSA1-1994
Coliformes totales	Cuenta en Placa	NOM-113-SSA1-1994
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cuenta en Placa	NOM-243-SSA1-2014
<i>Salmonella spp</i>	Método convencional	NOM-210-SSA1-2014
Hongos	Cuenta en Placa	NOM-111-SSA1-2010
Coliformes Fecales	NMP	NOM-112-SSA1-1994

2.2.3 Determinación de posible adulteración en los quesos

2.2.3.1 Identificación de almidón por la prueba de Lugol

El lugol es una disolución acuosa de yodo y yoduro potásico que sirve para averiguar si, en una disolución de azúcares no reductores (reacción de Fehling negativa), existe el polisacárido almidón (prueba de Lugol positiva). El almidón es una mezcla de amilosa y amilopectina. Cuando el almidón se pone en contacto con unas gotas de lugol, toma un color azul-violeta característico (la amilosa se colorea de azul oscuro a negro y la amilopectina se colorea entre naranja y amarillo). Se trata de una reacción no química, en la que se forma un compuesto de inclusión del yodo en el interior de las hélices de la amilosa. Esta inclusión es reversible y está condicionada por la temperatura (Castillo, 2013).



UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DONDE SE ADQUIRIERON LAS MUESTRAS

A continuación, se muestran los lugares donde se adquirieron las muestras de queso panela artesanal analizados, los cuales fueron tomados de manera aséptica mediante un muestreo aleatorio simple, posteriormente se transportaron al laboratorio en una hielera para mantener una temperatura de refrigeración (4 a 8 °C) para controlar contaminación cruzada y desarrollo de microorganismos, y poder evaluar su carga microbiana correctamente. En la tabla 11 se muestra que número de queso se le asignó y el lugar de procedencia.

Tabla 11. Ubicación Geográfica de las muestras adquiridas

Queso Panela Artesanal	
Muestra	Lugar de Compra
Queso 1	Villa Nicolás Romero/Mercado 29 junio
Queso 2	Villa del Carbón/Plaza del centro
Queso 3	Cuautitlán Izcalli/Santa María las Torres
Queso 4	Cuautitlán Izcalli/Fidel Velázquez
Queso 5	Tlalnepantla/Tequexquináhuac
Queso 6	Azcapotzalco/El Rosario
Queso 7	Cuautitlán Izcalli/Zona de Bancos

El queso 1 que fue la primera muestra que se consiguió, se compró en el mercado 29 de junio en Villa Nicolás Romero, este mercado es un lugar establecido y su construcción (techo y paredes) es a base de lámina. El queso estaba empacado en bolsa de plástico y se encontraba en refrigeración.

Figura 4. Queso 1 Mercado 29 de junio, Villa Nicolás Romero





El queso 2 se adquirió en la plaza del centro de Villa del Carbón, este lugar también cuenta con un lugar establecido para su venta, el material con el que está construida la plaza es con concreto. El producto no se encontraba en refrigeración antes de su venta, ya que estaba a la vista del público y estaba en una presentación de 500g y empackado correctamente en una bolsa de plástico.

Figura 5. Queso 2 Plaza del centro, Villa del Carbón



El queso 3 se obtuvo de un mercado ambulante que se encuentra en la colonia Santa María Las Torres en Cuautitlán Izcalli. Debido a que no cuenta con un lugar establecido para su venta, tanto los quesos como los demás productos que se encontraban a la venta no estaban en refrigeración. La presentación del queso era mayor a dos kilogramos, por lo tanto, el queso se encontraba abierto y preparado para cortar en pequeñas porciones.

Figura 6. Queso 3 Santa María las Torres, Cuautitlán Izcalli





Por su parte el queso 4 se consiguió en un mercado ambulante en la colonia Fidel Velázquez en Cuautitlán Izcalli, este punto de venta sólo era una mesa en donde se encontraban los quesos sin refrigeración, y estaban todos en presentación de 500g empacados en bolsa de plástico.

Figura 7. Queso 4 Fidel Velázquez, Cuautitlán Izcalli



Queso 5 se obtuvo en un mercado ambulante en la colonia Tequexquináhuac en el municipio de Tlalnepantla, aquí los quesos se encontraban sin refrigeración, en una mesa de madera cubierta por un mantel de plástico colocados en una charola de aluminio, todos en presentación de 500g empacados en bolsa de plástico.

Figura 8. Queso 5 Tequexquináhuac, Tlalnepantla





El queso 6 se consiguió de igual manera en un mercado ambulante en el Rosario en el municipio de Azcapotzalco, los quesos que estaban a la venta se encontraban dentro de una hielera, y en presentación de 500g, empacados en bolsas de plástico.

El queso 7 se obtuvo de un mercado ambulante en Infonavit Centro, Cuautitlán Izcalli, éste tampoco se encontraba en refrigeración, aunque si estaba empacado en bolsa de plástico.

Figura 9. Queso 7 Infonavit Centro, Cuautitlán Izcalli





3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS QUESOS (AQP)

En la tabla 12 se muestran los promedios de las repeticiones realizadas a las muestras de cada componente (Proteína, carbohidratos, minerales, humedad y grasa) que se obtuvieron a través del Análisis Químico Proximal, a estos resultados se les realizó un análisis comparativo de las medias para ver su conformidad con la NMX-F-742-COFOCALEC-2010, reportado en el Manual de Aseguramiento de Calidad para pequeñas industrias artesanales elaboradas de productos lácteos tipo queso panela, asadero y Oaxaca de Mario Rojo del 2014. Las dos últimas columnas muestran los valores que se tomaron como referencia para el análisis estadístico, la penúltima columna es la composición encontrada bibliográficamente, de la cual se tomó como referencia el porcentaje de carbohidratos y minerales aproximado en un queso panela artesanal, ya que en la norma no se especifican estos dos componentes, mientras que la última columna contiene los porcentajes mínimos y máximos de proteína, humedad y grasa que están especificados en la Norma Mexicana NMX-F-742-COFOCALEC-2010

Tabla 12 Resultados de composición química

Componente	Queso 1	Queso 2	Queso 3	Queso 4	Queso 5	Queso 6	Queso 7	Queso panela referencia	NMX-F-742-COFOCALEC 2010
Humedad %	54,43 ^{bc}	55,65 ^b	48,8 ^d	47,35 ^{cd}	52,08 ^{cd}	63,01 ^a	50,95 ^{bc}	58	58 máx ^{cd}
Proteína %	22,71 ^c	24,65 ^{bc}	22,56 ^c	28,57 ^a	23,38 ^c	19,69 ^d	26,28 ^b	20	18 mín ^d
Grasa %	18,02 ^{ab}	13,57 ^{bc}	22,37 ^{ab}	19,06 ^{ab}	19,22 ^a	10,98 ^c	17,86 ^{ab}	15	20 mín ^a
Carbohidratos %	2,34 ^d	1,83 ^e	2,64 ^{bc}	1,22 ^f	2,76 ^b	2,56 ^c	1,77 ^a	4 ^B	No especifica
Minerales %	2.5 ^{ef}	4.3 ^a	3.63 ^c	3.80 ^b	2.56 ^e	3.67 ^{bc}	3.14 ^d	3 ^B	No especifica



Por otro lado, las columnas están identificadas por el número de muestra de cada queso y muestran promedios obtenidos a partir del análisis químico proximal hecho a cada componente de los quesos panela artesanales. Fue realizado a las muestras el análisis estadístico de Tukey a un nivel de 95% de significancia, las cuales se muestran en la tabla, subíndices iguales, indican muestras iguales.

Acorde al tratamiento estadístico realizado con los resultados de los análisis a los 7 quesos panela artesanales, la muestra número 5 cumple con la normatividad vigente, debido a que es la que más se acerca a las especificaciones marcadas para este tipo de queso.

En cuanto al contenido de humedad, todos los quesos cumplieron con el porcentaje normado de 58%, a excepción de la muestra 7, el resto de los quesos no cumple con la especificación. Los factores que pueden afectar son: la forma de realizar la coagulación y desuerado; estas dos operaciones determinan el contenido de agua, por otro lado, la composición de la leche utilizada es la que determina el contenido de materia grasa y secundariamente, el contenido de agua (Alais, 1996). Como se puede observar en la tabla 12, el queso que mostró un mayor contenido de humedad fue el 6 adquirido en Azcapotzalco con 63.1%, lo especificado por la norma es máximo un 58% de humedad, por lo que éste lo sobrepasa, y de acuerdo al tratamiento estadístico que le fue realizado, tiene gran diferencia significativa, separándose notablemente de los demás valores obtenidos. Al contener 5% más agua que el máximo establecido, esto puede deberse a un mal prensado incompleto intencionado, que cae en la categoría de adulteración.

Las proteínas de la leche tienen un gran interés desde el punto de vista nutritivo. Las más importantes de la leche son la caseína y las proteínas del suero (albúmina y globulina). La caseína es la proteína más abundante de la leche, representa aproximadamente entre el 77% y el 82% de sus proteínas totales. Por la acción del cuajo o de ácidos, la caseína coagula. Esta propiedad se aprovecha para la producción de queso y cuajada (Moreiras, et al, 2003). Como se puede observar en la tabla 12, todos los quesos tienen un porcentaje mayor al mínimo especificado en la norma, por lo tanto, todos cumplen ya que ésta indica que el mínimo de proteína es de 18% y todas las muestras se encontraron por encima de este porcentaje, siendo el queso número 4 el que tenía un mayor porcentaje con 28.57% de proteína, pero viéndose ligeramente disminuidos sus otros componentes.



Las grasas son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, con predominio del hidrógeno. La grasa de la leche aún en poca proporción, tiene una gran influencia en la elaboración del queso, ya que contribuye a su aroma y color (Madrid, 1994). En la tabla 12 se muestra que el porcentaje mínimo de grasa que debe contener un queso de acuerdo a COFOCALEC es de 20%, y la única muestra que cumple con ello es el queso número 3 con un 22.37%, estando los demás quesos fuera del cumplimiento de la NMX, siendo el queso 6 el más bajo en grasa con un 10.98% de grasa en su composición. El contenido resultado en este queso, puede ser el resultado del alto contenido de agua que disminuye proporcionalmente el contenido de otros componentes.

El contenido en hidratos de carbono de los quesos está constituido por la lactosa o azúcar de la leche. Por otra parte, el suero arrastra casi toda la lactosa de la leche, por lo que, su presencia en los quesos es muy reducida (Madrid, 1994). En la tabla 12 se pudo observar que efectivamente el componente que se encuentra en menor porcentaje en los quesos son los carbohidratos. Debido a que en la norma no se especifica ni el máximo ni el mínimo contenido de estos, se encontró una composición tipo, reportada por el autor Rojo (2014) que se asemeja a los valores de la norma y se tomó como referencia para las cenizas y los carbohidratos, sólo para observar el rango en el que se encuentra el queso panela artesanal. Las variaciones en esta especificación pueden deberse a un proceso de prensado inadecuado que deja mayor contenido de suero en los quesos y por ende lactosa, ya que el queso panela es un queso fresco, y la lactosa no es digerida por ningún microorganismo como sucede en los quesos madurados.

Finalmente, las sales minerales de la leche tienen parte importante en la coagulación de la leche y además juegan un papel en el control de la textura del queso (Lucey, 1993). El contenido de sales de la leche no llega al 1% de su composición total, pero aun así es de gran importancia. Las sales en la leche se encuentran disueltas o formando compuestos con la caseína. Las más numerosas son calcio, potasio, sodio, magnesio, etc (Madrid, 1994). Los valores obtenidos de cenizas mostrados en la tabla 12, fueron cercanos a los porcentajes encontrados por Rojo (2014), lo cual nos indica que el contenido de cenizas de los siete quesos es el usual en este tipo de alimento.



3.2 CALIDAD SANITARIA DE LOS QUESOS (ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS)

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos de los conteos microbiológicos realizados a las muestras de queso panela artesanal, donde los conteos en placa se expresan en unidades formadoras de colonias (UFC/g), y en la determinación de patógenos se expresó como ausencia o presencia en los quesos; con respecto a los coliformes fecales se expresaron como NMP/g y negativo para el caso de ausencia en la muestra, como lo indica la NOM-243-SSA1-2010 y de acuerdo a ésta, se realizó un estudio comparativo estadístico Tukey de las medias obtenidas de los conteos microbiológicos, para establecer diferencias significativas entre los quesos y con respecto al límite máximo permitido especificado por la NOM-243-SSA1-2010 para productos lácteos.

Tabla 13. Resultados de la presencia de microorganismos indicadores en los quesos panela artesanales

Muestra	Indicadores Sanitarios					
	UFC/g				<i>Salmonella spp.</i>	Coliformes Fecales (NMP/g)
	Mesófilos Aerobios	Coliformes Totales	Mohos y Levaduras	<i>S. aureus</i>		
Límite Máximo permitido	1x10 ⁷ ^D	1x10 ² ^C	5x10 ² ^C	1x10 ³	Ausente en 25g de M	1x10 ¹
Queso 1	6x10 ⁴ ^D	1x10 ¹ ^C	2x10 ¹ ^C	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 2	6x10 ⁷ ^B	7x10 ⁵ ^C	1x10 ⁴ ^B	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 3	3x10 ⁷ ^C	9x10 ⁶ ^A	8x10 ² ^C	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 4	9x10 ⁷ ^A	5x10 ⁶ ^B	4x10 ³ ^{BC}	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 5	3x10 ³ ^D	3x10 ¹ ^C	1x10 ¹ ^A	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 6	9x10 ⁷ ^A	2x10 ⁴ ^C	9x10 ⁴ ^A	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo
Queso 7	3x10 ⁵ ^D	8x10 ³ ^C	1x10 ¹ ^C	Ausente	Ausente en 25g de M	Negativo

Con respecto a los resultados plasmados en la tabla 13, las letras de la **a-d** indican las diferencias significativas de las medias de cada uno de los conteos con respecto al límite máximo permitido con el método de Tukey para el cual se realizó en primera instancia un análisis estadístico ANOVA con un nivel de significancia (α) de 0.05, en el cual resultó un valor P igual a cero y por ende menor a α indicando diferencias significativas entre medias



por lo que se realizó la prueba a posteriori de Tukey. En seguida se muestra a mayor detalle el comparativo estadístico entre los quesos panela para cada uno de los conteos microbiológicos, así como la comparación de cada una de las muestras con el límite máximo de UFC/g permitido por la NOM-243-SSA1-2010.

Con base en las comparaciones del método Tukey, las UFC/g de bacterias mesófilas aerobias de los quesos 4 y 6 no tienen diferencias significativas, así como las medias de los quesos 1, 5 y 7. Por el contrario los quesos 2 y 3 presentan diferencias significativas con respecto a las demás muestras. En el análisis estadístico se tomó como factor 8 la especificación de UFC/g que estable la normatividad; por lo que se puede concluir que el queso 1, 5 y 7 presentan una menor diferencia con el criterio microbiológico establecido. También se puede observar que el queso 6 es el que muestra una mayor contaminación por dichas bacterias y que los quesos 1, 5 y 7 son los que presentan un valor por debajo del límite máximo permitido por la norma, además de que son similares entre sí como se comprobó en la comparación de Tukey. Aunque las condiciones de almacenamiento y lugar de venta no fueron las más adecuadas, hablando de temperatura, exposición al medio ambiente etc, en los quesos 5 y 7, su menor contenido bacteriano pudo deberse a las buenas prácticas durante su proceso de elaboración y/o también al origen adecuado de las materias primas empleadas para el queso.

Por otro lado, los quesos 2, 3, 4 y 6, presentaron un gran número de bacterias aerobias mesófilas, se consideran inadecuados para el consumo, aunque estos microorganismos no sean conocidos como patógenos y no hayan alterado de forma apreciable los caracteres organolépticos del alimento; este recuento puede indicar que los quesos fueron elaborados con materia prima contaminada o el proceso de fabricación fue inadecuado, además de que los quesos por su composición química son un medio idóneo para la proliferación de bacterias importantes en la descomposición de un comestible, también pudo deberse a su elevada velocidad de crecimiento o que al no expender los quesos refrigerados, como es el caso de los quesos 2, 3 y 4, donde cabe mencionar que el queso 3 estaba totalmente a la intemperie, por lo que el desarrollo de bacterias mesófilas se dio más sin embargo, el queso 6, a pesar de estar dentro de la hielera para su venta y dentro de una bolsa, su contenido microbiano fue elevado, a lo cual se le atribuye alguna de las causas anteriormente mencionadas. Es importante resaltar que los quesos no sólo no estaban refrigerados, sino que estaban expuestos a la intemperie y con ello a contaminación del medio ambiente. El



recuento puede indicar también condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura en la etapa de pasteurización de la leche y almacenamiento de los quesos (ICMSF, 2000).

Las alteraciones que pueden ser detectadas por el olor, el gusto o el aspecto, en la mayoría de los alimentos contienen más de 10^6 microorganismos por gramo (revisado por Elliott y Michener, 1961). Algunos alimentos pueden ya ser inaceptables cuando contienen 10^7 bacterias por gramo, pero un número reducido de ellos se consumen aun cuando la población bacteriana alcanza los 10^8 /gramo.

En cuanto al comparativo Tukey para los conteos microbiológicos de Coliformes Totales, mostro que entre los Quesos 1, 2, 5, 6 y 7 no hay diferencias significativas; y que en los Quesos 3 y 4 presentan diferencias significativas entre sí y con respecto a los demás. Los Quesos 1, 2, 5, 6 y 7 no presentan diferencias significativas con respecto al límite máximo permitido en la NOM-243-SSA1-2010.

Se observa en la tabla 13 que el Queso 3 presentó la mayor contaminación por coliformes, que para el caso de los Quesos 2, 3 y 4 son diferentes entre sí; caso contrario a los Quesos 1, 5, 6 y 7 que son similares al límite de UFC/g permitido por la norma. El método Tukey, mostró que los Quesos 2 y 4 no tienen diferencias significativas entre sí, y que en los Quesos 1, 3, 4, 5 y 7 no son diferentes entre sí. Por otra parte, el queso 6 fue el único que presentó una diferencia significativa con el resto de los quesos. Con respecto a las UFC/g establecidas por la normatividad, las muestras de queso 1, 3, 4, 5 y 7, estaban dentro de los parámetros indicados en la norma, para esta especificación.

Sin embargo, como se muestra en la tabla 13, el recuento elevado de Coliformes totales para los quesos 2, 3 y 4 revela una contaminación reciente del alimento, aunque no necesariamente de tipo fecal, ni tampoco que sea riesgo sanitario. Estos microorganismos pueden presentarse debido a que los quesos fueron almacenados a una temperatura inadecuada durante un tiempo excesivo, por entrar en contacto con equipo y utensilios sucios durante el proceso, que la leche utilizada como materia prima no haya sido pasteurizada o que la operación fuera ineficiente, por una deficiente higiene de las manos del personal o por agua contaminada en el proceso (Montville & Matthews, 2005).

Los coliformes fecales son un recuento con relación a las bacterias de *E. coli* y diversas especies pertenecientes a otros géneros de la familia *Enterobacteriaceae*. La presencia de estos microorganismos indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen



fecal; este recuento no necesariamente constituye una connotación directa de la presencia de un patógeno, sino que implica un cierto riesgo de que pudiera estar presente. Por ello, los resultados negativos para coliformes fecales, indican que los quesos no estaban contaminados por bacterias entéricas, y que la probabilidad de que las muestras de quesos presentarán bacterias patógenas se viera reducida (ICMSF, 2000).

Por último, el recuento de mohos y levaduras, mostró para los quesos 2, 4 y 6 una contaminación muy por encima del límite máximo permitido. La característica que tienen en común estos tres quesos además de ser artesanales, es el modo de exposición durante su venta, ya que ninguno de ellos estaba en refrigeración, y se desconocen las prácticas con las que se llevó a cabo su proceso de elaboración, también, esto puede darse debido a que los quesos tienen un elevado número de hongos o pudo ocasionarse por malas prácticas de higiene, por tiempos excesivos de almacenamiento o por que los quesos estuvieron en contacto con el aire (Hernández, 2016).

La muestra de queso que resultó con mayor contaminación por mohos y levaduras fue el Queso 6, los Quesos 1, 3, 5 y 7 presentaron una contaminación por mohos y levaduras por arriba de lo establecido por la norma. Con respecto a los Quesos 2 y 4, presentan una carga de mohos y levaduras dentro de lo especificado.

3.3 ADULTERACIÓN EN LOS QUESOS

3.3.1 Determinación de presencia de Almidón en los quesos

Se llevó a cabo la identificación de almidón en las muestras aplicando la prueba cualitativa de lugol que, al adicionar yodo del reactivo en la muestra, forma complejos con el almidón, resultando coloración azul-violeta del polisacárido. A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la ausencia o presencia de almidón para cada uno de los quesos analizados.

Tabla 14. Identificación de Almidón por la prueba de lugol en los quesos

Muestra	Presencia o Ausencia de Almidón
Queso 1	Ausente
Queso 2	Ausente
Queso 3	Ausente
Queso 4	Ausente
Queso 5	Ausente
Queso 6	Ausente
Queso 7	Ausente

Como se observa en la tabla 14, en ninguna de las muestras se identificó presencia de almidón como adulterante, por lo que revela que los quesos no se les añadió dicho polisacárido para enmascarar la textura de los quesos y reducir la materia prima en su elaboración, además sirvió como criterio para la determinación de los carbohidratos de las muestras, pues con base en la identificación se corroboró que solo en las muestras se haría la determinación de porcentaje azúcares reductores directos. Seguidamente en la figura 9 se señalan las muestras con el yodo añadido en un vidrio de reloj.

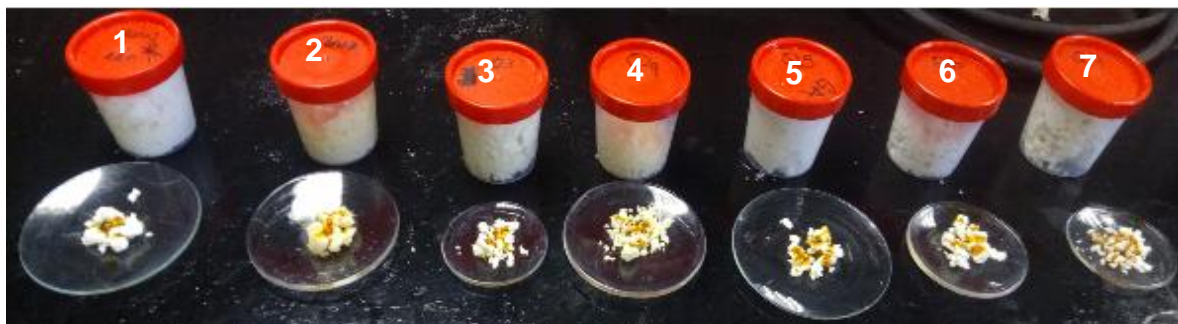


Figura 10 Muestras de queso con yodo



Conclusiones

Con los análisis de la composición de los quesos mencionados anteriormente, se hace notar que existen diversos factores que pueden ser determinantes para el porcentaje de sus componentes, ya sea por las condiciones de almacenamiento a las que fueron sometidos, proceso de elaboración, el origen de la leche utilizada o las características de la misma para producir el queso. Tomando en cuenta todas estas posibles causas, se pudo observar que, de los 7 quesos analizados, el queso 5 es el que más se acerca a las especificaciones indicadas en la NMX-f-742-COFOCALEC para queso panela.

Por otra parte, el contenido de humedad fue cercano a la especificación marcada en la norma mexicana de COFOCALEC, mientras que el queso 6 superó por mucho la referencia, por lo que sus demás componentes se vieron notablemente disminuidos.

Relacionado al contenido de grasa, sólo una muestra cumple con lo establecido por la norma en cuanto a este parámetro, las demás muestras tienen un porcentaje menor, lo que puede llegar a afectar en las propiedades organolépticas de los quesos.

Por otro lado, se pudo notar que la presencia de carbohidratos puede variar en gran medida en este tipo de quesos debido a que no todos los artesanos realizan el proceso de manera estandarizada, y es muy probable que, en el desuerado, durante la separación de la cuajada del suero, el porcentaje de lactosa se modifique fácilmente ya sea por contaminación por contaminación o por un desuerado incompleto. Para el contenido de minerales en los quesos, los valores fueron similares, y cercanos de a lo reportado en la bibliografía.

El análisis microbiológico realizado a las siete muestras ofreció un panorama de la calidad sanitaria que ofrecen los quesos panela elaborados artesanalmente en el Estado de México y delegaciones conurbadas; que resulta alarmante que tan sólo el queso 1 y 5, adquiridos en los municipios de Villa Nicolás Romero y Tlalnepantla respectivamente, cumplieron con las especificaciones normadas.

Aunque la mayoría de los quesos analizados presentaron una elevada carga microbiana, en ninguno de los casos, hubo presencia de Coliformes Fecales ni tampoco de las bacterias patógenas de *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*. Lo que es un buen indicativo pues se reduce el riesgo de que los consumidores contraigan ETA al momento de ingerirlos.



En México existen regulaciones para los quesos panela, como es el caso de la NMX-F-742-COFOCALEC-2011 que da a conocer la denominación, especificaciones y métodos de prueba del producto, en la que hay que resaltar que esta norma, no es oficial. La NOM-243-SSA1-2010 especifica los niveles máximos permitidos de los microorganismos indicadores. Sin embargo, los pequeños productores ofrecen los quesos de manera local, por lo que no pasan por ningún control de calidad, ya que es un área de desinterés tanto para el artesano como para el consumidor, y con ello se ve disminuida la exigencia de cumplimiento de los parámetros de calidad sanitaria para su comercialización.

De acuerdo a los recuentos de microorganismos realizados, se resalta la necesidad de capacitación a pequeños productores de queserías artesanales para que tengan conocimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y las implementen, para que lleven a cabo en la elaboración del producto y con ello se vea reflejado en la calidad sanitaria de los quesos, reduciendo a niveles permitidos los indicadores sanitarios y con ello ofrecer productos seguros que garanticen inocuidad para los consumidores, deben respetar el concepto de calidad de la granja, a la mesa, para asegurar la inocuidad de estos y la salud de los consumidores.

Los quesos panela artesanales tienen características que en un queso comercial es difícil encontrar hablando de su sabor, tradición y agrado a la población, sin embargo, estos carecen de ciertas características que conllevan a su incumpliendo tanto sanitario como de su composición, lo cual genera un riesgo durante su consumo.



RECOMENDACIONES

Llevar a cabo capacitaciones sobre Buenas Prácticas de Manufactura a los artesanos, para que puedan tener la información disponible y de esta manera ofrecer un producto inocuo a la gente que lo consume.

Hacer que las instalaciones en las que se elabora el queso, cuenten con las características adecuadas para ello como las siguientes (siempre y cuando no se cumplan):

- Buena iluminación.
- Un lugar cerrado que cuente con una ventilación que no afecte la inocuidad del queso en proceso.
- Limpiar el lugar en donde se elaborará el queso de manera periódica, así como los materiales y utensilios usado.

Evaluar la existencia de gomas en los quesos, como alterantes de los mismos

Evaluar el contenido de proteína específica de la leche



REFERENCIAS

- Alais, C. (1996). *Ciencia de la Leche: Principios de técnica lechera*. México: Pearson, 31.
- Alonso, F. (2015). Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de BM Editores: <http://bmeditores.mx/descripcion-agroindustria-quesera-en-mexico/>
- Ayala, I. (2008). *OpenCourseWare*. Recuperado el 17 de Febrero de 2017, de <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas-1/practica-2-composicion-fisico-quimica-de-la-leche>
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (4a ed.). México: Pearson, 64, 108.
- Battro, P. (2010). *Quesos artesanales* (1 ed.). Buenos Aires, Argentina: Albatros Saci.114.
- Bello, J., Lizeldi, B., González, E., Manzo, A., Nochebuena, X., Quiñones, E., & Vázquez, C. (2004). Productos Lácteos: Ruta de la Metamorfosis. *Revista Rigital Universitaria*, 5(7). Recuperado el 19 de Febrero de 2017, de http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art89/sep_art89.pdf
- Bonilla, A. (2008). *Utilización de bacterias acidófilos como sustituto enzimático para elaborar quesos de pasta fresca y blanda con características funcionales*. Tesis ingeniería agroindustrial, Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola.15-16.
- Borbolla, M., Vidal, M., Piña, O., Ramírez, I., & Vidal, J. (2003). Contaminación de los alimentos por *Vibrio cholerae*, coliformes fecales, *Salmonella*, hongos, levaduras y *Staphylococcus aureus* en Tabasco durante 2003. *Salud en Tabasco*, 10(2). 56. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48710206>
- Bravo, F. (2012). *El manejo higiénico de los alimentos, Acorde con la NOM-251-SSA1-2010*. México: Limusa.50-75.
- CANILEC. (2011). *Libro Blanco de la Leche y los Productos Lácteos* (1° ed., Vol. 1). México: Litho Offset. 26-27,29.
- Castillo, E. (2013). *Establecimiento de las condiciones de proceso de una botana fortificada con adición de polvo de nopal en un extrusor en frío*. Tesis para obtener título de



Ingeniero en Alimentos, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli. 36.

Cenzano, I. (1992). *Los quesos*. Madrid: Mundi-Prensa. 42-44.

Cervantes, F., & Villegas, A. (2012). La leche y los quesos artesanales. México: CIESTAAM. 2.

Cesín, F., & Vargas, F. (2014). La leche y los quesos artesanales en México. *AGRICULTURA, SOCIEDAD Y DESARROLLO*, 11(2), 243-248.

CODEX ALIMENTARIUS. (2016). Código de Prácticas de Higiéne para la Carne. Recuperado el 26 de Agosto de 2016, de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/es/>

COFEPRIS. (2016). Situación Actual en la Regulación Sanitaria en los Productos Lácteos para Brucelosis en el Estado de Nuevo León. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/zoonosis/descargas/pdf/SituActualRegSanitariaProdLacteosBruc.pdf>

Connor, O., & Brien, O. (2004). *Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 1). Amsterdam: Elsevier Academic. 227.

Corral, A. (2014). *Tierra Fertil*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://www.tierrafertil.com.mx/mexico-tercer-productor-de-queso-artesanal-de-america/>

Cristóbal, R. L., & Maurta, D. J. (2003). Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus* spp. *Panamericana Salud Pública*, 3(14), 158-164.

Díaz, C., & González, B. (2001). *Staphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de la calidad sanitaria. *Salud Pública y Nutrición*, 2(3), 11. Recuperado el 20 de Febrero de 2017 en <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/68>



- Domínguez, A., Villanueva, A., Arriaga, C. M., & Espinoza, A. (2011). Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de. *Estudios Sociales*, 19(38), 166-193. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/417/41719205007.pdf>
- FAO. (2011). Buenas prácticas de manufactura en la elaboración de productos lácteos. Recuperado el 16 de Febrero de 2017, de https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/2/13346885088330/manual2_lacteos.pdf
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 19 de Febrero de 2017, de <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/es/#.WKxawdJ97IU>
- Fennema, O., Damodaran, S., & Parkin, K. (Edits.). (2010). *Fennema química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia. 1020.
- Forsythe, S. J., & Hayes, P. R. (2012). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP*. Zaragoza: Acribia. 158.
- Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*. Maryland: Aspen Publishers. 76.
- Frazier, W., & Westhoff, D. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia. 97.
- González. (2010). *Caracterización de la composición físico química del queso fresco elaborado artesanalmente en Sehaulaca, municipio de Minatitlán, Veracruz*. Universidad Veracruzana, Minatitlán. 43.
- González, A., Yescas, C., Ortiz, A., De la Rosa, M., Hernández, A., & Vallejo, B. (2016). Invited review: Artisanal Mexican Cheeses. *American dairy science association*. 99(5). 64.
- Gutiérrez, M., & Lomonte, B. (1990). *Toxicon*, 33, 92-101. Recuperado el 27 de Febrero de 2017 en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0041010192908664>
- González, M. (18 de Septiembre de 2002). Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. *Secretaría nacional de ciencia, tecnología e innovación*, 2(11), 7. Recuperado el 22 de Diciembre de 2017, de http://www.argenbio.org/doc/tecnologia_para_la_elaboracion_de_queso.pdf



- Gutiérrez, M., López, R., Manjarrez, E., & Molina, J. (2010). *Microbiología y parasitología médica* (Tercera ed.). (M. Editores, Ed.) México. 322,325.
- Hernández, M. (2016). *Microbiología de los alimentos: fundamentos y aplicaciones en ciencias de la salud*. México: Médica Panamericana. Recuperado el 3 de Septiembre de 2016, de [http://www.medicapanamericana.com.pbidi.unam.mx:8080/VisorEbookV2/Ebook/9786079356859#{"Pagina":"1","Vista":"Indice","Busqueda":""}](http://www.medicapanamericana.com.pbidi.unam.mx:8080/VisorEbookV2/Ebook/9786079356859#{)
- Holland, B., Unwin, I., & Buss, D. (1990). *Milk Products and eggs: The Fourth Supplement to McCance and Widdowson's The composition of foods* (Cuarta ed.). Cambridge: Royal society of Chemistry/Ministry of Agriculture. 69.
- ICMSF. (1998). *Microbiología de los alimentos, características de los patógenos* (Vol. 5). Zaragoza: Acribia S.A. 117.
- ICMSF. (2000). *Microorganismos de los alimentos Su significado y métodos de enumeración* (2º ed., Vol. I). Zaragoza: Acribia. 341.
- ICMSF. (2001). *Microorganismos de los alimentos 6 Ecología microbiana de los productos alimentarios*. Zaragoza: Acribia. 188-189, 226, 241.
- INEGI. (2008). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.
- INEGI. (2017). Encuesta mensual de la industria manufacturera. *Producción de Derivados Lácteos*. Recuperado el 26 de Marzo de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/#D104001000142>
- Ingeniería Alimentaria. (17 de Marzo de 2008). *Derivados lácteos*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <https://ingalimentos.wordpress.com/2008/03/17/tipos-de-quesos/>
- Jiménez, G. (14 de Julio de 2006). *Los quesos duros o firmes*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://www.mailxmail.com/curso-cocina-quesos/quesos-duros-firmes>
- Keating, P., & Rodríguez, H. (1999). *Introducción a la Lactología* (2º ed.). México: Limusa. 87-95.



- Kongo, J., & Malcata, F. (18 de Septiembre de 2016). Cheese: Types of Cheeses – Soft. En B. Caballero, P. Finglas, & F. Toldrá (Edits.), *Encyclopedia of Food and Health* (1 ed., págs. 768–773). Reino Unido: Elsevier.
- Lucey, J. (1993). Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture. *Dairy Science*.
- Madrid, A. (1994). *Nuevo Manual de Tecnología Quesera*. Madrid: Mundi- Prensa. 35-50.
- Marrufo, M. (2011). *Calidad sanitaria del queso tipo panela a nivel mercado sobre ruedas y tianguis*. UNAM, Cuautitlán Izcalli. 28.
- Martínez, A., Montes, N., & Villoch, A. (2016). Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales. *Salud Animal*, 38(1), 64-66.
- Martínez, A., Villoch, A., Ribot, A., & Ponce, P. (2013). Evaluación de la calidad e inocuidad de quesos frescos artesanales de tres regiones de una provincia de Cuba. *Salud Animal*, 35(3), 210-213.
- Montville, T., & Matthews, K. (2005). *Microbiología de los Alimentos Introducción*. Zaragoza: Acribia. 95.
- Morales, H. (27 de Febrero de 2017). *Nuestra gente*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://www.lineadeportiva.mx/nuestragmx/>
- Moreiras, O., Carbajal, L., & Cabrera, C. (2003). *Composición de los diferentes tipos de leche y productos lácteos*. Recuperado el 23 de Junio de 2017, de <https://www.portalechero.com/innovaportal/v/734/1/innova.front/composicion-de-los-diferentes-tipos-de-leche-y-productos-lacteos.html>
- Mota, L., & Fernández, E. (22 de Noviembre de 2012). *Intoxicación estafilocócica por alimentos*. (Enfasis, Editor) Recuperado el 1 de Marzo de 2017, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/65372-intoxicacion-estafilococica-alimentos>
- NMX-F-427-2006. Alimentos. Determinación de grasa (método de hidrólisis ácida).
- NMX-F-701-COFOCALEC-2004 Sistema producto leche-alimentos-lácteos-determinación de cenizas en quesos-método de prueba.



- NMX-F-742-COFOCALEC-2010. Queso panela- denominación, especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. bebidas no alcoholicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NOM-112-SSA1-1994. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
- NOM-113-SSA1-1994. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
- NOM-121-SSA1-1994. Bienes y servicios. Quesos frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.
- NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-184-SSA1-2002. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias.
- NOM-210-SSA1-2014. Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológico. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.



- Pérez, L., & Martínez, C. (2014). *Manual para la elaboración de productos derivados de la leche con valor agregado*. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. . Recuperado el 16 de Febrero de 2017, de www.Manual%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20productos%20derivados%20de%20la%20leche%20con%20valor%20agregado%202011.pdf
- Pineda, C. (4 de Abril de 2009). *Tecnología del queso*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://www.geocities.ws/cpinedar/descarga/queso.pdf>
- Poméon, T., & Cervantes, F. (2010). *El Sector Lechero y Quesero en México de 1990 a 2009: entre lo global y local*. Reporte de Investigación, Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, Texcoco. 55.
- Ramírez, C., & Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, metodos de determinación y factores que determinan su calidad. *Temas selectos de Ingeniería en Alimentos*, 6(2). Recuperado el 18 de Febrero de 2017, de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>
- Ramírez, I. (2015). *BM Editores*. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de <http://bmeditores.mx/buenas-practicas-de-manufactura-en-industria-quesera/>
- Ray, B., & Bhunia, A. (2010). *Fundamentos de Microbiología de los Alimentos*. México: McGrawHill. 347.
- Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. (1999). Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html>
- Robinson , R., & Wilbey, R. (2002). *Fabricación del queso* (Segunda ed.). Zaragoza: Acribia. 131.
- Robledo, A. (2015). *Investigación de Salmonella spp en alimentos mediante el método ISO 6579 y dos métodos inmunoenzimáticos*. Universidad politecnica de Catalunya, Barcelona. 71.
- Rojo , M. (2014). *Manual de aseguramiento de calidad para pequeñas industrias artesanales elaboradas de productos lácteos tipo queso panela, queso panela y oaxaca*. Tesis para obtener el título de ingeniero en alimentos, UNAM. 46-48.



- Ruíz, C. (6 de Febrero de 2014). *Queso y recetas la pasiega*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://quesoyrecetaslapasiega.com/2014/02/06/los-ojos-del-queso/>
- SAGARPA. (2014). Elaboración de Queso tipo Panela y Oaxaca. Recuperado el 16 de Febrero de 2017, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos.pdf>
- Salto, I. (2013). *Identificación y cuantificación de Staphylococcus aureus en queso cotija artesanal madurado*. UNAM, México. 22-23.
- Schlimme, E., & Buchheim, W. (2002). *La leche y sus componentes*. Zaragoza: Acribia. 38-48.
- Spreer, E. (1991). *Lactología industrial* (Segunda ed.). Zaragoza: Acribia. 465.
- Torrado, N. (2015). *NutriSafe*. Recuperado el 22 de Febrero de 2017, de <http://www.nutrisafe.es/leche-derivados.html>
- UNAM. (22 de Mayo de 2010). *Boletín UNAM-DGCS-310 Fes Cuautitlán*. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2010_310.html
- Varnam, A., & Sutherland, J. (1995). *Leche y productos lácteos Tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Acribia. 55, 78-99.
- Villegas, A., & Cervantes, F. (2011). La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. *Estudios Sociales*, 19(38).
- Villegas, S. (2014). *Evaluación de la conformidad con la normatividad mexicana (NOM) de requesón artesanal elaborado en el Estado de México*. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Cuautitlán Izcalli. 46.
- Yousef, A., & Carlstrom, C. (2006). *Microbiología de los alimentos Manual de laboratorio*. Zaragoza: Acribia. 78-79.
- Zamorán, D. (2007). *Manual de Procesamiento Lácteo*. Nicaragua. 99-102.