



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL QUESILLO DE REYES
ETLA OAXACA, DURANTE EL PERIODO OTOÑO-INVIERNO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
INDUSTRIAL

PRESENTA

HÉCTOR YAIR FERNÁNDEZ SÁNCHEZ

MODALIDAD: TESIS

Asesores:

Dra. Angelica Espinoza Ortega

M. en A. Martha Lilia Mejia Reynoso

CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MEX.

CONTENIDO

| | | |
|--------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 3 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| 2.1. | Situación de la leche y el queso en México | 5 |
| 2.2. | Quesos artesanales | 6 |
| 2.3. | Procesos de valorización de los alimentos artesanales | 7 |
| 2.4. | El caso del quesillo de Reyes Etna, Oaxaca | 9 |
| 2.5. | Importancia agrícola en la época en la producción de leche y en las características de los quesos. 10 | |
| 2.6. | Importancia de la Microbiología del queso | 12 |
| III. | JUSTIFICACIÓN..... | 14 |
| IV. | OBJETIVOS | 15 |
| V. | MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 5.1. | Zona de estudio | 16 |
| 5.2. | Tamaño de muestra..... | 16 |
| 5.3. | Análisis fisicoquímicos | 17 |
| 5.4. | Análisis microbiológicos | 18 |
| 5.5. | Análisis estadísticos..... | 20 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 21 |
| 6.1. | Periodo del año en zona de estudio | 21 |
| 6.2. | Influencia del periodo del año en las características fisicoquímicas | 21 |
| 6.2.1. | Proteína | 21 |
| 6.2.2. | Grasa..... | 23 |
| 6.2.3. | Humedad | 25 |
| 6.2.4. | Potencial De Hidrogeno (Ph) | 26 |
| 6.3. | Comparación con Normas Nacionales..... | 27 |
| 6.4. | Análisis bacteriológico en ambas épocas del año | 28 |
| 6.5. | Comparación con normas oficiales nacionales e internacionales..... | 31 |
| VII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 33 |

I. INTRODUCCIÓN

El hombre accidentalmente fue descubriendo a través del tiempo que con la leche se podían obtener otros productos, sus derivados; quizá al principio solo obtenidos de la fermentación natural y conforme fue experimentando llegó a una variedad más amplia, por ejemplo, el queso (Galván, 2005), de ahí que el arte de la fabricación de quesos ha ido incrementado considerablemente por el aumento de conocimientos en esta ciencia a lo largo del tiempo (Fox *et al.*, 2004).

Para Badui (2013) el queso es el producto que resulta de la participación de las caseínas, que deja como residuo el llamado suero de la leche, para llevar a cabo este proceso se emplean básicamente dos métodos: por medio de renina o cuajo, o bien, acidificación cercana al punto isoelectrico de las caseínas (pH 4.6).

El incremento social y la importancia económica de la producción de los alimentos, junto con la complejidad de la tecnología para su producción, procesamiento y aceptación, requieren un mayor conocimiento de sus propiedades texturales y fisicoquímicas con el fin de ofrecer alimentos con alta calidad (Ciro *et al.*, 2004) para lograr la aceptación del producto; y para eso se debe llevar a cabo un proceso de caracterización y tipificación del mismo, este proceso es más empleado en los productos artesanales debido a que en un país o región es posible encontrar factores fisiobiológicos, socioeconómicos y culturales diversos (Escobar y Berdegué, 1990).

El gusto mexicano está dirigido a los quesos suaves que recuerdan lo más posible a la materia prima (Badui, 2013), es por esto que se adquieren quesos tradicionales. Se llama tradicional a los productos que se caracterizan por su producción y consumo bien localizados en el espacio y tiempo (Cervantes *et al.*, 2012), entonces los quesos genuinos que se realizan a lo largo y ancho del país son quesos tradicionales (Cervantes *et al.*, 2008).

Los quesos tradicionales son elaborados con leche cruda/bronca, la cual refleja la alimentación que ha tenido el ganado (López, 2004), siendo este el factor ambiental que da variabilidad a las peculiaridades de la leche producida (Bernal, 2006) que al mismo tiempo influye en el rendimiento y las características físicas, organolépticas y microbiológicas de sus derivados, por ejemplo, el queso (Kalaš & Samková, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2013).

La alimentación y los periodos del año son factores que van aunados a la calidad de la leche (Bernal, 2006), en determinadas épocas del año la producción de alimentos para el ganado (forrajes, henos, etc.) es escaso o nulo (Valdés & Canto,), es por esto que se debe de recurrir a una dieta para que la obtención de leche no se vea muy afectada por dichas cuestiones (Tripathi, 2014), esta dieta deberá ser fuente de fibra, proteína y vitaminas, siendo los alimentos más destacados leguminosas, gramíneas, harinas de pescado, forrajes, urea y semillas (Jimenez & Quevedo, 2011).Siendo todos estos factores influyentes en las características físicas, químicas y organolépticas del queso.

Hoy en día los consumidores de quesos en el país buscan calidad en distintas formas como calidad sanitaria, organoléptica, nutricional, etc.; para poder llegar a estas demandas es necesario que se analice fisicoquímica y bacteriológicamente las características del quesillo, solo así se sabrá con certeza la calidad de este producto digno de la cultura mexicana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación de la leche y el queso en México

El crecimiento de la industria de lácteos depende, en gran parte, de la disponibilidad de la leche nacional (Hervás, 2012), la mayoría de la leche nacional es producida por tres sistemas de producción; el extensivo, el intensivo y el de traspatio, siendo este último el más común en el centro del país (Santos, 2006); En ese sentido, *Liconsa* (2016) afirma que México es un país deficitario en la producción de leche, y por ello en la última década fue necesario realizar importaciones de leche en polvo por aproximadamente el 20% del total del consumo interno.

En México la leche de ganado bovino es un producto prioritario en el subsector pecuario en virtud de su importancia como alimento básico para la población infantil y su creciente consumo por otros grupos de edad (Espinosa *et al.*, 2008); Debido a esto el primer trimestre de 2015, la producción de la leche de bovino alcanzó 2 mil 655 millones de litros, incrementando un 2.7% comparado con el año 2014, destacando los estados de Durango, Querétaro, Veracruz y Jalisco (SAGARPA, 2015). Para *Galván* (2005) en México la fuente principal de leche cruda o bronca es el ganado vacuno, de manera específica se explota la raza "Freshan Holstein" (ODEPA, 2013).

La industria mexicana de queso (152 mil toneladas) es marginal y únicamente aportó alrededor de 1 % de la producción mundial (Cervantes *et al.*, 2012). A escala nacional SAGARPA (2015) menciona que, en el 2015, la industria de quesos produjo 56 mil 819 toneladas, destacando el queso fresco, seguido por el amarillo y el panela.

Existen algunas regiones especializadas en la producción de queso: Tulancingo, en Hidalgo, San José de Gracia, en Michoacán, las colonias menonitas, en Chihuahua, la Sierra de Jalminch, etcétera (Poméon *et al.*, 2010).

En esas zonas son queserías con prácticas meramente artesanales (Cervantes *et al.*, 2012). Los sistemas de producción familiar se caracterizan por poseer bajo volumen de producción y mano de obra familiar, siendo el objetivo principal producir para subsistir y cubrir los requerimientos básicos de alimentación (Araque *et al.*, 2010).

El consumo de queso en México es muy elevado, promovido, en parte, por el gran número de variedades de queso como son el Panela, el Añejo, el Oaxaca, el Cotija, el Asadero, el Chihuahua, el Sierra y el Adobera y por el uso masivo de este producto en la mayoría de los platillos mexicanos más típicos como quesadillas, sopes, tostadas, enchiladas (Cervantes *et al.*, 2008). Ahora bien, los quesos más consumidos por los mexicanos suelen tener un sabor suave, y suelen ser de textura blanda y cremosa, pues normalmente se consumen fundidos o gratinados (Hervás, 2012).

En *El Economista* (2015), Vicente Gómez Cobo, Presidente de la Federación Mexicana de Lechería, expresó que en México el consumo per cápita de leche es de 132 litros al año en promedio por debajo de las recomendaciones de la FAO (2015), de 190 litros por persona. A lo que añadió que “En México hace falta una campaña de promoción para aumentar el consumo de lácteos”, dado que combaten la desnutrición al proveer entre 23 y 33% de requerimientos diarios de proteína. Mientras que el consumo per cápita de queso en México es de 2.83 kg por año (El *Economista*, 2011).

La antropología ha contribuido al estudio de los hábitos, costumbres y prácticas culturales que rigen la alimentación mexicana (Vázquez *et al.*, 2005), refiriéndose a los alimentos tradicionales, como lo son los quesos artesanales mexicanos.

2.2. Quesos artesanales

Los alimentos artesanales son productos comestibles hechos a mano, que no toman en cuenta la existencia de regulaciones, con parámetros específicos que un producto alimenticio debe tener para poder ser comercializado (Domínguez *et al.*, 2011).

Los quesos artesanales fueron la cuna de los industrializados (Cervantes *et al.*, 2008) es por ello que si nos referimos a estos primeros hablamos directamente de procesos más sencillos y básicos que emplean de alguna forma las industrias con mayor tecnología y tal vez cambios tecnológicos en el proceso de elaboración.

Al analizar alimentos artesanales/típicos, se les puede identificar desde una visión nacional, sin embargo, se trata de una perspectiva muy generalista, ya que dentro de un mismo territorio existe una amplia variabilidad alimentaria (Camarena *et al.*, 2014). Aun así, los productos artesanales

por su tradición y el compendio de características sensoriales que poseen, gozan de una alta aceptación en la población mexicana (Reséndiz *et al.*, 2012).

A partir de una aceptación creciente en el mercado a este tipo de productos, además de una estrategia de supervivencia, se ha transformado en una alternativa de producción, frente a las commodities y a la gran agroindustria, con productos competitivos en calidad y especialidad (Lancibidad *et al.*, 2010). La organización de Londres (ICMSF) 2011, dice que al igual que la leche fermentada, el queso puede ser elaborado usando leche cruda o leche tratada con calor. El tratamiento de calor varía de intensidad, oscilando de terminación a pasteurización. Sin embargo, los quesos genuinos naturales deben elaborarse con leche pura de vaca o cabra y con el empleo mínimo de aditivos (Cervantes *et al.*, 2008), aunque se elaboran también algunos quesos con leche de cabra, de oveja y recientemente de búfala (Battro, 2010); es por ello que los quesos artesanales tienen características aportadoras a la salud humana que hacen que vayan siendo cada vez más preferidos por la población (Battro, 2010). La quesería artesanal reviste gran importancia no solamente porque elabora un producto con bondades nutricionales y gustativas para los consumidores, sino también por el valor económico que representa la actividad procesadora (Cervantes *et al.*, 2008).

La producción campesina de quesos tradicionales, es la producción quesera realizada directamente por los ganados, esta producción ofrece muchas ventajas (autoempleo, mejor control de calidad, valor agregado), pero también es muy exigente, sobre todo en los tiempos para la elaboración y comercialización (Cervantes *et al.*, 2012). Los quesos tradicionales solo pueden perseverarse y valorarse en la medida en que llegan a ser previamente reconocidos y especificados, apropiados y administrados (Linck *et al.*, 2006), esto se logra a través de un proceso de valorización.

2.3. Procesos de valorización de los alimentos artesanales

Recientemente, las culturas alimentarias se han visto sometidas a procesos de valorización económica y sociocultural que están ligados tanto a lógicas de mercado globalizadas como a dinámicas locales enraizadas en fuertes demandas sociales (Matta, 2011).

El proceso de valorización se encuentra vinculado a la idea de desarrollo territorial, donde son los recursos locales los que adquieren relevancia en la lógica de los discursos y acciones de los agentes de desarrollo, así como se refleja también la existencia de un mundo rural que ya no es

visto solamente como un proveedor de bienes de consumo (Otero, 2015), En general todos los procesos de tipificación representan nuevas actividades en el medio rural, que agregan valor a las producciones agroalimentarias en manos de pequeños productores, y en especial a aquellas que emplean procesos artesanales de elaboración (Blanco *et al.*, 2004).

Para los alimentos y sus derivados la práctica de valorización últimamente ha ganado mucha atención como fuente de desarrollo sustentable, lo cual comúnmente puede incrementar el beneficio para la economía local (Naziri *et al.*, 2014). Existen muchas actividades que ayudan a el proceso de valorización a ser más claro aún, por ejemplo, el agroturismo; para Riveros Hernando *et al.*, (2013), el agroturismo es una alternativa para encontrar nuevos papeles a la agroindustria rural y a los agronegocios rurales vinculados, principalmente, con la producción y procesamiento de alimentos, esta actividad también fundamenta la valorización de los productos (Sosa *et al.*, 2012). Entonces el desarrollo rural es el principal objetivo que persigue la valorización de los productos agroindustriales que se elaboran en un lugar determinado (Herrera, 2012).

Las Indicaciones Geográficas (IG), son denominaciones que identifican un producto como originario de un país, región o localidad, cuando la calidad, reputación u otra característica fundamental del mismo sea imputable fundamentalmente a su origen geográfico (Errazuruz, 2010; Vandecandelaere, 2010). Las marcas y las denominaciones, en tanto signos distintivos, no solo se manifiestan desde un cariz económico-productivo, sino que se sustentan sobre dimensiones sociales, culturales y comunicativas, que le aportan una valorización añadida singular e identitaria (Tallarico, 2000), así como los componentes y características regionales también pueden variar y favorecer con ello la formación de una identidad gastronómica regional (Espejel *et al.*, 2014).

La Marca Colectiva (MC) es un signo distintivo que sirve para diferenciar en el mercado los productos que han sido elaborados por un grupo específico de personas en una región determinada de productos terceros ("Reglas de uso, Queso Cotija Región de Origen. 2005), para los quesos artesanales obtener una Marca Colectiva puede ser todo un reto. Para lograr una MC se requiere revalorar a los quesos tradicionales, destacando su historia, su procedencia geográfica y sus atributos intrínsecos distintivos que los hacen originales (Cervantes *et al.*, 2012), lo cual convierte a este proceso en un proceso de valorización de los alimentos tradicionales.

Específicamente en la producción de quesos que cuentan con alguna Denominación de Origen, Denominación de procedencia, Marca Colectiva, etc., están protegidos, y para usar el nombre deben de cumplir con todas las condiciones establecidas (Battro, 2010).

En México se han establecido dos figuras jurídicas para proteger el origen de los productos, también conocidas como indicaciones geográficas: la denominación de origen y la marca colectiva, ambas previstas en el Arreglo de Lisboa y contenidas en la Ley de la Propiedad industrial en México (Vázquez *et al.*). En México existen tres marcas colectivas de queso, El Cotija, El Poro y el Bola de Ocotingo, sin embargo, hay otras regiones que están interesadas en conseguir ese sello de calidad, como es el quesillo de Oaxaca.

2.4. El caso del quesillo de Reyes Etna, Oaxaca

El quesillo es un queso de pasta hilada de un saber hacer único heredado de generación en generación en Reyes Etna Oaxaca desde 1885 (Sánchez, 2015), el cual se elabora únicamente con leche producida en hatos especializados que le da características únicas como el color cremoso (Espinoza *et al.*, 2013; Linck *et al.*, 2006).

El Gobierno del estado de Oaxaca (2013), menciona que en Reyes Etna solamente el 24% de la población económicamente activa se dedica al sector secundario, que se refiere a la industria manufacturera, construcción, minería y agroindustria, esta última destacando del resto debido a que sobresale la transformación/producción de productos derivados lácteos. En Oaxaca existen alrededor de 600 queserías y el 16% de ellas se estima se encuentran en Reyes Etna, en donde predominan talleres de regular tamaño (Bendaña *et al.*, 2015; Linck *et al.*, 2006).

La proliferación del queso fuera del territorio y su importación de Puebla y Chiapas al lugar de origen generan una competencia desleal para el producto auténtico (Castro *et al.*, 2013), ante esta problemática los productores se unieron en una asociación cuyo objetivo es patrimonializar su producto y la búsqueda de un sello de calidad que lo proteja y le dé un valor añadido (Espinoza *et al.*, 2015).

México tiene una cantidad de manjares y el quesillo de Reyes Etna es uno de los que le da color a la gastronomía mexicana, por eso es importante su valorización, sin embargo, para poder ser llevado a cabo es necesario establecer la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del producto a lo largo del año.

2.5. Importancia agrícola en la época en la producción de leche y en las características de los quesos.

Debido a que la producción de leche está fuertemente influenciada por la estacionalidad, se enfrenta a problemas de volúmenes variables de proceso durante el año, esto es, a escasos y excedentes relativos de leche (Cervantes *et al.*, 2012), la cual varía de acuerdo al bienestar de las vacas tanto como a la variedad de diferentes condiciones ambientales, tal como la temperatura y su sistema de alimentación (Centeno, 2008; Yano *et al.*, 2014; Cervantes *et al.*, 2008).

Se considera de gran importancia la evaluación de la calidad de la dieta teniendo en cuenta la época del año, para que así los productores puedan implementar adecuadamente programas estratégicos de suplementación alimentaria (Reyes *et al.*, 2012) y cubrir con las necesidades alimenticias del ganado para poder producir (Villena, 2002). Las variaciones entre épocas, en lo que respecta a la calidad nutritiva de la dieta, pueden atribuirse a la fase fenológica de los pastizales, por ejemplo, los ciclos de madurez y lactancia pueden estar comprendidos entre los meses de marzo y julio (Reyes *et al.*, 2012).

Las noches de otoño e invierno duran más por lo que las horas de luz son menores en estas fechas, para Centeno (2008) el acortamiento de los días tiene un doble efecto; por un lado, hay una cuestión hormonal que estaría afectando el metabolismo del animal, y el otro la disminución de horas efectivas de luz durante las que el animal se alimenta. En invierno y parte del otoño, existe baja producción de materia seca en pradera, lo que afecta su consumo y no permite a la vaca en lactancia cubrir sus requerimientos (Valdés & Canto,), por lo tanto las medidas a adoptar en estas épocas del año son básicamente tres: modificación de los alojamientos, adaptación del manejo de la alimentación y cambios en la formulación de las raciones. (Martínez, 2006).

La alimentación brinda nutrientes a los bovinos lecheros, la principal fuente de fibra son las leguminosas y gramíneas, mientras que la proteína la obtienen de la harina de pescado/soja, forrajes, urea o semillas de girasol (Jimenez & Quevedo, 2011); así como existen dietas con cambios en las especies forrajeras disponibles, variaciones en la composición de pasturas y en la suplementación especializada, todas ellas modifican no solo la composición nutricional de la dieta, sino también el volumen producido y la composición química de la leche y sus derivados (Cisini *et al.*, 2009).

La leche empleada para la elaboración de queso le proporciona diferentes características en su composición como la cantidad de proteína, grasa, agua, etc (Cervantes *et al.*, 2012), es así como el análisis de las propiedades fisicoquímicas de los quesos se vuelve un aspecto principal en el aseguramiento de su calidad (ICMSF, 2011).

La época del año también influye en las características fisicoquímicas del queso, en otoño el consumo de azúcares y fibra aumenta, y al mismo tiempo incrementa el contenido de proteína aunque disminuye el contenido de grasa (Valdès & Canto,). El contenido de grasa y proteína son los componentes primarios en la leche, al igual que en sus derivados (Hiroyuki, 2016), lo cual hace más destacable su participación en las cualidades del queso.

El contenido de proteína depende fundamentalmente de la alimentación del mamífero (Rojo, 2014), así como su concentración en la leche tiene un pequeño efecto en la microestructura del queso y especialmente en su textura (Soodam *et al.*, 2014), es por ello que la dureza del queso es diferente en quesos elaborados con leche con distintas concentraciones de proteína, entre mayor sea la su concentración, mayor dureza tendrá el queso (Guinne, 2016), así que el principal componente de la estructura del queso es una matriz de caseína en la cual se atrapan los glóbulos grasos; el agua y el suero están ligados a la caseína y rellenan los intersticios de la matriz (Thompson *et al.*, 2016). El contenido de proteínas (caseína) en el queso es referente al contenido de grasa, así que la proporción caseína grasa esta generalmente entre 0.64 y 0.72 (Amenu & Deeth, 2007).

El contenido de grasa en el queso hace referencia a dos aspectos importantes, uno de ellos es al proceso que llevan, en donde existe una pérdida pequeña de grasa que se va en el suero (Rojo, 2014); otro aspecto es la alimentación, en donde el contenido de grasa está influenciado con las grasas con las que se alimenta el ganado, si se alimenta con un poco más de 4% en la dieta rica en ácidos grasos insaturados, el contenido de grasa en la leche disminuye (Schmidt & Zsédely, 2011).

La estructura del queso se debe mucho al contenido de grasa, en los quesos con bajo contenido de grasa no existe un desarrollo en la firmeza de la estructura al momento de masticar a diferencia de los quesos con mayor contenido de grasa, esto debido a que el aumento del contenido de grasa provoco un aumento en el tamaño de los glóbulos de grasa y un mayor porcentaje en los glóbulos no esféricos (Rogers *et al.*, 2010; Moskowitz, 2014). La elasticidad y la

viscosidad del queso aumenta con la disminución de humedad y disminuye en el almacenamiento (Arimi *et al.*, 2010), esto indica que la humedad también tiene un papel importante en el desarrollo de la textura, así como de las propiedades que se derivan de la textura como la elasticidad, viscosidad, dureza, etc.

Las características fisicoquímicas de la mayoría de los quesos mexicanos son desconocidas (García, 2006), por ello la importancia de estudiarlos y caracterizarlos.

Existen otros elementos que se deben de considerar en los procesos de valorización, sobre todo en los productos artesanales destinados al consumo, como el caso del queso que al estar elaborado por leche bronca puede representar un riesgo para la salud.

2.6. Importancia de la Microbiología del queso

Debido a la diversidad de componentes orgánicos, al pH cercano a la neutralidad y a su elevado contenido acuoso, la leche es un medio excelente para el crecimiento de diversos microorganismos (Castro *et al.*, 2007), por ello la presencia de microorganismos en el queso va a depender de la contaminación microbiana de la leche y de las condiciones extrínsecas del proceso de elaboración (Palacios, 2006).

Si bien algunos microorganismos pueden ser perjudiciales para quien los consume y causar enfermedades transmitidas por los alimentos (FAO, 2009), existen aquellos que juegan un papel importante en el proceso de fabricación de algunos alimentos como en el queso (Beresford, 2001); para llevar un buen manejo de estos microorganismos la FAO (1992) en 1992 lanza los manuales para el control de calidad de los alimentos, el cual está destinado a proteger la salud y el bienestar de los consumidores.

Los factores microbianos, son factores interdependientes que participan en el resultado y caracterización del queso (González, 2002), por esta razón se debe vigilar la inocuidad de los subproductos lácteos, buscando con ello disminuir las cargas microbianas como los hongos, levaduras, coliformes y patógenos (Díaz *et al.*, 2001). Todos ellos tienen una importancia en la producción de quesos, dicha importancia hace de ellos un objeto de estudio.

La norma oficial mexicana NOM-113-SSA1-1994 define a los coliformes como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos que a 35°C fermentan la lactosa con formación de ácido, ocasionando en las colonias desarrolladas el vire del indicador rojo neutro presente en el

medio y la precipitación de las sales biliares. Este grupo de coliformes está conformado por cuatro géneros principalmente: *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, siendo este último el más empleado en la industria alimentaria (Camacho *et al.*, 2009). El grupo coliforme se utiliza como indicador de contaminación fecal de agua, mientras que en productos alimenticios que han recibido un tratamiento térmico, se utilizan como indicadores de malas prácticas sanitarias (Camacho *et al.*, 2009), es por esto que se les conoce como microorganismos indicadores de calidad sanitaria (Silva *et al.*, 2004),

Los hongos se manifiestan en los alimentos debido a la presencia de una amplia variedad de subproductos metabólicos, causando malos olores y sabores, además de visibles cambios en el color y la textura, así como las levaduras pueden causar defectos en la emisión de gases del queso (Ledenbach y Marshall, 2009). Algunos tipos de quesos son excelentes sustratos para el crecimiento de mohos y hongos (Sengun *et al.*, 2008), esto debido a que estos microorganismos son muy adaptables y crecen en ambientes diferentes, hay mohos de importancia para la industria láctea como los aeróbicos, sin embargo, las levaduras pueden crecer de dos formas, de manera aerobia y anaerobia (Roginski, 2014);

Los *Lactobacillus* y los *Streptococcus* son microorganismos prebióticos debido a su relación con las bacterias ácido lácticas (Ramírez, 2010), estas últimas también importantes en el proceso de elaboración de queso debido a que acidifican el medio y promueve a la coagulación de las proteínas (Duran *et al.*).

III. JUSTIFICACIÓN

En México la herencia culinaria se está perdiendo, ya sea por la globalización de los productos o por falta de apoyo de las autoridades, sea cual sea el motivo, para lograr el reconocimiento de los productos elaborados en lugares recónditos del país es necesario llevarlos a un proceso de tipificación, el cual consta de distintas actividades entre las cuales se encuentra la obtención de un sello de calidad, y para ello es necesario caracterizar los productos alimenticios, en este caso fisicoquímicamente y bacteriológicamente.

El grupo de productores de Reyes Etna, Oaxaca quiere obtener un sello de calidad para aspirar a una Marca Colectiva, la cual brindara a su producto resguardo por parte de la ley. Todo el proceso de tipificación, caracterización y obtención de sello de calidad y Marca Colectiva, le brindara al quesillo un valor agregado y a sus productores beneficios muchos.

IV. OBJETIVOS

General

- Evaluar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del queso de Reyes Etlá Oaxaca en dos épocas del año, Otoño e Invierno.
- Contrastar características fisicoquímicas y bacteriológicas entre queserías evaluadas

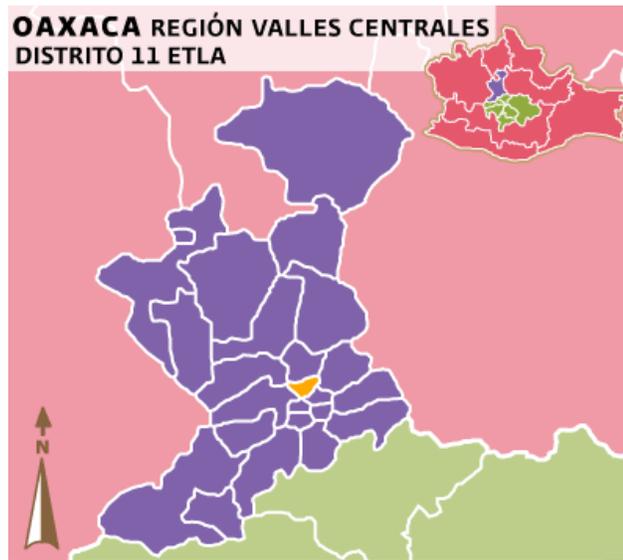
Específicos

- Analizar las propiedades fisicoquímicas del queso en dos épocas del año, a través de métodos basados en Normas Oficiales.
- Analizar las propiedades bacteriológicas del queso en dos épocas del año, a través de métodos basados en Normas Oficiales.
- Determinar efecto de la producción del queso en las características fisicoquímicas y bacteriológicas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Zona de estudio

Las muestras provienen de la comunidad de Reyes Etlá, Oaxaca, la cual se localiza en la parte central del estado, se ubica en las coordenadas 96° 49' longitud este 17° 12' latitud norte y a una altura de 1 630 msnm (Inafed, 2007); cuenta con un clima templado que oscila de 18 a 20°C, sintiéndose únicamente las variaciones propias de las estaciones del año (INEGI, 2007).



H. Ayuntamiento de Reyes Etlá, Oaxaca, 2007.

5.2. Tamaño de muestra

Se evaluaron durante dos épocas del año quesos provenientes de cinco queserías de Reyes Etlá, Oaxaca. Se colectaron por triplicado quesillos de 150 gr por quesería. Dado que la Asociación de queseros está conformada por diez productores, se muestreo al 50 %.

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos se realizarán en las instalaciones del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR).

5.3. Análisis fisicoquímicos

*Determinación de Proteína

Se empleó el método Kjeldahl (Norma Mexicana NMX-F-098-1976), este método se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por digestión con ácido tetraoxisulfúrico. En donde se pesó exactamente 0.5 g de muestra en papel nitrógeno e inmediatamente se transfirió a un tubo digestor perfectamente limpio y numerado, al tubo se adicionan 10 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) y una pastilla catalizadora. Se colocaron los tubos digestores en el digestor BUCHI K-449 el cual es programado con un rango de temperaturas para precalentar, calentar y enfriar los tubos digestores respectivamente, en donde la temperatura del calentamiento aumenta gradualmente hasta quedar la solución completamente clara. Para la destilación en un matraz Erlenmeyer se adicionan 25 ml de ácido bórico al 4% junto con 5 ± 1 gotas de indicador (rojo de metileno) y una gota de fenoptaleina para tener resultados aún más exactos (ICAR,2011); dicho matraz se coloca en el destilador previamente calibrado y limpio, el cual adicionó 50 ml de agua y 80 ml de hidróxido de sodio al 40% e inicio el proceso de destilación durante 5 minutos. Por último, la titulación se realizó adicionando ácido clorhídrico al 0.1 N gota por gota hasta llegar al cambio de color (vire) del tono verde al rosado (Van Soest & Wine, 1967) por ultimo se registraron los ml utilizados en la titulación.

Cabe mencionar que el método se realiza primero a una muestra en blanco para verificar que el proceso se realiza correctamente.

Los resultados se expresaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NMX-F-098-1976.

° Determinación de grasa

Se realizó empleando el método Gerber normalizado en ISO 488:2008 (IDF 105:2008) que establece como se determina el contenido de grasa en derivados lácteos, este método consiste en separar mediante acidificación y centrifugación la materia grasa contenida en el producto analizado, y determinar el contenido de grasa mediante lectura directa. Primero se pesaron 3 g de muestra en charolas desechables sobre la balanza analítica modelo ADAM AFA-120LC; en la charola con muestra se adicionaron 3 ml de agua destilada y se dejó reposar durante una hora. En un butirometro etiquetado se adicionó la muestra junto con 10 ml de ácido sulfúrico y un

mililitro de alcohol isoamilico y se selló completamente. Después se agitó durante seis minutos aproximadamente y posteriormente se colocó en la centrifuga durante cinco minutos, al terminar, se colocaron en un vaso precipitado con agua caliente a 75°C para poder dar lectura.

Los resultados se expresaron de acuerdo a la ISO 488:2008.

° Determinación de humedad

El resultado del contenido de humedad se logra a través del método especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994. Este método se basa en la diferencia de pesos después de que las muestras pasaron por altas temperaturas en donde el agua se evapora y por ende se pierde, dicha diferencia arroja resultados sobre el contenido de humedad que contenía la muestra antes de pasar por el proceso térmico. Primero se pesaron y registraron los pesos de las cápsulas desechables, seguido de esto se tararon en la estufa modelo HCF-82D durante una hora a 105°C hasta llegar a un peso continuo. Las cápsulas calientes se colocan en desecadores, pasado el tiempo se pesaron dos gramos de muestra en cada capsula y se llevaron a la estufa en donde permanecieron 18 horas a 105°C. Pasado el tiempo se colocaron en un desecador y se pesaron.

Los resultados se expresaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994.

° Determinación de pH

La metodología fue tomada de la Norma Mexicana NMX-F-099-1970. Aquí se empleó el potenciómetro, el cual fue previamente calibrado con buffer de 4, 7 y 10 de concentración, posteriormente se introduce el electrodo dentro de la muestra solida de queso y se toma lectura de los resultados de nivel de pH y los de temperatura. Los resultados se expresan de acuerdo a la norma ya mencionada.

5.4. Análisis microbiológicos

° Preparación de muestras

La forma de preparación de las muestras para hacer dichos análisis está regida por la Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994.

Para determinación de *Coliformes Totales*, *E. coli*, *Streptococcus spp.*, *Lactobacillus spp.* y *mohos y levaduras*: Se pesaron 10 g de muestra y se disolvieron en 90 ml de agua peptonada.

Para la determinación de *Salmonella spp*: Se pesaron 25 g de muestra y se disolvieron en 225 ml de caldo lactosado. Se incubó a 35 ± 2 °C durante 24 horas.

° Determinación de Mohos y Levaduras

Para ello se adaptó la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Se inoculó un mililitro de dilución en 20 ml Agar Papa-Dextrosa acidificado a un pH 3,5, esto se logró con la ayuda de la adición de ácido tartárico al 10% en su preparación; se le dieron cuatro movimientos sobre de arriba abajo, cuatro de abajo hacia arriba, cuatro de izquierda a derecha y cuatro de derecha a izquierda, posteriormente fue incubado a una temperatura de 25 ± 1 °C durante 5 días, dando como resultado el crecimiento de colonias características y representándolas como Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

° Determinación de Coliformes Totales

La técnica del Numero más probable (NMP basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994. Se realizó por triplicado. Aquí se inoculo un mililitro de dilución en 10 ml de caldo Lauryl Triptosa y se colocó una campana Durham, enseguida se verifico que no existiera gas dentro de la campana y se llevó a inocular a 35 ± 2 °C durante 24 ± 2 horas. A los tubos que presentaron producción de ácidos grasos y gas (positivos) se les realizo una prueba confirmativa en donde se inoculo un mililitro en 10 ml de caldo verde brillante y se incubó a 35°C durante 24 horas, pasado el tiempo se da lectura a los tubos que manifiestan producción de gas y se registran. A estos resultados se les expresa en NMP/g.

° Determinación de *Escherichia coli*

Se empleó la técnica de NMP igual que para determinar *Coliformes totales* solo que a los tubos positivos de Lauryl Triptosa se les realizo la prueba confirmativa inoculando un mililitro en 10 mililitros de medio EC y se incubó a 44.5 °C durante 24 horas. A los tubos positivos se les hace una prueba confirmativa ahora en medio EMB para ello se colocan 20 ml de medio en placa y se deja enfriar para posteriormente sembrar por estría en medio estéril tomando inoculó del medio EC. Esto se incuba a 35°C durante 24 horas; es aquí en donde se arrojan resultados más perjudiciales, es decir que las muestras pueden arrojar contenidos altos de coliformes.

Sin en cambio para el método de conteo en placa se adapta la Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Aquí se inoculo un mililitro de solución en 15 ml de Agar Violeta Rojo Bilis y se

dieron movimientos a modo de homogenizar las soluciones, se dejó enfriar y se colocaron cinco ml más de agar para sellar la entrada de oxígeno. Al gelificar se incubó a 32°C durante 24 horas. Al término se registraron los resultados en UFC/g

° Determinación de *Streptococcus spp.*

Se adecuó la Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010 en donde se les cataloga como Bacterias Acido Lácticas. Se inoculó un mililitro de solución en 20 ml de medio M17 el cual tenía una temperatura de 45°C, se le dieron movimientos circulares y paralelos a modo de homogenizar la solución. Posteriormente se incubó a 37°C durante 48 horas y al pasar este tiempo se contaron las colonias y se representaron como UFC/g.

° Determinación de *Lactobacillus spp.*

Se adecuó la Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010 en donde se les cataloga como Bacterias Acido Lácticas. Se inoculó un mililitro de solución en 20 ml de medio MRS el cual tenía una temperatura de 45°C, se le dieron movimientos circulares y paralelos a modo de homogenizar la solución. Posteriormente se incubó a 37°C durante 48 horas y al pasar este tiempo se contaron las colonias y se representaron como UFC/g.

° Determinación de *Salmonella*

La preparación de la muestra ya descrita es el medio de pre enriquecimiento. Se sembró un mililitro de solución pre enriquecida en 10 ml de caldo Rappaport, se le dieron movimientos para homogenizar la solución y se incubó a 41.5°C durante 48 horas. Pasadas las 48 horas se tomó una azada y se sembró en medio XLD y otra azada en medio MacConkey; la primera se incubó a 35±2 °C durante 24 horas y el segundo a 35±2 °C durante 24 horas. Pasado este tiempo se dio lectura y se registraron los resultados.

5.5. Análisis estadísticos

Todos los análisis se realizarán por triplicado por cada quesería, es decir, las queserías enviarán 3 muestras del mismo queso elaborado.

La información proporcionada se comparará con la norma NOM-121-SSA1-1994, que se refiere a los quesos frescos, madurados y procesados, en donde la investigación se enfoca en los quesos frescos.

Se realizará la prueba de t de Student para comparar ambas épocas del año, otoño e invierno; esto debido a que tenemos un tamaño de muestra pequeño

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características del periodo del año y su influencia en las características fisicoquímicas del quesillo.

La zona de estudio, ETLA, Oaxaca, tiene algunas variables entre las estaciones del año propias de los valles centrales. A lo largo del año la temporada de lluvias en la región abarca los meses de junio a septiembre con una precipitación media anual de 700 milímetros, así como la temperatura donde el mes de mayo es más caluroso (34°C) y enero el mes más frío con temperaturas de 7°C (Sánchez, 2015; INAFED., 2010).

Al suelo de Reyes ETLA se le califica como calcisol cálcico, el cual tiene un potencial agrícola alto si se cuenta con un buen riego y fertilización, además de un adecuado drenaje que evite el encostrado superficial, igualmente este suelo es idóneo para la producción de forrajes empleados para la alimentación de hatos productores de leche para el Quesillo (SEMARNAT, 2012; Sánchez, 2015).

La época del año en la localidad es un factor que establece las características fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas del quesillo como producto terminado (Anzures *et al.*, 2015; Bernal, 2006; Pelaéz *et al.*, 2003).

Se puede considerar que el queso tiene tres componentes básicos: agua, grasa y sólidos no grasos (proteínas, lactosa y ácido cítrico) (Walstra *et al.*, 2006), es por ello que se analizaron estos tres factores agregando el valor de pH quien al igual es responsable de propiedades físicas en el proceso de producción (SAGARA, 2009).

Periodo donde trabajaste..... ot inv-----

6.1.1. Proteína

Los resultados de los análisis comparativos entre épocas del año (otoño- invierno) de los valores medios de proteína de los quesillos producidos en Reyes Etlá, municipio de Oaxaca, se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Valores de proteína del quesillo en porcentaje (%/150g)

| Componente | Otoño | Invierno |
|---------------------------|--------------|--------------|
| Media/desviación estándar | 25.06 ±1.07 | 23.68 ± 1.14 |
| Rango | 23.99 – 2.61 | 22.54 – 2.48 |
| Valor P | 0.069 | |

P > 0.05

En otoño el valor de proteína fue de 250.6 g/kg sin haber diferencia significativa con el valor de proteína determinado en invierno de 236.8 g/kg.

Los resultados obtenidos para ambos periodos concuerdan con el margen establecido por la Norma Oficial Mexicana NMX-F-098-1976 en donde especifica un 21.5% como mínimo permitido. Además. De acuerdo con Ginne, (2016), ese contenido de proteínas le brinda al queso propiedades de textura y estructura, por otro lado Moushumi *et al.*, (2014) establecen que la micro flora nativa existente en las proteínas que contribuye al sabor característico de los quesos.

Existen factores que influyen en las variaciones de proteína en las épocas del año, entre las cuales destacan: alimentación y nutrición del ganado, la región de producción y la calidad y manejo de la materia prima; siendo esta última quien le dará la estructura fibrosa al quesillo en el proceso de desmineralización o acidificación de la leche (Morales *et al.*, 2015; Kalac & Samkova, 2010; Hernan *et al.*, 2011; Ramírez & Stouvenel, 2010; Bernal, 2006).

Hayaloglu *et al.*, 2008, caracterizó el queso turco Kufllu en donde se analizaron un total de 29 ejemplares a los cuales además del contenido de proteína se incluyó también humedad, materia grasa seca y humedad. Teniendo resultados altos de proteína de 37.84±0.70, esto lo justifican argumentando que el contenido de proteína se atribuye a las diferencias de concentraciones del resto de los parámetros, siendo el nivel de grasa bajo y alto contenido de humedad.

González Ramírez (2010), evaluó la calidad fisicoquímica del queso fresco elaborado de forma artesanal en “Sehuelaca, municipio de Minatitlán, Veracruz” y su cambio durante periodo de

secas y lluvias; en donde obtuvo un contenido menor de proteínas en épocas de secas (17.077 g/100g de queso) con respecto al contenido de épocas de lluvias (18.402 g/100g de queso), sin presentar una diferencia significativa entre medias ($p > 0.05$).

, caracterizo al queso Oaxaca elaborado en el Valle de Tulancingo, Hidalgo; en donde obtuvo un resultado de contenido de proteína 21.3 ± 1.4 en un solo lote analizado, tomando en cuenta que se inicia el proceso con una leche pasteurizada

Villanueva *et al.* (2012), realizó una investigación sobre el sabor, textura e interacción en un queso Oaxaca artesanal, en la cual incluyó análisis fisicoquímicos como proteína, grasa, humedad, sales y acidez, siendo el promedio de sus resultados 28.40 %, 22.17%, 35.99%, 1.75% y 4.44 g/kg respectivamente. En donde las características fueron relacionadas con el sabor y concluyó diciendo el origen de la leche es lo que brinda total sabor al queso; al mismo tiempo Domínguez *et al.*, 2011 afirma que la cantidad de grasa y el contenido de proteína son variables que dependen más del origen de la leche que del proceso de producción.

6.1.2. Grasa

El porcentaje de grasa influye en la estructura y firmeza del quesillo, así que en su aumento o disminución refiere a los otros dos componentes principales (McCarthy *et al.*, 2015; Rogers *et al.*, 2010; Rogers *et al.*, 2010), es por ello que pueden o no ir a la par en relación a cada quesería.

La Norma Oficial Mexicana NMX-F-710-COFOCALEC-2005 refiere un mínimo del 20%, para Ramírez & Stouvenel, 2010, el quesillo permite un rango de grasa del 26-36%; así que los resultados están dentro de ambos marcos de porcentaje. Así como destaca el invierno como mayor contenido de grasa.

La alimentación del ganado es el factor que tiene más relación en la materia grasa de la leche (Bernal, 2006), tomando en cuenta que la alimentación es variada en las épocas del año debido a la disponibilidad de alimentos y por ende de nutrientes (Valdes *et al.*, 2008; Bernal, 2006). Para Valdés & Canto, 2015, el porcentaje de grasa puede aumentar hasta en un 1% dependiendo del aporte de fibra de la ración ingerida; así como Schmidt & Zsédely, 2011, describen que si el animal se alimenta con un poco más de 4% en la dieta, rica en ácidos grasos insaturados, el contenido de grasa en la leche disminuye; lo cual nos lleva a concluir que la alimentación es un

factor sustancial en el porcentaje final de grasa reflejado en el queso, siendo los forrajes, por su aporte de ácidos grasos, los más beneficiosos para la dieta de los rumiantes (Kalaš & Samková, 2010),

Tomando en cuenta que la principal fuente de alimentación de las vacas productoras de leche para elaboración del queso son forrajes de alfalfa y maíz (Sánchez, 2015) justifica claramente los resultados descritos.

El sistema completamente pastoril influye en el aumento de ácidos grasos en la leche (Morales et al., 2015),

Tabla 2. Valores de grasa del queso en las dos épocas del año (g/kg)

| Componente | Otoño | Invierno |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| <i>Media/desviación estándar</i> | 22.20 ± 0.61 | 23.83 ± 0.80 |
| <i>Rango</i> | 21.60 – 22.81 | 23.02 – 24.64 |
| <i>Valor de P</i> | 0.0014 | |

Islas Aparicio, 2010, estandarizo fórmulas para el proceso de quesos análogos, uno tipo Oaxaca y otro tipo Mozzarella. El queso tipo Oaxaca formulado lanzó resultados de grasa del 26%, mientras que el queso natural elaborado de leche obtuvo apenas el 19.9%; aquí se hace referencia de la diferencia de porcentajes a la cantidad de aditivos con el que está elaborado el primero, así como expresa que su costo de producción es por mucho más rentable que la elaboración de quesos naturales.

Colin Cruz, et al., (2016) realizó un perfil sensorial del queso Oaxaca elaborado en tres procesos diferentes, así como relacionó a cada uno con sus características fisicoquímicas. El queso producido con acidificación natural de leche bronca obtuvo un porcentaje de 21.75±0.35 de grasa, llevando una ventaja al queso elaborado con leche pasteurizada usando *Lactococcus lactis* spp., la cual obtuvo 22±0.1 %. Se concluyó que la razón de cada resultado fisicoquímico refiere a el tiempo la acción de los microorganismos empleados en cada proceso.

6.1.3. Humedad

La humedad es una característica que influye en demasiados factores texturales en el quesillo, por ejemplo, puede definir la dureza, elasticidad, cohesión y adhesividad (Ramírez *et al.*, 2012); al mismo tiempo el proceso de malaxado a mano brinda una humedad menos uniforme que la que se obtiene de un proceso mecánico (Ruíz, 2000).

La Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994 refiere un máximo de 51% de humedad en el quesillo, mientras que Ramírez & Stouvenel, 2010, refiere un rango de 41-51% como factible en la calidad del mismo. Los resultados alcanzados se encuentran dentro de ambos estatutos. Se alcanzo una humedad máxima en invierno.

El porcentaje de humedad hace referencia principalmente al proceso de producción en donde se adquiere la viscosidad y elasticidad del quesillo (Arimi *et al.*, 2010). En invierno la mayor humedad relativa se debe a la distribución de lluvias, mientras que las vacas se encuentran dentro de una zona termo neutral que potencializan su producción de leche (Bernabucci *et al.*, 2010; Anzures *et al.*, 2015).

Tabla 3. Valores de humedad del quesillo en las dos épocas del año (g/100g)

| Componente | Otoño | Invierno |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| <i>Media/desviación estándar</i> | 47.20 ± 1.15 | 47.85 ± 1.70 |
| <i>Rango</i> | 46.05 – 48.36 | 46.15 – 49.56 |
| <i>Valor de P</i> | 0.483 | |

Ramírez Navas *et al.*, (2010) describió la tecnología básica de fabricación del quesillo típico de Colombia, en donde además menciona las características fisicoquímicas del mismo colocando al porcentaje de humedad como el de mayor rango, ya que va desde el 41% al 55%, a lo cual refiere a que se trata de el reflejo de las características de la materia prima únicamente.

Restrepo & Montoya (2010) Diseño un proceso para la determinación de la vida útil del queso blanco en donde calculo el porcentaje de humedad a través del método gravimétrico durante un periodo de cuatro semanas arrojaron una humedad inicial de 50.56% y una final de 48.80%, a lo

cual los autores se refieren a la humedad en el ambiente como el único factor involucrado en los resultados ya mencionados.

Por otra parte, Uscanga *et al.*, (2006) empleo el suero fermentado en distintos tratamientos de elaboración del queso Oaxaca en el estado de Veracruz, en donde además se evaluó su posible efecto en las características fisicoquímicas como grasa, proteína, humedad y cenizas; aquí el contenido promedio de humedad fue 53% y se concluyó que no había una diferencia significativa en ninguno de los parámetros ya mencionados pero el tiempo de elaboración del queso con la adición del suero a diferentes concentraciones redujeron, lo cual surge como alternativa para los productores.

6.1.4. Potencial De Hidrogeno (Ph)

El pH es altamente dependiente de la temperatura (Negri, 2005), lo cual refiere a las características de producción y la zona.

Tabla 4. Valores de pH del quesillo en las dos épocas del año (g)

| Componente | Otoño | Invierno |
|----------------------------------|--------------|-----------------|
| <i>Media/desviación estándar</i> | 5.25 ± 0.12 | 5.31 ± 0.14 |
| <i>Rango</i> | 5.13, 5.37 | 5.16, 5.45 |
| <i>Valor de P</i> | 0.469 | |

Los resultados obtenidos son similares a los expresados por Jiménez Moroto *et al.*, (2016), obteniendo un pH de 5.29±0.08 refiriendo al queso Oaxaca mexicano.

Martínez *et al.*, (2011) evaluaron la influencia del porcentaje de grasa y acidez de la leche sobre las características fisicoquímicas del queso tipo Chitaja, en donde dentro de los valores demostrados de Ph (Potencial Hidrogeno) se tiene un promedio de 5.6, a lo los autores refieren a que el pH es por mucho, el responsable de la textura dura o blanda del queso, por ejemplo, entre más bajo sea el pH, más suave es el queso.

Solowiej *et al.*, (2016) observaron la influencia del pH en la textura, propiedades reológicas y meltabilidad de quesos análogos en los que se empleó caseína ácida en su proceso, en donde concluyeron que el queso con más propiedades elásticas es el que tuvo un valor bajo de pH (4.5-5.5) y el más viscoso es el que tenía un pH alto (6.0-7.0).

6.2. Comparación con Normas Nacionales

Los resultados fueron comparados con Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas en vigencia y tomando en cuenta su más reciente modificación.

El proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-F-733-COFOCALEC-2012 especifica que los parámetros ya mencionados son exclusivos de productos que empleen materia prima sanitaria y que esta haya pasado por un proceso de pasteurización; por lo cual los resultados obtenidos en esta investigación pueden tener un margen de diferencia a comparación con los establecidos en dicha norma.

La Norma Oficial Mexicana NOM-F-1985 además de describir la definición de queso Oaxaca también establece parámetros para dos tipos de calidades de leche, una entera y la otra parcialmente descremada.

La Tabla 5 compara las especificaciones de ambas Normas Nacionales con los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos aplicados al quesillo de Reyes Etlá, Oaxaca.

| Parámetro | PROY-NMX-F-733-COFOCALEC-2012 | NOM-F-1985 | Resultados de quesillo | |
|----------------|-------------------------------|------------|------------------------|---------------|
| | | | Otoño | Invierno |
| Proteínas | 21.5 min. ** | 20 min. ** | 25.06±1.07* | 23.68±1.14* |
| Grasa butírica | 20 min. ** | 22 min. ** | 22.20±0.61* | 23.83±0.80* |
| Humedad | 51 máx.** | 52 máx.** | 47.20±1.15* | 47.85±1.70* |
| pH | / | 5.0-5.5 | 5.25 ± 0.12 * | 5.31 ± 0.14 * |

min= mínimo

máx= máximo

*= Medida y desviación estándar

**= Valor expresado en porcentaje

/= Valor no proporcionado por norma

La tabla 5 nos muestra que los valores obtenidos de todos los parámetros descritos del quesillo coinciden con las especificaciones de ambas normas descritas. La Norma Mexicana PROY-NMX-F-733-COFOCALEC-2012 indica que sus parámetros se refieren a quesos Oaxaca que se elaboran de una manera higiénica y segura, esto incluye un proceso de pasteurización en su elaboración. Entonces a base de la norma anterior referimos que el quesillo cuenta con estos parámetros muy bien establecidos al compararlo con aquellos quesos que llevan un proceso de pasteurización (COFOCALEC-2012). A pesar de que la Norma Mexicana no describe los rangos mínimos y máximos específicamente, los valores obtenidos en los análisis de quesillo coinciden con sus especificaciones. Sin embargo la Norma Oficial Mexicana NOM-F-1985 (1985) al aclarar que sus especificaciones hacen referencia a quesos Oaxaca elaborados con leche entera, comparar los resultados con esta norma fue aún más factible y certero al saber que los quesillos muestreados fueron elaborados con leche entera.

Las Normas también fueron empleadas en diversas investigaciones (Montes de Oca *et al.*, 2009; Ferrer, 2014) que determinaron características fisicoquímicas al queso Oaxaca.

6.3. Análisis bacteriológico en ambas épocas del año

Los microorganismos se encuentran en muchos lugares, especialmente en lugares ricos en diversidad de componentes orgánicos y elevado contenido acuoso, tal es el caso de la leche, que al derivar en queso es probable que este contenga microorganismos derivados de la misma (Castro *et al.*, 2007; Palacios, 2006).

Los resultados microbiológicos se realizaron a los quesillos provenientes de Reyes Etlá, Oaxaca., que por su saber hacer y las condiciones en las que se elabora se obtuvieron los resultados descritos en la **Tabla 5**

Tabla 5. Grupos microbianos del queso en las dos épocas del año (Log 10)

| | Otoño | Invierno | |
|--------------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Grupo microbiano | Media / D. E | Media / D.E | Valor de P |
| <i>Streptococcus thermophilus</i> .* | 2.13 +/- 0.06 | 1.99 +/- 0.27 | 0.208 |
| <i>Lactobacillus</i> s.* | 2.09 +/- 0.05 | 1.66 +/- 0.28 | 0.001 |
| Mohos y Levaduras* | 2.08 +/- 0.14 | 2.00 +/- 0.19 | 0.417 |
| <i>Escherichia coli</i> * | 1.79 +/- 0.17 | 1.40 +/- 0.24 | 0.007 |

Todos los valores son indicados en base a Log 10

*UFC/g= Unidades Formadoras de Colonias sobre gramo

Los resultados de *Streptococcus thermophilus* no muestran una diferencia significativa entre ambas épocas del año ($p > 0.05$), lo cual indica que la presencia de este grupo de microorganismos en ambas épocas del año se mantiene presente. Mientras que *Lactobacillus spp.* muestra una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambas épocas. Los resultados también indican que la presencia de hongos y levaduras no tiene una diferencia significativa ($p > 0.05$) indicando una variación mínima entre el resto de los grupos microbianos. Las colonias de *E. coli* alcanzaron una diferencia significativa importante ($p < 0.05$) entre los análisis de otoño e invierno. Estos resultados son el reflejo de las características de la leche con la que se elabora el queso, así como también de las condiciones de transporte, manejo y procesamiento de la misma (Montes de Oca *et al.*, 2009; Alva, 2014).

Streptococcus thermophilus al ser una bacteria ácido láctica (BAL), es algunas veces empleado en el proceso de producción de queso, principalmente en quesos duros debido a que es una cepa termo resistente (González, 2002; Flint *et al.*, 2002). Morea *et al.*, (1999) caracterizó de manera fisiológica las bacterias encontradas en el proceso de elaboración del queso Mozzarella, en donde indicó que la presencia de *Streptococcus thermophilus* es la cepa más dominante en el suero del queso; a lo que refiere que los quesos frescos elaborados con leche bronca pueden tener este microorganismo presente. Así mismo Gobbetti (2002) indicó que efectivamente *Streptococcus thermophilus* se encuentra en el suero del queso de pasta hilada llamado Caciocavallo aunque en este en un porcentaje de 3% a diferencia de los *Lactobacillus spp.* que forman un 57%.; sin embargo estas cepas le dan características especiales al queso, tal como lo indica Jiménez *et al.*, (2016) quien cultivó *S. thermophilus* en un queso costeño, a lo cual refirió

que estas sepas le dan una variación de pH a comparación con el cultivo de *Lb. bulgaricus*. que genera más alcalinidad que el ya mencionado.

Los *Lactobacillus* son BAL que se distinguen por tener una morfología de bacilos, ser Gram positivos, su capacidad de crecer en ausencia de O₂, su ausencia de esporas y por su producción de ácido láctico a partir de la fermentación de carbohidratos simples (Ramos *et al.*, 2009), además son organismos clasificados como probióticos (Duran *et al.*).

Castro *et al.*, (2013) al caracterizar la microbiota del queso Oaxaca elaborado en el centro de México durante tres etapas en su proceso, obtuvo un total de $9,8 \pm 0,8$ de BAL entre las cuales el 27.9% pertenece a cepas de *Lactobacillus*, por lo cual concluyó que la flora láctica de este queso está principalmente conformado por los géneros *Lactobacillus* y *Lactococcus*.

Los resultados de cepas de *Lactobacillus spp.* de esta investigación son similares a los expresados por Cristobal & Maurtua (2003) quienes al hacer una evaluación bacteriológica de quesos frescos producidos en Lima, Perú, obtuvieron un total de $1,6 \times 10^5$ UFC/g

La presencia de levaduras es ligeramente similar en ambas épocas del año. Espinoza *et al* (2013) caracterizaron al queso Oaxaca tradicional en tres distintas fases de producción en donde la concentración de levaduras en queso resultó mayor 9.9 ± 0.9 al de la leche y la cuajada.; a diferencia de Palacios (2006) quien al caracterizar al Queso Oaxaca elaborado en Hidalgo, México realizó un recuento microbiano en donde mohos y levaduras tuvieron una media y desviación estándar de 4.82 ± 2.52 , dichos resultados los refiere a la materia prima que no pasa por un proceso de pasteurización.

Los valores obtenidos de *E. Coli* son similares a los de Vásquez (2012) quien al caracterizar un queso fresco artesanal venezolano obtuvo una presencia de *E. Coli* de 1.3×10^{-4} a lo cual indica que se habla de un queso con bajos estándares de calidad a comparación de su norma nacional COVENIn-3821-2003.

Diversos estudios demuestran que la presencia de coliformes en los derivados lácteos se refiere a ser proceso de producción del mismo; por ejemplo, Trmcic *et al* (2016) quienes detectaron coliformes en quesos y lo asociaron con el proceso de pasteurización que recibe o no la leche de vaca, en donde detectaron un alto número de coliformes en quesos elaborados con leche bronca (42% con >10 UFC/g) comparado con quesos elaborados con leche pasteurizada (21%); sin

embargo se tienen resultados menores a los expresados por otros autores (Castro *et al.*, 2013) en quesos Oaxaca.

Ramírez *et al* (2011) obtiene un valor promedio de bacterias coliformes obtenidos durante el proceso de elaboración de queso Oaxaca, en donde coloca a la leche cruda con >1100 NMP/ml y al producto terminado con >1100 NMP/ml. Esto indica que los valores obtenidos están muy por encima de los promedios de Ramírez *et al* (2011).

Tabla 7. Parámetros de presencia de *Salmonella sp.* en el quesillo de Reyes Etla

| Grupo microbiano | Otoño | Invierno |
|-------------------------|--------------|-----------------|
| Salmonella en 25 g | Negativo | Negativo |

Los resultados obtenidos son similares a los de varios autores ((Ballesta,2014; Garcés *etal.*, 2005) al tener todas las muestras negativas en la prueba de 25 g

6.4. Comparación con normas oficiales nacionales e internacionales

Los resultados obtenidos fueron comparados con las especificaciones que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2012. *Productos y servicios. Leche, formula lactea, producto lacteo convinado y derivados lacteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Metodos de prueba.*, en donde rige que el queso Oaxaca deberá cumplir con las especificaciones microbiológicas. El producto no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas e inhibidores microbianos, ni otras sustancias toxicas que puedan afectar a a salud del

consumidor o provocar deterioro del producto (Ferrer,2014). La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos en ambas épocas del año de los análisis microbiológicos realizados en el quesillo de Reyes Etlá, Oaxaca y los compara con la norma oficial ya mencionada.

Tabla 8. Comparación de especificaciones del quesillo de Reyes Etlá con las especificaciones de la NOM-243-SSA1-2012.

| Especificaciones | NOM-243-SSA1-2012 | Resultados del quesillo | |
|-------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | UFC/g | Otoño | Invierno |
| Coliformes Totales | 100 | | |
| Escherichia Coli | 100 | 1.79 +/- 0.17* | 1.40 +/- 0.24 * |
| Mohos y levaduras | 500 | 2.08 +/- 0.14* | 2.00 +/- 0.19 * |
| Salmonella spp. en 25 g | Negativo | Negativo | Negativo |

*= Media y desviación estandar

Al comparar los resultados obtenidos en el quesillo respecto a *Escherichia coli* y Coliformes Totales, referimos a que estas sobrepasan las especificaciones de la norma mencionada, sin embargo los resultados de *Salmonella spp.* concuerdan con lo establecido en la norma, esto indica que el quesillo cumple con la norma al no aislar cepas de *Salmonella spp.* Respecto al contenido de *Lactobacillus spp.* y *Streptococcus thermophilus* las normas mexicanas únicamente establecen rangos mínimos para la producción de yoghurt los cuales deben contener como mínimo 107 UFC/g en su suma (NMX-703-COFOCALEC-2004).

VII. BIBLIOGRAFÍA

ICMSF International Commission on Microbiological Specifications for foods, 2011, *Microorganisms in foods*, Springer, Londres.

Almaza, C. 2011, "El negocio del queso", *El Economista*, Enero 20.

Arimi, J, Duggan, E, O'Sullivan, M, Lying, J & O'Riordan, 2010, "Effect of moisture content and water mobility on microwave expansion of imitation cheese", *Food Chemistry*, Vol. 121, 509-516.

Badui, S., 2013, *Química de los alimentos*, 5° Ed, Pearson, México.

Barrera, E & Bringas, A, 2008, "Las rutas alimentarias: Una arquitectura turística basada en la identidad de los alimentos", *Gastronomic Sciences*, Marzo.

Battro, P., 2010, *Quesos artesanales, historia, descripción y elaboración*, Albatros, Argentina.

Beresford, T, Fitzimons, N, Brennan, N & Cogan, T., 2001, "Recent advances in cheese microbiology", *International Dairy Journal*, Vol.11, 4-7, 259-279.

Blanco, J, Camarena, D & Sandoval, G., 2014, "Alimentos tradicionales en Sonora, México: factores que influyen en su consume", *INNOVAR*, Julio-Septiembre, 24, 53, 127-139.

Blanco, M & Riveros, H., 2004, "Las rutas alimentarias, una herramienta para valorizar productos de las agroindustrias rurales, el caso de la ruta del queso Turriabla (Costa Rica)", *Congreso agroindustria rural y territorio Dic-2004*.

Centeno, A., 2008, "Caída de la producción otoñal de leche", *Marca Liquida Agropecuaria*, Vol. 18, Num. 177, 63-66.

Cervantes, E & Villegas de Gante, A., 2012, "La leche y los quesos artesanales en México", *Universidad Autonoma de Chapingo, CIESTAAM, CONACYT & Miguel Ángel Purrúa*.

Cervantes, E, Villegas de Gante, A, Cesín Vargas, A & Espinoza Ortega, A., 2008, *Quesos Mexicanos Genuinos, un patrimonio cultural que debe rescatarse*, Mundi Prensa México, Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Autónoma del Estado de México, Mexico.

Ciro Velásquez, H, Mejía Restrepo, L & Osorio Tobón, J., 2004, "Caracterización textural y fisicoquímica del queso Edam", *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Medellin.

Diaz, C & González B., 2001, "Staphylococcus aureus en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria", *Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición*, UANL, Vol. 2, num 3.

Errázuruz, C., 2010, "Indicaciones geográficas y denominaciones de origen", *Revista Chilena de Derecho*, 207-239.

Escobar, G & Julio, B., 1990, *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola*, Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción, Chile.

Espinosa, V, Rivera, G & García, L., 2008, "Marketing channels and margins of raw milk produced in a family system", *Articulos Científicos*, Vol. 29, num 1, 1-16.

Castro Castillo, G, Martínez Castañeda, F, Martínez Campos, A & Espinoza Ortega, A., 2013, "Caracterización de la microbiota native del queso Oaxaca tradicional en tres fases de elaboración", *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, Vol.33, num. 2, 105-109.

Domínguez López, A, Villanueva Carvajal, A, Arriaga Jordán, C & Espinoza Ortega, A., "Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de México", *Estudios Sociales*, Vol. 19, num. 38, 166-193.

Galván Díaz, M., 2005, "Proceso básico de la leche y el queso", *Revista Digital Universitaria*, Vol. 6, num. 9, 2-17.

Guinne, T., 2016, "Protein in cheese and cheese products; Structure function relationships", *Advanced Dairy Chemistry*, Springer, 347-415, Irlanda.

Gutiérrez, R., 2013, "Residues levels of organochlorine pesticide in cow's milk from industrial farms in Hidalgo, México", *Journal of Environmental Science and Health*, Vol. 48, num.11, 935-940.

Herrera, F., 2012, "Enfoques y políticas de desarrollo rural en México, una revisión de su construcción institucional", *Gestión y Política Pública*, Vol.22, num. 1, 131-159.

Hervás, A., 2012, *El Mercado de queso en México*, Instituto Español de Comercio Exterior, México.

Hiroiyuki, S & Morimasa, T., 2016, "Effect of milk fat content on the viscoelasticity of mozzarella type cheese curds", *Eur Food Res Technology*, Issue 242, 157-162.

Reyes, O, Murillo, M, Herrera, E, Gutierrez, E, Juárez, A & Cerrilo, A., "Influencia de la época del año en los indicadores nutricionales y metabólicos de bovinos en pastoreo en el norte de México", *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 46, num, 4, 375-380.

Lencibidad, G., 2002, *Producción artesanal de alimentos: análisis y perspectivas*, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Uruguay.

Liconsá, 2016, *Adquisición de leche nacional y de importación*, Secretaría de Desarrollo Social, México.

Linck, T, Barragán, E & Sabianca, F., 2006, " De la propiedad intelectual a la calificación de los territorios: lo que cuentan los quesos tradicionales", *Revista Agroalimentaria*, Vol.22, num.12, México.

Martínez Marin, A., 2006, " Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero: estres por calor", *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, vol.7, num. 10, 1-22.

Martinez, M., 2015, "México consume poca leche", *El Economista*, Mayo 31.

Matta, R., 2011, "Posibilidades y límites del desarrollo en el patrimonio inmaterial, el caso de la cocina peruana", *Revista Apuntes*, vol.24, num.2, 196-207.

Moskowitz, H., 2014, "Fat, lipids, or cheese: understanding the algebra of the consumer", *Lipid Technology*, vol. 26, num. 8, 175-178.

Oaxaca Gobierno, 2013, *Plan de desarrollo municipal de Reyes Etlá Oaxaca 2001-2013*, Gobierno del Estado de Oaxaca, México.

Otero, J., 2015, "Valorización de productos agroalimentarios locales para el desarrollo rural: reflexiones sobre dos experiencias argentinas", *Revista Agroalimentaria*, 71-80.

Poméon, T & Cervantes Escoto, F., 2010, *El sector lechero y quesero en México de 1990 a 2009 entre lo global y local*, Universidad Autónoma de Chapingo, CIESTAAM, México.

Reséndiz, M, Hernández, Z, Ramirez, H & Pérez, A., 2012, "Traditional fresh cheese basket basic health and quality in Tuzupan México", *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, vol.2, 253-255.

Riveros, H & Blanco Marvin, M., 2003, *El agroturismo, una alternativa para revalorizar la agroindustria rural como mecanismo de desarrollo local*, PRODAR, Lima.

Rogers, N., 2010, "Rheological properties and microstructure of Cheddar cheese made with different fat contents", *Journal Dairy Science*, Issue 93, 4565-4576.

SAGARPA, 2015, *Panorama de leche en México*, SAGARPA, México.

SAGARPA, & S., 2015, *Panorama de la lechería en México, Enero-Marzo*, SAGARPA, México.

Sánchez, L., 2015, *Tipificación del quesillo de Reyes Etlá, Oaxaca*. Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México.

Soodam, K, Ong, L, Powel, I, Kentish, S & Gras, S., 2014, "The effect of milk protein concentration on the microstructure and textural properties of full fat cheddar cheese during ripening", *Food Bioprocess Technology*, Issue 7, 2912-2922.

Sosa Sosa, M & Salidio Araiza, P., 2012, "La conformación de una ruta alimentaria como estrategia de desarrollo turístico rural para el municipio de Ures, Sonora, México", *Revista Estudios Sociales*, Vol. 21, num. 43, 153-174.

Tallarico, G., 2000, "La construcción comunicativa de las denominaciones de origen, Una aproximación al análisis del sector vitivinícola español", *Revista Latina de Comunicación Social*, Vol.3, num. 34.

Thompson, E, Calderón, S & Arce, J., 2016, "Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco", *Agronomía Mesoamericana*, Vol 27, núm. 1, 61-71.

USDA Foreigning Agricultural Service, 2014, *Dairy and products annual: Mexican Dairy Products Production*, Global Agricultural Information Network, USA.

Vandecandelaere, E, Arfini, F, Belletti, G & Merescotti, A., 2010, *Linking people, places and products, A guide for promoting quality linked to geographical origin and sustainable geographical indications*, “. 2 Ed, FAO, USA.

Yano, M, Shimadzu, H & Endo, T., 2014, “Modelling temperature effects on milk production, a study on Holstein cows at a Japanese farm”, *SpringerPlus*, Vol.3, 11.