



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

**TIPIFICACIÓN SENSORIAL DEL QUESO OAXACA EN DOS
EPOCAS DEL AÑO PRODUCIDO TRADICIONALMENTE EN EL
NOROESTE DEL ESTADO DE MEXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

ERIC MONTES DE OCA FLORES

COMITÉ DE TUTORES

**Dra. ANGÉLICA ESPINOZA ORTEGA
Dr. CARLOS MANUEL ARRIAGA JORDÁN
Dr. ÁNGEL ROBERTO MARTÍNEZ CAMPOS**

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, mayo de 2015.
Montes de Oca2015©

DEDICATORIAS

A mis padres Petra y Santiago † por todo el apoyo moral y económico que me brindaron.

A mi esposa Nancy, por el amor y la paciencia que siempre me demostró.

A mis hijos Santiago e Ismerai, quienes llegaron a darle una alegría a mi vida.

A mis hermanos Juan Miguel y Patricia, a su esposo Héctor y a mis sobrinos, Samuel, Daniel, Hugo y Jacqueline.

A mi suegra Guadalupe, mi suegro Ausencio y mi cuñado Adán Eduardo.

A mis compañeros de doctorado Felipe, Jair y Miguel.

RESUMEN

El queso "Oaxaca" tradicional, nombre atribuido a su lugar de origen, es un queso fresco perteneciente al grupo de *pasta fillata* y es el más conocido en el país, la cuajada se somete a un amasado en agua caliente hasta estirarse y formar bandas. Se obtiene a partir de leche cruda de vaca, misma que está sujeta a la variabilidad como resultado de una serie de factores, los estacionales es uno de ellos, afectando la calidad del queso. En los aspectos sensoriales existe poca investigación y en este sentido los atributos sensoriales son críticos para la identificación de los quesos y la aceptación de los consumidores. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue desarrollar un perfil sensorial (olor y sabor) y evaluar las características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional, además de las características tecnológicas y fisicoquímicas de la leche en época de secas (febrero-abril) y lluvias (agosto-octubre). Se trabajó con las queserías del municipio de Aculco, Estado de México. Se seleccionaron los panelistas, se desarrolló el vocabulario y el entrenamiento fue de 56 h. La evaluación sensorial se realizó con 11 diferentes madejas de queso, 24 h después de su elaboración. En leche (21 muestras) se analizó el % de Grasa (G), Proteína (P) y acidez, Tiempo de Coagulación (TC), Firmeza de la Cuajada (FC) y Rendimiento (RTO). En queso (21 muestras) G, P, Acidez, Humedad y Cloruros. Para comprobar la homogeneidad de las puntuaciones de los evaluadores, se realizó un análisis de varianza, las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de LSD ($p < 0.05$) y posteriormente se calcularon las medias para obtener graficas de amiba. Para analizar la época se realizó un Análisis de varianza y las diferencias

se calcularon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). En componentes fisicoquímicos se utilizó un ANOVA de un factor para evaluar las variaciones. Se identificaron siete atributos de olor y ocho de sabor. Se observó que no existen diferencias significativas por época en la mayoría de atributos a excepción del olor y sabor agrio, y sabor a leche pasteurizada, con mayor intensidad en la época de secas. Presentaron diferencias significativas por época la G, P y acidez, además del TC, FC y RTO en leche; y G, Acidez y Humedad en queso.

SUMMARY

The traditional cheese "Oaxaca" name attributed to their place of origin, is a group belonging to *fillata* paste cheese and is best known in the country, the curd is subjected to a kneading in hot water until stretch and form bands. It is obtained from raw cow's milk, it is subject to variability as a result of a number of factors, seasonal is one of them, affecting the quality of the cheese. In the sensory aspects there is little research and here the sensory attributes are critical to the identification of the cheese and consumer acceptance. Therefore the objective was to develop a sensory profile (flavour and odor) and evaluate the physicochemical characteristics of traditional cheese Oaxaca, besides technological and physicochemical characteristics of milk in the dry season (February - April) and rainy (August -October). We worked with dairies Aculco Township, State of Mexico. Panelists were selected vocabulary was developed and training was 56 h. Sensory evaluation was performed with 11 different skeins of cheese, 24 h after processing. In milk (21 samples) the% fat (G), Protein (P) and acidity, Clotting Time (CT), Curd

Firmness (FC) and yield (RTO) was analyzed. In cheese (21 samples) G, P, acidity, humidity and chlorides. To check the consistency of the scores of evaluators, an analysis of variance was performed, differences were calculated using LSD test ($p < 0.05$) and then the means were calculated for the plot of amoeba. To analyze the time an Analysis of variance was performed and the differences were calculated using the Tukey test ($p < 0.05$). In physicochemical one-way ANOVA was used to assess variations. Seven attributes of smell and taste eight were identified. We observed no significant differences by age in most attributes except smell and sour taste and flavor pasteurized milk, with greater intensity in the dry season. Showed significant differences by season G, P and acidity, plus TC, FC and RTO in milk; and G, acidity and moisture in cheese.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de los estudios de doctorado.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por el otorgamiento de la beca de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) por el financiamiento al proyecto “Programa de desarrollo en la integración y agregación de valor en los eslabones de la cadena productiva, caso quesos mexicanos genuinos”, con número de clave 144591.

A mis maestros por su instrucción en el proceso de aprendizaje del doctorado.

A mi comité tutorial: Dra. Angélica Espinoza Ortega, Dr. Carlos M. Arriaga Jordán y al Dr. Ángel R. Martínez Campos.

A los propietarios y personal que laboran en las queserías del municipio de Aculco que participaron en este estudio.

A las laboratoristas (Lulu y Laura), y estudiante (Estephany) por el apoyo ofrecido en el laboratorio durante el desarrollo de la investigación.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Facultad de Química de la UAEM, por hacer uso de sus laboratorios.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN GENERAL	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Importancia de los productos lácteos.....	14
2.1.1. Los productos lácteos en el ámbito internacional	14
2.1.2. Los productos lácteos en México.....	15
2. 2. Los sellos de calidad en la comercialización de los quesos.....	17
2. 2. 1. Importancia de los sellos de calidad en los quesos	17
2.3. La producción de queso tradicional en el noroeste del Estado de México	21
III. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
IV. HIPÓTESIS.....	24
V. OBJETIVOS.....	24
5. 1. General	24
5. 2. Específicos.....	24
VI. MARCO TEÓRICO	25
6. 1. Factores que influyen sobre la composición de la leche	25
6. 2. Influencia de la composición de la leche sobre los parámetros tecnológicos	27

6. 3. Influencia de la alimentación sobre las características de los quesos.....	31
6. 4. Los léxicos sensoriales como una alternativa de los quesos tradicionales o “artesanales”	32
VII. MATERIALES Y MÉTODO	36
7. 1. Zona de Estudio	36
7. 2. Selección y entrenamiento del panel de degustación	37
7. 3. Tamaño de muestra	41
7. 4. Evaluación Sensorial.....	41
7. 5. Análisis en leche y queso.....	41
7. 6. Análisis estadísticos.....	43
VIII. RESULTADOS.....	45
8. 1. Capítulo de libro	45
8. 2. Artículo enviado a la Revista Mexicana de Ingeniería Química	65
IX. DISCUSIÓN GENERAL.....	84
X. CONCLUSIÓN GENERAL.....	86
XI. REFERENCIAS	87

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Atributos, Umbrales y Referencias del queso Oaxaca tradicional	51
Cuadro 2. Análisis de promedios por atributo de los seis evaluadores	52
Cuadro 3. Análisis de promedios del queso Oaxaca tradicional por atributo	57
Cuadro 4. Perfil sensorial de los quesos por época	58
Cuadro 5. Análisis de medias de las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en lluvias y secas.....	71
Cuadro 6. Coeficiente de correlación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en secas.....	74
Cuadro 7. Coeficiente de correlación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en lluvias	75
Cuadro 8. Análisis de medias de las características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional en lluvias y secas.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de queserías del Municipio de Aculco	36
Figura 2. Perfil de olor del queso Oaxaca tradicional por atributo en secas y lluvias	54
Figura 3. Perfil de sabor del queso Oaxaca tradicional por atributo en secas y lluvias	55

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

México es un país con grandes riquezas gastronómicas, la mayoría de ellas conocidas y elaboradas sólo de manera local, con procesos particulares de elaboración que se han ido transmitiendo de generación en generación, propios de ciertas zonas geográficas, dándoles características particulares (de sabor y composición) que los diferencian de otro platillo similar. Como por ejemplo los moles de Oaxaca. En este sentido, dada la importancia económica y nutritiva que representa la producción y consumo de los productos lácteos a nivel mundial, en México se producen un sin fin de quesos, la mayoría de ellos a nivel industrial (con sabor similar) que se comercializan en toda la república (ejemplo Quesos Chilchota, La Villita, Nochebuena, entre otros); y por otro lado los quesos locales (tradicionales), como el Cotija “Región de Origen”, queso de Bola de Ocosingo y queso de Poro de Balancán ambos de Chiapas, que se comercializan en ciertas partes de la república y cada uno con características propias. Existe una tendencia encargada de proteger a los alimentos a través de distintos sellos de calidad entre los que incluye su localidad, de una región en particular, con procesos de elaboración transmitidos por un determinado tiempo, particularidades que se ven garantizadas en sellos como las Denominaciones de Origen Protegida (DOP), Identificación Geográfica Protegida (IGP) y las Marcas Colectivas (MC) término utilizado en México similar a la DOP. Ejemplo claro con DOP en México es el Tequila.

En el caso específico de los quesos, la obtención de un sello de calidad requiere a su vez conocer la naturaleza de la leche (la raza del animal, prácticas de

producción, alimentación de los animales), el ecosistema microbiano, las cuestiones fisicoquímicas, bioquímicas y las características sensoriales del producto final. El queso Oaxaca o también conocido como “Quesillo” pertenece a la familia de pasta *fillata*, su nombre es atribuido por su lugar de origen (Oaxaca), es a nivel nacional el queso que más se comercializa y consume, se elabora de forma industrial y tradicional. Se caracteriza porque durante su elaboración se somete a un amasado con agua caliente para posteriormente estirarse y formar bandas, y se presenta en forma de madejas. El Oaxaca tradicional se elabora a partir de leche cruda de vaca y se requiere de cierta destreza para determinar la acidez óptima de la cuajada para su posterior amasado.

El control de los alimentos, en especial aquellos con sello de calidad, está determinado por factores fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Este último ha tomado gran importancia para la aceptabilidad de los quesos por parte del consumidor, sin dejar de lado la inocuidad del mismo. Diversos autores mencionan la importancia que tiene el desarrollar léxicos sensoriales para cada uno de los quesos para que no puedan ser utilizadas en otra variedad, además de evitar posibles imitaciones o adulteraciones. La calidad sensorial a su vez depende de factores como las condiciones de la materia prima y de los procesos de elaboración. Con relación a la materia prima, el producto es afectado por factores como la raza del animal, etapa de lactación, número de partos y estado sanitario de la ubre (factores intrínsecos), y también el sistema de ordeño, la alimentación del animal, la época del año (factores extrínsecos), ejercen gran influencia en la composición de la leche y directamente en las propiedades tecnológicas.

Hasta la fecha muchos alimentos tradicionales con características propias, están casi en el olvido, sin contar con el apoyo científico necesario para su caracterización. Por tal motivo, el objetivo del trabajo es contribuir con información en la caracterización del queso Oaxaca tradicional para sentar las bases de una posible DO o que sirva de comparación con quesos de diferentes zonas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de los productos lácteos

2.1.1. Los productos lácteos en el ámbito internacional

Dada la importancia nutricional y económica que representan la producción de leche y dentro de ella los derivados lácteos para la mayoría de países (Joudu *et al.*, 2009) China, India, Brasil, México y Argentina han puesto principal interés en este aspecto. Del año 2004 al 2007 destacan aumentos de leche fluida del 55, 14, 14.7, 7.9 y 3.2%, aunque Argentina sólo en el 2006 presentó un aumento del 10%. Si bien es conocido que la comercialización de leche en sus diferentes presentaciones (leche fluida, polvo, evaporada y condensada) genera los mayores valores económicos, lo quesos toman cada vez mayor importancia. Simplemente para el 2006 representaron el 33.89% del valor de los productos lácteos, siendo muy importantes para la economía de diversos países, situación que se puede ver reflejada en el diferencial de precio de diversos productos lácteos. Por ejemplo, un kilogramo de queso oscila entre los 2.9 a 3.7 dólares, en comparación con la crema, yogurt, sueros y lactosueros, mantequilla y grasa butírica, siendo de 1.7, 1.1, 1.8, 2.9, y 2.7 dólares por kg respectivamente.

Brasil, Argentina y Rusia como ejemplos claros en este sentido en los últimos años han obteniendo importantes crecimientos, solamente por debajo de la Unión Europea y Estados Unidos, siendo estas últimas las principales entidades en la producción y exportación de los productos lácteos. Por su parte México muestra

un crecimiento pero aun muy ligero siendo del 25% del año 1997 al 2006. (SAGARPA, 2008; Unión Europea, 2009a).

2.1.2. Los productos lácteos en México

Si bien es sabido que hasta la fecha México importa gran parte del consumo aparente de leche y derivados lácteos, dentro del comercio internacional se ha convertido en un importador mas de quesos, no obstante la leche fluida y la leche descremada en polvo (LDP) ocupan aun el primer lugar, seguido de los quesos y mantequilla, a pesar de que en relación al incremento de la producción del 2004 al 2007, sea mayor (43.1%, comparado con el 30.3, 7.9 y 9.7% de la LDP, leche fluida y quesos).

Las exportaciones presentadas de queso fueron de dos mil toneladas para el 2004 al 2006 y tres mil para el 2007, reflejando la importancia que está tomando en el comercio exterior este tipo de productos. Cuevas *et al.* (2007) mencionaron que en México en el 2002, el 29% de la leche producida fue destinada a la industria transformadora, del cual el 81% se utilizó para la producción de queso, 11.5% para la mantequilla, 7% para yogurt y 0.5% para helados y otros productos. Otros ejemplos de éstas tendencias, aunque no muy recientes, se dan en Centroamérica, Honduras, Costa Rica y Guatemala que destinaron del 31 al 65% de la producción al proceso de quesos tradicionales (Barrantes, 1999). Un ejemplo más es Venezuela quien destinó el 28.9% de la producción para el mismo fin (García, 2005). Por su parte, la Unión Europea hasta el año 2009 destinaba más del 40% de la producción total de leche a la elaboración de quesos (Unión Europea, 2009b). En México el mercado de los productos lácteos está dominado por

empresas transnacionales y nacionales con productos industriales principalmente que acaparan la mayor parte de la oferta, existen además productos elaborados por empresas familiares o artesanales (productos heterogéneos) de gran valor para muchos consumidores, pero poco se sabe de estos a nivel nacional. El conocimiento de la producción y comercialización en pequeña escala (familiares o artesanales) se ve afectada por la situación anterior (Cesín *et al.*, 2007). Aunque la producción familiar o artesanal como lo menciona este autor tenga cierta desventaja en cuanto al precio, “calidad” y cantidad, principalmente con productos industrializados, no deja de ser relevante dentro del mercado mexicano, situación que también se observa a nivel internacional para otros tipos de queso. En el caso mexicano un ejemplo es el Queso Cotija, y a escala internacional el Queso Mozzarella en Italia. Existen otros factores que influyen en la selección de estos productos como el tipo de leche con la que está elaborado lo que influye en el sabor (vaca, oveja, cabra, búfala o mezcla de leches), la forma de elaboración (productos tradicionales o artesanales), aunado a los sellos de calidad (Denominación de Origen Protegida, Identificación Geográfica Protegida, Marcas Colectivas, entre otros) que garantizan su propia particularidad.

En México hay mucho potencial para los productos lácteos con algún sello de calidad, se producen más de 30 quesos genuinos, de los cuales 17 son elaborados de manera tradicional, cuatro son tradicionales e industriales y el resto son industriales (Cervantes *et al.*, 2008), entre los más conocidos a nivel nacional son: Queso Cotija, Oaxaca, Asadero, Molido, Adobera, Bola de Ocosingo,

Trenzado entre otros, lo anterior ilustra el potencial de quesos genuinos que tiene el país y que además también implica un potencial de investigación.

2. 2. Los sellos de calidad en la comercialización de los quesos

2. 2. 1. Importancia de los sellos de calidad en los quesos

Desde el punto de vista de la Organización Internacional de Normalización (ISO), se entiende por “calidad” de un producto alimenticio al conjunto de propiedades y características que ofrece un producto o servicio que satisface las necesidades del consumidor. Aunque desde este punto de vista la calidad es una noción subjetiva, sujeta a cambios con el paso del tiempo, para efectos de trabajo distinguiremos los siguientes apartados (Oyarzún, 2002):

- a). La calidad como resguardo de inocuidad: que sea un alimento que no cause daño al consumidor.
- b). La calidad nutricional: Aptitud de los alimentos para satisfacer las necesidades del organismo en términos de energía y nutrientes.
- c). La calidad definida por los atributos: estando sobre la calidad básica de inocuidad y se diferencian de acuerdo a sus características organolépticas, de composición, ligado también a tradiciones socioculturales, considerándose en la última década el respeto al medio ambiente (productos orgánicos), respeto a las leyes sociales de los trabajadores encargados de la producción (comercio justo) y respeto a las tradiciones (alimentos elaborados por métodos tradicionales).

Sin dejar de darle la seriedad a la calidad de un producto en relación a la inocuidad, en los países desarrollados (Unión Europea) la calidad definida por los atributos está tomando mayor interés, principalmente sobre los orígenes y

procesos de elaboración de los productos y alimentos de origen agropecuario, que sean auténticos, con mayor sabor y elaborados de acuerdo al conocimiento resguardado por la tradición, estas particularidades se ven garantizadas en sellos de calidad como:

1. La Denominación de Origen Protegida (DOP), la Indicación Geográfica Protegida (IGP)
2. La Especialidad Tradicional Garantizada (ETG).
3. La Agricultura Ecológica.

La DOP garantiza que el producto ha sido producido, transformado, y elaborado en una zona geográfica determinada, con conocimientos específicos y comprobados; la IGP, garantiza que el producto presente un vínculo con el medio geográfico en al menos una de las etapas de su desarrollo: producción, transformación o elaboración; la ETG, garantiza que el producto presenta una composición tradicional o está elaborado según un método de producción tradicional; y la Agricultura Ecológica, garantiza que el producto haya sido elaborado respetando la protección del medio ambiente en los procesos agrícolas y ganaderos (bienestar de los animales). En México, además de la DO, se usa el término de Marca Colectiva (MC) que de igual manera permite proteger una designación geográfica. La MC la definen como *“signo visible que distingue en el mercado productos y servicios de las asociaciones, sociedades de productores, fabricantes, comerciantes o prestadores de servicios, legalmente constituidas, respecto de los productos o servicios de los terceros”*.

Los sellos de calidad se aplican en una gran diversidad de productos, quesos, vinos, carnes frescas, productos cárnicos, huevo, miel, frutas, vegetales, cereales, cervezas, sidras, agua mineral, agua de manantial, productos de panadería, pastelería, repostería o galletería, entre otros. (Unión Europea, 2009c). Específicamente sobre quesos, algunos ejemplos con DOP en Europa son: los italianos como *Canestrato*, *Fiore Sardo* y *Pecorino*; los franceses, *Roquefort*, *Ossau-iraty brebis pyrennéese*; los portugueses, *Azeitao*, *Evora*, *Serpa* y *Serra de Estrela*; los españoles que de las 28 variedades registradas se encuentran el *Manchego*, *Roncal*, *Idiazábal*, *Serena* y *Zamorano*, entre otros (Ares, 2003). Por su parte México cuenta con la MC en el queso de Bola de Ocosingo y Queso de Poro de Balancán ambos en Chiapas y Cotija de Michoacán y Jalisco, hasta la fecha se está trabajando en este último por obtener una DOP.

Gracias a los sellos de calidad, según lo reportado por Freitas y Malcata (2000), España y Portugal reportaron incrementos en la producción de quesos de 1984 a 1996 del 223 y 19% respectivamente, y en México el queso Cotija toma mayor prestigio a partir del sello de calidad, además los precios de sus productos incrementaron más del 50% (Pomeón, 2007).

La obtención de estos sellos de calidad para el caso de los quesos implica no solo el conocimiento de los orígenes o procesos tradicionales, se requiere además conocer los siguientes aspectos (Castañeda, 2002):

1. La naturaleza de la leche, en relación con la raza, las prácticas de producción y alimentación de los animales, las condiciones de la colecta y la composición.
2. La tecnología utilizada.

3. El ecosistema microbiano que participa en el aspecto (pasta, corteza) y en las propiedades organolépticas (textura, sabor).
4. La evolución fisicoquímica y bioquímica durante la maduración.
5. Las características sensoriales del producto final.

Lo anterior permite definir las características propias del producto de cierta zona tal como lo mencionan Bárcenas *et al.* (1998), permite defender con argumentos científicos las peculiaridades de un producto tradicional de cierta región, de posibles imitaciones. En este sentido y como ejemplo claro, es el caso del queso “Cotija región de origen”, que con el objetivo de lograr esa diferenciación del queso original, se han desarrollado diversos trabajos en cuestiones sociales (desde los inicios de la producción de queso, el grupo social que conforman las comunidades de la región delimitada, etc), geográficas (el tipo de vegetación, la coordenadas geográficas, el tipo de raza, las comunidades que delimitan la MC) y las características del producto como tal (características fisicoquímicas, microbiológicas, proceso de elaboración y características sensoriales) (Poméon, 2007). Para la obtención de la MC se desplegaron una serie de condiciones o reglas de uso en relación a: el uso como tal de la MC, la localización, manejo del ganado (control sanitario), leche, cuajo, sal, proceso de elaboración, higiene, comercialización, además de sanciones; mismas que garantizan la producción de un queso original muy anclado a su territorio. El ejemplo del Queso Cotija es posible replicarlo en otras regiones del país, donde abundan productos ligados al territorio, un ejemplo son los quesos.

2.3. La producción de queso tradicional en el noroeste del Estado de México

En la zona centro de México, el municipio de Aculco, Estado de México, se caracteriza por la producción tradicional de queso desde los años 60's, su fama como zona productora de quesos frescos 100% de leche ha ido en aumento. Los quesos se elaboran a partir de leche de vaca sin pasteurizar y sin la adición de cultivos, los principales quesos son el Molido, "Botanero" (blanco y enchilado), Panela y Oaxaca, siendo éste último el más demandado y comercializado. Diversos trabajos se han enfocado a la caracterización de estos productos, Vázquez (2007) describió las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y la descripción del proceso de elaboración del queso "Botanero", además de las características de la materia prima (leche).

El queso Oaxaca es sin duda el mayor importante en la zona, pertenece al grupo de pasta "fillata", quesos que gozan de gran prestigio a nivel mundial; su proceso de elaboración requiere de cierta destreza en el control de la acidez de la cuajada para al final obtener un producto con las características óptimas (hilado), técnica que se ha ido transmitiendo durante generaciones de manera empírica (saber hacer). Villanueva (2008), Montes de Oca (2008) y Esteban (2009), realizaron estudios sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas, descripción del proceso de elaboración, perfil de sabor y textura, dando un panorama de las características de los productos. En la zona también se ha trabajado en la composición de la leche. Bernal *et al.* (2007) encontraron diferencias significativas en la densidad y porcentaje de grasa a lo largo del año siendo mayor en los meses

de junio-noviembre y menor de diciembre-mayo, no así para proteína, pH, Acidez, Lactosa, Sólidos Totales y Cenizas. Dada la importancia de éste tipo de queso, se hace necesario llevar a cabo un mayor número de estudios que ayuden a caracterizarlo, considerando las variaciones estacionales de la leche, y con miras en la búsqueda de un sello de calidad.

III. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Trabajos previos indican que existe variación en las características fisicoquímicas de la leche a lo largo del año en los sistemas de producción ¿Cuál es el efecto de esas variaciones sobre las características sensoriales y las fisicoquímicas en el queso Oaxaca?

IV. HIPÓTESIS

Las variaciones fisicoquímicas de la leche a lo largo del año influyen en las características fisicoquímicas y sensoriales del queso Oaxaca

V. OBJETIVOS

5. 1. General

Evaluar las características tecnológicas y fisicoquímicas de la leche destinada a la elaboración del queso Oaxaca en dos épocas del año

Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del queso Oaxaca en dos épocas del año

5. 2. Específicos

- Analizar las propiedades fisicoquímicas de la leche (Grasa, Proteína, Acidez) destinada a la producción del queso Oaxaca en dos épocas del año.
- Analizar las propiedades fisicoquímicas del queso Oaxaca (Grasa, Proteína, Cloruros, Acidez) en dos épocas del año.
- Evaluar las propiedades de la leche (Tiempo de coagulación (TC) y Firmeza de la cuajada (FC) y Rendimiento (RTO) de la leche destinada a la elaboración del queso Oaxaca en dos épocas del año.
- Analizar las características sensoriales (sabor y olor) del queso Oaxaca en dos épocas del año.

VI. MARCO TEÓRICO

6. 1. Factores que influyen sobre la composición de la leche

La calidad y rendimiento del queso depende no sólo de las condiciones de la materia prima sino también de los procesos de producción (García, 2005). En relación a la materia prima, existe un sin número de factores que afectan la calidad y composición de la leche, influyendo significativamente en la capacidad de proceso en productos tales como queso, mantequilla, entre otros (Barrón *et al.*, 2001). Entre esos factores se encuentra la raza del animal, etapa de lactación, número de partos y estado sanitario principalmente de la ubre (factores intrínsecos), sistema de ordeño y alimentación (factores extrínsecos) que afectan la composición y calidad de la leche.

Ozrenk and Selcuk (2008) evaluaron el efecto de la variación estacional en la composición de la leche en la provincia de Van, Pakistán, en dos épocas, invierno (enero, febrero y marzo) y verano (junio, julio y agosto), en vacas alimentadas de heno y pastoreo respectivamente. Los resultados muestran un mayor contenido de sólidos totales (11.50 – 10.86%), grasa (3.1 – 2.3%) y proteína (2.86 – 2.79) en invierno ($P < 0.05$), siendo la grasa la más afectada. En estas variaciones influyó la época del año, periodo de lactancia, aunque la variable más importante fue el tipo de alimentación, heno en invierno y verde en verano, asociado a niveles bajos en fibra y mayor contenido de ácido linoleico (Heck *et al.*, 2009; Najera *et al.*, 2009). Desde el punto de vista de “calidad” de la grasa, en cuanto al ácido linoleico conjugado o también llamado ácido ruménico, su contenido es mayor en verano que en invierno (Chamba *et al.*, 2006; Galina *et al.*, 2007).

Ochoa *et al.* (2007), en un estudio sobre leche de ovejas Rambouillet en México, encontraron diferencias significativas en el contenido de Proteína, Grasa y Sólidos Totales ($P < 0.01$), estos aumentaron del primero al tercer parto, en el caso de la proteína con aumentos menores, cambios en el porcentaje de ceniza y lactosa no fueron significativos, y el tipo de parto presentó diferencias significativas en la mayoría de los componentes a excepción de la lactosa, con una disminución en los partos dobles, el sexo del cordero no presentó diferencias significativas a excepción de la lactosa y finalmente la fecha de destete tuvo efecto en el contenido de grasa, proteína y sólidos totales.

En relación a la raza, Dillon *et al.* (2003), en una investigación realizada durante cinco años evaluando la eficiencia de dos razas lecheras Montbeliarde (MB) y Normando (NR)) en comparación con Holstein-Friesian neerlandés (HF) y Holstein-Friesian de Irlanda (CL) bajo sistemas de producción similares, encontraron diferencias ($P < 0.001$) en los cinco años en producción de leche y porcentajes de Proteína, Grasa y lactosa, con mayores proporciones en la raza HF, MB y CL en segundo término y NR en tercero. Por lactancia la raza NR tuvo mejores contenidos de grasa (40g/kg), proteína (36g/kg) y lactosa (47.9g/kg); que con la HF en la que se obtuvieron de grasa 39g/kg, proteína 33.9g/kg y lactosa 46.2g/kg.

En cuanto a la etapa de lactancia, es bien sabido que los componentes de la leche muestran un curva inversa a la de la producción, la menor concentración de grasa y proteína coincide normalmente con el pico de producción de leche. Ng-kwai-hang *et al.* (1984) reportaron un mayor porcentaje de proteína y grasa y menor

producción de leche en el segundo mes de lactancia, con 22 kg de leche a la primer semana, 29kg al día 60 y 10kg en el 11° mes, la composición de la leche, al inicio de la lactancia (primera semana) la grasa, proteína y caseínas fueron de 4.0, 3.7 y 2.9% respectivamente, con una disminución al día 60 de 3.4, 3.0 y 2.5, con un aumento gradual hasta llegar al 11° mes con 3.9, 3.6 y 2.7. Además reportaron una correlación negativa en la producción de leche y los componentes, a medida que aumenta la cantidad de leche la concentración de los componentes disminuye. En ese estudio, la correlación entre células somáticas y porcentajes de grasa y caseínas fueron pequeñas ($r=.03$ y -0.3), pero altas concentraciones de células somáticas disminuyen la producción de leche. Existe una correlación positiva y significativa entre la grasa y proteína total, con proteínas del suero y caseínas ($r=.40$, $.13$ y $.41$ respectivamente). El comportamiento de todos los componentes fue similar en los dos años de evaluación (caseínas, proteínas séricas, grasa, proteína, producción de leche y células somáticas).

6. 2. Influencia de la composición de la leche sobre los parámetros tecnológicos

Los parámetros tecnológicos de la leche son de gran importancia porque influyen en el rendimiento y calidad del queso. Leche con parámetros tecnológicos favorables en cuanto a las propiedades de coagulación que son tiempo de coagulación (CT), firmeza del gel (F_{30}), y rendimiento (RTO), además de una mayor concentración de grasa, proteína y sólidos totales; permiten menor tiempo de coagulación (TC), y una mayor firmeza de la cuajada (F_{30}) obteniendo quesos con una composición favorable (Auld *et al.*, 2004). Existe una correlación

positiva entre los porcentajes de grasa y proteína de la leche, con un mayor rendimiento quesero a mayores concentraciones de sólidos (Barrón *et al.*, 2001). No obstante, la calidad y rendimiento quesero no es solo por volumen, sino por la cantidad y calidad de la proteína (Wedholm *et al.*, 2006). La proteína es el componente importante en la mayoría de los quesos, ya que tiene una influencia significativa en los parámetros tecnológicos (Guinee, 2003), además del contenido de calcio y el pH (Serrano *et al.*, 1998; Joudu *et al.*, 2008).

Diversos trabajos se han enfocado a relacionar los polimorfismos genéticos de las proteínas con los parámetros tecnológicos. Wedholm *et al.* (2006), en un estudio realizado en Suecia y Dinamarca, evaluaron el efecto de la composición de las proteínas sobre las propiedades de coagulación de la leche, clasificaron en cuatro grupos los tipos de proteína de acuerdo al tiempo de coagulación (buena coagulación, baja, mala y nula), donde las leches con bajo porcentaje de k-caseína, se encontraron en el grupo de baja y mala coagulación, quedando de manifiesto el papel que juega la k-caseína en las propiedades de coagulación de la leche. Joudu *et al.* (2008) encontraron además correlaciones entre α y β -caseína entre el tiempo de coagulación y firmeza del gel ($r= 0.41$ y 0.64 ; $r=0.37$ y 0.62 respectivamente) y para el caso de la K-caseína solo se correlacionó con la firmeza del gel ($r=0.55$). Caso contrario fue lo reportado por Auld *et al.* (2004) sin encontrar correlación entre las características de la leche y el tiempo de coagulación.

En otra investigación, Joudu *et al.* (2009) encontraron que de las variantes genéticas de las proteínas (k-caseínas, variantes AA, AB, AE, BB, BE, EE), la k-

caseína variante BB, obtuvo un menor tiempo de coagulación y mayor firmeza. Resultados similares reportaron Alipanah and Kalashnikova (2007), donde las variantes genéticas de k-caseína AA, AB y BB, con un porcentaje de proteína de 3.13, 3.17 y 3.17 respectivamente y grasa (3.43, 3.37 y 3.10); la k-caseína variante BB presentó menor tiempo de coagulación (45min), una diferencia de 23.5 min con el tiempo mayor, además de mayor rendimiento 13.76% con una diferencia del 2.2% respecto al rendimiento menor, observándose diferencias significativas ($P < 0.05$); y menor porcentaje de grasa y proteína en el suero. Independientemente de la importancia que tiene el polimorfismo genético de las proteínas en los parámetros tecnológicos, Dillon *et al.* (2003), evaluaron las frecuencias de las variantes genéticas (AA, AB y BB) de b-lactoglobulina y k-caseínas de dos razas Montbeliarde y Normandia contra dos Holstein. Encontraron que las k-caseínas variante BB fueron mayores para las dos primeras razas, demostrando que por naturaleza de las razas existen ciertas variaciones.

Okigbo *et al.* (1985) reportaron que el aumento del pH ocurre lo mismo que con el tiempo de coagulación y disminuye la firmeza del gel o viceversa, la adición de calcio influye positivamente en estos aspectos, podría decirse que mejor que el pH.

Además de la proteína, caseínas y sólidos totales, otras propiedades químicas de la leche tienen una alta correlación con las propiedades de coagulación, como el fosforo inorgánico y calcio soluble; mientras que la firmeza del gel se ve influenciada por el contenido y las características de las micelas (Pellegrini *et al.*, 1997). Las de menor diámetro son características de las k-caseínas variante BB,

lo que explica la formación de un cuajo más firme y una mayor retención de sólidos, lo que resulta en un rendimiento superior en la producción de queso (Requena *et al.*, 2007).

Con relación al pH en un trabajo realizado por Serrano *et al.* (1998), demuestran que con leche de oveja a $\text{pH} > 6.8$ se observó un tiempo de coagulación mayor y viceversa, con $\text{pH} < 6.8$, con una variación de 6 min 45 seg; sin embargo se obtuvieron rendimientos ligeramente mayores con $\text{pH} > 6.8$ que con $\text{pH} < 6.8$, con una variación del 2.3%. Los niveles de células somáticas ($150 \times 10^3 - 500 \times 10^3$) no presentaron diferencias significativas en rendimiento.

En otro estudio, Jaramillo *et al.* (2008) reportaron que la velocidad de agregación de la cuajada (RCA) y firmeza del gel (F_{30}) presentaron una correlación negativa con el tiempo de coagulación (RCT), lo que indica que el gel es más débil cuando es mayor el tiempo de coagulación (oveja Guirra; $\text{RCT} = 12.37 \text{ min}$, RCA y $F_{30} = 0.42 \text{ min}$ y 2.94: oveja Manchega; $\text{RCT} = 13.48 \text{ min}$, RCA y $F_{30} = 0.37 \text{ min}$ y 2.59).

Okigbo *et al.* (1985) reportaron que a medida que aumenta el pH, disminuye la firmeza del gel y aumenta el tiempo de coagulación y viceversa, la adición de calcio afecta positivamente el proceso, siendo el factor que más influye en este proceso. Malacarne *et al.* (2006), en resultados obtenidos en un estudio realizado a dos razas lecheras en Italia, Italian Brown (IB) e Italian Friesian (IF), no encontraron diferencias significativas en pH, pero si en la firmeza del gel, siendo mejor para la raza IB, ocurriendo lo mismo con el rendimiento. El tiempo de coagulación no presentó diferencias, debido a los mayores porcentajes de grasa, proteína, caseínas y calcio para la raza IB.

6. 3. Influencia de la alimentación sobre las características de los quesos

La calidad y composición de la leche, grasa y proteína son de mayor importancia para la industria láctea y la salud humana, mismas que suelen ser modificadas a través de la alimentación (Ozrenk y Selcuk, 2008), enfocadas a realizar mejoras prácticas (Secchiari *et al.*, 2003; Bwire *et al.*, 2004; Schroeder *et al.*, 2004; Ryhanen *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2006; Etela *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos se realizan con el propósito de aprovechar los recursos de cada región y de disminuir los costos de producción (Pérez *et al.*, 2008).

Como consecuencia de las modificaciones de las características de la leche, se han venido desarrollando trabajos enfocados a observar el efecto de cambios en la dieta sobre los quesos. Pérez *et al.* (2008), Jaramillo *et al.* (2009), y Bovolenta *et al.* (2009), evaluaron diferentes estrategias de alimentación y su efecto en las propiedades fisicoquímicas, tecnológicas de la leche y sensoriales de queso, quedando de manifiesto la relación existente entre estos factores, como lo mencionan los autores, las características de los alimentos ofrecidos a los animales pueden afectar la composición de la leche y por lo tanto sus propiedades y la calidad de los productos derivados, implicando modificaciones en los mismos (cuestiones fisicoquímicas y sensoriales).

En la investigación realizada por Jaramillo *et al.* (2009), evaluaron el efecto de la incorporación de residuos de cítricos en la alimentación de ovejas en un 0, 10, 20 y 30%. Los resultados mostraron que existieron diferencias significativas en algunas propiedades fisicoquímicas (sólidos totales, grasa, lactosa y células

somáticas), pero no para la proteína, tiempo de coagulación y velocidad de agregación del gel, y si en firmeza del gel; no obstante el rendimiento no presentó diferencias. Los resultados sensoriales fueron cercanos a un puntaje de 4.0 sin presentar diferencias importantes. En el trabajo de Pérez *et al.* (2008), al final de la evaluación presentaron diferencias significativas en el sabor de los quesos.

Es importante resaltar que la aceptabilidad de los quesos por los consumidores no depende únicamente de aspectos sensoriales, ya que existen otros factores como la calidad nutricional, etiqueta, embalaje y precio (Bárcenas *et al.*, 2005).

6. 4. Los léxicos sensoriales como una alternativa de los quesos tradicionales o “artesanales”

Generalmente el control de los alimentos, en especial los quesos con sellos de calidad (DOP, MC, IG y ETG), está determinado por factores fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Dentro de este último, la calidad está determinada por las características que comprenden olor, aroma, sabor y textura (Fernández y Galván, 2000; Karagul *et al.*, 2007; Martin *et al.*, 2009), y que están vinculadas a la tecnología de elaboración del queso y a las características químicas y microbiológicas de la materia prima (Coulon *et al.*, 2004).

Como ya se mencionó, la aceptabilidad de los quesos por parte del consumidor está determinada además de por la “calidad” sensorial, por el precio, etiqueta, embalaje, entre otras (Bárcenas *et al.*, 2005) y es visto como un importante aspecto de mercado (Talavera y Chambers, 2008). Sin embargo es importante mencionar que el carácter tradicional y los sellos de calidad afectan también la selección del mismo (Oyarzún, 2002), por otro lado destaca también la importancia

de describir los aspectos sensoriales de los quesos tradicionales para evitar imitaciones y adulteraciones (Barcenas *et al.*, 1999). En ese sentido, diversos estudios se dirigen a desarrollar estándares de métodos de evaluación y desarrollo de terminologías para la descripción de un queso, misma que no puede ser utilizada en otra variedad, es decir, en cada variedad se tiene que buscar sus propios descriptores (Issanchou *et al.*, 1997), por ejemplo en una evaluación realizada por Bárcenas *et al.* (2001), al comparar cinco variedades de quesos Idiazábal, Manchego, Roncal y Queso Castellano, además de encontrar diferencias significativas entre los diferentes quesos, reportaron diferencia entre los mismos quesos Idiazábal, por el efecto de la maduración, ahumado o no y artesanal, demostrando que cada producto cuenta con su propio léxico sensorial.

Autores como Talavera y Chambers (2008), hacen mención de otros factores que inciden sobre las características sensoriales, el efecto de nuevas tecnologías como la reducción en grasa, aunque ya se había mencionado anteriormente el tiempo de envejecimiento y las condiciones de procesamiento, la pasteurización y la temporada de producción; o por el efecto de inclusiones de dietas en la alimentación de los animales destinados a la producción de leche para los productos lácteos (Perez *et al.*, 2008; Jaramillo *et al.*, 2009), también Larrayoz *et al.* (2002) hacen mención que el sabor del queso de leche de ovinos es mejor en el invierno que en el verano.

Es así que en los últimos años, diversos trabajos se han enfocado al desarrollo de un léxico para los quesos tradicionales o artesanales. Por ejemplo, Fernández y Galván (2000), gracias a la DOP obtenida en 1993 del queso Zamorano producido

en Castilla y León en España, realizaron una tipificación de aroma (13 características evaluados), sabor (11 características evaluadas) y textura (nueve características evaluadas), como una faceta de control de calidad e identidad. Karagul *et al.* (2007) hace lo mismo con el queso Enzine producido en Turquía. Talavera y Chambers (2008) simplifican un léxico de los trabajos realizados en diferentes quesos europeos para ser utilizados en otra gran variedad de quesos existentes; aunque en este trabajo se incluyeron nueve términos más por jueces catadores, concluyendo que es posible hacer uso de esos términos para describir otros productos mencionando que al menos 25 términos son los que podrían describir a estos quesos. Estos trabajos permiten a los investigadores comparar los productos con los de otras comunidades y usarse para entender los factores que un consumidor observa en un producto (Bárcenas *et al.*, 1999).

Dada la importancia de las características sensoriales de los quesos con sellos de calidad, su evaluación como medio de control de calidad se ha desarrollado mediante paneles de degustación entrenados, encargados de “evaluar” la calidad sensorial. Previo a las evaluaciones, diversos trabajos se han enfocado a formar paneles con resultados objetivos, mediante una preselección, selección y entrenamiento (Bárcenas *et al.*, 1999; Mata *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2007). González *et al.* (2001) demostraron la objetividad en los resultados sensoriales con un panel entrenado, evaluando 28 variedades de quesos españoles, siete fueron quesos Manchego con denominación de origen, con características fisicoquímicas y sensoriales similares, mismas que influyeron en los resultados en comparación con los demás. Actualmente las normas del International

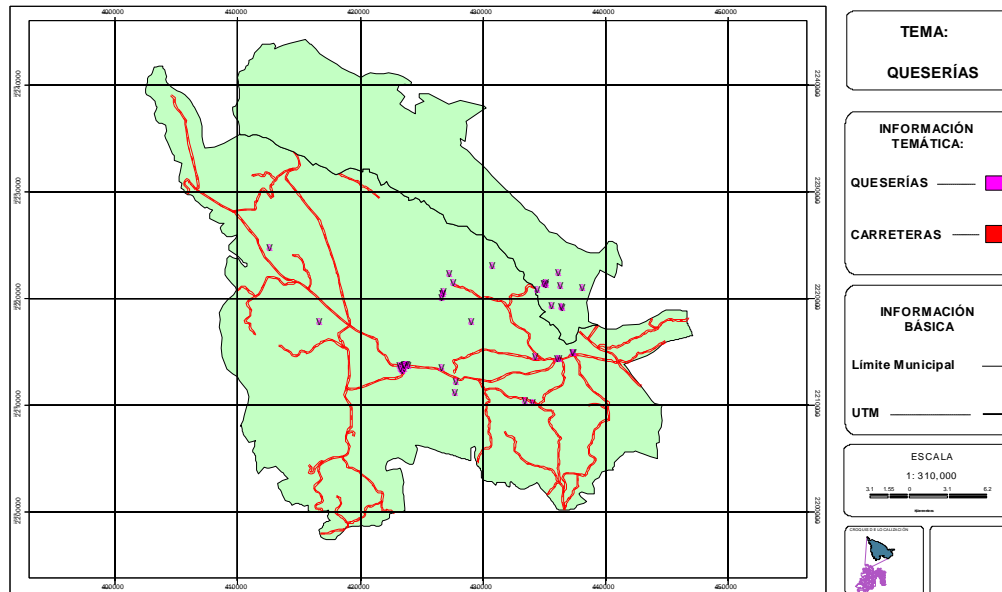
Organization for Standardization (ISO) son empleadas para la formación de un panel de degustación.

VII. MATERIALES Y MÉTODO

7. 1. Zona de Estudio

El municipio de Aculco se localiza, al norte del Estado de México, entre las coordenadas 20° 06" latitud norte y 99°50" longitud oeste, cuenta con 465.7 km² de superficie. La altitud es de 2400 msnm y presenta una temperatura máxima de 24.3°C, mínima de 2.3°C y promedio de 13.2°C. En la zona existen 34 queserías dedicadas a la producción de queso Oaxaca tradicional ubicadas como se muestran en la siguiente figura.

Figura 1. Mapa de ubicación de queserías del Municipio de Aculco



Fuente: Castañeda, 2009

7. 2. Selección y entrenamiento del panel de degustación

Previo a la evaluación sensorial del queso Oaxaca, se realizó la formación del panel de degustación, tomando en cuenta los siguientes pasos: Preselección del panel de degustación, selección del panel de degustación y entrenamiento de los jueces evaluadores (Pérez *et al.*, 2007; Espinosa, 2007; ISO, 8586-1, 8586-2). Las sesiones se realizaron en un laboratorio de evaluación sensorial de acuerdo a las especificaciones de la Norma ISO-8589 (2007).

Preselección del panel de degustación. Mediante un cuestionario se obtuvo información de los candidatos en relación a su salud (alergias, debilidad, enfermedad), hábitos alimenticios, vicios (tabaco, alcohol, etc.), pero principalmente el interés y disponibilidad en participar en el trabajo de investigación. A partir de esa información se determinó quien era apto para la siguiente etapa.

Selección del panel de degustación:

Las pruebas utilizadas en esta etapa fueron:

Identificación de sabores: En un recipiente (plato desechable) codificado con números aleatorios de tres cifras, se suministró 15ml de las siguientes soluciones: Sacarosa, Cloruro de sodio, Ácido cítrico, Cafeína y Agua purificada. Repitiendo al menos dos de ellas para evitar respuestas por descarte, se ofreció además un recipiente con 15ml de agua destilada como muestra incógnita para su evaluación. Los evaluadores no podrían confundir ninguna de las soluciones evaluadas, debiendo identificar correctamente cada sabor para poder continuar en la etapa de selección.

Identificación de olores: Se utilizó el método directo de reconocimiento, la cual consistió en suministrar a cada candidato una serie de frascos oscuros (diez), colocando en su interior una torunda de algodón con 10 ml de las siguientes soluciones: alcohol, leche en polvo, extracto de vainilla, menta, ajo molido, chocolate, canela, cebolla seca y clavo. Cada frasco estaba cerrado herméticamente y debidamente codificado con números aleatorios de tres cifras. Se realizó una primera identificación de las soluciones con el nombre de la sustancia química y posteriormente una segunda sin identificar para su reconocimiento, se incluyeron muestras repetidas para evitar respuestas por descarte. Los candidatos con el 80% de las respuestas correctas pasaron a la siguiente etapa

Prueba de ordenamiento de sabores; Se suministró a los candidatos una serie de nueve soluciones de un mismo sabor a diferentes concentraciones (debidamente codificadas), ordenadas de manera ascendente y se utilizó agua a temperatura ambiente como agente enjuagante. Se les solicitó a los candidatos que evaluaran cada muestra y definieron en qué solución reconocían el sabor (umbral de identificación). Los resultados se evaluaron de manera individual, eliminando a los jueces que presentaran valores de umbral muy altos o muy bajos, Las muestras fueron; Sacarosa (29mM, 43mM, 58mM y agua purificada), cloruro de sodio (12mM, 13.6mM, 15.3mM y agua purificada), y cafeína (2.5mM, 3mM, 3.5mM y agua purificada). Los candidatos que identifican más del 75% de las muestras continuaron en la etapa de entrenamiento (Mata *et al.*, 2007). El panel quedó conformado por seis jueces (tres hombres y tres mujeres), con un promedio

de edad de 19 años, número apropiado de jueces para realizar las evaluaciones sensoriales (Nielsen and Zannon, 1998; Álvarez *et al.*, 2007; Talavera y Chambers, 2008).

Desarrollo del vocabulario Se inició con una fase teórica donde se les explicó los objetivos del trabajo, aspectos básicos que rigen la evaluación sensorial y las principales características del producto a evaluar, relacionando las diferentes características de éste con cada una de las etapas del proceso productivo. El desarrollo del vocabulario de olor y sabor, se realizó basados en las metodologías propuestas por Bárcenas *et al.* (1999) y Pérez *et al.* (2007) usando el método de perfil de libre elección, el cual consiste en que cada evaluador después de oler y posteriormente probar la muestra de queso, enlistan de manera individual sus propias percepciones y al final en equipo se simplifican cada una de ellas. Los atributos seleccionados se usaron para el entrenamiento (56 horas), posteriormente se compararon con trabajos previos para verificar la existencia de estos.

Determinación del umbral de identificación y terminación a utilizar en la evaluación de los quesos

Para determinar el umbral de identificación, se les suministró a los jueces la muestra correspondiente por atributo (olor y sabor), con un total de 9 concentraciones cada una, tomando como base la norma ISO-3972 (1991), se le asignó "0" cuando no se percibió y "1" en las que se percibió. Posteriormente se calculó el porcentaje de jueces que percibió cada muestra (por cada una de las nueve concentraciones) y a través del método de regresión lineal se determinó el

valor del umbral de identificación o reconocimiento (para cada atributo de olor y sabor) para el 50% de los jueces.

$$y = ax + b$$

Donde: y = Umbral de reconocimiento para el 50 % de los jueces, x = valor del umbral e identificación o reconocimiento. El umbral de terminación (máxima cantidad de un estímulo en el cual no hay diferencia en la intensidad de la sensación percibida) se definió de forma grupal (Espinosa, 2007). Una vez definidos los umbrales para cada atributo, se realizó el entrenamiento de los panelistas con un total de 56 h, dos sesiones por semana, cada una de dos horas. En las evaluaciones sensoriales se tomaron en cuenta aspectos con relación a: **Condiciones de la sala de degustación;** el color de las paredes de la sala, iluminación, temperatura, humedad relativa, accesos a la sala, entre otras.

Aspectos prácticos; La uniformidad y presentación de las muestras (efectos de contraste y de convergencia), preparación, temperatura de las mismas, codificación, tamaño, cantidad y utensilios empleados.

Aspectos informativos; Tiempo disponible para el análisis, de probar o no las muestras varias veces, horario de realización de las pruebas y constantes, agentes enjuagantes, diluyentes, periodos de tiempo entre la degustación de una prueba a otra y alguna información general (ejemplo el tiempo de espera después de fumar o ingerir algún alimento, etc.). Lo anterior bajo las metodologías propuestas por González *et al.* (2001) e ISO-8589 (2007).

7. 3. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se obtuvo visitando a las 34 queserías reportadas por Castañeda (2009), los criterios que se tomaron en cuenta para la selección fueron:

1. Disponibilidad de los productores de queso en la participación con el trabajo.
2. Que se utilizara 100% leche entera y no se usaran sustitutos de la leche (caseinatos, leche en polvo, grasa vegetal) en la elaboración del queso Oaxaca.

Para el análisis sensorial se trabajó con el queso de 11 queserías y 21 para los fisicoquímicos.

Los periodos evaluados fueron de febrero-abril (época de secas) y agosto-octubre (época de lluvias) de 2011.

7. 4. Evaluación Sensorial

Por época se utilizaron 11 diferentes madejas de queso (de 11 queserías) de 1 kg, con 24 h de elaboradas para la evaluación del olor y sabor, fueron un total de seis sesiones y cada una por triplicado, las muestras se ofrecieron a una temperatura de $17\pm 1^{\circ}\text{C}$, con un peso de 30 ± 2 g, primero para valorar el olor y posteriormente el sabor. La iluminación de la sala fue de luz roja y con una temperatura de 20°C . Se hizo uso de una escala de 13 cm para evaluar cada atributo, donde; 0= correspondía al umbral de identificación y 13= umbral terminal.

7. 5. Análisis en leche y queso

Se obtuvieron directamente de 21 queserías muestras de leche (250 ml) y queso (500 g), ambas por triplicado. Las muestras se transportaron a 4°C y los análisis se realizaron en un tiempo no mayor a 24 hrs (NOM-109-SSA1-1994).

Análisis fisicoquímicos y tecnológicos en leche

Fisicoquímicos: se analizó grasa (G), proteína (P), mediante ondas de ultrasonido con un Eco-milk Analyzer KAM98-2^a (Montes de Oca *et al.*, 2009) y acidez por medio de NaOH 0.1 M/fenolftaleína como indicador.

Tecnológicos: Tiempo de Coagulación (TC), Firmeza de la Cuajada (FC) y Rendimiento (RTO), para cada prueba las muestras de leche se calentaron a una temperatura de 35°C e inmediatamente se le adicionó 10 % de cuajo (cuajo industrial), manteniendo esta temperatura en baño maría durante el tiempo de cuajado (30 minutos). El TC se realizó detectando el inicio del proceso de coagulación cuando se produjera un aumento brusco en la viscosidad (López y Laencina, 1994). Se utilizó un Viscosímetro Brookfield (Engineering labs. INC. Middleboro, MA 02346. USA) Modelo LVT, con espina del No. 1 a una velocidad de 12 rpm. La FC, se midió 30 minutos después de adicionado el cuajo, calculándose como la fuerza (N) de compresión mediante un ensayo de vuelta al inicio (Berruga *et al.*, 2007), con un Texturometro TX-XT2, sonda cilíndrica de 10 mm de diámetro, ciclo de compresión de 20 mm de profundidad y velocidad de 1 mm/s. El RTO se determinó por centrifugación (Jaramillo *et al.*, 2008), en tubos eppendorf, se le adicionó 1 ml de muestra inmediatamente después de haber agregado el cuajo, y 30 minutos más tarde se centrifugó a 14000 rpm por 30 min a 35° C), para forzar la liberación de suero. El rendimiento de queso húmedo se calculó por el peso de la cuajada después de eliminar el suero. Se utilizó una centrifuga (Universal 320R. D-7852Tuttlingen Heftich).

Análisis fisicoquímicos en queso

La acidez se determinó por medio de NAOH 0.1 M/fenolftaleína como indicador (Montes de Oca *et al.*, 2009). Los métodos oficiales de la AOAC (1990), para grasa (933.05), proteína (991.20) y humedad (926.08) y NaCl por el método Volhard (NMX-F-360-S 1981).

El trabajo de laboratorio (sensorial y fisicoquímico) se realizó en el Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, la Facultad de Ciencias Agrícolas y la Facultad de Química - Campus el Cerrillo, pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

7. 6. Análisis estadísticos

Los procedimientos estadísticos de la evaluación sensorial, se realizaron usando SAS System 9.0. Para comprobar la homogeneidad de las puntuaciones de los evaluadores por atributo de olor y sabor, se realizó un análisis de varianza (Bárcenas *et al.*, 2001), las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de LSD ($p < 0.05$), eliminándose las que no cumplieran y posteriormente se calcularon las medias para obtener las graficar de amiba (Fernández y Galván, 2000).

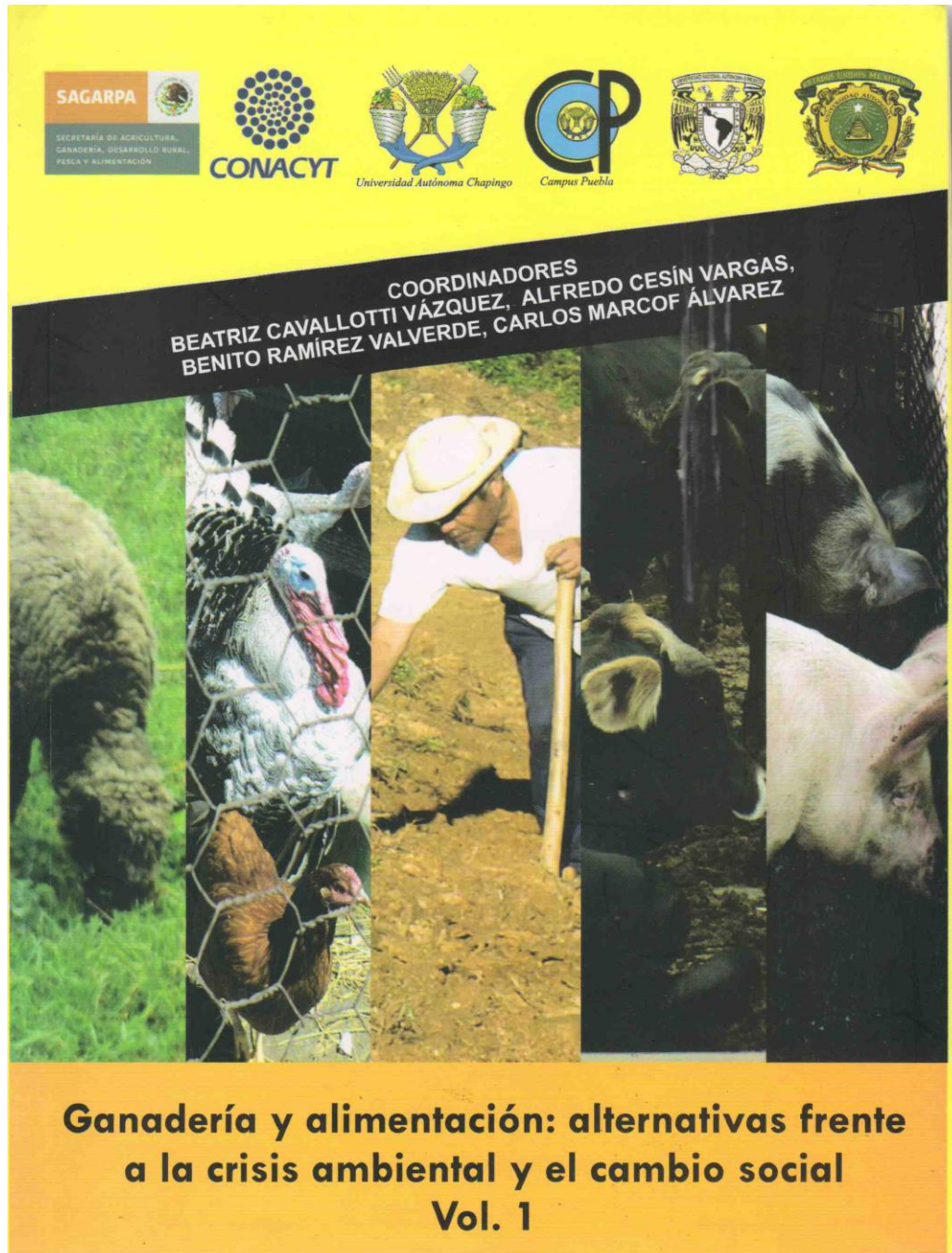
Se realizó un Análisis de varianza de dos factores (época y muestras de queso) (Scintu *et al.*, 2010), y las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Los resultados fisicoquímicos y tecnológicas de leche, y fisicoquímicos de queso, se examinaron por un Análisis de varianza de un factor (época) y las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). La relación entre

las propiedades de la leche (fisicoquímicas y tecnológicas) se analizaron mediante una correlación de Pearson con el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus.

VIII. RESULTADOS

8. 1. Capítulo de libro



Editor: Carlos F. Marcof Álvarez
Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández
Diseño de Portada: L.I.A. Beatriz Nava Moreno

Primera edición, México, 18 de octubre, 2012.

Derechos reservados © 2012
Universidad Autónoma Chapingo
Departamento de Zootecnia
Carretera México-Texcoco, km 38.5,
Chapingo, México.
Tel: 01 (595)952-1532
Fax: 01 (595) 952-1607

ISBN: 978- Obra completa, vol. 1 y 2
ISBN: 978- Vol. I

ISBN: 978-607-715-080-0

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de los compiladores o de las instituciones titulares de los derechos de autor.

Impreso y hecho en México.

PERFIL SENSORIAL DEL QUESO OAXACA TRADICIONAL EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

Eric Montes de Oca Flores¹, Carlos M. Arriaga Jordán¹, Ángel R. Martínez
Campos¹ y Angélica Espinoza Ortega¹

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR).

Universidad Autónoma del Estado de México.

INTRODUCCIÓN

En México se han desarrollado quesos, basados en procesos tradicionales europeos adaptados a las condiciones locales y preferencia de los consumidores (Van Hekken and Farkye, 2003). La calidad de los quesos es apreciada no solo por sus condiciones de inocuidad y nutritivas, sino por sus atributos sensoriales, composición y procesos tradicionales (Oyarzun, 2002; Ryffel *et al.*, 2008), Los rasgos de calidad que definen los quesos mexicanos no han sido estudiados extensivamente y es necesario establecer los atributos que los hacen únicos (Van Hekken *et al.*, 2006).

Existe un queso fresco de tipo *Pasta fillata*, toma su nombre del estado de Oaxaca su lugar de origen. Es sin duda el queso más conocido en el país (Villegas, 2004), se elabora de forma industrial y tradicional a partir de leche pasteurizada o cruda de vaca, dentro del proceso de elaboración la cuajada se somete a un amasado en agua caliente hasta estirarse y formar bandas, se presenta en forma de madejas de diferentes pesos. Los trabajos realizados hasta la fecha se han enfocado a cuestiones fisicoquímicas y de proceso (Montes de Oca *et al.*, 2009), la importancia del pH, contenido de calcio y textura de la pasta (Villegas, 2004) y

el efecto de la adición de suero fermentado en las características fisicoquímicas y sensoriales (Aguilar *et al.*, 2006). En los aspectos sensoriales existe poca investigación, en este sentido Van Hekken *et al.*, (2006) menciona que los atributos sensoriales son críticos para la identificación de los quesos y la aceptación de los consumidores. Pérez *et al.*, (1999^a), establece que es necesario el uso de terminologías propias que definan sus características, con el fin de no ser utilizadas en otras variedades y evitar imitaciones o adulteraciones para lo cual paneles entrenados en el análisis sensorial son ampliamente utilizados (Bárceñas *et al.*, 1998; Augusto *et al.*, 2005). Las terminologías han sido necesarias para entender los productos tradicionales 100% de leche y su clasificación por la gran variedad de quesos (González *et al.*, 2001) Si bien es conocido que las características de la leche están sujetos a la variabilidad como consecuencia de diversos factores. Los estacionales son uno de los múltiples factores importantes, además de los procesos productivos no estandarizados, todos a su vez ejercen gran influencia en la calidad del queso (Medina *et al.*, 2000; Bertoni *et al.*, 2001; Lucey *et al.*, 2003; Montes de Oca *et al.*, 2009), mismas que son de gran importancia en productos con algún sello de calidad, como las Denominaciones de origen Protegida (DOP) como hace mención Verdier *et al.* (2005). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue desarrollar un perfil de las características sensoriales (olor y sabor) del queso Oaxaca tradicional en época de secas y lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Muestras de queso

Madeiras de queso Oaxaca tradicional de 1 kg fueron obtenidas de diferentes queserías tradicionales (hacen uso de leche entera) del municipio de Aculco, México. Los periodos evaluados fueron de febrero-marzo (época de secas) y agosto-septiembre (época de lluvias) de 2011.

La selección del los panelistas

Se realizó mediante las metodologías propuestas por ISO 8586-1, 1993; Espinosa, 2007; Pérez *et al.*, 2007; ISO 8586-2, 2008). Las sesiones se llevaron a cabo en un laboratorio de evaluación sensorial de acuerdo a la norma ISO-8589 (2007). El panel quedó conformado por seis jueces (tres hombres y tres mujeres), con un promedio de edad de 19 años, número apropiado de jueces para realizar las evaluaciones sensoriales (Nielsen and Zannon, 1998; Álvarez *et al.*, 2007; Talavera y Chambers, 2008).

El desarrollo del vocabulario

Se inició con una fase teórica de los aspectos básicos de la evaluación sensorial y las principales características del producto a evaluar. Se realizó con el método de perfil de libre elección (Bárcenas *et al.*, 1999; Pérez *et al.*, 2007).

Determinación del umbral de identificación y terminación a utilizar en la evaluación de los quesos

Para determinar el umbral de identificación, se les suministró a los jueces las muestra correspondiente por atributo (olor y sabor), con un total de 9 concentraciones cada una tomando como base la norma ISO-3972 (1991), se le asignó “0” cuando no se percibió y “1” en las que se percibió. Posteriormente se calculó el porcentaje de jueces que percibió cada muestra y a través del método de regresión lineal se determinó el valor de concentración del estímulo equivalente al 50% de las respuestas de los jueces y éste es el umbral de identificación a considerarse.

$$y = ax + b$$

Donde: x = *concentración de la sustancia* y y = *porcentaje de respuestas correctas*.

El umbral de terminación (máxima cantidad de un estímulo en el cual no hay diferencia en la intensidad de la sensación percibida) se definió de forma grupal (Espinosa, 2007). Una vez definidos los umbrales para cada atributo, se realizó el entrenamiento de los panelistas con un total de 56 h, dos sesiones por semana y cada una de dos horas. Los atributos, umbrales y referencias se muestran en el Cuadro 1.

Evaluación sensorial de los quesos

Por periodo se utilizaron 11 diferentes madejas de queso de 1 kg, 24 h después de su elaboración para la evaluación del olor y sabor, en un total de seis sesiones y cada uno por triplicado, las muestras se ofrecieron a una temperatura de $17 \pm 1^\circ\text{C}$, con un peso de 30 ± 2 g, primero para valorar el olor y posteriormente el sabor. La

iluminación de la sala fue con lámparas de luz rojo y con una temperatura de 20°C, haciendo uso de una esedx2cala de 13 cm donde; 0= correspondía al umbral de identificación y 13= umbral terminal.

Cuadro 1. Atributos, Umbrales y Referencias del queso Oaxaca tradicional

Atributo	Umbral de identificación		Umbral de terminación		Referencia
	Sabor	olor	Sabor	olor	
Cremoso (ml/L)	9.6	12.4	224	224	Mantequilla de leche entera fundida
Leche fresca (ml/L)	8	8	200	200	Leche entera fresca (16°D)
Salado (g/L)	1	-	3	-	Cloruro de sodio
Suero (ml/L)	9.2	11.2	200	280	Suero de queso (15°D)
Leche pasteurizada (ml/L)	8.8	9.6	200	200	Leche entera pasteurizada (65°C/30 min)
Agrio (ml/L)	9.6	8.8	128	128	Leche agria (71°D)
Levadura (ml/L)	50	56	160	160	*Solución de levadura
Leche en polvo (ml/L)	54.4	85.2	160	160	*Solución de leche en polvo

*1 g leche en polvo y/o levadura en 30 ml de agua destilada; °D= Grados Dornic

Análisis estadístico

Los procedimientos estadísticos se realizaron usando SAS System 9.0 Para comprobar la homogeneidad de las puntuaciones de los evaluadores por atributo de olor y sabor, se realizó un análisis de varianza (Bárcenas et al., 2001), las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de LSD ($p < 0.05$), eliminándose las que no cumplieran y posteriormente se calcularon las medias para obtener las graficar de amiba (Fernández y Galván, 1996).

Se realizó un Análisis de varianza de dos factores para época y muestras de queso (Scintu *et al.*, 2010), y las diferencias existente se calcularon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se puede observar que existen diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los seis evaluadores, Bárcenas *et al.*, (1998) reportaron diferencias entre jueces en 20 de 22 atributos evaluados a cuatro quesos españoles, diferencia atribuidas al desacuerdo en la intensidad o que cierto atributo no estaba claro.

Cuadro 2. Análisis de promedios por atributo de los seis evaluadores

Atributo	Evaluador
<i>Olor</i>	
Cre moso	8.2±3.3***
Leche fresca	7.6±3.3***
Suero	7.3±3.6***
Leche pasteurizada	6.3±3.0***
Agrio	6.6±4.1***
Levadura	3.5±2.7***
Leche en polvo	3.8±3.2***
<i>Sabor</i>	
Cre moso	8.3±3.2***
Leche fresca	7.6±3.2***
Salado	6.6±4.1***
Suero	7.0±3.9***
Leche pasteurizada	6.3±2.9***
Agrio	5.9±4.1***
Levadura	3.4±2.7***
Leche en polvo	4.6±3.6***

($p < 0.001$)

El número mínimo de jueces que debe conformar un panel de evaluación sensorial como lo menciona Nielsen and Zannon (1998) es de seis, trabajos como el publicado Talavera y Chambers (2008) hacen uso de solo cinco jueces. Las comparaciones de medias demostraron que tres evaluadores fueron aptos para describir los atributos de olor y tres para el sabor.

Olor del queso Oaxaca tradicional

Se identificaron siete atributos de olor: cremoso, leche fresca, suero, leche pasteurizada, agrio, leche en polvo y levadura (Figura 2.), el rango obtenido para el cremoso fue de 8.1-8.6, leche fresca de 7.1-7.6, suero de 5.8-6, la leche pasteurizada se mantuvo en seis, agrio de 4.6-5.8, leche en polvo de 4.3-5.0 y levadura de 4.6-5, destacando el cremoso y leche fresca, Bárcenas *et al.* (2005), comparó 11 variaciones de quesos Idiazábal y la única elaborada con leche de vaca presentó el valor más alto en atributo cremoso o mantecoso en comparación con el resto de los descriptores, aun más que los quesos elaborados con leche de oveja y cabra. Indicando que por lo menos el olor cremoso es una de las características de quesos elaborados de leche de vaca.

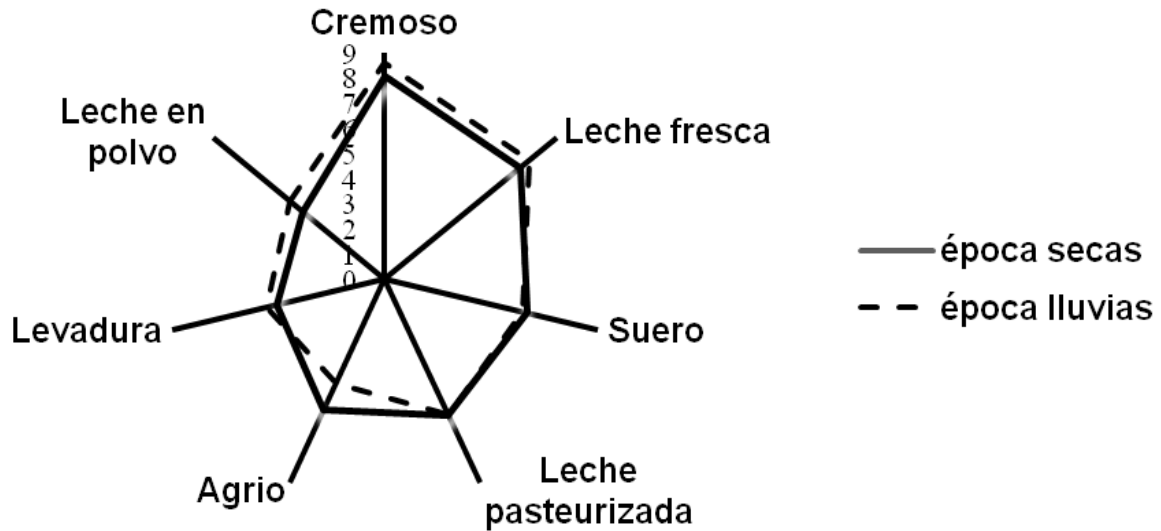


Figura 2. Perfil de olor del queso Oaxaca tradicional por atributo en secas y lluvias

Si bien los atributos cremoso y leche fresca obtuvieron los valores más altos y el resto en el intermedio de la escala, comparando estos últimos con las concentraciones obtenidas en el Cuadro 1 se refleja lo siguiente; el promedio de levadura en la escala de 0 a 13 fue de 4.8, la cantidad correspondiente de solución de levadura es de 96 ml/L, casi la mitad en relación a la máxima concentración utilizada para esta investigación (160 ml/L), quedando de manifiesto la existencia de este atributo, además de que en trabajos a la par relacionados a cuestiones microbiológicas, los organismos con mayor prevalencia en este queso son las levaduras. En relación al olor agrio (45.8 ml/L) está solo por debajo de la mitad (128 ml/L), característica particular de un queso agrio, debido a que en su proceso de elaboración la cuajada se somete a una acidificación, lo mismo sucede con la percepción del atributo de leche pasteurizada, explicada con el fundido de la cuajada acidificada en agua a temperaturas de 50-60°C (Montes de Oca *et al.*,

2009). El promedio del atributo suero equivale al 50% de la concentración utilizada, dado que el queso Oaxaca se caracteriza por tener aproximadamente el 50% de humedad (Montes de Oca *et al.*, 2009), podría estar relacionado.

Sabor del queso Oaxaca tradicional

Los atributos de sabor son los mismos siete evaluados en olor más el salado (Figura 3.)

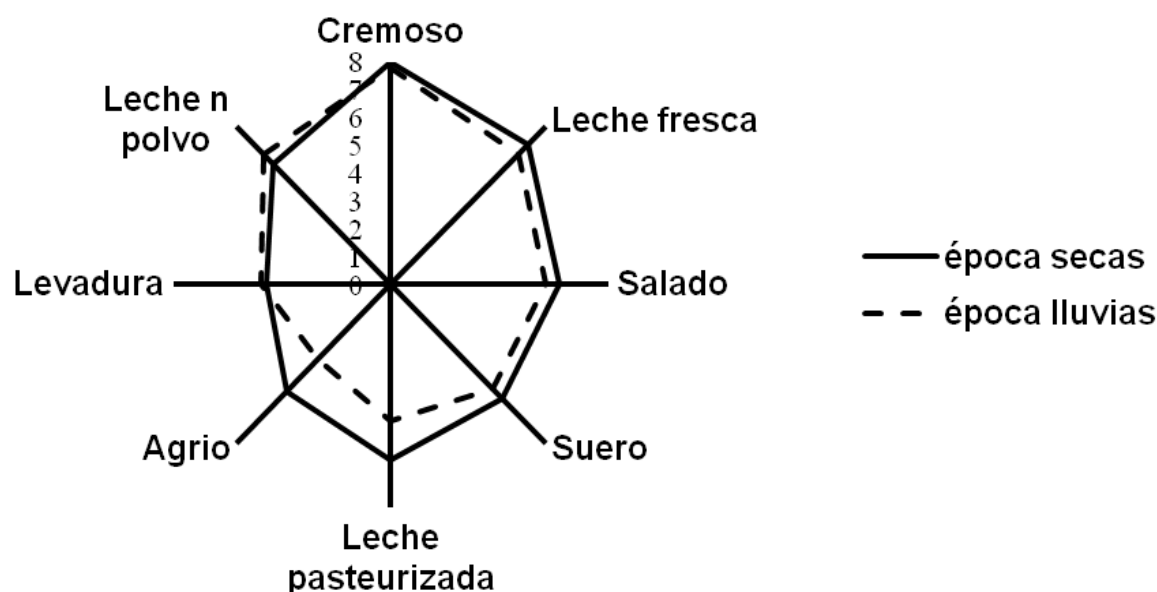


Figura 3. Perfil de sabor del queso Oaxaca tradicional por atributo en secas y lluvias

El rango para el cremoso fue de 7.8-8, leche fresca 6.6-7.1, suero 5.3-5.8, leche pasteurizada 4.9-6.3, salado 5.7-6.2, el agrio 3.8-5.4, levadura 4.6-4.8 y leche en polvo 6.1-6.6, valores similares a los atributos de olor, reflejando correspondencia entre valores específicos por parte de los evaluadores. El valor obtenido por los jueces en el sabor salado equivale a la mitad (1.9 g/L) de la concentración, a pesar de esto la diferencia entre el mínimo y máximo es muy pequeña. Villanueva *et al.* (2012), reportaron un mayor número de sabores para el mismo queso: dulce,

vaca, húmedo, agua, caramelo, leche quemada, ahumado, fermentado, mantequilla, grasoso y amargo, no se desecha la existencia de estos sabores, sin embargo la diferencia puede estar dada en la herramienta metodológica utilizada en el entrenamiento del panel y su efecto en la percepción.

El Análisis de Varianza para los quesos (Cuadro 3) presentaron diferencias significativas el olor y sabor cremoso, leche fresca, suero y agrio, además del sabor salado, reflejándose de manera general en olor, el queso ocho con mayor intensidad y el dos menos intenso, con un grupo intermedio que abarca el resto de los quesos, estos a pesar de no presentar diferencias significativas, presentan ligeras diferencias cada uno de ellos. En el sabor presentaron mayores variaciones con la formación de más grupos, a pesar de no haber similitud con los atributos de olor y sabor en relación a los quesos, las variaciones para ambos son las mismas, con puntuaciones similares para cada atributo y queso. Las variaciones del sabor salado se deben a que en el proceso el salado se hace al voleo y este no es homogéneo. En general los resultados obtenidos son atribuidos a la no estandarización de los procesos de producción.

Cuadro 3. Análisis de promedios del queso Oaxaca tradicional por atributo

Atributo	Quesos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Olor											
Cremoso*	7.4 ^b	6.7 ^a	8.0 ^b	8.8 ^b	8.6 ^b	7.7 ^b	9.1 ^b	10.3 ^c	7.7 ^b	7.9 ^b	9.9 ^b
Leche fresca*	7.6 ^b	6.9 ^b	5.1 ^a	7.9 ^b	7.8 ^b	7.8 ^b	7.7 ^b	8.8 ^c	7.3 ^b	7.4 ^b	7.0 ^b
Suero***	5.9 ^b	4.4 ^a	5.5 ^b	6.5 ^b	6.4 ^b	8.2 ^c	3.8 ^a	7.6 ^c	4.5 ^a	5.6 ^b	6.4 ^b
Leche pasteurizada	5.7	7.0	5.4	5.5	5.0	6.5	6.7	6.6	6.6	5.9	5.4
Agrio*	5.4 ^b	4.3 ^b	4.7 ^b	5.4 ^b	6.1 ^b	5.8 ^b	4.8 ^b	6.9 ^c	5.1 ^b	6.0 ^b	3.2 ^a
Levadura	4.8	3.5	4.2	4.9	4.2	5.7	5.3	5.6	4.7	4.7	5.0
Leche en polvo	3.7	4.1	3.4	5.5	3.7	4.6	4.7	6.8	4.6	4.6	5.7
Sabor											
Cremoso***	6.7 ^b	7.5 ^c	7.3 ^b	10.5 ^e	8.6 ^d	6.8 ^b	7.2 ^b	9.4 ^d	8.3 ^c	5.4 ^a	9.2 ^d
Leche fresca*	8.6 ^c	5.6 ^a	5.7 ^b	6.5 ^b	7.2 ^b	6.3 ^b	5.8 ^b	7.4 ^b	6.4 ^b	6.7 ^b	8.9 ^c
Salado***	7.1 ^c	3.9 ^b	5.9 ^b	6.9 ^c	5.2 ^b	6.2 ^b	2.7 ^a	6.0 ^b	5.9 ^b	8.1 ^d	7.4 ^c
Suero**	6.9 ^c	4.7 ^b	6.1 ^b	5.3 ^b	6.3 ^b	6.9 ^c	3.5 ^a	4.9 ^b	5.0 ^b	6.5 ^b	5.1 ^b
Leche pasteurizada	5.4	5.7	4.6	5.7	5.5	5.8	6.3	6.2	5.1	5.7	5.8
Agrio***	4.2 ^b	2.8 ^b	3.8 ^b	5.1 ^c	5.1 ^c	4.6 ^b	2.0 ^a	5.0 ^b	4.2 ^b	9.5 ^d	4.3 ^b
Levadura	5.5	4.9	5.5	4.0	4.7	4.4	4.0	4.9	4.2	5.7	4.3
Leche en polvo	7.6	5.6	7.0	6.4	6.4	4.1	6.5	7.7	6.1	6.0	6.4

*(p<0.05); **(p<0.01); ***(p<0.001)

En relación a la época (Cuadro 4) se observó que no existen diferencias significativas en la mayoría de atributos a excepción del olor y sabor agrio, y sabor a leche pasteurizada, la época con mayor intensidad en agrio (ver Figura 2 y 3) fue en la época de secas, situación similar reportaron Van Hekken *et al.*, (2008) para el queso Chihuahua (elaborado con leche sin pasteurizar) en tres diferentes épocas del año (invierno, primavera y verano), presentando mayor intensidad en el sabor agrio para el periodo invierno-primavera y menor en el verano, haciendo mención que la estacionalidad de la leche es uno de los muchos factores que pueden influir en el sabor del queso. En contraste con lo publicado por Medina *et*

al., (2000), en queso Idiazábal con 90 días de maduración elaborados en febrero y junio reportaron intensidades mayores en el mes de junio en la mayoría de los atributos de sabor y olor incluyendo el atributo agrio, fenómeno relacionando a los altos niveles microbianos y proteólisis más intensa. A pesar de que el salado en el proceso del queso Oaxaca tradicional se hace al voleo, no se presentaron diferencias significativas en este atributo.

Cuadro 4. Perfil sensorial de los quesos por época

Atributo	secas	Lluvias
<i>Olor</i>		
Cre moso	8.1	8.6
Leche fresca	7.1	7.6
Suero	6.0	5.8
Leche pasteurizada	6.0	6.0
Agrio**	5.8 ^a	4.6 ^b
Levadura	4.6	5.0
Leche en polvo	4.3	5.0
<i>Sabor</i>		
Cre moso	8.0	7.8
Leche fresca	7.1	6.6
Salado	6.2	5.7
Suero	5.8	5.3
Leche pasteurizada***	6.3 ^a	4.9 ^b
Agrio***	5.4 ^a	3.8 ^b
Levadura	4.6	4.8
Leche en polvo	6.1	6.6

($p < 0.01$); *($p < 0.001$)

CONCLUSIONES

A pesar de las variaciones mostradas por los jueces, el panel no encontró diferencias estadísticas por época en la mayoría de atributos a excepción del agrío y sabor a leche pasteurizada, pero si en relación a cada uno de los quesos, demostrando la variabilidad que se tiene en productos de carácter tradicional. El queso Oaxaca tradicional cuenta con terminologías que lo puedan diferenciar y que servirán al mismo tiempo de comparación con quesos de diferente zona. Por lo tanto el método de evaluación del perfil sensorial puede ser usado como base para el control de calidad.

REFERENCIAS

- Aguilar U.B.R., Lagunes M.M., De la Cruz J., Pacheco J.R.S. y García H.S. (2006).
Uso del suero fermentado para reducir el tiempo de elaboración del queso Oaxaca. *Agrociencia*. **40**: 569-575.
- Álvarez S., Fresno M., Rodríguez V., Darmanin N. y Ruiz M.E. (2007). Perfil olfato-gustativo de quesos canarios ahumados con diferentes materiales. *Archivos de Zootecnia*. **56**: 673-680.
- Augusto M.M.M., Queiroz M.I. and Viotto W.H. (2005). Seleção e treinamento de julgadores para avaliação do gosto amargo em queijo prato. *Ciencia y tecnología alimentaria*. **25(4)**: 849-852.
- Bárcenas F.J.P., Pérez E. and Albisu M. (1998). Selection and screening of a descriptive panel for ewe's milk cheese sensory profiling. *Journal of Sensory Studies*. **15**: 79-99.

- Bárcenas P., Pérez E.F.J., Salmero J. and Albisu M. (1999). Development of a preliminary sensory lexico and standard preferences of ewes milk cheeses aided by multivariate statical procedures. *Journal of Sensory Studies*. **14**: 161-179.
- Bárcenas P., Pérez R., Pérez E.F.J. and Albisu M. (2001). Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*. **12**: 269–279.
- Bárcenas P.F.J., Elortondo P., Salmerón J. and Albisu M. (2000). Sensory Profile of Ewe's Milk Cheeses. *Food Sciecne and Technology Internatonal*. **7(4)**: 347-353
- Bárcenas P.F.J., Pérez E. and Albisu M. (2005). Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *Journal of Sensory Studies*. **20**: 62–74.
- Bernal M.L.R., Rojas G.M., Vázquez F.C., Espinoza O.A., Estrada F.J. y Castelán O.O.A. (2008). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*. **38**: 395-407.
- Bertoni G., Calmari L. and Maianti M.G. (2001). Producing specific milks for speciality cheeses. *Proceedings of the Nutrition Society*. **60**: 231–246.
- Espinosa M.J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Chapter. 3, p. 20-26, Chapter. 4, p. 54-58, Editorial Universitaria. Habana, Cuba.

- González V.M.A., Poveda J.M. and Cabezas L. (2001). Sensory and chemical evaluation of Manchego cheese and other cheese varieties available in the Spanish market. *Journal of Food Quality*. **24**: 157-165.
- Fernández G.J.M. y Galván R.J.L. (1996). Tipificación sensorial del queso Zamorano. Actas de la XXI *Jornadas Científicas de la sociedad española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*. pp. 577-583.
- ISO (1991). *Methodology. Method of investigating sensitive of taste*. Standard no: 3972. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO (1993). *Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, Part 1: Selected assessors*. Standard no: 8586-1. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO (2008). *Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, Part 2: Expert sensory assessors*. Standard no: 8586-2. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO (2007). *Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms*. Standard no: 8589. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karagul Y.Y., Isleten M. and Uysal P.C. (2007). Sensory characteristics of Ezine cheese. *Journal of Sensory Studies*. **22**: 49–65.
- Lucey J.A., Johnson M.E. and Horne D.S. (2003). Perspective on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*. **86**: 2725–2743.

- Medina C., Ibáñez F.C., Torre P. and Barcina Y. (2000). Influence of the Season on Proteolysis and Sensory Characteristics of Idiazabal Cheese. *Journal of Dairy Science*. **83**: 1899–1904.
- Montes de Oca F.E., Castelán O.O.A., Estrada F.J.G. and Espinoza O.A. (2009). Oaxaca cheese: Manufacture process and physicochemical characteristics. *International Journal of Dairy Technology*. **62**: 535-540.
- Nielsen R.G. and Zannon M. (1998). Progress in developing an international protocol for sensory profiling of hard cheese. *with contributions from Bkrodier F., Lavanchy P., Lorenzed P.C., Muir D.D. and Sivertsen H.K.* *International Journal of Dairy Technology*. **51**: 57-64.
- Oyarzún M.T. (2002). Estudio sobre los principales tipos de sellos de calidad en alimentos a nivel mundial: Estado actual y perspectivas de los sellos de calidad en productos alimenticios de la industria rural en América Latina. FAO, Santiago de Chile. www.alimentosargentinos.gov.ar/.../calidad/BPM/.../sellosdecalidadFAO.12/08/2011.
- Pérez E.F.J., Bárcenas P., Casas C., Salmerón J. and Albisu M. (1999^a). Standardization of sensory methodologies: some applications to Protected Designation of Origin cheeses. *Sciences des Aliments*. **19**: 543–558.
- Pérez E.F.J., Ojeda M., Albisu M., Salmerón J., Etayo I., and Molina M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*. **18**: 425-439.

- Romero del Castillo R., Valero J., Casañas F. and Costell E. (2008). Training, validation and maintenance of a panel to evaluate the texture of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Sensory Studies*. **23**: 303-319.
- Ryffel S., Piccinali P. and Bütikofer U. (2008). Sensory descriptive analysis and consumer acceptability of selected Swiss goat and sheep cheeses. *Small Ruminant Research*. **79**: 80-86.
- Scintu M.F., Del Caro A., Urgeghe P.P., Piga C. and Di Salvo R. (2010). Sensory profile development for an Italian PDO ewe's milk cheese at two different ripening times. *Journal of Sensory Studies*. **25**: 577-590
- Talavera B.M. and Chambers D.H. (2008). Simplified lexicon to describe flavor characteristics of western European cheeses. *Journal of Sensory Studies*. **23**: 468–484.
- Van Hekken D.L. and Farkye N.Y. (2003). Hispanic cheeses: The quest for cheese. *Food Technology*. **57**: 32–38.
- Van Hekken D.L., Drake M.A., Molina C.F.J., Guerrero P.V.M. and Gardea A.A. (2006). Mexican Chihuahua Cheese: Sensory Profiles of Young Cheese. *Journal of Dairy Science*. **89**: 3729–3738.
- Van Hekken D.L., Drake M.A., Michael H. Tunick M.H, Guerrero V.M., Molina C.J.M. and Gardea A.A. (2008). Effect of pasteurization and season on the sensorial and rheological traits of Mexican Chihuahua cheese. *Dairy Science and Technology*. **88**: 525–536.

- Verdier M.I., Martín A.B., Pradel P., Albouy H., Hulin S. and Montel M.C. (2005).
Effect of grass-silage vs. hay diet on the characteristics of cheese:
interactions with the cheese model. *Lait*. **85**: 469–480.
- Villegas A. (2004). Dos famosos Quesos de Pasta Hilada (Filata): El Oaxaca y el
Mozzarella. [Internetdocument] URL [http://www.alfa-
editoriales.com/carnilac/octu
bre%20Noviembre%2004/TECNOLOGIA%203%20OOXACAZARELLA%
20corregido.pdf](http://www.alfa-editoriales.com/carnilac/octubre%20Noviembre%2004/TECNOLOGIA%203%20OOXACAZARELLA%20corregido.pdf). Accessed 22/09/2011.
- Villanueva C.A., Esteban C.M., Espinoza O.A., Arriaga J.C.M. and Domínguez L.A.
(2012). Oaxaca cheese: flavour, texture and their interaction in a Mexican
traditional *pasta filata* type cheese. *CyTA – Journal of Food*. **1**: 63-70.

8. 2. Artículo enviado a la Revista Mexicana de Ingeniería Química

Revista Mexicana de Ingeniería Química

Publicación de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A. C. Depto. de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, 09340 México, D. F. Tel. 5844648 al 51. FAX 58 044900. E-mail: amidiq@xanum.uam.mx

Editores en Jefe:

Dr. J. Alberto Ochoa Tapia

Dr. E. Jaime Vernon Carter

Dr. Tomás Viveros García

Responder a:

Dr. Tomás Viveros García

E-mail: tvig@xanum.uam.mx;

amidiq@xanum.uam.mx

México, D. F., a 19 de Marzo de 2015

Dra: Angélica Espinoza Ortega

UAEM

e-mail: angelica.cihuatl@gmail.com

Manuscrito No. RMIQ-190315

Estimado(a) Dra. Espinoza Ortega

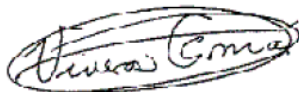
Título del Trabajo: PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE Y CARACTERÍSTICAS FISICOAUÍMICAS DEL QUESO OAXACA TRADICIONAL

Autores: E. Montes de Oca-Flores, C. M. Arriaga-Jordán, A. R. Martínez-Campos y A. Espinoza-Ortega

Le informo que la *Revista Mexicana de Ingeniería Química* (RMIQ), recibió su artículo arriba mencionado para su posible publicación; dicho trabajo ha sido enviado a arbitraje, y le notificaremos en el momento que tengamos comentarios. Agradezco su participación, haciendo una extensa invitación para que sometan trabajos para ser publicados en RMIQ.

Sin más por el momento me despido de usted,

Atentamente:



Dr. Tomás Viveros García

Editor de RMIQ

www.amidiq.com

**PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE Y
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO OAXACA TRADICIONAL**

**TECHNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MILK AND
PHYSICOCHEMICAL ASPECTS IN OAXACA TRADITIONAL CHEESE**

E. Montes de Oca-Flores, C.M. Arriaga-Jordán, A.R. Martínez-Campos y A.
Espinoza-Ortega¹

*Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del
Estado de México,*

Instituto Literario # 100 Col. Centro CP 50000, Toluca, México

Fecha de envío: 18, marzo, 2015

Resumen:

Los parámetros tecnológicos de la leche (características tecnológicas y fisicoquímicas) son de gran importancia porque influyen en el rendimiento y calidad del queso, estos a su vez se ven afectados por factores como la época del año, por lo tanto el objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre las características tecnológicas y fisicoquímicas de la leche, así como las fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional en época de secas y lluvias. Muestras de leche y queso fueron tomadas de 21 diferentes plantas procesadoras a pequeña escala. En leche se analizó el % de Grasa (G), Proteína (P) y acidez, Tiempo de Coagulación (TC), Firmeza de la Cuajada (FC) y Rendimiento (RTO). En queso G, P, Acidez, Humedad y Cloruros. Se utilizó un ANOVA de un factor, para evaluar las variaciones por estación. Presentaron diferencias significativas por época la G, P y acidez, además del TC, FC y RTO en leche; y G, Acidez y Humedad en queso.

Palabras clave: queso Oaxaca, leche, tradicional, propiedades tecnológicas, propiedades fisicoquímicas

Abstract:

The technological parameters of milk (technological and physicochemical characteristics) are very important because they influence the yield and quality of cheese, these in turn are affected by factors such as the season, therefore the aim of this work was to evaluate the relationship between technology and milk physicochemical characteristics and physicochemical traditional Oaxaca cheese in the dry season and rainy. Milk and cheese samples were taken from 21 different small-scale processing plants. In the % fat milk (G), Protein (P) and acidity, Clotting Time (CT), Curd Firmness (FC) and Yield (RTO) was analyzed, and in cheese G, P, acidity, humidity and chlorides. One-way ANOVA was used to evaluate changes per season. Showed significant differences by season G, P and acidity, plus TC, FC and RTO in milk; and G, acidity and moisture in cheese.

Key word: Cheese, milk, traditional, technological properties, physicochemical properties.

1 Introducción

En la zona centro de México se elabora un queso tradicional perteneciente al grupo de *pasta fillata* (queso Oaxaca), nombre atribuido a su lugar de origen y es el más conocido en el país. Es un queso fresco y en su elaboración la cuajada se somete a un amasado en agua caliente hasta estirarse y formar bandas, y se presenta en forma de madejas (Cervantes y Villegas de Gante, 2012). Se obtiene a partir de leche cruda de vaca, misma que está sujeta a la variabilidad como

resultado de una serie de factores tales como la raza y edad del animal, número de parto, periodo de lactancia; dieta y clima (Dillon *y col.*, 2003; Galina *y col.*, 2007; Ozrenk and Selcuk, 2008; Martin *y col.*, 2009; Jaramillo *y col.*, 2010) y su composición y propiedades tecnológicas, determinan el valor nutricional de los productos lácteos (Heck *y col.*, 2009), en particular los quesos de leche cruda (Nájera *y col.*, 2009). En relación al clima (Medina *y col.*, 2000; Lucey *y col.*, 2003), mencionaron que son uno de los factores importantes y ejercen gran influencia en la calidad del queso. En otro estudio, reportaron variaciones en el porcentaje de grasa, proteína y lactosa a lo largo del año, menores en primavera-verano y mayores en otoño-invierno, con una mayor variación en la grasa, variación explicada principalmente por cambios en la dieta (Heck *y col.*, 2009).

Hasta la fecha se han realizado estudios, como el documentar el proceso de elaboración y las características fisicoquímicas (Montes de Oca *y col.*, 2009), la relación entre el sabor y la textura del queso (Villanueva *y col.*, 2012), en relación a la leche que se utiliza para la producción del queso Oaxaca tradicional evaluaron la calidad fisicoquímica en seis periodos del año, obteniendo diferencias significativas ($p < 0.05$) en % de grasa y densidad (Bernal-Martínez *y col.*, 2008). Dado que este queso se elabora todo el año, existe la necesidad de evaluar si estas variación es ejercen algún efecto, principalmente en las características fisicoquímicas y tecnológicas de la leche, ya que son de gran importancia porque influyen en el rendimiento y calidad del queso, por lo tanto esta investigación tiene como propósito evaluar las propiedades tecnológicas y fisicoquímicas de la leche,

y la relación entre ambas en época de secas y lluvias, además de evaluar las características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional.

2 Materiales y método

2.1 Muestras de queso y leche

Se obtuvieron directamente de las queserías (21) muestras de leche y queso (por triplicado). La época de secas comprendió el mes de febrero-abril y de agosto-octubre la de lluvias. Las muestras se transportaron a 4°C y los análisis se realizaron en un tiempo no mayor a las 24 hrs.

2.2 Análisis en leche

Fisicoquímicos: se analizó grasa (G), proteína (P), mediante ondas de ultrasonido con un Eco-milk Analyzer KAM98-2^a (Montes de Oca y col., 2009) y acidez por medio de NaOH 0.1 M/fenolftaleína como indicador. *Tecnológicas:* Tiempo de Coagulación (TC), Firmeza de la Cuajada (FC) y Rendimiento (RTO), para cada prueba las muestras se calentaron a una temperatura de 35° C e inmediatamente se le adicionó el 10 % de cuajo (cuajo industrial), manteniendo esta temperatura en baño maría, el TC se realizó detectando el inicio de la coagulación al producirse un aumento brusco de la viscosidad (López y Laencina, 1994). Se utilizó un Viscosímetro Brookfield (Engineering labs. INC. Middleboro, MA 02346. USA) Modelo LVT, con espina del No. 1 a una velocidad de 12 rpm. La FC, se midió 30 minutos después de la adición del cuajo, calculándose como la fuerza (N) de compresión mediante un ensayo de vuelta al inicio (Berruga y col., 2007), con un Texturometro TX-XT2, sonda cilíndrica de 10 mm de diámetro, ciclo de compresión de 20 mm de profundidad y velocidad de 1 mm/s. El RTO se

determinó por centrifugación, en tubos eppendorf se le adicionó 1 ml de muestra (leche a 35°C con el 10% de cuajo), después de 30 minutos se centrifugó a 14000 rpm por 30 min a 35° C (Jaramillo y col., 2008), para forzar la liberación de suero, el rendimiento de queso se calculó por la diferencia del peso inicial de la muestra con el de la cuajada, se utilizó una centrifuga (Universal 320R. D-7852Tuttlingen Heftich).

2.3 Análisis en queso

La acidez se determinó por medio de NaOH 0.1 M/fenolftaleína como indicador (Montes de Oca y col., 2009). Los métodos oficiales de la AOAC (1990), para grasa (933.05). Proteína (991.20) y humedad (926.08), NaCl por el método Volhard (NMX-F-360-S, 1981).

2.4 Análisis estadístico

Para analizar los resultados de leche y queso, se realizó un Análisis de varianza de un factor (época) y las diferencias existentes se calcularon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). La relación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche se analizó mediante una correlación de Pearson, con el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus.

3. Resultados y discusión

3.1 Propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche

En relación a las propiedades fisicoquímicas (Cuadro 1) por época, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) el contenido de grasa, proteína y acidez, con un mayor porcentaje de grasa y menor en proteína en lluvias. En estudios previos (Bernal-Martínez y col., 2008), evaluaron la calidad fisicoquímica, encontrando

diferencias sólo en el porcentaje de grasa y densidad, con valores mayores para el caso de la grasa en los periodos que comprenden los meses de lluvias (promedio 3.62), resultados similares a los obtenidos en este trabajo. En un trabajo realizado en los meses de Junio a Octubre (Montes de Oca y col., 2009), reportaron porcentajes de 3.34 y 3.05 de grasa y proteína respectivamente y (Vázquez, 2008), obtuvo en promedio 3.18 en grasa y 2.97 en proteína, resultados aun menores a los obtenidos. Los efectos sobre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche por variaciones estacionales son principalmente por la disponibilidad de forrajes en la alimentación del ganado en el periodo de lluvias (Bernal-Martínez y col., 2008; Nóbrega and Langoni, 2011). Nagera y col. (2009) y Hatem y col. (2012), reportaron valores mayores de grasa y proteína cuando la alimentación de los animales estuvo conformada principalmente por pastura o alimento verde “trébol”.

Cuadro 5. Análisis de medias de las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en lluvias y secas.

		Grasa (%)	Proteína (%)	Acidez (°D)	TC (min.)	FC (N)	RTO (%)
Secas	Media	3.28 ^a	3.02 ^a	23.6 ^a	16.7 ^a	0.11 ^a	12.6 ^a
Lluvias	Media	3.64 ^b	2.94 ^b	23.1 ^b	27.0 ^b	0.09 ^b	10.8 ^b
EEM		0.014	0.004	0.024	0.565	0.001	0.082

EEM = Error estándar de la media

a, b: Literales diferentes indican diferencias estadísticas (p<0.001)

°D: Grados Dornic

TC: Tiempo de Coagulación

FC: Firmeza de la Cuajada

RTO: Rendimiento

El TC, FC y RTO presentaron diferencias significativas ($p < 0.001$), con menor tiempo de coagulación mayor firmeza y rendimiento en el periodo de secas. Si bien De Marchi y *col.* (2007), hace referencia de que con un porcentaje alto de grasa y proteína, se relaciona con deseables propiedades tecnológicas (menores TC y mayor FC), además de altos RTO, existen otros factores como el contenido y calidad de la proteína (contenido de k-caseína, las características de las micelas, polimorfismo genético) (Pellegrini y *col.*, 1997; Dillon y *col.*, 2003; Wedholm y *col.*, 2006; Alipanah and Kalashnikova, 2007; Requena y *col.*, 2007; Joudu y *col.*, 2009), además del contenido de calcio y pH (Serrano y *col.*, 1998; Joudu y *col.*, 2008), que influyen en las propiedades tecnológicas.

La relación RTO, FC, TC y P fue mejor en la época de secas, pero el más bajo en el porcentaje de grasa, autores como Alipanah and Kalashnikova (2007), reportaron rendimientos mayores con tiempos de coagulación menores a concentraciones altas de proteína y bajas en grasa. Micari y *col.* (2002), en invierno obtuvieron en promedio menores tiempos de coagulación y mejores firmeza (14.61 min. y 62.63 mm, respectivamente), que en el verano (16.84 min. Y 59.33 mm, respectivamente), situación dada posiblemente por presentar al mismo tiempo valores altos de grasa en el invierno. Barlowska y *col.* (2012), en un sistema tradicional, reportaron tiempos de coagulación, proteína y grasa en el invierno de 6.06 minutos, 3.41 y 4.17 y en el verano de 3.26 minutos, 3.48 y 3.93, respectivamente, argumentando que el alimento verde (pastura) reduce el tiempo de coagulación enzimática de la leche, principalmente en la proteína de la leche (caseínas y proteínas del suero).

Tyriseva y col. (2004), mencionaron que los tiempos de coagulación mayores a los 30 minutos después de agregado el cuajo, se considera como leche no apta para la producción de queso, en este trabajo en secas sólo el 14 % de las muestras presentaron tiempos mayores a los 30 minutos y el 33 % en lluvias, situación atribuida a la adulteración de la leche en algunas muestras analizadas (datos no mostrados).

3.2 Relación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en secas y lluvias

La FC y el RTO en ambas épocas (Cuadro 2 y 3), presentaron una correlación negativa con el TC, resultados similares reportaron Jaramillo y col. (2008), apuntando que el gel obtenido es débil cuando el tiempo de coagulación de la leche es mayor. La acidez presentó una correlación negativa con el TC, en los trabajos publicados por De Marchi y col. (2007) y Toffanin y col. (2012) nos mencionan que a medida que aumenta la acidez, disminuyen los tiempos de coagulación, además de que aumenta la firmeza de la cuajada. Cecchinato y col. (2011), obtuvieron tiempos menores de coagulación a pH bajos. Indicativo de la capacidad de coagulación que ejerce el pH bajo de la leche en este parámetro (Tyriseva y col., 2004).

En relación a las correlaciones de los sólidos totales (grasa y proteína), con el TC, FC y RTO fueron muy variadas en ambas épocas. La grasa presentó correlación positiva solo con el RTO en ambas épocas y la proteína únicamente en secas, sin embargo Toffanin y col. (2012) muestran que al aumentar el porcentaje de caseínas y Catarino y col. (2013) el porcentaje de proteína, la firmeza de la

cuajada es mejor, en lo publicado por Jaramillo y col. (2008) la grasa y proteína se correlacionó positivamente con el RTO, Auld y col. (2004) documentaron la correlación de varios componentes (G, P, ST, Calcio, entre otros) de la leche con la firmeza de la cuajada y el tiempo de bifurcación de la cuajada, pero no para el tiempo de coagulación. A pesar de no coincidir las correlaciones entre épocas, se cumplen las disposiciones reportadas por diferentes autores. Estas diferencias se le pueden atribuir a la presencia de adulteraciones de la leche en la época de lluvias.

Cuadro 6. Coeficiente de correlación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en secas

	TC	FC	RTO
Grasa	-0.149	0.169	0.388***
Proteína	-0.233**	0.329***	0.286**
Acidez	-0.534***	0.441***	0.032
TC	1.000	-0.608***	-0.250**
FC	-0.608***	1.000	0.104
RTO	-0.250**	0.104	1.000

TC: Tiempo de Coagulación; FC: Firmeza de la Cuajada;
RTO: Rendimiento; **p<0.01; ***p<0.001

Cuadro 7. Coeficiente de correlación entre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche en lluvias

	TC	FC	RTO
Grasa	-0.030	0.067	0.328***
Proteína	-0.203*	-0.069	0.08
Acidez	-0.660***	0.121	0.039
TC	1.000	-0.576***	-0.405***
FC	-0.576***	1.000	0.350***
RTO	-0.405***	0.350***	1.000

TC: Tiempo de Coagulación; FC: Firmeza de la Cuajada; RTO: Rendimiento; *p<0.05; ***p<0.001

3.3 Propiedades fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional en secas y lluvias

Presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) el porcentaje de grasa, siendo mayor en época de lluvias, al igual que la acidez y humedad (Cuadro 4). Pianaccioli y col. (2007), en una evaluación realizada a dos tipos de queso (Ricotta y Pecorino) en tres granjas (siguiendo la misma técnica de elaboración), el porcentaje de grasa y proteína en leche no presentaron diferencias significativas en los periodos evaluados (primavera, verano, otoño e invierno), y sólo en el queso Ricotta, presentó diferencias significativas ($p<0.05$) en grasa, proteína y humedad. En este estudio sólo el porcentaje de grasa en leche-queso se relación proporcionalmente, mayor en lluvias y menor en secas, sin ser así para la proteína, pero con un mayor rendimiento en secas (12.6%). Si bien la relación de sólidos en leche-queso, son significativos en las características finales del producto, son también importantes en el rendimiento quesero, en ese sentido

Jaeggi y col. (2005), mencionaron que el rendimiento del queso está directamente relacionado con el nivel de grasa y proteína (caseína), para efectos de este trabajo los resultados muestran que la proteína es la que influye directamente en el rendimiento.

Cuadro 8. Análisis de medias de las características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional en lluvias y secas.

		Grasa (%)	Proteína (%)	Acidez (%)	Humedad (%)	Cloruros (%)
Secas	Promedio	20.6 ^a	18.5	0.8 ^a	50.4 ^a	4.2
Lluvias	Promedio	22.2 ^b	18.7	1.0 ^b	51.3 ^b	4.3
EEM		0.103	0.078	0.011	0.104	0.067

EEM: Error estándar de la media

a, b: Literales diferentes indican diferencias estadísticas. ($p < 0.05$)

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio nos muestran que la época del año, ejerció efecto significativo en las características fisicoquímicas y tecnológicas de la leche, y la composición del queso, principalmente por la disposición de alimento en los animales que se tiene en las diferentes épocas.

Si bien los porcentajes de grasa, proteína y acidez, se correlacionan con las propiedades tecnológicas de la leche, la proteína tiene un mayor efecto en el rendimiento quesero, reflejándose en quesos con bajo contenido de grasa y humedad.

Agradecimientos

Un reconocimiento especial a los productores de queso de Aculco, este trabajo fue posible gracias a los fondos del Consejo Mexicano de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Agradecemos también al CONACYT por la beca otorgada a Eric Montes de Oca Flores para llevar sus estudios de Doctorado.

Referencias

Alipanah, M. L., y A. Kalashnikova. (2007). Influence of k-casein genetic variant on cheese making ability. *Journal of animal and Veterinary Advances* 6(7), 855-857.

Association of Official Analytical Chemists International (AOAC). (1990). Official Methods of Analysis, 15th edn. Washington, D. C.

Auldish, M. J., Johnston, K. A., White, N. J., Fitzsimons, W. P., y Boland, M. J. (2004). A comparison of the composition, coagulation characteristics and cheesemaking capacity of milk from Friesian and Jersey dairy cows. *Journal of Dairy Research* 71, 51–57.

Barłowska, J., Litwińczuk, Z., Brodziak, A., y Chabuz W. (2012). Effect of the production season on nutritional value and Technological suitability of milk obtained from intensive (tmr) and traditional feeding system of cows. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 1(5), 1205-1220.

Bernal-Martínez, L. R., Rojas-Garduño, M. de A., Vázquez-Fontes, C., Espinoza-Ortega, A., Estrada-Flores, J., y Castelán-Ortega, O. A. (2008). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México* 38(4), 395-407.

- Berruga, M. I., Molina, P., Román, M., y Molina, A. (2007). Características del yogur de oveja según el tipo de fermento lácteo. Universidad de Castilla La Mancha. SEOC. www.seoc.eu. Accesado: 09 marzo 2012.
- Catarino, I., Martins, A. P. L., Duarte, E., Elane, S. P., y Norberta de Pinho, M. (2013), Rennet coagulation of sheep milk processed by ultrafiltration at low concentration factors. *Journal of Food Engineering* 114, 249–254.
- Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat, G. C., De Marchi, M., y Bittante, G. (2011). *Short communication: Factors affecting coagulation properties of Mediterranean buffalo milk. Journal of Dairy Science* 95, 1709–1713.
- Cervantes, E. F., y Villegas de Gante, A. (2012). La Leche y los Quesos artesanales en México. 1ª Edición. Editorial Porrúa, México pp, 185-198.
- De Marchi, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., y Bittante, G. (2007). Milk Coagulation ability of five dairy cattle Breeds. *Journal of Dairy Science* 90, 3986–3992.
- Dillon, P., Buckley, F., O'Connor, P., Hegarty, D., y Rath, M. (2003). A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science* 83, 21–33.

- Galina, M. A., Osnaya, F., Cuchillo, H. M., y Haenlein, G. F. W. (2007). Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. *Small Ruminant Research* 71, 264–272.
- Hattem, H. E., Taleb, A. T., Manal, A. N., y Hanaa, S. S. (2012). Effect of pasteurization and season on milk composition and ripening of Ras cheese. *Journal of Brewing and Distilling* 3(2), 15-22.
- Heck, J. M. L., Van Valenberg, H. J. F., Dijkstra, J., Van Hooijdonk, A. C. M. (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science* 92, 4745–4755.
- Jaeggi, J. J., Wendorff, W. L., Romero, J., Berger, M., y Johnson, M. E. (2005). Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese. *Journal of Dairy Science* 88, 1358–1363.
- Jaramillo, D. P., Buffa, M. N., Rodríguez, M., Pérez-Baena, I., Guamis, B., y Trujillo, A. J. (2010). Effect of the inclusion of artichoke silage in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *Journal of Dairy Science* 93, 1412–1419.
- Jaramillo, P., Zamora, A., Guamis, B., Rodríguez, M., y Trujillo, A. J. (2008). Cheesemaking aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: Changes during lactation and relationship between physico-chemical and technological properties. *Small Ruminant Research* 78, 48–55.

- Joudu, I., Merike, H., Tanel, K., Tonu, P., y Olav, K. (2008). The effect of milk protein contents on the rennet coagulation properties of milk from individual dairy cows. *International Dairy Journal*. 18, 964–967.
- Joudu, I., Henno, M., Värvi, S., Viinalass, H., Püssa, T., Kaart, T., Arney, D., y Kärt, O. (2009). The effect of milk proteins on milk coagulation properties in Stonian dairy breeds. *Veterinarija ir Zootechnika* 46 (68), 14-19.
- López, M. B., y Laencina, J. (1994). Viscosimetric measurement of milk clotting time. *Scienza eTecnica Lattiero – Casearia* 45, 169-182.
- Lucey, J. A., Johnson, M. E., y Horne, D. S. (2003). Perspective on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science* 86, 2725–2743.
- Martin, B., Pomiés, D., Pradel, P., Verdier-Metz, I., y Rémond, B. (2009). Yield and sensory properties of cheese made with milk from Holstein or Montbéliarde cows milked twice or once daily. *Journal of Dairy Science* 92, 4730–4737.
- Mendina, C., Ibáñez, F. C., Torre, P., y Barcina, Y. (2000). Influence of the Season on Proteolysis and Sensory Characteristics of Idiazabal Cheese. *Journal of Dairy Science* 83, 1899–1904.
- Micari, P., Caridi, A., Colacino, T., Caparra, P., y Cufari, A. (2002). Physicochemical, microbiological and coagulating properties of ewe's milk

produced on the Calabrian Mount Poro plateau. *International Journal of Dairy Technology* 55, 204-210.

Montes de Oca-Flores, E., Castelán-Ortega, O. A., Estrada-Flores, J. G., y Espinoza-Ortega, A. (2009). Oaxaca cheese: Manufacture process and physicochemical characteristics. *International Journal of Dairy Technology* 62, 535-540.

Najera, A. I., Barrón, L. J. R., Ribeiro, P., Pelissier, F., Abilleira, E., Perez-Elortondo, F. J., Albisu, M., Salmeron, J., Ruiz de Gordo, J. C., Virto, M., Oregi, L., Ruiz, R., y Renobales, M. (2009). Seasonal changes in the technological and compositional quality of ewe's raw milks from commercial flocks under part-time grazing. *Journal of Dairy Research* 76, 301–307.

NMX-F-360-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación de cloruros como cloruro de sodio (método de volhard). Foods for humans. Determination of chlorides as sodium chloride (volhard method). Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Nobrega, D. B., y Langoni, H. (2011). Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 31(12), 1045-1052.

Ozrenk, E., y Selcuk-Inci, S. (2008). The Effect of Seasonal Variation on the Composition of Cow Milk in Van Province. *Pakistan Journal of Nutrition* 7(1), 61-164.

- Pellegrini, O., Remeuf, F., Rivemale, M., y Barillet, F. (1997). Renneting properties of milk from individual ewes: influence of genetic and non-genetic variables, and relationship with physico-chemical characteristics. *Journal of Dairy Research* 64, 355–366.
- Pianaccioli, L., Acciaioli, A., Malvezzi, R., y Giustini, L. (2007). Effect of season on characteristics of Pecorino cheese and Ricotta of Pistoiese Appennine: First results. *Italia Journal Animal Science* 6, 585-587.
- Requena, F. D., Aguera, E. I., y Requena, F. (2007). Genética de la caseína de la leche en el bovino Frison. *Revista electrónica veterinaria* 1, 1-9.
- Serrano, M. B., Garzón, S. A. I., González, A. M. E., Oliver, A. F., Figueroa, S. A., y Martínez, H. J. (1998). Factores que influyen en el tiempo de coagulación y en la cuajada de leche de oveja de raza merina. *Producción ovina y caprina* 23, 175-178.
- Toffanin, V., De Marchi, M., Penasa, M., Pretto, D., y Cassandro, M. (2012). Characterization of milk coagulation ability in bulk milk samples. *Acta argiculturae Slovenica Supplement* 3, 93–98.
- Tyriseva, A. M., Vahlsten, T., Ruottinen, O., y Ojala, M. (2004). Noncoagulation of Milk in Finnish Ayrshire and Holstein-Friesian Cows and Effect of Herds on Milk Coagulation Ability. *Journal of Dairy Science* 87, 3958–3966.

Vázquez, F. C. (2008). Caracterización del queso Botanero producido en Aculco Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). México.

Villanueva-Carvajal, A., Esteban-Chávez, M., Espinoza-Ortega, A., Arriaga-Jordán, C. M., y Dominguez-Lopez, A. (2012). Oaxaca cheese: flavour, texture and their interaction in a Mexican traditional *pasta filata* type cheese. Queso Oaxaca: sabor, textura y su interacción en un queso tradicional mexicano de tipo *pasta filata*. *CyTA – Journal of Food* 1, 63-70.

Wedholm, A., Larsen, L. B., Lindmark-Mansson, H., Karlsson, A. H., y Andren, A. (2006). Effect of Protein Composition on the Cheese-Making Properties of Milk from Individual Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3296–3305.

IX. DISCUSIÓN GENERAL

Si bien se observaron variaciones por evaluador para cada uno de los atributos de olor y sabor, se reflejó correspondencia entre cada uno de los descriptores obtenidos, destacando los atributos cremoso y leche fresca con los valores más altos, característicos de los quesos elaborados con leche de vaca. Un estudio realizado por Bárcenas *et al.* (2005) comparó 11 variaciones de quesos Idiazábal y el único elaborada con leche de vaca presentó el valor más alto en atributo cremoso o mantecoso en comparación con el resto de los descriptores, aun más que los quesos elaborados con leche de oveja y cabra. Por época presentaron diferencias significativas sólo en olor y sabor agrio, y sabor a leche pasteurizada, los valores más altos con relación al atributo agrio fueron mayores en secas, situación que puede estar relacionada por la estacionalidad, relacionado principalmente con la materia prima influyendo en el sabor de los quesos (Van Hekken *et al.* 2008).

En la leche, se presentaron diferencias significativas en el contenido de grasa, proteína y acidez, con mayores porcentajes para el caso de grasa en lluvias y proteína en secas, estudios previos encontraron variaciones solo en el porcentaje de grasa y densidad, otros estudios realizados en periodos similares sin evaluar el efecto de la época reportaron resultados similares a los obtenidos (Bernal-Martínez *et al.*, 2008; Vázquez, 2008; Montes de Oca *et al.*, 2009).

También presentaron diferencias significativas el tiempo de coagulación, la firmeza de la cuajada y el rendimiento, con las mejores propiedades tecnológicas en la época de secas.

En resumen, los efectos sobre las propiedades fisicoquímicas y tecnológicas de la leche por variaciones estacionales son principalmente por la disponibilidad de forrajes en la alimentación del ganado en el periodo de lluvias (Bernal-Martínez *et al.*, 2008; Nóbrega and Langoni, 2011). Nagera *et añ.* (2009) y Hatem *et al.* (2012) reportaron valores mayores de grasa y proteína cuando la alimentación de los animales estuvo conformada principalmente por pastura o alimento verde. Barlowska *et al.* (2012) argumentan que el alimento verde (pastura) reduce el tiempo de coagulación enzimática de la leche, principalmente en la proteína de la leche (caseínas y proteínas del suero). En el queso variaron la acidez, grasa y humedad, con los mayores promedios en lluvias.

X. CONCLUSIÓN GENERAL

Los jueces evaluadores no encontraron diferencias estadísticas por época en la mayoría de atributos a excepción en olor y sabor agrio y en sabor a leche pasteurizada, pero si en relación a cada uno de los 11 quesos, demostrando la variabilidad que se tiene en productos de carácter tradicional. El queso Oaxaca tradicional cuenta con terminologías que lo puedan diferenciar y que servirán al mismo tiempo de comparación con quesos de diferente zona. Por lo tanto el método de evaluación del perfil sensorial puede ser usado como base para el control de calidad.

La época del año, ejerció efecto significativo en las características fisicoquímicas y tecnológicas de la leche, y la composición del queso, principalmente por la disposición de alimento en los animales que se tiene en las diferentes épocas.

Si bien los porcentajes de grasa, proteína y acidez, se correlacionan con las propiedades tecnológicas de la leche, la proteína tiene un mayor efecto en el rendimiento quesero, reflejándose en quesos con bajo contenido de grasa y humedad.

XI. REFERENCIAS

- Aguilar U.B.R., Lagunes M.M., De la Cruz J., Pacheco J.R.S. y García H.S.** (2006). Uso del suero fermentado para reducir el tiempo de elaboración del queso Oaxaca. *Agrociencia*. **40**: 569-575.
- Alipanah, M. and Kalashnikova, L. A.** (2007). Influence of k-casein genetic variant on cheese making ability. *Journal of animal and Veterinary Advances* 6(7);855-857.
- Álvarez S., Fresno M., Rodríguez V., Darmanin N. y Ruiz M.E.** (2007). Perfil olfato- gustativo de quesos canarios ahumados con diferentes materiales. *Archivos de Zootecnia*. **56**: 673-680.
- Association of Official Analytical Chemists International (AOAC)** (1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. Washington, D. C.
- Ares, J. L.** (2003). Variedades tradicionales de quesos de oveja de Andalucía. *Calidad de Productos*. Centro de Investigación y formación Agraria. Cordoba, España. pp. 315-317.
- Augusto M.M.M., Queiroz M.I. and Viotto W.H.** (2005). Seleçãõ e treinamento de julgadores para avaliaçãõ do gosto amargo em queijo prato. *Ciencia y tecnología alimentaria*. **25(4)**: 849-852.
- Auldish, M. J., Johnston, K. A., White, N. J., Fitzsimons, W. P. and Boland, M. J.** (2004). A comparison of the composition, coagulation characteristics and cheesemaking capacity of milk from Friesian and Jersey dairy cows. *Journal of Dairy Research* 71 51–57.

- Barcenas, F. J. P., Pérez, E. and Albisu, M.** (1998). Selection and screening of a descriptive panel for ewes milk cheese sensory profiling. *Journal of Sensory Studies* 15;79-99.
- Barcenas, P., Perez, E. F. J., Salmero, J. and Albisu, M.** (1999). Development of a preliminary sensory lexico and standard preferences of ewes milk cheeses aided by multivariate statistical procedures. *Journal of sensory studies* 14:161-179.
- Bárcenas, P., Pérez, E. F. J., Salmerón, J. and Albisu, M.** (2000). Sensory profile of ewe's milk cheeses. *Food Sci Tech Int* 7(4):347–353.
- Bárcenas P., Pérez de San Román R., Pérez E. F.J. and Albisu M.** (2001). Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference* 12:269–279.
- Bárcenas P. F. J., Pérez, E. and Albisu, M.** (2005). Sensory comparison of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *Journal of Sensory Studies* 20:62–74.
- Barrantes, E.** (1999). Evolución de la industria quesera en Centroamérica. XI Congreso CHR Hansen. Costa Rica 22 y 23 de septiembre de 1998. www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_545.pdf. Consultado 10/16/08. pp. 545-553.

- Barrón, L. J. R., Fernández, L. E., Perea, S., Chávarri, F., María, S. V. C., Torres, M. I., Nájera, A. I., Virto, M., Santisteban, A., Perez, E. F. J., Albisu, M., Salmeron, J., Menda, C., Torre, P., Ibáñez, F. C. and Renobales, M.** (2001). Seasonal changes in the composition of bulk raw ewe's milk used for Idiazabal cheese manufacture. *International Dairy Journal* 11:771–778.
- Barłowska, J., Litwińczuk, Z., Brodziak, A., y Chabuz W.** (2012). Effect of the production season on nutritional value and Technological suitability of milk obtained from intensive (tmr) and traditional feeding system of cows. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 1(5), 1205-1220.
- Bernal, M. L. R., Rojas, G. M. A., Vázquez, F. C., Espinoza, O. A., Estrada, F. J. y Castelán, O. O. A.** (2008). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*. 38(4):359-407.
- Bertoni G., Calmari L. and Maianti M.G.** (2001). Producing specific milks for speciality cheeses. *Proceedings of the Nutrition Society*. **60**: 231–246.
- Berruga, M. I., Molina, P., Román, M., y Molina, A.** (2007). Características del yogur de oveja según el tipo de fermento lácteo. Universidad de Castilla La Mancha. SEOC. www.seoc.eu. Accesado: 09 marzo 2012.
- Bovolenta, S., Corazzin, M., Saccà, E., Gasperi, F., Biasioli, F. and Ventura, W.** (2009). Performance and cheese quality of Brown cows grazing on

mountain pasture fed two different levels of supplementation. *Livestock Science*.124:58–65.

Bwirea, J. M. N., Wiktorssona, H. and Shayob, C. M. (2004). Effect of level of *Acacia tortilis* and *Faidherbia albida* pods supplementation on the milk quality of dual-purpose dairy cows fed grass hay-based diets. *Livestock Production Science*. 87:229– 236.

Castañeda, M. T. (2009). Las relaciones de proximidad en la dinámica de las redes socio-productivas de la agroindustria rural quesera. Tesis de Doctorado (UAEM). Toluca Edo. Méx.

Castañeda, R. (2002). La reología en la caracterización y tipificación de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 26: 48-53.

Catarino, I., Martins, A. P. L., Duarte, E., Elane, S. P., y Norberta de Pinho, M. (2013), Rennet coagulation of sheep milk processed by ultrafiltration at low concentration factors. *Journal of Food Engineering* 114, 249–254.

Cesín, A. V., Aliphath, M. F., Ramírez, B. V., Herrera, J. G. H., Martínez, D. C. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades en el Municipio de Tetlatlahuca en el Estado de Tlaxcala, México. *Técnica Pecuaria en México*. 45(1): 61-76.

Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat, G. C., De Marchi, M., y Bittante, G. (2011). *Short communication: Factors affecting coagulation properties of Mediterranean buffalo milk.* *Journal of Dairy Science* 95, 1709–1713.

- Cervantes, E. F., Villegas, G. A., Cesín, V. A. y Espinoza, A. O.** (2008). Los quesos mexicanos genuinos. Patrimonio cultural que debe rescatarse. Editorial Mundi Prensa. México D. F.
- Cervantes, E. F., y Villegas de Gante, A.** (2012). La Leche y los Quesos artesanales en México. 1ª Edición. Editorial Porrúa, México pp, 185-198.
- Chamba, J. F., Chardigny, J. M., Gnadig, S., Perreard, E., Chappaz, S., Rickert, R., Steinhart, H. and Sebedio, J. L.** (2006). Conjugated linoleic acid (CLA) content of French Emmental cheese: effect of the season, region of production, processing and culinary preparation. *Latí.* 86:461–467.
- Coulon, J. B., Delacroix, B. A., Martin, B. and Pirisi, A.** (2004). Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review . *Lait* 84:221–241.
- Cuevas, R. V., Espinosa, G. J. A., Flores, M. A. B., Romero, S. F., Vélez, I. A., Jolalpa, B. J. L., y Vázquez, G. R.** (2007). Diagnostico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. *Técnica Pecuaria en México.* 45: 25-40.
- De Marchi, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., y Bittante, G.** (2007). Milk Coagulation ability of five dairy cattle Breeds. *Journal of Dairy Science* 90, 3986–3992.
- Dillon, P., Buckley, F., O'Connor, P., Hegarty, D. and Rath, M.** (2003). A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system

of milk production 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science* 83; 21–33.

Espinosa, M. J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria. Habana, Cuba. pp. 116.

Esteban, C. M. (2009). Caracterización del perfil de textura del queso tipo Oaxaca producido artesanalmente en el Noroeste del Estado de México. Tesis de Maestría (UAEM). Toluca Edo. Méx.

Etela, I., Larbi, A., Ikhatua, U. J. and Bamikole, M. A. (2009). Supplementing Guinea grass with fresh sweet potato foliage for milk production by Bunaji and N'Dama cows in early lactation. *Livestock Science*. 120:87–95.

Freitas, C. y Malcata, F. X. (2000). Microbiology and Biochemistry of Cheeses with Appellation d'Origine Protegée and Manufactured in the Iberian Peninsula from Ovine and Caprine Milks. *Journal of Dairy Science*. 83: 584–602.

Fernández, G. J. M. y Galván, R. J. L. (2000). Tipificación sensorial del queso Zamorano. Actas de la XXI Jornadas Científicas de la sociedad española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. 577-583.

García, M. (2005). Potencialidades y limitantes de la agroindustria rural quesera en la parroquia Moroturo, Estado Lara. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara (INIA). pp 42–45. URL <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/>

revistasTecnicas/inia_divulga/numero%204/garcia_m.pdf. Consultado 10 / 10/07.

Galina, M. A., Osnaya, F., Cuchillo, H. M. and Haenlein, G. F. W. (2007). Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. *Small Ruminant Research*. 71:264–272.

González, V. M. A., Garrido, N. and Wittig de Penna, E. (2001). Free choice profiling of chilean goat cheese. *Journal of Sensory Studies* 16: 239-248.

González, V. M. A., Poveda J. M. and Cabezas, L. (2001). Sensory and chemical avaluation of Manchego cheese and other cheese varieties available in the spanish market. *Journal of Food Quality*. 24:157-165.

Guinee, T. P. (2003). Role of protein in cheese and cheese products. In P.F. Fox and P.L.H. McSweeney (eds.): *Advanced Dairy Chemistry 1: Proteins, Part B*, 3rd ed. Kluver Academic/Plenum Publisher, 2003. P. 1083-1174.

Hattem, H. E., Taleb, A. T., Manal, A. N., y Hanaa, S. S. (2012). Effect of pasteurization and season on milk composition and ripening of Ras cheese. *Journal of Brewing and Distilling* 3(2), 15-22.

Heck, J. M. L., Van Valenberg, H. J. F., Dijkstra, J. and Van Hooijdonk, A. C. M. (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.* 92:4745–4755.

Issanchou, S., Schlich, P. and Lesschaeve, I. (1997). Sensory analysis: methodological aspects relevant to the study of cheese. *Lait*. 77: 5–12.

ISO-8586-1. (1993). Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 1: Selected assessors.

ISO-8586-2. (2008). Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 2: Expert sensory assessors.

ISO-8589. (2007). Sensory analysis --General guidance for the design of test rooms.

ISO (1991). *Methodology. Method of investigating sensitive of taste.* Standard no: 3972. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jaeggi, J. J., Wendorff, W. L., Romero, J., Berger, M., y Johnson, M. E. (2005). Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese. *Journal of Dairy Science* 88, 1358–1363.

Jaramillo, D.P., Zamora, A., Guamisa, B., Rodríguez, M. and Trujillo, A. J. (2008). Cheesemaking aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: Changes during lactation and relationship between physico-chemical and technological properties. *Small Ruminant Research* 78: 48–55.

Jaramillo, D. P., García, T., Buffa, M., Rodríguez, M., Guamis, B. and Trujillo, A. (2009). Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *J. Dairy Sci.* 92:469–476.

Jaramillo, D. P., Buffa, M. N., Rodríguez, M., Pérez-Baena, I., Guamis, B., y Trujillo, A. J. (2010). Effect of the inclusion of artichoke silage in the ration

of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *Journal of Dairy Science* 93, 1412–1419.

Joudu, I. Merike, H., Tanel, K., Tonu, P. and Olav, K. (2009). The effect of milk protein contents on the rennet coagulation properties of milk from individual dairy cows. *International Dairy Journal* 18:964–967.

Jõudu, I., Henno, M., Väriv, S., Viinalass, H., Püssa, T., Kaart, T., Arney, D. and Kärt, O. (2009). The effect of milk proteins on milk coagulation properties in Estonian dairy breeds. *Veterinarija ir Zootehnika*. 46 (68):14-19.

Karagul, Y. Y. Isleten, M. and Uysal, P. C. (2007). Sensory characteristics of ezine cheese. *Journal of Sensory Studies* 22:49–65.

Larrayoz, P., Mendk, C., Torre, P., Barcina, Y. and Ordoñez A. I. (2002). Sensory profile of flavor and odor characteristics in Roncal cheese made from raw ewe's milk. *Journal of Sensory Studies* 17:415-427.

Lopez, M. B. y Laencina, J. (1994). Viscosimetric measurement of milk clotting time. *Scienza e Tecnica Lattiero –Casearia*. 45 (3): 169 – 182.

Lucey J.A., Johnson M.E. and Horne D.S. (2003). Perspective on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*. **86**: 2725–2743.

Malacarne, M., Summer, A., Fossa, E., Formaggioni, P., Franceschi, P., Pecorari, M. and Mariano, P. (2006) Composition, coagulation properties

and Parmigiano-Reggiano cheese yield of Italian Brown and Italian Friesian herd milks. *Journal of Dairy Research*. 73 171–177.

Mata M., González, O., Pedrero, D. Monroy, A. and Angulo, O. (2007). Correlation between personality traits and discriminative ability of a sensory panel. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 5(4):252-258.

Martin, B., Pomies, D., Pradel, P., Verdier-metz, I. and Rémond, B. (2009). Yield and sensory properties of cheese made with milk from Holstein or montbéliarde cows milked twice or once daily. *Journal of Dairy Science*. 92:4730–4737.

Medina C., Ibáñez F.C., Torre P. and Barcina Y. (2000). Influence of the Season on Proteolysis and Sensory Characteristics of Idiazabal Cheese. *Journal of Dairy Science*. 83: 1899–1904.

Micari, P., Caridi, A., Colacino, T., Caparra, P., y Cufari, A. (2002). Physicochemical, microbiological and coagulating properties of ewe's milk produced on the Calabrian Mount Poro plateau. *International Journal of Dairy Technology* 55, 204-210.

Montes de Oca, F. E. (2008). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso Oaxaca producido en el Noroeste del Estado de México. Tesis Maestría (UAEM). Toluca Edo. Méx.

- Montes de Oca F.E., Castelán O.O.A., Estrada F.J.G. and Espinoza O.A.** (2009). Oaxaca cheese: Manufacture process and physicochemical characteristics. *International Journal of Dairy Technology*. **62**: 535-540.
- Najera, A. I., Barron, L. J. R., Ribeiro, P., Pelissier, F., Abilleira, E., Perez, E. F., J. Albisu, M., Salmeron, J., Ruiz de Gordo, J. C. Virto, M., Oregi, L., Ruiz, R. and Renobales, M.** (2009). Seasonal changes in the technological and compositional quality of ewe's raw milks from commercial flocks under part-time grazing. *Journal of Dairy Research*. **76**:301–307.
- Nielsen R.G. and Zannon M.** (1998). Progress in developing an international protocol for sensory profiling of hard cheese. *with contributions from Bkrodier F., Lavanchy P., Lorenzed P.C., Muir D.D. and Sivertsen H.K.* *International Journal of Dairy Technology*. **51**: 57-64.
- Ng-Kwai-Hang, K. F., Hayes, J. F., Moxley, J. E. and Monardes, H. G.** (1984). Variability of Test-Day Milk Production and Composition and Relation of Somatic Cell Counts with Yield and Compositional Changes of Bovine Milk. *Journal of Dairy Sci* **67**:361—366.
- NOM-109-SSA1.** (1994). Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaría de salud. México.
- NMX-F-360-S-1981.** Alimentos para humanos. Determinación de cloruros como cloruro de sodio (método de volhard). Foods for humans. Determination of

chlorides as sodium chloride (volhard method). Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Nobrega, D. B., y Langoni, H. (2011). Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 31(12), 1045-1052.

Ochoa, C. M. A., Torres, H. G., Mandeville, P. B. y Díaz, G. M. (2007). Efecto de factores fisiológicos y de manejo en la composición de la leche de ovejas Rambouillet. *Agrociencia*. 41(3):263-270.

Okigbo, L. M., Richardson, G. H., Brown, R. J. and Ernstrome, C. A. (1985). Effects of pH, Calcium Chloride, and Chymosin Concentration on Coagulation Properties of Abnormal and Normal Milk. *Journal of dairy science*. 68:2527-2533.

Ozrenk, E. and Selcuk, I. S. (2008). The Effect of Seasonal Variation on the Composition of Cow Milk in Van Province. *Pakistan Journal of Nutrition* 7 (1): 161-164.

Oyarzún, M. T. (2002). Estudio sobre los principales tipos de sellos de calidad en alimentos a nivel mundial: Estado actual y perspectivas de los sellos de calidad en productos alimenticios de la industria rural en America Latina. FAO, Santiago de Chile.

Pellegrini, O., Remeuf, F., Rivemale, M. and Barillet, F. (1997). Renneting properties of milk from individual ewes: influence of genetic and non-genetic

variables, and relationship with physico-chemical characteristics. *J. Dairy Res.* 64:355–366.

Pérez E.F.J., Bárcenas P., Casas C., Salmerón J. and Albisu M. (1999^a). Standardization of sensory methodologies: some applications to Protected Designation of Origin cheeses. *Sciences des Aliments.* **19**: 543–558.

Pérez, E. F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmeron, J. Etayo, I. and Molina, M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference* 18: 425–439.

Pérez, B. I., Vicente, C., Romero, T., López, M. C., Pla, M. y Rodríguez, M. (2008). Influencia de la incorporación de subproducto de ensilado de alcachofa en la ración de ovejas lactantes sobre las características sensoriales del queso fresco. *SEOC*.

Pianaccioli, L., Acciaioli, A., Malvezzi, R., y Giustini, L. (2007). Effect of season on characteristics of Pecorino cheese and Ricotta of Pistoiese Appennine: First results. *Italia Journal Animal Science* 6, 585-587.

Poméon, T. (2007). El Queso Cotija, México. Un producto con marca colectiva queso “Cotija Región de Origen”, en proceso de adquisición de una Denominación de Origen. Consultoría realizada por la FAO y el IICA en el marco del estudio conjunto sobre los productos de calidad vinculada al origen. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo.
<http://208.62.62.50/santiago/Documentos>

[/Estudios%20de%20caso/Cotija/QuesoCOTIJA. Mexico.pdf](#). Consultado 19/3/08.

Requena, F. D., Aguera, E. I. y Requena, F. (2007). Genética de la caseína de la leche en el bovino Frison. *Revista electrónica veterinaria* 1:1-9.

Romero del Castillo R., Valero J., Casañas F. and Costell E. (2008). Training, validation and maintenance of a panel to evaluate the texture of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Sensory Studies*. **23**: 303-319.

Ryffel S., Piccinali P. and Bütikofer U. (2008). Sensory descriptive analysis and consumer acceptability of selected Swiss goat and sheep cheeses. *Small Ruminant Research*. **79**: 80-86.

Ryhanen, E. L., Tallavaara, K., Griinari, J.M., Jaakkola, S. Mantere-Alhonen, S. and Shingfield, K.J. (2005). Production of conjugated linoleic acid enriched milk and dairy products from cows receiving grass silage supplemented with a cereal-based concentrate containing rapeseed oil. *International Dairy Journal* 15:207–217.

Secchiaria, P., Antongiovannib, M., Melea, M., Serraa, A., Buccionib, A., Ferruzzia, G., Paoletti, F. and Petacchi, F. (2003). Effect of kind of dietary fat on the quality of milk fat from Italian Friesian cows. *Livestock Production Science* 83:43–52.

Schroedera, G. F., Gagliostrob, G.A., Bargoc, F., Delahoyc, J.E. and Muller, L.D. (2004). Effects of fat supplementation on milk production and

composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science* 86:1 –18.

Scintu M.F., Del Caro A., Urgeghe P.P., Piga C. and Di Salvo R. (2010).

Sensory profile development for and Italian PDO ewe's milk cheese at two different ripening times. *Journal of Sensory Studies*. **25**: 577-590.

Serrano, M. B., Garzón, S. A. I., González, A. M. E., Oliver, A. F., Figueroa, S.

A. y Martínez, H. J. (1998). Factores que influyen en el tiempo de coagulación y en la cuajada de leche de oveja de raza merina. *Produccion ovina y caprina*. **23**:175-178.

SIAP (2008). Boletín de leche octubre-diciembre. SAGARPA. México.

Talavera B. M. and Chambers. D. H. (2008). Simplified lexicon to describe flavor

characteristics of western european cheeses. *Journal of Sensory Studies* 23:468–484.

Toffanin, V., De Marchi, M., Penasa, M., Pretto, D., y Cassandro, M. (2012).

Characterization of milk coagulation ability in bulk milk samples. *Acta argiculturae Slovenica Supplement* 3, 93–98.

Tyriseva, A. M., Vahlsten, T., Ruottinen, O., y Ojala, M. (2004). Noncoagulation

of Milk in Finnish Ayrshire and Holstein-Friesian Cows and Effect of Herds on Milk Coagulation Ability. *Journal of Dairy Science* 87, 3958–3966.

Unión Europea. (2009a). <http://ec.europa.eu/agriculture/markets/milk/quarterly.reports/12/2009en.pdf>

Unión Europea. (2009b). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0385:FIN:ES:PDF>.

Unión Europea. (2009c). <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/96/492&format=HTML&aged=0&language=ES&guiLanguage=en>.

Van Hekken D.L. and Farkye N.Y. (2003). Hispanic cheeses: The quest for cheese. *Food Technology*. **57**: 32–38.

Van Hekken D.L., Drake M.A., Molina C.F.J., Guerrero P.V.M. and Gardea A.A. (2006). Mexican Chihuahua Cheese: Sensory Profiles of Young Cheese. *Journal of Dairy Science*. **89**: 3729–3738.

Van Hekken D.L., Drake M.A., Michael H. Tunick M.H, Guerrero V.M., Molina C.J.M. and Gardea A.A. (2008). Effect of pasteurization and season on the sensorial and rheological traits of Mexican Chihuahua cheese. *Dairy Science and Technology*. **88**: 525–536.

Vázquez, F. C. (2008). Caracterización del queso Botanero producido en Aculco Estado de México. Tesis de Maestría (UAEM). Toluca Edo. Méx.

Verdier M.I., Martín A.B., Pradel P., Albouy H., Hulin S. and Montel M.C. (2005). Effect of grass-silage vs. hay diet on the characteristics of cheese: interactions with the cheese model. *Lait*. **85**: 469–480.

Villegas A. (2004). Dos famosos Quesos de Pasta Hilada (Filata): El Oaxaca y el Mozzarella. [Internetdocument] URL <http://www.alfa-editoriales.com/carnilac/octu>

bre%20Noviembre%2004/TECNOLOGIA%203%200OXACAZARELLA%
20corre gido.pdf. Accessed 22/09/20011.

Villanueva, C. A. (2008). La variabilidad intrínseca de los alimentos artesanales: el caso del queso Oaxaca producido con leche no pasteurizada en el centro de México y su perfil de sabor. Tesis de Maestría (UAEM). Toluca, Edo. Méx.

Villanueva C.A., Esteban C.M., Espinoza O.A., Arriaga J.C.M. and Domínguez L.A. (2012). Oaxaca cheese: flavour, texture and their interaction in a Mexican traditional *pasta filata* type cheese. *CyTA – Journal of Food*. 1: 63-70.

Wedholm, A., Larsen, L. B., Lindmark-Mansson, H., Karlsson, A. H., and Andren, A. (2006). Effect of Protein Composition on the Cheese-Making Properties of Milk from Individual Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:3296–3305.

Zhang, R. H., Mustafa, A. F. and Zhao, X. (2006). Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. *Animal Feed Science and Technology*. 127:220–233.