

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGIAS AGRICOLAS,  
PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS**

**T E S I S**

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL E  
INOCUIDAD DE QUESOS ANÁLOGOS ASADEROS  
PRODUCIDOS EN JESÚS MARÍA Y PABELLÓN DE ARTEAGA  
DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
Y TECNOLOGIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DE LOS  
ALIMENTOS**

**P R E S E N T A:**

**ESP. QFB. YOLANDA GUTIÉRREZ OROPEZA**

**INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORAL:**

**Tutora: Dra. LAURA PÉREZ CABRERA**

**Dr. ARTURO G. VALDIVIA FLORES**

**M. en C. FERNANDO BON ROSAS**

**JESÚS MARÍA, AGUASCALIENTES., MARZO DE 2009**

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES  
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



M.C. MARIO ALEJANDRO LÓPEZ GUTIÉRREZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
**P R E S E N T E:**

Por medio de la presente me permito informarle a Usted que después de haber revisado el trabajo de tesis titulado ***“Caracterización Físicoquímica, Sensorial e Inocuidad de Quesos Análogos Asaderos producidos en los Municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga del Estado de Aguascalientes”*** presentado por la Esp. QFB. **Yolanda Gutiérrez Oropeza**, considero que cumple satisfactoriamente con los requisitos exigidos, por lo que otorgo mi **VOTO APROBATORIO** para continuar los tramites de titulación para la defensa del trabajo y, en su caso, la obtención del grado de Maestra en Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de los Alimentos.

**A T E N T A M E N T E,**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**

Aguascalientes, Aguascalientes a 20 de Marzo del 2009



**DRA. LAURA EUGENIA PÉREZ CABRERA**

**PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPTO. DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**  
**INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL DE TESIS DE MAESTRIA**

c.c.p. Dr. Arturo Valdivia Flores  
Secretario de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Archivo Decanato del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Yolanda Gutiérrez Oropeza  
Interesada



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES  
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**M.C. MARIO ALEJANDRO LÓPEZ GUTIÉRREZ**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**PRESENTE:**

Por medio de la presente me permito informarle a Usted que después de haber revisado el trabajo de tesis titulado "*Caracterización Físicoquímica, Sensorial e Inocuidad de Quesos Análogos Asaderos producidos en los Municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga del Estado de Aguascalientes*" presentado por la Esp. QFB. Yolanda Gutiérrez Oropeza, considero que cumple satisfactoriamente con los requisitos exigidos, por lo que otorgo mi **VOTO APROBATORIO** para continuar los tramites de titulación para la defensa del trabajo y, en su caso, la obtención del grado de Maestra en Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de los Alimentos.

**ATENTAMENTE,**  
**"SE LUMEN PROFERRE"**

Aguascalientes, Aguascalientes a 20 de Marzo del 2009

**DR. ARTURO GERARDO VALDIVIA FLORES**  
**PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPTO. DE CLÍNICA VETERINARIA**  
**INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL DE TESIS DE MAESTRIA**

c.c.p. Dr. Arturo Valdivia Flores  
Secretario de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Archivo Decanato del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Yolanda Gutiérrez Oropeza  
Interesada



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES  
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**M.C. MARIO ALEJANDRO LÓPEZ GUTIÉRREZ**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**PRESENTE:**

Por medio de la presente me permito informarle a Usted que después de haber revisado el trabajo de tesis titulado ***“Caracterización Fisicoquímica, Sensorial e Inocuidad de Quesos Análogos Asaderos producidos en los Municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga del Estado de Aguascalientes”*** presentado por la Esp. QFB. **Yolanda Gutiérrez Oropeza**, considero que cumple satisfactoriamente con los requisitos exigidos, por lo que otorgo mi **VOTO APROBATORIO** para continuar los tramites de titulación para la defensa del trabajo y, en su caso, la obtención del grado de Maestra en Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de los Alimentos.

**ATENTAMENTE,**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**

Aguascalientes, Aguascalientes a 20 de Marzo del 2009

**M. en C. FERNANDO BON ROSAS**  
**PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPTO. DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**  
**INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL DE TESIS DE MAESTRIA**

c.c.p. Dr. Arturo Valdivia Flores  
Secretario de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Archivo Decanato del Centro de Ciencias Agropecuarias  
c.c.p. Yolanda Gutiérrez Oropeza  
Interesada



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
POSGRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGIAS AGRICOLAS,  
PECUARIAS Y DE LOS ALIMENTOS**

**T E S I S**

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL E INOCUIDAD DE  
QUESOS ANÁLOGOS ASADEROS PRODUCIDOS EN JESÚS MARÍA Y  
PABELLÓN DE ARTEAGA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
Y TECNOLOGIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DE LOS  
ALIMENTOS**

**ESP. QFB. YOLANDA GUTIÉRREZ OROPEZA**

*“El presente documento fue revisado, presentado, defendido y  
aprobado en el examen de grado correspondiente”*

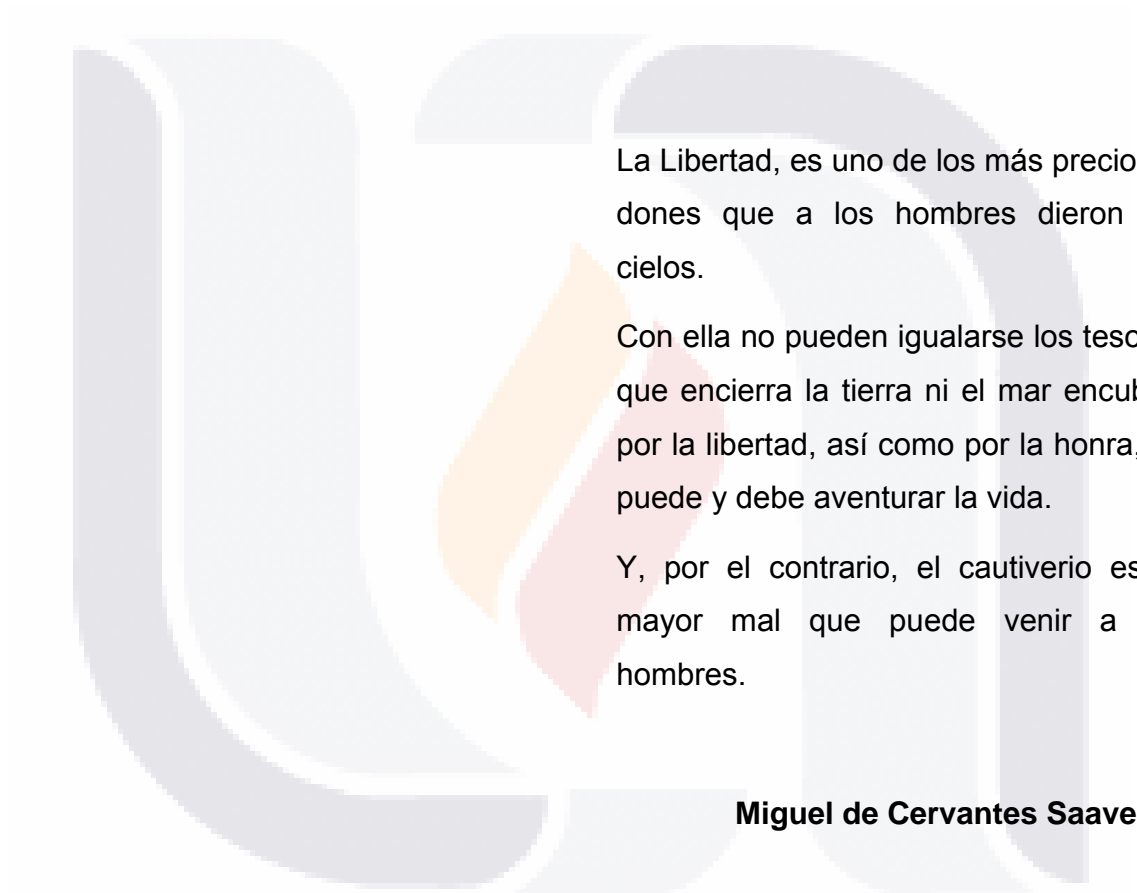
Dra. Laura Pérez Cabrera \_\_\_\_\_

Dr. Arturo G. Valdivia Flores \_\_\_\_\_

M. en C. Fernando Bon Rosas \_\_\_\_\_

Jesús María, Aguascalientes., Marzo de 2009





La Libertad, es uno de los más preciosos dones que a los hombres dieron los cielos.

Con ella no pueden igualarse los tesoros que encierra la tierra ni el mar encubre; por la libertad, así como por la honra, se puede y debe aventurar la vida.

Y, por el contrario, el cautiverio es el mayor mal que puede venir a los hombres.

**Miguel de Cervantes Saavedra**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA E INDUSTRIA QUESERA	1
1.2. EL QUESO A TRAVÉS DE LA HISTORIA	4
1.3. EL QUESO EN MÉXICO	4
1.4. DEFINICIÓN DE QUESO	5
1.4.1. Queso	6
1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS	6
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
2.1. QUESO ASADERO	8
2.1.1. Composición del queso asadero	9
2.1.2. Valor Nutritivo del queso	10
2.1.3. Proceso de fabricación del queso asadero natural	12
2.2. QUESOS ANÁLOGOS	14
2.2.1. Composición del Queso Análogo	15
2.3. OTROS TIPOS DE QUESOS	21
2.3.1. Quesos Rellenos	21
2.3.2. Quesos Extendidos	21
2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO	23
2.5. MICROBIOLOGÍA DEL QUESO	24
2.6. ETIQUETADO	27
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>29</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL	29
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
<b>4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>30</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
5.1. METODOLOGÍA	31
5.1.1. 1ª Etapa	31

5.1.1.1	Evaluar Quesos con un costo entre 35.0 y 60.0 pesos	31
5.1.1.2.	Evaluar quesos asaderos en base a la leyenda de la etiqueta de no utilización de leche fresca.	31
5.1.1.3.	Evaluar quesos asaderos comprados a productores	31
5.1.2.	2ª Etapa	33
5.1.2.1.	Fabricación de queso asadero natural y queso asadero análogo para determinar sus características fisicoquímicas nutrimentales.	33
5.1.2.2.	Determinación del perfil sensorial	33
5.1.3.	3ª Etapa	33
5.1.3.1.	Determinación de la vida de anaquel durante 32 días de almacenamiento.	33
5.2.	ANÁLISIS NUTRIMENTALES	34
5.2.1.	Grasa Total	34
5.2.2.	Proteína	34
5.2.3.	Cenizas	34
5.2.4.	Humedad	35
5.2.5.	Almidón	35
5.3.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS	35
5.3.1.	Acidez	35
5.3.2.	pH	35
5.3.3.	Actividad de agua	35
5.3.4.	Color	36
5.3.5.	Resistencia a la penetración	36
5.4.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	36
5.5.	ANÁLISIS SENSORIAL	37
5.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>8.</b>	<b>A N E X O S.....</b>	<b>71</b>



9. BIBLIOGRAFÍA..... 86



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Quesos y productos similares de venta en México.....	7
Tabla 2. Composición bromatológica gruesa de varios quesos asaderos.....	9
Tabla 3. Posibles tipos de Quesos por Tecnología de Análogos.....	22
Tabla 4. Quesos adquiridos en tiendas de ANTAD, Agropecuario. ....	31
Tabla 5. Quesos asaderos análogos identificados como <i>Tipo Queso, Imitación Queso y/o Queso Sustituto</i> .....	32
Tabla 6. Quesos asaderos adquiridos con productores.....	33
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos de adquiridos en tiendas de ANTAD. ....	39
Tabla 8. Análisis Nutrimental ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos adquiridos en tienda de ANTAD.....	40
Tabla 9. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de Quesos Asaderos adquiridos en tienda del estado de Aguascalientes.....	41
Tabla 10. Análisis Nutrimental ( $\bar{x} \pm s$ ) de Quesos Asaderos adquiridos en tienda del estado de Aguascalientes.....	42
Tabla 11. Análisis nutrimental ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales. ....	43
Tabla 12. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos asaderos análogos y quesos naturales. ....	44
Tabla 13. Perfil sensorial por atributos de textura de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.....	48
Tabla 14. Perfil sensorial por atributos olor de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.....	49
Tabla 15. Perfil sensorial por atributos sabor de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.....	50
Tabla 16: Resultado de pruebas bioquímicas del día 11; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto .....	66

**Tabla 17: Resultado de pruebas bioquímicas del día 16; a partir de los medios de cultivo Mac - Conkey y Sulfito de Bismuto..... 66**

**Tabla 18: Resultado de pruebas bioquímicas del día 20; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto ..... 67**

**Tabla 19: Resultado de pruebas bioquímicas del día 32; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto ..... 67**



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Protocolo para la elaboración de un queso asadero natural Proceso del taller de Lácteos de Posta de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. ....	11
Figura 2: Protocolo para la producción de queso asadero análogo de acuerdo a la formulación proporcionada por un productor. ....	19
Figura 3. Los diferentes tipos de substitutos según Shaw (1984). ....	22
Figura 4: Recuento microbiano de quesos asaderos análogos y queso asadero natural.....	46
Figura 5. Tabla nutrimental de queso asadero natural y queso asadero Análogos. ....	47
Figura 6: Variación del contenido de grasa de los quesos análogos y naturales en almacenamiento durante 32 días. ....	52
Figura 7: Variación de almidón durante los 32 días de almacenamiento a 8°C y 20 °C.....	53
Figura 8: Variación de lactosa durante los 32 días de almacenamiento 8°C y 20 °C.....	53
Figura 9: Proteína de los quesos análogos y naturales durante los 32 días de almacenamiento .....	54
Figura 11: Cenizas de los quesos análogos y naturales durante los 32 días de almacenamiento. ....	56
Figura 12: Variaciones de pH en quesos naturales y análogos almacenados 32 días.....	57
Figura 13: Desarrollo de la acidez durante el almacenamiento de quesos asaderos naturales y análogos durante 32 días de almacenamiento.....	58
Figura 14: Valores de Actividad de agua en quesos almacenados durante 32 días. ....	59
Figura 15: Resistencia a la penetración de quesos asaderos naturales y análogos almacenados durante 32 días.....	60

**Figura 16: Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos. Cromo (C\*).**..... 61

**Figura 17: Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos. Tono (h\*).**..... 61

**Figura 18: Índice de blancura (WI) Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos** ..... 62

**Figura 19. Recuento de microorganismos Mesofílicos aerobios durante los 32 días de almacenamiento a 8 °C y 20 ° C.**..... 63

**Figura 20: Recuento de microorganismos coliformes en queso asadero natural y queso asadero análogos almacenado a 8 y 20 ° C.** ..... 64

**Figura 21: Recuento de Levaduras en quesos almacenados a 8 °C y 20 °C.**..... 65

## ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
AOAC	Asociación Americana de Químicos Analistas
APHA	American Public Health Association
BPF	Buenas Prácticas de Fabricación
°C	Grado Celsius
°D	Grados Dornic
$a_w$	Actividad de agua
Ca <sup>++</sup>	Calcio
cm <sup>2</sup>	Centímetro cuadrado
Cl <sub>2</sub> Ca	Cloruro de calcio
CGG	Coordinación General de Ganadería
DE	Desviación Estándar
ETAS	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
FAO	Organización de Agricultura y Alimentación
g	Gramos
hab	Habitantes
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
kcal	Kilocaloría
kg	Kilogramos
kJ	Kilojoules
L	Litro
mL	Mililitro
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMC	Organización Mundial de Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
pH	Potencial Hidrógeno
ufc	Unidades formadoras de colonias
s	Segundos
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SE	Secretaría de Economía
SIAP	Servicio Nacional de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera



SIC	Sistema de Información Comercial
SSA	Secretaría de Salud y Asistencia
SCFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
TLCAN	Tratado de Libre Comercio con América del Norte
ONU	Organización de las Naciones Unidas



## RESUMEN

### **“CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA, SENSORIAL E INOCUIDAD DE QUESOS ANÁLOGOS ASADEROS PRODUCIDOS EN LOS MUNICIPIOS DE JESUS MARIA Y PABELLON DE ARTEAGA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

El queso es el principal producto de la leche y de amplio consumo. La necesidad de muchas industrias queseras de elaborar productos a menor costo, para aumentar los volúmenes de venta ha conducido a la aparición de quesos análogos (imitación/sustitución/análogos), con grasa vegetal, almidones, caseinatos y aún con proteínas de alta pureza. Poco son los estudios que se han realizado en quesos análogos para determinar sus características fisicoquímicas, aporte nutrimental, calidad sensorial e inocuidad, siendo estas características parte fundamental de la información que se le suministra al consumidor.

El objetivo de este estudio fue la caracterización del queso asadero natural y queso asadero análogos. Realizándose un muestreo por conveniencia de los distintos tipos quesos que existen en el mercado; se encontró que existe una gran cantidad de los llamados quesos análogos. En un segundo muestreo se adquirieron 10 quesos asaderos que contenían en la etiqueta la leyenda: “*Tipo Queso, Imitación Queso y/o Queso Sustituto*”. Se realizó un tercer muestreo de 7 quesos asaderos, adquiridos directamente con productores en los municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga.

Se elaboró un queso asadero natural según protocolo del Taller de Lácteos del Centro de Ciencias Agropecuarias y un queso asadero análogo según formulación de un productor, para determinar las características fisicoquímicas, propiedades nutrimentales y condiciones sanitarias durante un período de almacenamiento de 32 días.

La sustitución de leche o caseínas por almidones o harinas ocasionó un descenso significativo en el aporte nutricional del queso asadero análogo, presentando menor contenido de proteínas.

Los parámetros de  $a_w$  y acidez presentan diferencias significativas debido a la variación en las formulaciones utilizadas por los productores.

El Índice de Blancura (WI) en los quesos asaderos fue superior a 65, indicativo de un color blanco intenso y un croma indicativo de coloración amarilla ( $C^* > 20$ ) en el 100% de los quesos análogos probablemente originado por el uso de colorantes alimentarios frecuentemente utilizados en este tipo de producto.

El panel de catadores semi-entrenados encontraron diferencias significativas entre ambas muestras de quesos asaderos.

Palabras clave: Queso asadero, queso análogo, caracterización, almidón.

## ABSTRACT

**Characterization physicalchemical, sensory innocuous of asaderos analogs cheese manufactured in the municipality of Jesus Maria and Pabellón de Arteaga the Aguascalientes state.**

Cheese is the principal product of milk and major consumer. The need of many industry of cheese to develop products a lower cost, to raise the volumes of sells has led the apparition of analogs cheese (imitation-substitution-analogs), with vegetable fat, edible, caseinates and even with protein of high purity. Few are the studies that have been made in analogs cheese to determinate the physic-chemical characteristics, contribution nutrimental, sensory quality and safety, being these characteristics fundamental part of the information that is provided to the consumer.

The objective of this study was the characterization of natural asadero cheese and analogs asadero cheese. Sampling was conducted convenience of the different types of cheese that exist in the market; it was found that exists a big quantity of the called analogs cheese. In a second sampling, ten cheeses with the legend: "type cheese, imitation cheese or substitute cheese" were acquired. It was made a third sampling of seven asaderos cheeses that were acquired directly with producers in the municipalities of Jesús María and Pabellón de Arteaga.

It was made a natural asadero cheese according to the protocol of the "Taller de Lácteos del Centro de Ciencias Agropecuarias" also it was made a analog asadero cheese according with the formulation of a producer, to determine the physic-chemical characteristics, Nutritional properties and sanitary conditions during a storage period of 32 days.

The substitution of casein for milk or starch or flour causes a significant decrease in the nutritional input of the analog asadero cheese, showing less protein content.

The parameters of aw and acidity present significant differences due to the variation in the formulations used by the producers.

The Whiteness Index (WI ) in the asaderos cheeses was superior to 65, indicative of a white intense color and a chroma indicative of yellowing ( $C^* > 20$ ) in the 100% of the analogs cheeses probably originated by the use of food coloring frequently used in this type of product.

The panel of tasters semi-trained has found significant differences between both samples of asaderos cheeses.

Key words: Cheese asadero, cheese analogs, characterization, starch.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN LECHERA E INDUSTRIA QUESERA

La leche de bovino es uno de los alimentos más completos, debido a su contenido de nutrientes entre los que destacan las proteínas, que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales, considerándose a nivel mundial como un alimento ideal y necesario en la alimentación humana y consumido en forma fluida o a través de derivados como el queso (SAGARPA, 2005).

El consumo per cápita sufrió altibajos en el período 1990-2001, de 70.5 L/hab/año en 1990; en 1993 se incrementa, para descender en 1995 y crece en forma constante a partir de ese año hasta alcanzar en 2005, 117 litros.

Durante los últimos diez años la producción mundial de leche de bovino fue cercana a 5 mil millones de toneladas, destacando la participación de la Unión Europea, Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Ucrania, Argentina, países que conjuntamente participaron con el 60 % de la producción total, México ocupaba el treceavo lugar según estadísticas de la Organización de las Naciones para la Agricultura y Alimentación (FAO).

La producción de leche en México en los últimos 10 años se incrementó en más del 30 % y Aguascalientes ocupa el noveno lugar después de: Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Veracruz, Guanajuato, México e Hidalgo. Esta producción no ha sido suficiente para cubrir la demanda del país y se ha recurrido a las importaciones de leche y productos lácteos. (Servicio de Información y Estadística de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; SIAP-SAGARPA, 2006).

Alrededor del 68 % de la leche producida en el país se destina a la Industria de productos lácteos, el resto al consumo de leche no pasteurizada y a la elaboración de derivados artesanales.

El consumo de lácteos y sus derivados se ha incrementado en el orden de 116 litros por habitante al año (SAGARPA, 2005).

En la Encuesta Industrial Mensual de Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), de 1994 a 2003, la producción de alimentos procesados, bebidas y tabaco, mostró un ritmo de crecimiento promedio anual de 17.0 %. La industria de la crema, mantequilla y queso mostró un incremento del 21.4 %.

México es de los principales importadores de productos lácteos (quesos, leche descremada y suero), adquiere aproximadamente el 10.5% de lo comercializado a nivel mundial (Coordinación General de Ganadería/ Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; CGG-SAGARPA, 2005).

Para los productores mexicanos de leche, el problema no es la apertura comercial, sino el incumplimiento de lo establecido en los acuerdos del bloque de países integrantes de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y Estados Unidos, debido a que no se han cobrado los aranceles establecidos para los sobrecupos de productos lácteos procedentes de estas regiones.

El principal producto de la leche es el queso, a nivel mundial aproximadamente una tercera parte de la producción de leche se utiliza para la fabricación de queso (*Farkye, 1995*). En muchos países el queso es un alimento básico en la dieta. Su fabricación ha sido una alternativa para que se mantengan deseables los componentes de la leche (*Adda et al., 1982*).

El queso es un alimento popular y de amplio consumo, debido a sus características sensoriales que son conferidas por los componentes químicos presentes en el. Además de la importancia en la dieta alimenticia debido a su alto valor nutritivo de proteínas, materia grasa, vitaminas y sales (*Villegas, 2003; Kiely et al., 1991*).

La elaboración de queso en México se relaciona directamente con la producción primaria, existiendo tres grandes sistemas lecheros: el intensivo que abastece las plantas industrializadoras que producen en mayor proporción leches fluidas y poca cantidad de quesos; el de traspatio (ganadería familiar) canalizan pequeña cantidad a la elaboración de quesos y el de doble propósito que se destina principalmente a la elaboración de quesos regionales, considerándose entonces la transformación de leche en queso en el país de gran importancia económica y social múltiple (*Villegas, 2004*).

A nivel nacional el queso es el único producto lácteo que mostró un decremento en sus importaciones, alrededor de 74,250 toneladas, 4.3% menores que en el 2003.

El mayor decremento fue en los quesos duros y semiduros, con un 13.2% menos que el año anterior (6,160 toneladas menos), observándose un aumento en los quesos rayados de 23.9% (2,125 toneladas más) (SIC-M / SE, 2004).

Esto, no genera ingresos para México ni protege al sector lácteo, más bien afecta el nivel de competencia de los lecheros, ya que las importaciones los desplazan al ingresar a un precio muy bajo.

Debido a los excedentes de derivados de la leche que actualmente se encuentran en el mercado derivados de la suscripción al Tratado Comercial con América de Norte (TLCAN), y su alto costo de producción impulsa a la creación de una industria alternativa (*Kiely et al., 1991*), utilizando caseínas y sus derivados y sustituyendo la grasa butírica por grasa vegetal (*Zwiercan et al., 1987*).

Actualmente en la industria quesera es posible obtener mejores rendimientos aplicando la tecnología de quesos análogos//similares//sustitutos (*Shaw, 1984*), los cuales han sido aceptados por parte del consumidor, principalmente por su bajo precio (*Valdivia et al., 2003*). Estas nuevas tecnologías tendientes a homogeneizar las formas de producción y consumo tienen repercusiones importantes en los productos elaborados de manera artesanal producidos a partir de leche cruda.



A partir de los años 80's la gente se empezó a preocuparse por consumir alimentos saludables y comenzó a demandar productos bajos en colesterol, azúcar, sales y aditivos, por lo que la grasa butírica en la elaboración de los quesos se ha sustituido por grasas vegetales (*Muir, et al., 1999*). Otras de las sustituciones que se han hecho son las caseínas por aislados de proteína de soya (*Rani & Verma, 1995*) y por almidones (*Zallie & Chiu, 1989; Zwiernan et al., 1987*) para cubrir mercados de consumidores con régimen vegetariano.

## 1.2. EL QUESO A TRAVÉS DE LA HISTORIA

El origen del queso corre casi a la par a la práctica de la ordeña. Hace más de 12000 años se calentaba la leche en vasijas sobre piedras calientes. En ocasiones, la leche se transformaba en una pasta que separada del residuo líquido resultó ser un producto comestible. Posterior a este descubrimiento accidental, a través de un proceso controlado se fue dominando y mejorando la calidad del queso.

El hallazgo arqueológico más importante es el de un friso sumerio de 5000 a.C en el museo nacional de Irak, que representa las distintas etapas del ordeño y cuajado de la leche.

La leyenda árabe dice que un pastor nómada al quedarse sin recipiente para transportar la leche, mató un cabrito y utilizó su estómago como vasija. A consecuencia del calor, la leche se tornó sólida, descubriéndose en este caso el cuajado de la leche por vía enzimática al actuar la renina o pepsina de la panza del rumiante, capaz de coagular la leche; la separación del suero de la cuajada y la compresión manual de ésta dio un producto semejante al que actualmente se elabora. (*Mestre, 1998*).

Pudieron ser varios los orígenes del queso, no solamente los reportados, sin embargo, no hay constancia fidedigna de un proceso preciso, por lo que el tema es todavía hasta nuestros días objeto de especulación. (*Villegas de Gante, 2003*).

## 1.3. EL QUESO EN MÉXICO

---

La industria quesera en México tuvo una lenta evolución, debido a que hasta principios de siglo XX la ganadería bovina estaba enfocada a la producción de carne.

Sin embargo el queso en México se ha elaborado desde tiempos de la Colonia cuando los españoles trajeron los primeros hatos de ganado a la Nueva España. Desarrollándose entonces zonas de fuerte actividad ganadera, como la de los altos de Jalisco, vinculada desde siempre a la producción de queso (*Villegas, 2004*).

México no se caracteriza por ser un gran productor de leche y de queso. Existen alrededor de 30 variedades de quesos genuinos en su mayoría desconocidas para la población, debido a que son regionales, elaborados generalmente de leche bronca, sin pasteurizar lo que demerita en algunos casos su calidad sanitaria. Otras variedades de queso que se elaboran se supone con un aporte técnico/cultural/extranjero, como: el chihuahua, el asadero o el Oaxaca.

#### **1.4. DEFINICIÓN DE QUESO**

Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

- a) coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada (descremada), leche parcialmente desnatada (descremada), nata (crema) de suero o leche de mantequilla (manteca), o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo y otros coagulantes idóneos y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación; y/o
- b) técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de leche y/o de productos obtenidos de la leche y que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado a). (FAO/OMS).

#### **1.4.1. Queso**

La Norma Oficial Mexicana (NOM-121-SSA1-1994) define a los diferentes quesos como: Los productos elaborados con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento, drenada, prensado o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: frescos, madurados y/o procesados.

#### **1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS**

La clasificación de los quesos se realiza con extrema dificultad por la gran variedad de quesos que existen y las diferencias entre ellos en tamaño, forma, consistencia, composición, tipo de leche empleada, tipo de coagulación, contenido final de grasa, etc. (Scoot, 1991).

## 2. ANTECEDENTES

A nivel de normatividad en México existe confusión o imprecisión con respecto al queso asadero, ya que no existe una clara diferenciación con el Oaxaca. Actualmente cuando se hace referencia a “asadero” se sabe que es el queso que al calentarse funde y plastifica. De tal manera que todos los quesos con propiedades termoelásticas como el queso Oaxaca y el adobera se considerarían asadero.

En la actualidad se comercializan quesos que en su composición contienen agua y sólidos totales (materia seca) constituidos éstos por grasa, proteínas minerales y vitaminas, que sensorialmente y nutricionalmente tienen mucha similitud con los quesos naturales. Sin embargo estos productos son diferentes en cuanto a la materia prima utilizada, su proceso de elaboración y su estabilidad posterior a su fabricación (Villegas, 2004).

Es necesario distinguir para términos de este estudio entre un queso natural/genuino y un queso análogo/imitación/similar/sucedáneo/sustituto/simulado, etc. proponiendo clasificar los quesos y productos similares encontrados en el mercado nacional (Villegas, 2004).  
Tabla 1.

**Tabla 1. Quesos y productos similares de venta en México.**

Quesos genuinos	De leche pasteurizada De leche cruda
Quesos imitación (o imitación queso)	Quesos Rellenos Quesos extendidos con grasa vegetal Quesos recombinados, con grasa vegetal
Quesos procesados	Tajables Untables

Fuente: Villegas (2004)

Los inicios de la elaboración de quesos análogos en México ocurre a mediados de la década de los años 80's cuando un grupo de técnicos se capacitan en un seminario promovido por *New Zealand Dairy Board* (NZDB, Fonterra) en conjunto con una casa saborista en Chicago, para el conocimiento de la utilización de ingredientes como grasa

butírica anhidra, caseína de cuajo, caseína ácida y caseinato de sodio; productos comercializados por la *New Zealand Dairy Board* (NZDB, Fonterra) cuya presencia comercial en México se logró bajo la alianza estratégica con Arancia Industrial. En esa época sólo el grupo de técnicos conocían como elaborar un queso análogo, a 20 años de distancia son un grupo reducido de consumidores quienes distinguen la diferencia entre un queso análogo de un queso natural (*Valencia, 2005*).

### **2.1. QUESO ASADERO**

Es aquel queso que durante su elaboración, la cuajada previamente acidificada o “chedarizada” sufriera una cocción con poco suero, en un recipiente metálico a fuego directo, baño maría o por transmisión de calor latente (a través de una chaqueta de vapor) con el fin de poder plastificarla e hilarla. (*Villegas, 2004*).

La Tabla 2 muestra la composición bromatológica de quesos asaderos reportados en bibliografía.

De acuerdo a NOM-121-SSA-1994 el queso asadero entra en la clasificación de queso fresco por el grado de maduración.

Queso Fresco: productos que cumplen en lo general con lo señalado en la definición de queso y que se caracterizan por ser productos de alto contenido de humedad, sabor suave y no tener corteza, pudiendo o no adicionarle ingredientes opcionales y tener un periodo de vida de anaquel corto, requiriendo condiciones de refrigeración.

**Tabla 2. Composición bromatológica gruesa de varios quesos asaderos.**

Fuente	H <sub>2</sub> O (%)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)
1	48.8	51.2	21.6	22.5	3.2
2	42.9	57.1	23.6	22.5	3.1
2'	43.5	56.5	20.9	22.5	3.1
3	44.3	55.7	20.2	26.3	--

1. Villegas a (1990). Análisis directo(Asadero de Jalisco, de leche cruda)
2. Aguado R. (1997). Análisis directo (asadero de leche cruda)
- 2'. Aguado R. (1997). Análisis directo (asadero de leche pasteurizada)
3. Camacho J. (2001). Análisis directo (asadero de leche cruda)

### 2.1.1. Composición del queso asadero

**2.1.1.1. Proteínas.** Las proteínas del queso son de alto valor biológico dentro de las cuales las caseínas son las más importantes constituyendo el 80% del total. (Varnam *et al.*, 1995). Son un grupo de fosfoproteínas precipitadas por acidificación de la leche a pH 4.6 (punto isoelectrico) y 20 °C. Contienen residuos de fosfato de calcio esterificados a la proteína a través de los grupos OH<sup>-</sup> de la serina y la treonina.

El tamaño y la estructura de la micela de caseína tienen mucha importancia desde el punto de vista del fabricante de quesos ya que cualquier actividad bioquímica que la afecte cambiará el entramado de micelas durante la formación del coágulo.

La caseína se encuentra en la leche en forma de partículas coloidales de fosfocaseinato de calcio. Estas partículas se encuentran en equilibrio en el seno de la leche como micelas dispersas en fase líquida. Este equilibrio es alterable por cambio en la estructura proteica de la caseína, cambio que puede darse por acción de los ácidos o por enzimas específicas.

Las caseínas tienen influencia en las propiedades tecnológicas del cuajado (Varnam *et al.*, 1995) ya que emulsionan la grasa contribuyendo a la estabilización de la emulsión y conformar la estructura del queso (Shimp, 1985; Ennis & Mulvihill, 1997). La firmeza de un queso aumenta en proporción a la relación proteína/agua y el pH determina que tan elástica o quebradiza es la textura del queso.



**2.1.1.2. Grasas.** Las grasas y los aceites son los principales lípidos encontrados en los alimentos, contribuyen grandemente en su textura ya que dan consistencia y estructura. Desde el punto de vista nutricional son fuente importante de energía por la  $\beta$ -oxidación, cada gramo de grasa genera al quemarse 9 kcal (38.2 kJ). Cumplen una importante actividad biológica ya que son la parte estructural de membranas celulares, actúan como vehículo y fuente de vitaminas A, D, E y K ó liposolubles. Favorecen la absorción del calcio. Confieren sabor a los alimentos.

La grasa en el queso determina el sabor y textura, atributos de calidad muy apreciados por el consumidor (Olson y Johnson, 1990; Rosenberg, 1992).

Consumida en grandes cantidades producen obesidad ya que se acumula en diversos tejidos y órganos.

#### **2.1.2. Valor Nutritivo del queso**

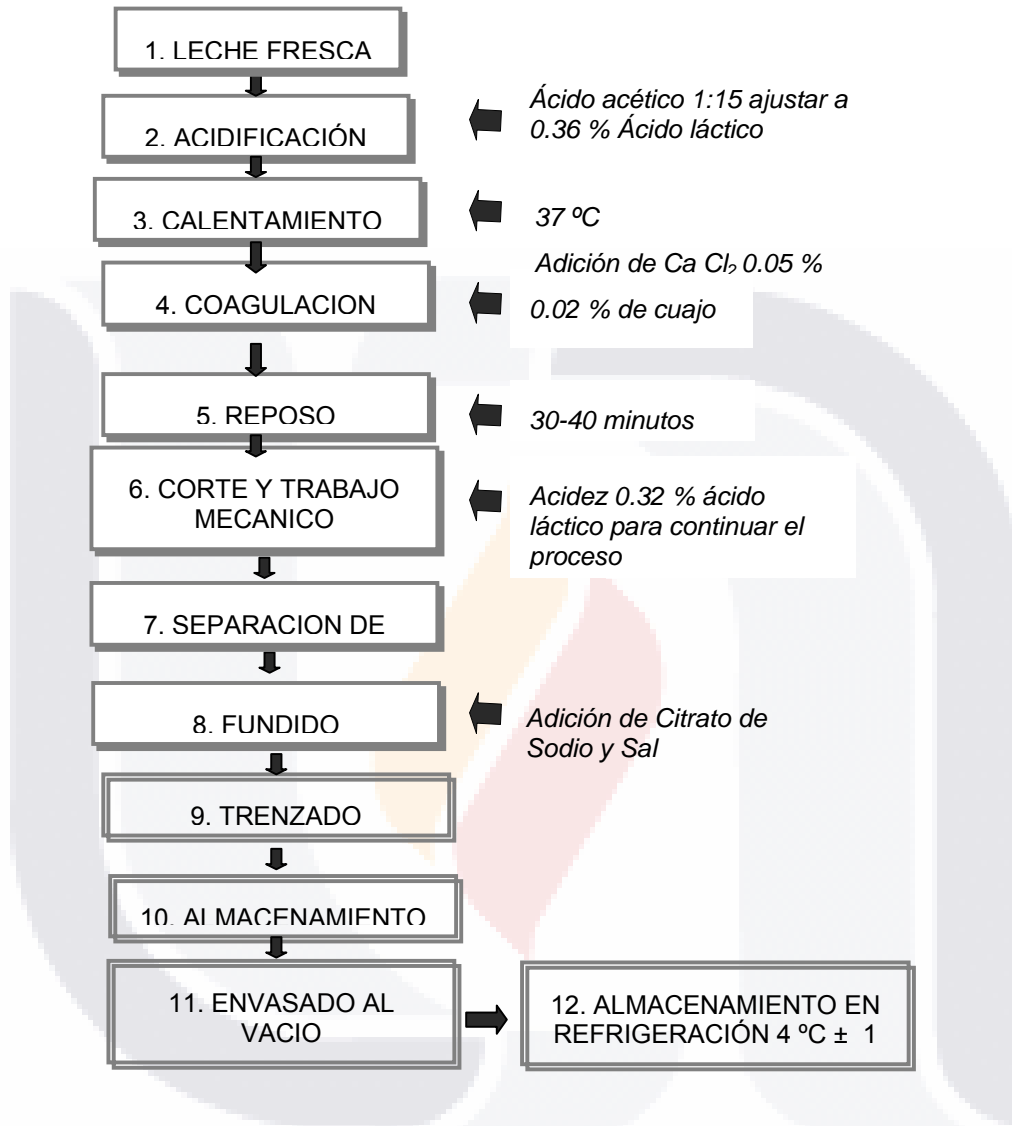
El queso es esencialmente plástico. El contenido de proteína generalmente será el doble de la cantidad de la proteína de la leche de la cual proviene conteniendo entre 8% y 40% ya que el contenido dependerá de la tecnología empleada.

El valor energético y contenido de vitamina A y D dependerán del contenido de grasa en el queso.

El queso es una excelente fuente de calcio, fósforo, sodio y vitaminas B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>.

Los quesos madurados debido a la hidrólisis parcial de las proteínas que sufren en la maduración tendrán un aumento del coeficiente de aprovechamiento proteico.

En la Figura 1 se muestra el proceso de elaboración del queso asadero.



**Figura 1: Protocolo para la elaboración de un queso asadero natural Proceso del taller de Lácteos de Posta de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.**

### **2.1.3. Proceso de fabricación del queso asadero natural**

Pasos del proceso de fabricación del queso asadero natural según Protocolo del Taller de Lácteos del Centro de Ciencias Agropecuarias:

**2.1.3.1. Materia prima.** Se utiliza leche entera, fresca y limpia.

**2.1.3.2. Acidificación.** Se acidifica la leche utilizando una solución de ácido Acético en agua (1:15). Se ajusta la acidez de la leche de 32 a 36 °D (0.32% a 0.36% de ácido láctico). Si la cuajada no tiene la acidez especificada cuando se funda no se obtendrán la estructura y textura características del producto.

**2.1.3.3. Calentamiento.** La leche se calienta a una temperatura de 37 °C y se adiciona el cloruro de calcio ( $\text{Ca Cl}_2$ ) 0.05% disuelto en agua con respecto al volumen de leche. El cloruro de calcio se emplea para obtener el rendimiento esperado restableciendo la aptitud quesera de la leche que se pudo perder durante la refrigeración (*Amiot, 1991*). Los iones  $\text{Ca}^{++}$  intervienen en la segunda fase de la reacción de cuajado enzimático formando la red caseínica formada por las micelas proteicas modificadas ligeramente, unidas por puentes cálcicos y fosfocálcicos (Villegas, 2004). El  $\text{Ca}^{++}$ , potenciador de la coagulación aumenta ligeramente la firmeza mecánica de la cuajada (*Lucey y Fox, 1993*).

**2.1.3.4. Coagulación.** Se adiciona el cuajo marca Cuamex, en una relación de 0.02% con respecto al volumen de leche, diluido en agua hasta en 10 veces su volumen y se mezcla perfectamente. La enzima presente en el cuajo es la renina. La renina hidroliza la  $\kappa$ -caseína dando lugar a la para- $\kappa$ -caseína (caseína desestabilizada) conocida como fase primaria y la segunda fase no enzimática o la de formación del gel, que ocurre al agregarse las micelas desestabilizadas. Si la concentración de caseína es baja, la velocidad de agregación comparada con la velocidad de hidrólisis de la  $\kappa$ -caseína será lenta. El tiempo de coagulación lo determinará la velocidad de acción del cuajo.

La actividad de la enzima depende del pH, ésta se incrementará al disminuir el pH. Al descender el pH, el fosfato de calcio coloidal, ligado a la caseína y a la para- $\kappa$ -caseína que forman la red de la cuajada, se vuelve soluble y migra hacia la fase acuosa, dejando la matriz

---

estructural parcialmente desmineralizada (*Lawrence et al. 1984; Lucey y Fox, 1993*). *Villegas (2004)*, cita que el contenido de lactosa dentro del coágulo (grano) de la cuajada al fermentarse produce ácido láctico influyendo de manera directa en la textura de la pasta.

**2.1.3.5. Reposo.** Se deja reposar durante 30 minutos aproximadamente hasta obtener una cuajada de consistencia firme y a que desarrolle la acidez hasta 0.32 % debido a que al agregar el  $\text{Ca Cl}_2$  el medio se alcalinizó, se procede posteriormente al corte de la misma con lira o cuchillo.

**2.1.3.6. Corte y Trabajo Mecánico.** Se realiza corte de la cuajada a un tamaño de gránulo pequeño (8 mm aproximadamente), y posteriormente se procede al trabajo mecánico, para favorecer la salida del lactosuero, es importante lograr la acidez o chedarización en la pasta para que al fundirse, plastifique y pueda estirarse y formar bandas.

**2.1.3.7. Separación del Suero.** El desuerado tiene como objetivo eliminar el suero contenido en la cuajada, la intensidad de la salida de suero dependerá del pH de la cuajada, de la manipulación y de la superficie de exudación. La grasa presente tendrá influencia en el desuerado, la humedad en la cuajada no grasa será mayor que en la cuajada grasa, como consecuencia de la afinidad de la caseína por el agua. *Castillo et al., (1996)* reportan que tanto la intensidad como la velocidad de desuerado, tendrán una influencia directa sobre la humedad del queso viéndose por lo tanto afectadas sus propiedades químicas, reológicas y organolépticas y condicionando también las pérdidas de proteína y grasa en el suero.

**2.1.3.8. Fundido.** Se coloca la cuajada en la máquina fundidora de acero inoxidable, durante un tiempo aproximado de 40 minutos hasta obtener una pasta firme y blanda. Adicionando citrato de sodio (0.5 g/L máximo para fundir). El citrato de sodio es una sustancia anhidra estabilizante que hace que la masa funda más rápidamente y más homogénea. La acción mecánica y el calentamiento a la que se somete la pasta, provoca un rearrreglo estructural de las moléculas de caseína. Después durante el estiramiento en sentido espacial que se le da a la pasta se reorientan y alinean las proteínas como si fueran agregados de hilos. Entre estas proteínas alineadas se establecen enlaces químicos de diferente

---

naturaleza que las mantendrán unidas. *Villegas (2004)*, reporta que un rasgo que caracteriza al queso asadero es que cuando se alcanzan temperaturas de 60 °C o más, funde por el pH de la pasta ya que este está alrededor de 5.0 y 5.5. El salado se realiza en la misma máquina, agregando 2.7 g. de sal por litro de leche. La sal favorece el desuerado, confiere sabor al producto y lo conserva.

**2.1.3.9. Pesado y trenzado.** Se saca la cuajada, cuando esté la pasta aún caliente y se forman tiras sobre una mesa, dejando enfriar durante 15 o 20 minutos, después se voltean y se dejan otro lapso de tiempo igual del otro lado. Se pesan las tiras de ½ o 1 kg, y se trenzan o se moldean.

**2.1.3.10. Almacenamiento a 4 °C.** El producto reposa a (4°C) durante 18 h. para que adquiera consistencia firme antes de envasarse.

**2.1.3.11. Envasado al vacío.** Se realiza con el objeto de alargar la vida del producto y darle mejor apariencia.

**2.1.3.12. Almacenamiento.** Se almacenan a 4°C durante 18 h. en las cámaras de refrigeración para su posterior comercialización.

## **2.2. QUESOS ANÁLOGOS**

Estos quesos no se formulan con leche natural, son elaborados con ingredientes lácteos. Son productos obtenidos de mezclar varios materiales: proteínas lácteas (caseína al cuajo, caseinatos de sodio y potasio), grasa (butírica o vegetal), agua, sales emulsificantes, estabilizantes (gomas, almidones), sustancias acidificantes (ácidos orgánicos), colorantes y saborizantes usando técnicas similares de fabricación al del queso (*Shaw, 1984*). *Villegas (2004)* clasifica los quesos análogos de acuerdo a la materia prima utilizada.

### 2.2.1. Composición del Queso Análogo

**2.2.1.1. Proteínas.** Son compuestos que por sus propiedades funcionales participan en el establecimiento de la estructura y propiedades finales de los alimentos (*Badui, 2006*). Su función es espesar para cambiar la viscosidad del medio, y conferirle una forma física y estabilizar para mantener en suspensión los elementos que tengan tendencia natural a separarse.

La capacidad de retención de agua y de grasa son también reflejo de las variaciones estructurales (*Green, 1980*).

Los extensores utilizados en la fabricación de los quesos son la caseína ácida, caseína renina y los caseinatos, (*Mulvihill, 1989*), con una relación caseína proteínas séricas 80/20; se comercializan en presentaciones: 56, 70 y 80. También el caseinato cálcico se está usando ampliamente (*Hans, 2001*). Tienen propiedades funcionales y nutritivas. *Zwiercan et al., (1987)* y *Rani & Verma, (1995)* han sustituido las caseínas por otra fuente de proteínas como es el aislado de proteína de soya; concentrado de proteína de soya y de cacahuate obteniéndose buenos resultados en las características sensoriales en cuanto al cuerpo y textura del producto (*Chen et al., 1979; Ahmed et al., 1995*).

Así mismo se emplean almidones pre-gelatinizados de maíz, arroz y papa para reemplazar las caseínas en los quesos análogos (*Zallie & Chiu, 1989*). Existen patentes relacionadas al uso de almidones como sustitutos de caseína, donde emplean almidones pre-gelatinizados, hidrolizados enzimáticamente o almidón de maíz con alto porcentaje de amilosa para sustituir las características impartidas por los caseinatos (*Mounsey et al., 1999*).

La textura de quesos se ve afectada por transformaciones fisicoquímicas como cambios en la concentración de sal, humedad y contenido proteico (*Weinberg y Angel, 1984*), además este atributo sensorial es considerado como una característica importante que determina la calidad e identidad del queso (*Creamer & Olson, 1982*).

**2.2.1.2. Grasas.** La reducción de grasa como respuesta a la demanda de los consumidores por adquirir productos con bajos contenidos de colesterol provoca cambios en la textura y sabor de los quesos análogos (*Rosenberg, 1992; Olson y Johnson 1990*). Así mismo la reducción de grasa altera la microestructura del queso, teniendo una aumento en la dureza y elasticidad mientras la adhesividad y cohesividad decrecen. (*Bryante et al., 1995*). *Drake et al., (1996)* probaron que al reducir el contenido de grasa cambia la calidad sensorial afectando el atributo de textura de los quesos análogos.

*Davidson et al., (1993)* desarrollaron un queso análogo mediante la sustitución de grasa vegetal por fibra utilizando sales emulsificantes, hidrocoloides y pectinas para formar la emulsión. Así mismo varios autores (*Haralampu, 2000; Muir, et al. 1994*) han conceptualizado al queso análogo como alimento funcional al utilizar en su formulación fibra dietaria (almidones resistentes) para tratamiento de diabetes, enfermedades intestinales y cáncer.

Otros aceites vegetales utilizados son los obtenidos del cacahuete, frijol de soya, semilla de algodón, grano de palma de coco (*Lobato Calleros et al., 1998; Arellano-Gómez et al., 1996; Brander et al., 1985; Shaw, 1984*).

**2.2.1.3. Hidratos de Carbono.** Compuestos orgánicos obtenidos principalmente del reino vegetal, material energético que aporta 4 kcal/g. Su funcionalidad y características dependen de su estructura química influyendo en el sabor, viscosidad, estructura y color de los alimentos.

El almidón es un de polisacáridos de glucosa, como reserva energética exclusiva del reino vegetal (*Casanueva et al., 2001*).

Los almidones están constituidos por amilosa y amilopectina generalmente, influyen en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos como son la capacidad de hidratación y gelatinización. Los almidones se utilizan por sus propiedades funcionales como:

estabilizantes, emulsificantes, mejoradores de textura, etc., para obtener formulaciones precisas.

El yodo al reaccionar con la amilosa forma complejo con cada 7-8 glucosas formándose una fuerte coloración azul. Esta reacción se emplea ampliamente para determinar cualitativamente la presencia de almidón en alimentos.

En algunas variedades céreas como maíz sorgo y arroz contienen casi exclusivamente amilopectina (al reaccionar con el Yodo desarrolla una coloración roja).

El almidón se utiliza en la elaboración de quesos para sustituir las características impartidas por los caseinatos (*Mounsey et al., 2001*). Las proteínas de la leche se emplean junto con los almidones para darle propiedades funcionales a los quesos; la temperatura de gelatinización dependerá de cual haya sido el tratamiento térmico aplicado a la leche y su desnaturalización ya que influirá en las propiedades del almidón (*Osman, 1975*).

**2.2.1.4. Aditivos.** La NOM-121-SSA1-1994 define los aditivos auxiliares en la fabricación de quesos, como aquellas sustancias que se adicionan directamente a los alimentos y bebidas, durante su elaboración, para proporcionar o intensificar aroma, color o sabor, para mejorar su estabilidad o para su conservación.

Es frecuente en la fabricación de quesos análogos el uso de otros ingredientes como acidificantes, estabilizantes, colorantes y saborizantes. (*Ennis & Mulvihill, 1997*).

**2.2.1.5. Emulsionantes.** El principio de la fabricación del queso análogos es el uso de un agente emulsificante para estabilizar las mezclas de líquidos inmiscibles para que no se de la separación de grasa y agua y se produzca una fusión homogénea en el queso (*Shimp, 1985; Ennis & Mulvihill, 1997*). Las proteínas también estabilizan la emulsión aceite en agua. Se ha sustituido la leche fluida por leche en polvo, leche descremada en polvo, suero de leche en polvo; grasa butírica por grasa vegetal y aislados y concentrados de soya, almidón,



almidón pre-gelatinizado sustituyen a las caseínas (*Muir, et al., 1999; Rani y Verma, 1995; Kiely, 1991*).

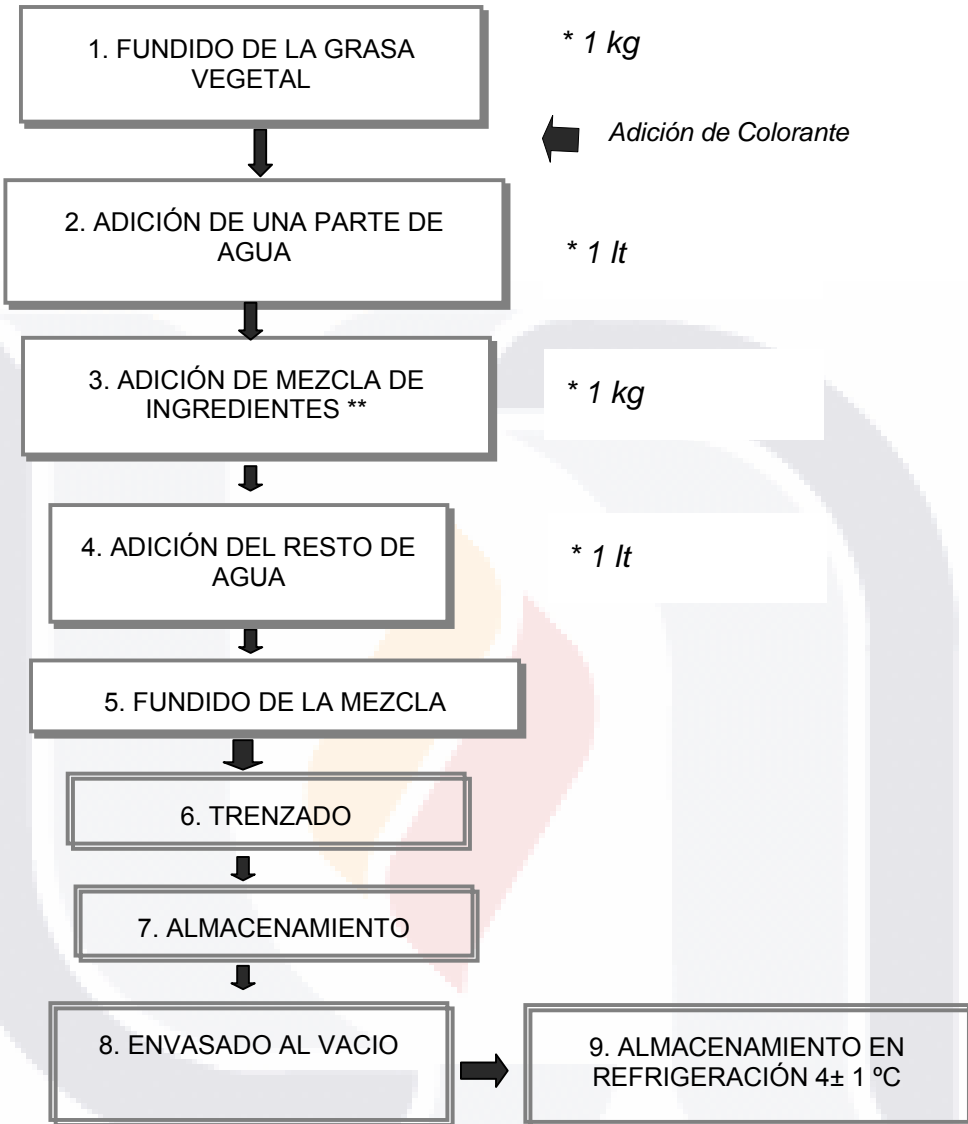
**2.2.1.6. Colorantes.** El color es un atributo del queso apreciado por el consumidor. En México existen alrededor de 51 colorantes naturales y sintéticos autorizados para los alimentos (*Badui, 2006*). El colorante derivado de los carotenos es el más utilizado para el queso asadero análogo.

*Vaca et al., (1999)* define el pigmento como una sustancia obtenida a partir de un vegetal, mineral, animal u otra fuente que añadida a un alimento le imparte color.

**2.2.1.7. Vitaminas y Minerales.** Pequeñas cantidades de vitaminas apropiadas y minerales pueden ser añadidas a los quesos análogos durante las etapas finales de su preparación para alcanzar el valor nutritivo de los quesos naturales (*Middleton, 1989*).

Los quesos constituyen excelente fuente de Calcio; sin embargo, el nivel de Calcio varía en función del contenido en agua y del tipo de fabricación (*André, 1990*).

En la figura 2 se muestra el protocolo de elaboración de un queso análogo de acuerdo a la formulación de un productor, utilizando como materia prima una mezcla de proteína láctea (caseína renina, caseína ácida), almidones, sales fundentes, conservadores, colorantes y grasa vegetal observándose que el principio de elaboración es similar al del queso natural, a partir del fundido de la mezcla se sigue el mismo procedimiento.



**Figura 2: Protocolo para la producción de queso asadero análogo de acuerdo a la formulación proporcionada por un productor.**

\*\*Caseína- renina, Leche descremada en polvo, Fécula de maíz, Fécula de papa, Grasa vegetal, Citrato de sodio, Emulsificantes, Fosfato tricálcico, Fosfato disódico, Sorbato, Sal.

### **2.2.2. Proceso de elaboración del Queso Asadero Análogo.**

Pasos del proceso de elaboración de un queso asadero análogo de acuerdo a la formulación de un producto.

Pesado de los ingredientes: un Kg de grasa, un Kg de base (mezcla de polvos) y dos litros de agua.

**2.2.2.1. Fundido de la grasa.** Se adiciona la grasa en la máquina de fundido y se calienta (aproximadamente a 70 °C) hasta que se funda y posteriormente se adiciona el colorante para que se incorpore totalmente a la grasa (opcional).

**2.2.2.2. Adición de agua.** Se adiciona la mitad de agua y se sigue mezclando hasta incorporarla perfectamente con la grasa.

**2.2.2.3. Adición de la mezcla.** Se adiciona la mezcla de ingredientes (Base) agitándolo hasta homogeneizar la mezcla.

**2.2.2.4. Adición de agua.** Se adiciona la otra mitad de agua incorporándola a la mezcla, para humectar la pasta.

**2.2.2.5. Obtención de la pasta hilada.** Se continúa el calentamiento hasta lograr la formación de una pasta hilada firme, blanda y elástica (Temperatura entre 70 y 80°C).

**2.2.2.6. Pesado y Trenzado.** Se saca la pasta caliente y se forman tiras sobre una mesa, dejando enfriar durante 15 o 20 minutos, después se voltean y se dejan otro lapso de tiempo igual del otro lado. Se pesan las tiras de ½ o 1 Kg, y se trenzan o se moldean.

**2.2.2.7. Almacenamiento.** El producto reposa a (4°C) durante 18 h. para que adquiera consistencia firme antes de envasarse.

---

**2.2.2.8. Envasado al vacío.** Se realiza con el objeto de alargar la vida del producto y darle mejor apariencia.

**2.2.2.9. Almacenamiento en refrigeración.** Se almacenan a 4 °C durante 18 hrs.

La diferencia en el proceso de elaboración del queso asadero natural con el queso asadero análogo esta principalmente en la materia prima utilizada y en que en el proceso de elaboración del queso asadero análogo no se llevan a cabo los pasos de acidificación y coagulación de la leche fresca y deshidratación de la cuajada. En la manufactura de un queso natural es esencial el proceso de deshidratación, ya que es aquí donde la grasa y la caseína de la leche se concentran entre seis y doce veces, dependiendo de la variedad de queso.

### **2.3. OTROS TIPOS DE QUESOS**

#### **2.3.1. Quesos Rellenos**

La grasa butírica de la leche se sustituye parcial o totalmente por grasa vegetal generalmente de coco, palma u otras cuyo punto de fusión se encuentra cercano al de la grasa butírica conservando la relación grasa/proteína adecuada, y con adición de colorantes permitidos. (Figura 3).

#### **2.3.2. Quesos Extendidos**

El rendimiento quesero se incrementa mezclando leche fresca con leche recombinaada. La FAO define la leche recombinaada como el producto resultante de combinar grasa de leche (butírica) y sólidos no grasos de leche (caseína- proteína láctea coagulable) con agua, para mayor rendimiento del queso.

#### **2.3.3 Quesos Recombinaados**

No utilizan leche fresca, se elaboran con leche entera en polvo o leche descremada en polvo; concentrados de proteína de leche, caseinatos de sodio o calcio, grasa butírica anhidra, aceite de mantequilla, crema en polvo y grasa vegetal. Adicionados de emulsificantes, estabilizantes y conservadores.



**Figura 3. Los diferentes tipos de sustitutos según Shaw (1984).**

La tecnología del queso análogo se deriva de la tecnología de quesos procesados. Los quesos más factibles de producir mediante la tecnología de análogos se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Posibles tipos de Quesos por Tecnología de Análogos.**

Quesos Procesados	Bloque, rebanada sobre rebanada o SOS= <i>slice on slice</i> , rebanadas empacadas individualmente o IWS= <i>individually wrapped slice</i>
Quesos para fundir (usualmente para pizzas, quesadillas, tacos y tortas)	Mozarella, Oaxaca y Asadero
Quesos Semimaduros	Chihuahua, Manchego
Untables y salsas de Queso	Procesado: Suizo, Salsas para nachos, Dips para botanas, etc.
Queso para Rallar	Tipo Parmesano, Cotija, de coco, etc.

Fuente: Ing. Jaime Valencia, 2005

#### 2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO

La evaluación sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos (Sancho, 2002). El Análisis sensorial es el estudio de las propiedades organolépticas de los alimentos por medio de los sentidos. Permite evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto para su aceptación por parte del consumidor.

Las características evaluables son:

Apariencia: color, tamaño, forma.

Olor: los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

Gusto: dulce, amargo, salado, ácido y astringente.

Textura: consistencia, fibrosidad, untuosidad, dureza, viscosidad, granulosidad.

Sonido: crujido, tronido, efervescencia (Pedrero, 1989).

La evaluación sensorial realizada por catadores, jueces, o consumidores es una valiosa herramienta en la industria para determinar la calidad de los productos en todas las etapas de fabricación, su aceptación por parte del consumidor y para garantizar la vida útil del producto, permitiendo tomar decisiones tanto técnicas como comerciales (Sancho, 2002).

En la evaluación de los quesos es difícil separar la textura del aspecto general en el que se aprecia la forma, tamaño y color de la pieza entera y el aspecto de la superficie externa (Sancho 2002).

El aspecto del queso, su consistencia y su aroma estimulan los sentidos de la vista, oído, tacto, del olfato y del gusto provocando reacciones más o menos intensas de deseo o de rechazo que el consumidor atribuye así mediante un proceso complejo, un nivel de calidad organoléptica del alimento (André, 1990).

*Montesinos, et al., (2006)* sugirieron el reemplazo de la mitad de grasa contenida en el queso imitación con dos tipos de almidones resistentes. Encontraron que la sustitución de grasa hacia duro el queso y reduciendo en un 12% la grasa se apreciaba una dureza indeseable desde el punto de vista sensorial.

El aceite de soya o grasa butírica confirió firmeza y cohesividad a los quesos análogos, pero disminuyó su dureza, mientras que la grasa de soya hidrogenada tiene efecto contrario (*Lobato-Calleros, et al., 1997*).

#### **Pruebas discriminativas**

En las pruebas discriminativas no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento en la persona, lo que se desea es establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia (*Larmond, 1977*). Son usadas para determinar el efecto de modificaciones en las condiciones de proceso sobre la calidad sensorial del producto, las alteraciones introducidas por la sustitución de un ingrediente por otro (*Amerine et al., 1965; Larmond, 1973; Navarro, 1975*).

#### **Pruebas descriptivas**

Con estas pruebas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas lo más objetivamente posible. En estas pruebas no importan las preferencias o aversiones de los jueces o si las diferencias entre las muestras son detectadas lo importante es conocer cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (*Amerine, et al., 1965*). Estas pruebas proporcionan la descripción sensorial completa de una diversidad de productos y proporcionan la base para determinar que atributos sensoriales son importantes en su aceptación.

### **2.5. MICROBIOLOGÍA DEL QUESO**

La seguridad alimentaria ha tomado especial importancia debido a que las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA's) constituyen una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad. La fabricación de quesos no está exenta de normatividad (Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos /Administración de Drogas y Alimentos

---

de los Estados Unidos USDA FDA, SSA en México) donde se marcan la correcta aplicación de buenas prácticas de fabricación (BPF) como lo marca la Norma Oficial Mexicana (NOM-120-SSA1-1994) para garantizar que el queso no causa daños a la salud.

Quesos como el panela, asadero, blanco y ranchero o molido pueden provocar graves enfermedades infecciosas, lo que incluye la listeriosis, brucelosis, salmonelosis y tuberculosis. Se han relacionado casos de tuberculosis en la ciudad de Nueva York con el consumo asociado de quesos frescos, provenientes de México (FDA STATENMED Marzo, 2005).

Los principales microorganismos que reporta el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (STATENMED) como los mayores causantes de enfermedades transmitidas por alimentos lácteos (ETA's): ya sea por la severidad de la enfermedad o por el número de casos que ella produce son: *Campylobacter jejuni*; *Escherichia coli* O157:H7; *Salmonellas*, *Shigella*, *Listeria monocytógenes*; *Staphylococcus aureus*.

La determinación de la calidad básica se hace mediante su composición en los principales constituyentes: humedad, sólidos totales, grasa, proteínas, sal, pH y  $a_w$  (Villegas, 2004).

Un atributo particular de calidad indispensable en los alimentos y en este caso del queso es la inocuidad.

La presencia ampliamente difundida de microorganismos patógenos en el medio ambiente, la capacidad de algunos de ellos para sobrevivir y multiplicarse aún en condiciones adversas y, en algunos casos, las bajas concentraciones necesarias para causar enfermedades, son factores que indican la magnitud de los riesgos potenciales.

Existen microorganismos capaces de producir enfermedad causando infección o intoxicación, o ambas. Estos microorganismos son muy numerosos incluyéndose bacilos relacionados con las vías entéricas en los que se encuentran patógenos pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, familia Vibrionaceae y microorganismos causantes de intoxicación alimentaria.



*Olson & Johnson, (1990)* basándose en datos epidemiológicos, incidencia en la leche y características de los microorganismos individuales asignaron tres grupos de microorganismos patógenos: *Salmonella*; *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157:H7 considerados microorganismos de alto riesgo.

La investigación del contenido de microorganismos viables se realiza por el recuento en placa.

La cuenta de bacterias mesófilas aeróbicas se utiliza para determinar su presencia en alimentos principalmente como indicador de la posible presencia de gérmenes patógenos, de las condiciones higiénicas del manejo del producto y para predecir la vida de anaquel del mismo.

La contaminación con microorganismos coliformes y *E. coli*, es considerada potencialmente peligrosa ya que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. La contaminación es debida principalmente por deficiencias en la limpieza y desinfección y por falta de higiene en los operarios.

La importancia de la determinación de la presencia de las levaduras y los mohos en el queso es debido a que causan alteraciones diversas en su aspecto, consistencia, color, etc.; son productores de toxinas potentes causando padecimientos tipo degenerativos y su número se asocia generalmente a prácticas higiénicas defectuosas de fabricación y almacenamiento.

Este grupo muestra diferencias con respecto a las bacterias: su velocidad de crecimiento es más lenta, demanda un ambiente aerobio para su crecimiento; desarrollan en la superficie de la placa, requieren temperaturas menores de crecimiento, sus colonias son mayores y limitadas a la superficie de la placa; crecen en sustratos con escasa  $a_w$  y en concentraciones de antibióticos que son inhibitorios para bacterias; se desarrollan en altas concentraciones de azúcar. (*Mac Faddin, 1990*).

Un microorganismo ampliamente distribuido en la naturaleza es la *Salmonella*, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*, productora de la salmonelosis considerada una de las más importantes enfermedades causadas por alimentos; enfermedad altamente transmisible. Los métodos empleados para su aislamiento dependen de la composición del alimento, del tratamiento al que se

---

le sometió durante su procesamiento y la carga microbiana del producto final. El primer paso para su aislamiento será la restitución de la vitalidad de las células dañadas proporcionándoles nutrientes para favorecer la multiplicación, reparar el daño celular, rehidratación y dilución de sustancias tóxicas e inhibidores. En el siguiente paso se favorecerá su crecimiento reduciendo o inhibiendo los microorganismos competitivos, hasta la identificación bioquímica y serológica. (Bayardo B, 1984; Mac Fadin, 1990).

Además la contaminación microbiológica ocasiona cambios indeseables en los quesos destacándose:

- Acidificación: transformación de la lactosa en ácido láctico.
- Proteólisis o putrefacción: degradación de las proteínas. (Hatzikamari, et al., 1999).
- Lipólisis: hidrolización de las grasas. Provocan sabores a rancios.

## 2.6. ETIQUETADO

La información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas debe ser veraz y describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto (NOM-051-SCF1-19914).

Se deben establecer normas técnicas oficiales para los quesos de imitación, establecer y estandarizar el proceso, y adoptar los valores y rasgos esenciales del producto en cuanto a calidad y elaboración. (Villegas, 2004).

A nivel internacional no existen normas que hablen de los análogos de queso, sin embargo ya se están realizando trabajos al respecto; en la tercera reunión del Comité de la Comisión del Codex Alimentarius (FAO/OMS) sobre la leche y productos lácteos que se llevó a cabo en Uruguay Montevideo en mayo de 1998 el comité examinó una propuesta de la delegación de Francia de comenzar los trabajos sobre las normas para una nueva categoría de productos análogos a los quesos en cuanto a la forma de presentación, que por diversas razones no se enmarcan dentro de las normas establecidas para los quesos. Se acordó distribuir la propuesta a los gobiernos para que formularan observaciones con miras a determinar en la próxima reunión del Comité si habían de emprenderse o no los trabajos en

este sector. En el 24º período de sesiones celebrada en Ginebra, Suiza en julio del 2001 presentaron un anteproyecto para caracterizar la identidad de cada queso y normas para cada uno en forma individual para facilitar prácticas comerciales leales en el comercio alimentario y de proteger la salud de los consumidores.

La importancia de este estudio reside en la responsabilidad de la industria alimentaria del mejoramiento de la calidad en sus productos. Aunque la calidad es siempre multidimensional, en la industria alimentaria hay un atributo particular de calidad que es indispensable: la inocuidad: lo más importante es que los alimentos no representen un riesgo para la salud de los consumidores. La presencia ampliamente difundida de microorganismos patógenos en el medio ambiente, la capacidad de algunos de ellos para sobrevivir y multiplicarse aún en condiciones adversas y, en algunos casos, las bajas concentraciones necesarias para causar enfermedades, son factores que indican la magnitud de los riesgos potenciales.

La responsabilidad de la inocuidad de los alimentos no debe caer en manos del público consumidor, debido a que los sistemas de aseguramiento y de inocuidad requieren conocimientos de microbiología de alimentos y estos conocimientos están al alcance de las empresas, pero no del público en general. Es un hecho, aún en sociedades industriales avanzadas, que la mayoría de los consumidores no tiene suficientes conocimientos básicos y una alta proporción maneja los alimentos sin las prácticas adecuadas para minimizar las incidencias de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's) (ONU 2000; Torres, 2004).

Por lo tanto el objetivo general de este trabajo es la identificación y caracterización de las propiedades nutrimentales, sensoriales y sanitarias de los quesos asaderos análogos comparándolos contra los quesos asaderos naturales (NOM.121-SSA1-1994).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio comparativo de queso asadero natural y quesos asaderos análogos en base a su calidad nutricional y sensorial, el cumplimiento de la normatividad vigente en los aspectos sanitarios y fisicoquímicos y evaluar los posibles cambios de sus características nutricionales, fisicoquímicas y sanitarias durante su almacenamiento en condiciones iguales de tiempo y temperatura.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las propiedades nutrimentales y fisicoquímicas de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales comerciales.
- Determinar las condiciones sanitarias de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales comerciales.
- Determinar las características sensoriales de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales comerciales.
- Comparar los cambios fisicoquímicos y desarrollo microbiológico de los quesos naturales y análogos elaborados, durante su almacenamiento.

## 4. HIPÓTESIS

El queso asadero natural muestra una mayor calidad nutrimental y sensorial, cumple la normativa vigente referente a aspectos fisicoquímicos y sanitarios y mantiene una mayor estabilidad de los parámetros de calidad fisicoquímica, nutrimental y sanitaria durante el periodo de vida de anaquel que los quesos asaderos análogos.



## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. METODOLOGÍA

#### 5.1.1. 1ª Etapa

5.1.1.1 Evaluar Quesos con un costo entre 35.0 y 60.0 pesos

5.1.1.2. Evaluar quesos asaderos en base a la leyenda de la etiqueta de no utilización de leche fresca.

5.1.1.3. Evaluar quesos asaderos comprados a productores

**5.1.1.1 Estudio de Quesos con un costo entre 35.0 y 60.0 pesos:** se realizó un muestreo por el método de conveniencia donde se encontraron siete productos. Los quesos se compraron en tiendas de abarrotes, Centros Comerciales, Agropecuario y Abastos; Tiendas de Conveniencia. Los quesos encontrados fueron del tipo panela, chihuahua, fresco, queso crema, para pizza y asadero, en presentación de 500 y 1000 g. (Tabla 4). Las muestras se transportaron en hieleras y se refrigeraron hasta su análisis fisicoquímico en el laboratorio.

Debido a que el tipo asadero es el de mayor incidencia (80 % del muestreo) se procedió a un segundo muestreo.

**Tabla 4. Quesos adquiridos en tiendas de ANTAD, Agropecuario.**

Queso	Origen	Peso (g)
Doble crema	Supermercado	202
Asadero A	Supermercado	533
Asadero B	Agropecuario	210
Asadero C	Tienda abarrotes	250
Asadero D	Tienda	210
Chihuahua	Tienda abarrotes	670
Pizza	Agropecuario	1000

**5.1.1.2. Estudio de quesos asaderos en base a la leyenda de la etiqueta de no utilización de leche fresca como ingrediente:** se adquirieron diez quesos asaderos que declaraban en la etiqueta la leyenda: “*Tipo Queso, Imitación Queso y/o Queso Sustituto*”. La presentación de los productos fue de 200 y/o 500 g. Las muestras se transportaron en hieleras y se refrigeraron hasta su análisis fisicoquímico en el laboratorio (Tabla 5).

**Tabla 5. Quesos asaderos análogos identificados como *Tipo Queso, Imitación Queso y/o Queso Sustituto*.**

Queso	Origen	Peso (g)
1	Jesús María	506
2	Jesús María	496
3	Jesús María	500
4	León Gto.	240
5	Jesús María	192
6	Jesús María	191
7	Rincón de Romos	225
8	Jesús María	193.6
9	Aguascalientes	181.8
10	Jesús María	386.2

**5.1.1.3. Evaluar quesos asaderos comprados a productores:** se adquirieron siete quesos asaderos directamente con productores en presentación de 500 g. en los municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga (Localidades con mayor incidencia de fábrica de quesos).

De las muestras se adquiridas; cinco de ellas fueron queso análogo y dos de queso natural (Tabla 6). Las muestras se transportaron en hieleras y se refrigeraron hasta su análisis fisicoquímico y microbiológico en el laboratorio.

---

**Tabla 6. Quesos asaderos adquiridos con productores.**

---

<b>Queso</b>	<b>Origen</b>	<b>Peso (g)</b>
11	Jesús María	517.1
12	Jesús María	508.5
13	Pabellón	490.2
14	Jesús María	375.6
15	Pabellón	384.4
16	Jesús María	374.8
17	Jesús María	494.2

---

### **5.1.2. 2ª Etapa**

**5.1.2.1. Fabricación de queso asadero natural y queso asadero análogo para determinar sus características fisicoquímicas nutrimentales.**

#### **5.1.2.2. Determinación del perfil sensorial**

**5.1.2.1. Estudio comparativo mediante la fabricación de un queso asadero natural y un queso asadero análogo para determinar sus características fisicoquímicas nutrimentales y sensoriales.** Elaboración de queso asadero natural según formulación de la Posta y asadero análogo según formulación de un productor, practicando Buenas Prácticas de Manufactura para determinar: características fisicoquímicas, sanitaria y propiedades nutrimentales.

**5.1.2.2. Determinación del perfil sensorial.** Determinación del perfil sensorial de quesos asaderos análogos y de quesos asaderos naturales, mediante una prueba descriptiva determinando el perfil de textura, con un panel de seis catadores semi-entrenados.

### **5.1.3. 3ª Etapa**

**5.1.3.1. Determinación de la vida de anaquel durante 32 días de almacenamiento.**

---



**5.1.3.1. Determinación de la vida de anaquel durante 32 días de almacenamiento.**

Determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas de los quesos naturales y análogos durante su almacenamiento por 32 días en condiciones de refrigeración (8 °C) y temperatura de 20 °C

**5.2. ANÁLISIS NUTRIMENTALES****5.2.1. Grasa Total**

Se determinó el extracto etéreo reportando como % total de grasa por extracción continua con éter de petróleo se siguió el método Goldfisch (AOAC) utilizando como solvente éter de petróleo.

**Grasa Butírica**

Se determinó en base a la NMX-F-100-1984. Alimentos. Lácteos. Determinación de grasa butírica en quesos.

Se utilizó el método Gerber-Van Gulik, se basa en la digestión de los componentes del queso, excepto la grasa, en ácido sulfúrico. El resultado se reportó en % de grasas.

**5.2.2. Proteína**

Se determinó mediante el análisis elemental de nitrógeno proteico método 968.06 (AOAC) siguiendo la metodología de Dumas, que se basa en la liberación de nitrógeno por pirolisis y subsiguiente combustión total, utilizando un detector de conductividad térmica. Se utilizó un equipo FP528 y se aplicaron los factores de conversión según protocolo para la transformación a proteína.

**5.2.3. Cenizas**

Se determinaron por el método AOAC 935.42, previa desecación de las muestras en estufa a 105 °C y posteriormente se calcina a 300°C carbonizaron y en una mufla a 600 °C (Felisa FE-340).

#### **5.2.4. Humedad**

La determinación del contenido en agua de las muestras se realizó siguiendo el método AOAC 926.08 (AOAC, 1980). Este método consiste en la determinación de la pérdida de peso del producto en una estufa con circulación de aire a 90 °C, dejándose hasta peso constante. Se utilizó una estufa (TerLab), y una balanza digital de  $\pm 0.0001$  g de precisión (Sartorius, Modelo 2432).

#### **5.2.5. Almidón**

Se determino la presencia de almidón utilizando una solución de Yodo al 5% (p/p) sobre la superficie del producto. A las muestras que resultaron positivas se les determino el % de almidón mediante el método AOAC 958.06 que consiste en determinar el volumen de disolución de azúcar que se necesita para reducir la disolución de Fehling en presencia de azul de metileno como indicador interno; para lo cual el almidón previamente fue hidrolizado. Expresando los resultados en % Azúcares reductores totales.

### **5.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS**

#### **5.3.1. Acidez**

Se utilizó el método 920.124 (AOAC) fundamentándose en el desdoblamiento del ácido láctico a lactosa por acción de las bacterias ácido lácticas, se utilizó una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N y fenoftaleína como indicador. El resultado se reportó en % de ácido láctico.

#### **5.3.2. pH**

Se determinó en base a la NMX-F-099-1970. Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados.

Se utilizó un potenciómetro (Hanna Instruments) previa calibración con soluciones de pH 4 y 7, con corrección de temperatura.

#### **5.3.3. Actividad de agua**

Se determinó en un Aqua Lab (Decagon)  $\pm 0.003$ , previa calibración del mismo con patrones de disoluciones molares de KCl, 0.5; NaCl, 60; LiCl, 8.57 y LiCl, 1341 con actividades de

---

agua de 0.984, 0.760, 0.500 y 0.250, respectivamente, en un rango de temperatura de 22 a 24 °C.

#### 5.3.4. Color

Se midió por reflexión con un espectrocolorímetro Modelo CR-400 Minolta, usando como sistema de referencia al iluminante C con observado 2°. A partir del espectro de reflexión de las muestras se obtuvieron coordenadas rectangulares CIE-  $L^* a^* b^*$  donde:  $L^*$  es la luminosidad (0, negro; 100 blanco);  $a^*$  indica la proporción de componente rojo-verde en el color medido para valores positivos y negativos respectivamente;  $b^*$  para el componente amarillo azul, y a partir de estas se determinaron el tono ( $h^*_{ab} = \tan^{-1} ( b^* / a^* )$ ), el croma ( $C^*_{ab} = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$ ) y el índice de Blancura ( $WI = 100 - [(100-L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$ ).

#### 5.3.5. Resistencia a la penetración

Se determinó con un penetrómetro (Koehler K95500) con un tiempo de 5 s de penetración con una aguja de 2.5 g, de acuerdo al método ASTM D1321, la profundidad se reportó en décimas de milímetro de penetración.

Todos los análisis nutrimentales y fisicoquímicos se realizaron por triplicado excepto proteína y grasa que se hicieron por duplicado.

#### 5.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

La determinación del recuento de microorganismos mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos y levaduras y aislamiento de Salmonella se llevó a cabo utilizando los métodos descritos en la APHA (*American Public Health Association*, 1992), expresando los resultados como logaritmo de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra ( $\text{Log}_{10} \text{ufc/g}$ ). El material utilizado fue esterilizado bajo las condiciones de presión, tiempo y temperatura 1.2 a 1.4  $\text{kg/cm}^2$  120 °C por 15 minutos.

Preparación de Medios de Cultivo:

Los medios de cultivo se prepararon siguiendo las indicaciones del fabricante (DB Bioxon).

Se prepararon las diluciones apropiadas de las muestras en condiciones asépticas, utilizando agua estéril (Anexo 1). De cada una se tomo una alícuota de 1 mL con pipeta

automática estéril y se colocó en la caja de petri correspondiente. Se vació el medio de cuenta de coliformes y de mesófilos respectivamente. Se colocaron en una estufa de incubación (Felisa) a una temperatura de 35 °C; por 24 h para cuenta de coliformes y 48 h para cuenta de mesófilos. Los hongos y levaduras se determinaron por vaciado en superficie incubándose a una temperatura de 25 °C de 72 a 120 h.

Para la determinación de las condiciones sanitarias de los quesos asaderos naturales y análogos durante su almacenamiento además de realizar las determinaciones anteriores se procedió a la búsqueda de Salmonella (Anexo 2).

Se pesó en condiciones asépticas la muestra a analizar y se diluyó en agua peptonada  $10^{-1}$  p/p homogeneizando la muestra manualmente. Se incubó 24 hrs. a temperatura de 35 °C (Pre-enriquecimiento), se paso a los caldos de selenito y tetracionato para favorecer el crecimiento de Salmonella mientras se reduce o inhibe el crecimiento de microorganismos competitivos, el selenito se incubó a 35 °C y el tetracionato a 42 °C; después de la incubación se sembraron por estría en medios selectivos Mac-Conkey, SS (Salmonella-Shigella) y Sulfito de Bismuto; procediendo posteriormente a la identificación de las colonias por pruebas bioquímicas.

## 5.5. ANALISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis sensorial mediante una prueba descriptiva determinando el perfil de textura, sabor y aspecto con un panel de catadores semi-entrenados.

Determinación de perfiles sensoriales (Perfiles de Sancho).

Textura

- Atributos de superficie: se apreciaron sobre una sección de queso las sensaciones visuales y táctiles.
- Atributos mecánicos: se evaluaron con bloques de muestra de queso (1.5x1.5) la elasticidad, firmeza, deformabilidad, friabilidad, adherencia.

- Atributos geométricos: se evaluó la forma de las partículas percibida durante la masticación. Se suele diferenciar granos redondeados o cristales angulosos que produce un crujido.
- Atributos de solubilidad: se manifiesta la sensación que surge cuando la muestra de funde muy rápidamente.
- Otros descriptores: fundente, cuando la muestra forma una pasta con la saliva y funde continuamente; plástico, se evaluó si puede deformarse en la boca antes de romperse; gomoso, compacto, pastoso, grumoso.

#### Sabor

- Olor: se cuantificó la intensidad de olores (Tabla 14).
- Sabor: se cuantificó la intensidad de los sabores que se perciben al masticar una muestra (Tabla 15).

Para determinar la percepción de la calidad organoléptica de los quesos estudiados, se realizaron dos tipos de evaluaciones, la primera correspondiente a una prueba de comparación triangular simple, en donde se le presentaron a los jueces tres muestras de las cuales dos son iguales, pidiéndoles que identifiquen la muestra diferente, en esta prueba la probabilidad de que los jueces acierten por casualidad es del 33.3%

y la segunda una prueba de comparaciones múltiples, en donde se lleva a cabo la comparación simultánea de varias muestras referidos a un patrón o muestra de referencia, esta prueba resulta de gran utilidad para evaluar las variaciones en una formulación o cuando se sustituye algún ingrediente. Ambas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad del Centro de Ciencias Agropecuarias de la UAA, y fue realizada a un panel de catadores semi-entrenado. (Anexo: Figura A4 y A5).

#### 5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó a través del análisis de la varianza y las medias se separaron mediante pruebas de significancia (ANOVA).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Primer muestreo:** Los siete quesos adquiridos en tiendas de abarrotes, Centros Comerciales, Agropecuario y Abastos; Tiendas de Conveniencia que se comercializan en esta categoría indicándose en la etiqueta de los productos.

El producto que más se encontró en los establecimientos es del tipo asadero. De los quesos muestreados, el 57% fue queso asadero. Se analizaron en el laboratorio los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos. El total de los quesos muestreados (100%) dieron positiva la prueba de yodo para determinar presencia de almidón.

**Tabla 7. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos de adquiridos en tiendas de ANTAD.**

Queso	$a_w$		Índice de Blancura (WI)		Acidez (%)		pH	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Chihuahua	0.970	0.000	70.61	1.39	1.34	0.01	6.03	0.01
Pizza	0.976	0.003	67.75	1.25	0.23	0.01	6.87	0.02
Doble crema	0.940	0.002	87.45	0.62	0.09	0.0	6.66	0.01
Asadero A	0.976 <sup>bc</sup>	0.001	72.81	0.85	0.17 <sup>a</sup>	0.01	7.03 <sup>c</sup>	0.01
Asadero B	0.974 <sup>b</sup>	0.004	73.77	1.93	0.69 <sup>a</sup>	0.01	6.45 <sup>a</sup>	0.01
Asadero C	0.969 <sup>a</sup>	0.003	69.60	0.77	0.54 <sup>b</sup>	0.00	6.56 <sup>b</sup>	0.01
Asadero D	0.979 <sup>c</sup>	0.001	79.14	1.1	0.15 <sup>c</sup>	0.01	7.45 <sup>c</sup>	0.01
<b>P &lt; F</b>	0.0000		0.0002		0.0001		0.0147	

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05;

Los valores observados en los quesos asaderos análogos de los análisis fisicoquímicos  $a_w$  (22-24 °C), índice de blancura, acidez (%) y pH son significativamente diferentes entre sí para todos los parámetros.

El valor de  $a_w$  en los quesos asaderos varia en un rango de 0.969 – 0.976 (Tabla 7) debido a la diferencia en la formulación utilizada por los fabricantes; donde probablemente es muy diversa la forma como se encuentra el agua (hidratación, emulsión, libre, etc.).

El WI en los quesos asaderos fue superior a 65, indicativo de un color blanco intenso y un croma indicativo de coloración amarilla ( $C^* >20$ ) en el 100% de los quesos análogos probablemente originado por el uso de colorantes alimentarios frecuentemente utilizados en este tipo de producto.

La acidez (Tabla 7) en los quesos análogos fue significativamente diferente para los quesos A y D, mismos que presentan un porcentaje bajo de acidez debido a la sustitución de leche por ingredientes como caseína y almidones con lo cual no es posible el desdoblamiento de la lactosa en ácido láctico por acción de las bacterias.

Los valores de pH muestran una diferencia significativa esto debido posiblemente a la evolución del pH en la pasta durante el cheddarizado, esto influye decisivamente en la estructura y textura del producto, *Lawrence et al. (1984)* y *Lucey y Fox (1993)* reportaron que la evolución del pH en proceso influye en la textura y estructura del queso ya que al descender el pH, el fosfato de calcio coloidal, ligado a la caseína y a la  $\kappa$ -caseína que forman la red de la cuajada, se vuelve soluble dejando a la matriz parcialmente desmineralizada.

**Tabla 8. Análisis Nutricional (%  $\bar{x} \pm s$ ) de quesos adquiridos en tienda de ANTAD.**

Queso	Grasa		Ceniza		Humedad	
	X	DE	X	DE	X	DE
Chihuahua (+)	7.56	0.23	3.2	0.1	26.03	0.28
Pizza (+)	9.50	0.45	3.5	0.2	28.01	0.16
Doble crema (+)	2.00	0.01	3.6	0.4	28.11	2.25
Asadero(+) A	11.23 <sup>c</sup>	0.91	3.7 <sup>a</sup>	0.2	23.29 <sup>a</sup>	0.40
Asadero(+) B	2.23 <sup>a</sup>	0.75	2.8 <sup>a</sup>	0.1	37.07 <sup>e</sup>	0.87
Asadero(+) C	8.44 <sup>b</sup>	0.52	3.1 <sup>aa</sup>	0.2	25.76 <sup>bc</sup>	0.056

Asadero(+) D	9.89 <sup>b</sup>	0.85	3.2 <sup>b</sup>	0.4	25.85 <sup>b</sup>	0.26
<i>P &lt; F</i>	0.0000		0.1093		0.0000	

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05;

(-) indicativo de ausencia de almidón, (+) indicativo de presencia de almidón

Se observó (Tabla 8) que el queso Asadero B presenta menor porcentaje de grasa (2.23%) con respecto a los quesos A, C y D (11.23, 8.44 y 9.89% respectivamente), con un contenido de humedad mayor (37.07%) para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas *Merrill et al. (1994)* reportaron que la mayor humedad en la matriz proteínica del queso reducido en grasa, constituye una de las acciones principales de los sustitutos de grasa para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas.

**Segundo muestreo:** Se analizaron los diez quesos asaderos que contenían en la etiqueta la leyenda: “*Tipo Queso, Imitación Queso y/o Queso Sustituto*”.

**Tabla 9. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de Quesos Asaderos adquiridos en tienda del estado de Aguascalientes.**

Queso	$a_w$		Acidez (%)	
	X	DE	X	DE
1	0.9765 <sup>de</sup>	0.0005	0.7258 <sup>d</sup>	0.006
2	0.9823 <sup>e</sup>	0.0015	0.3995 <sup>a</sup>	0.018
3	0.9752 <sup>de</sup>	0.0007	0.9588 <sup>†</sup>	0.040
4	0.9700 <sup>c</sup>	0.0007	0.8533 <sup>e</sup>	0.003
5	0.9687 <sup>b</sup>	0.0005	0.5993 <sup>c</sup>	0.001
6	0.9823 <sup>cd</sup>	0.0005	1.2172 <sup>g</sup>	0.022
7	0.9690 <sup>cd</sup>	0.0036	0.8560 <sup>e</sup>	0.000
8	0.9732 <sup>†</sup>	0.0013	0.5440 <sup>b</sup>	0.017
9	0.9750 <sup>a</sup>	0.0006	0.9673 <sup>f</sup>	0.025
10	0.9773 <sup>de</sup>	0.0008	0.8243 <sup>e</sup>	0.005
<i>P &lt; F</i>	0.0000		0.0000	

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05;



Los valores observados en los quesos asaderos análogos de los análisis fisicoquímicos  $a_w$  (22-24°C) y acidez (%) son significativamente diferentes entre sí para todos los parámetros.

En la Tabla 9 se observa que el valor de  $a_w$  varió en un rango de 0.96 – 0.98 debido a la diferencia en la formulación utilizada por los fabricantes; donde es muy diversa la forma como se encuentra el agua (hidratación, emulsión, libre, etc.).

**Tabla 10. Análisis Nutricional (%  $\bar{X} \pm s$ ) de Quesos Asaderos adquiridos en tienda del estado de Aguascalientes.**

Queso	Grasa		Proteína		Ceniza		Humedad	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
1(+)	8.24 <sup>c</sup>	0.274	14.37 <sup>ab</sup>	0.585	3.17 <sup>f</sup>	0.015	53.63 <sup>cd</sup>	0.14
2(+)	4.73 <sup>a</sup>	0.242	15.09 <sup>b</sup>	0.332	2.30 <sup>d</sup>	0.025	60.93 <sup>d</sup>	0.31
3(-)	4.73 <sup>a</sup>	0.242	20.28 <sup>c</sup>	0.173	2.57 <sup>c</sup>	0.005	44.15 <sup>abcd</sup>	0.63
4(+)	10.99 <sup>d</sup>	0.100	12.36 <sup>cde</sup>	0.063	4.72 <sup>c</sup>	0.045	46.68 <sup>abcd</sup>	0.90
5(+)	6.56 <sup>c</sup>	0.315	12.70 <sup>a</sup>	0.311	3.06 <sup>e</sup>	0.035	48.80 <sup>bcd</sup>	0.50
6(+)	11.78 <sup>d</sup>	0.120	19.40 <sup>a</sup>	0.212	1.95 <sup>a</sup>	0.01	46.51 <sup>abc</sup>	0.00
7(+)	4.06 <sup>d</sup>	0.015	19.65 <sup>cde</sup>	0.616	2.72 <sup>d</sup>	0.02	42.30 <sup>a</sup>	0.00
8(+)	2.46 <sup>b</sup>	0.162	21.61 <sup>cd</sup>	0.733	2.86 <sup>e</sup>	0.015	46.74 <sup>abcd</sup>	8.73
9(+)	7.15 <sup>d</sup>	0.023	20.58 <sup>de</sup>	0.690	2.06 <sup>b</sup>	0.04	46.64 <sup>abcd</sup>	1.58
10(+)	5.44 <sup>b</sup>	0.020	21.55 <sup>e</sup>	0.388	1.99 <sup>a</sup>	0.021	28.34 <sup>ab</sup>	0.72
$P < F$	0.0000		0.0010		0.0000		0.0985	

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05; (-) indicativo de ausencia de almidón, (+) indicativo de presencia de almidón

En la Tabla 10 se puede identificar que la marcas de asaderos análogos con menor contenido de grasa Queso 8, con 2.46% y es la que presentó un mayor porcentaje de proteína 21 %, esto debido a que es necesario una correlación directa entre estos dos compuestos para no afectar los atributos de textura y el contenido de sólidos en los quesos. *Shimp (1985); Ennis & Mulvihill (1997)* reportan que la proteína en el queso análogo Mozzarella estabiliza la emulsión aceite en agua.

**Tercer muestreo:** Se analizaron las siete muestras adquiridas con productores de los municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga (Localidades con mayor incidencia de fábrica de quesos).

En el 70% de los quesos asaderos análogos se detectó la presencia de almidones dando coloración positiva mediante la prueba de yodo. (Tabla 11). Los parámetros estudiados que se muestran en la tabla: grasa, proteína, cenizas y almidón resultaron de carácter significativos ( $p > 0.05$ ), a excepción de la humedad para todas las marcas de quesos análogos asaderos estudiados, esto debido a la divergencia en la formulación que cada fabricante lleva a cabo en la sustitución de ingredientes convencionales.

**Tabla 11. Análisis nutrimental (% ,  $\bar{x} \pm s$ ) de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.**

Queso	Grasa		Proteína		Almidón (azúcares reductores)		Ceniza		Humedad
11 (+)	25.5 <sup>e</sup>	0.10	11.5 <sup>a</sup>	0.09	11.8 <sup>c</sup>	11 (+)	25.5 <sup>e</sup>	0.10	11.5 <sup>a</sup>
12 (+)	22.5 <sup>c</sup>	0.10	15.4 <sup>c</sup>	0.12	11.8 <sup>c</sup>	12 (+)	22.5 <sup>c</sup>	0.10	15.4 <sup>c</sup>
14 (+)	24.0 <sup>d</sup>	0.10	15.2 <sup>c</sup>	0.12	15.3 <sup>d</sup>	14 (+)	24.0 <sup>d</sup>	0.10	15.2 <sup>c</sup>
15 (+)	19.5 <sup>b</sup>	0.10	21.3 <sup>f</sup>	0.17	9.3 <sup>b</sup>	15 (+)	19.5 <sup>b</sup>	0.10	21.3 <sup>f</sup>
16 (+)	22.5 <sup>c</sup>	0.10	12.2 <sup>b</sup>	0.09	14.7 <sup>d</sup>	16 (+)	22.5 <sup>c</sup>	0.10	12.2 <sup>b</sup>
					<b>Lactosa</b>				
13 (-)	18.25 <sup>a</sup>	0.30	20.2 <sup>e</sup>	0.16	4.4 <sup>a</sup>	0.75	3.7 <sup>d</sup>	0.12	48.1
17 (-)	22.5 <sup>c</sup>	0.10	17.1 <sup>d</sup>	0.0	(Nd)	(Nd)	2.2 <sup>a</sup>	0.49	46.2
<b>P &lt; F</b>	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.3287

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05;

(-) indicativo de ausencia de almidón, (+) indicativo de presencia de almidón. (ND) No determinada.

En la Tabla 11 se puede identificar que las marcas de asaderos con menor contenido de grasa 13 y 15; 18.2 y 19.5 % respectivamente son las que presentaron un mayor % de proteína 20.2 y 21.3 %, esto debido a que es necesario una correlación directa entre estos dos compuestos para no afectar los atributos de textura y el contenido de sólidos en los

quesos. Se observa que las marcas de quesos asaderos análogos que presentaron un mayor porcentaje de almidón (azúcares reductores) 11, 12, 14 y 16 con porcentajes de 11.8, 11.8, 15.3, 14.7, respectivamente, son las que presentan un menor porcentaje de proteína (Tabla 11), esto ocasionado por un alto porcentaje de sustitución de leche, caseínas y/o caseinatos por almidones, almidones modificados o harinas. *Mounsey y O'Riordan (1999)* identificaron que una sustitución con almidones del 9 % en quesos análogos se obtienen valores del 11 % de proteína, comparado con un 20 % en quesos control 0 % de almidón añadido.

Así mismo, resultados similares fueron encontrados por *Mounsey y O'Riordan (2001)* al realizar una sustitución caseinas-atos por diferentes tipos de almidones en la elaboración de queso análogo, donde mostraron que el nivel de proteínas es significativamente menor que el control (queso convencional).

En la Tabla 12, se observan los valores de los análisis fisicoquímicos  $a_w$  (22-24°C), resistencia a la penetración (mm), índice de blancura y acidez (%) para las diferentes marcas de quesos asaderos análogos, los cuales son significativamente diferentes entre si para todos los parámetros.

**Tabla 12. Análisis fisicoquímicos ( $\bar{x} \pm s$ ) de quesos asaderos análogos y quesos naturales.**

Queso	$a_w$		Resistencia a la Penetración (mm)		Índice de Blancura (WI)		Acidez (%)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
11	0.967 <sup>b</sup>	0.001	12.9 <sup>d</sup>	2.5	73.3 <sup>bc</sup>	0.7	0.53 <sup>a</sup>	0.01
12	0.974 <sup>d</sup>	0.001	11.9 <sup>c</sup>	4.6	74.1 <sup>cd</sup>	2.2	0.76 <sup>a</sup>	0.01
14	0.963 <sup>a</sup>	0.001	13.8 <sup>f</sup>	8.3	71.6 <sup>b</sup>	0.5	0.85 <sup>bc</sup>	0.08
15	0.974 <sup>d</sup>	0.001	10.7 <sup>b</sup>	4.5	77.7 <sup>f</sup>	3.0	0.92 <sup>cd</sup>	0.01
16	0.974 <sup>c</sup>	0.001	8.5 <sup>a</sup>	2.2	75.9 <sup>ef</sup>	1.8	0.55 <sup>cd</sup>	0.08
13	0.976 <sup>e</sup>	0.001	10.5 <sup>b</sup>	1.3	69.2 <sup>a</sup>	2.0	0.94 <sup>b</sup>	0.04

17	0.974 <sup>d</sup>	0.001	11.9 <sup>c</sup>	4.6	74.1 <sup>cd</sup>	2.2	0.76 <sup>a</sup>	0.01
<b>P &lt; F</b>	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	

Las letras diferentes expresan una diferencia significativa entre las muestras al nivel de 0.05.

El valor de  $a_w$  varía en un rango de 0.963 a 0.974, esto ocasionado por la diversidad de las formulaciones utilizadas por los fabricantes, donde probablemente es muy diversa la forma como se encuentra el agua (hidratación, emulsión).

La resistencia a la penetración fue menor en los quesos análogos 12, 13, 15 y 16, indicativo de quesos más suaves, blandos y untuosos, así mismo los quesos análogos 11, 14 y 17 presentaron el mayor porcentaje de grasa. El papel de la grasa es contribuir a las características físicas del queso. *Eric (1993)* reporta que los glóbulos de grasa actúan como un relleno entre las fibras proteicas, reduciendo la interacción entre las proteínas con la matriz del queso.

El índice de blancura (WI) de los quesos análogos analizados fue superior a 65 indicativo de color blanco intenso y un croma indicativo de coloraciones amarillas ( $C^* > 20$ ) en cuatro de los quesos análogos asaderos, posiblemente ocasionado por el uso de colorantes alimentarios, muy frecuente en este tipo de productos.

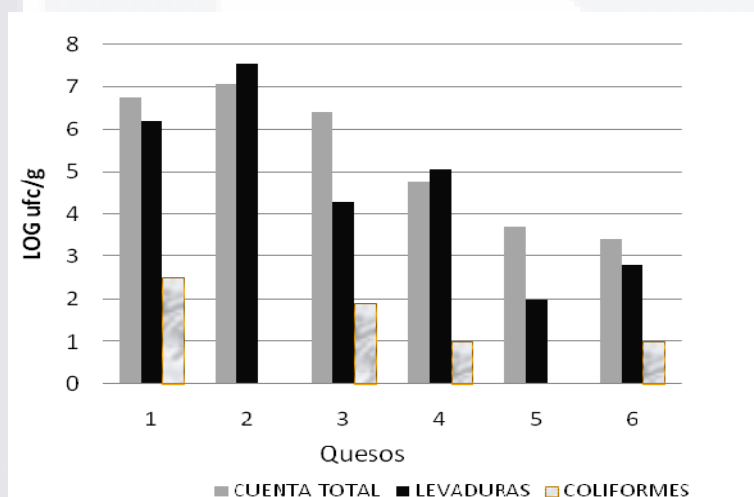
La acidez de los quesos asaderos análogos analizados fue significativamente mayor en las marcas 13, 14 y 15, mismos que presentan un porcentaje bajo o nulo de sustitución de leche o caseínas por almidones, con lo cual posiblemente el desdoblamiento del ácido láctico a lactosa se da por acción de las bacterias ácido lácticas, aumentando el porcentaje de acidez total.

### Calidad Sanitaria

Las cuentas microbianas encontradas en los quesos de los productores de Jesús María y Pabellón de Arteaga estuvieron fuera de norma (Figura 4) para las determinaciones de

mesófilos, coliformes, hongos y levaduras lo que denota que las condiciones de operación, manejo y almacenamiento no fueron las adecuadas resultando un producto de mala calidad sanitaria. La presencia de coliformes se debe a contaminación post proceso, falta de saneamiento del equipo higiene de los operarios; su presencia es considerada potencialmente peligrosa ya que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. Las cuentas de levadura altas encontradas en los quesos comparadas con el límite máximo permitido 500 UFC/g por la NOM-121-SSA1-1994, tienen importancia dese el punto de vista sanitario porque son las causantes principales de alteraciones diversas del queso sobre todo en su aspecto, consistencia, color, etc., reduciendo por lo tanto la vida de anaquel del queso.

**Figura 4: Recuento microbiano de quesos asaderos análogos y queso asadero natural.**



**5.1.2 2ª Etapa.** Estudio comparativo entre Queso Asadero Natural (QAN) según protocolo del Taller de Lácteos del Centro de Ciencias Agropecuarias y Quesos Asadero Análogo (QAA) de acuerdo a la formulación proporcionada por un productor de Jesús María.

El Queso Asadero Análogo (QAA) presenta un 50% menos (10.5%) de contenido proteico que el Queso Asadero Natural (QAN) (21.3%). (Figura 5). El queso asadero natural es esencialmente plástico.

El QAA presentó un aporte de 320 kcal, 16 kcal mas que el QAN por cada de 100 g.

El mayor contenido de grasas (~18%) en QAA es debido a la sustitución de caseínas por almidones y al aumento en la formulación de grasa vegetal para sustituir grasa butírica y mantener la emulsión. El valor energético del queso dependerá por lo tanto del contenido de grasa.

Información Nutrimental				
Contenido por ración: 100 g				
	Queso Análogo 8° C	Queso Natural 8° C	Queso Análogo 20° C	Queso Natural 20° C
Contenido Energético	320Kcal	303.6Kcal	304.4Kcal	304.4Kcal
	1 352.9 KJ	1 283.3 KJ	1376.2 KJ	1287.6 KJ
Proteínas	10.53	21.31	10.42	28.50
Grasas (Lípidos)	28.50	24	28.50	24
Carbohidratos	5.35	0.53	6.82	0.77
Calcio	790 mg	800 mg		

**Figura 5. Tabla nutrimental de queso asadero natural y queso asadero Análogos.**

El queso análogo presenta mayor porcentaje de grasa 29.5, el contenido de los quesos naturales fue de 25.5, debido a la sustitución de grasa butírica por grasa vegetal (Tabla 6). El contenido de proteína en los quesos naturales fue de 21 % ya que contenía las proteínas propias de la leche fresca, los quesos análogos presentaron valores de 10.5 debido a la sustitución de las proteína (50 al 100%) de la leche por otra fuente de menor cantidad de proteínas (soya, leche descremada y harinas) lo que da como resultado un producto con bajo valor nutritivo

## Sensoriales

El perfil sensorial de las muestras de queso análogo y natural se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 13. Perfil sensorial por atributos de textura de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.**

	Atributo	Queso Asadero Natural	Queso Asadero Análogo
<b>De superficie</b>	Rugosidad	Fina	Fina
	Gado de humedad	Débilmente	Débilmente
<b>Mecánicos</b>	Deformabilidad	Elevada	Nula
	Adherencia	Elevada	Media
	Firmeza	Media	Media
	Friabilidad	Nula	Nula
	Elasticidad	Elevada	Media
<b>De solubilidad</b>	Grado de Fundido	Elevada	Elevada
<b>Otros descriptores</b>	Gomoso	x	x
	Compacto	√	√
	Grumoso	x	√
	Pastoso	x	√
	Formación de hebra	√√	√
	Cre moso	√	X

√ presenta atributo, x no presenta atributo.

Resultados consultados en tablas de acuerdo a la respuesta de los jueces:

Elevada y √: 5 de los 6 jueces detectan este atributo

Media: 4 de los 6 jueces detectan este atributo

Débilmente, nula y x: 1 juez detecta este atributo

Existen diferencias de carácter significativo en ambas muestras, en los atributos mecánicos de deformidad, adherencia y elasticidad así como para la formación de hebra, esto

posiblemente debido a la sustitución de proteínas de leche por harina de almidón y de grasa butírica por grasa vegetal y por la falta de una emulsión verdadera en el queso asadero análogo. *Farkye and Fox (1990)* reportan que las propiedades elásticas del queso son importantes, *Jack et al. (1993)* concluyeron en un estudio realizado al queso Cheddar que la textura es determinante en la calidad del queso. *Nolan et al. (1989)* reportan que la estructura de la proteína es la responsable de la elasticidad del queso.

La textura de quesos se ve afectada por transformaciones fisicoquímicas como cambios en la concentración de sal, humedad y contenido proteico (Weinberg & Angel, 1984), además este atributo sensorial es considerado como una característica importante que determina la calidad e identidad del queso (*Creamer & Olson, 1982*).

**Tabla 14. Perfil sensorial por atributos olor de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.**

	Atributo	Queso Asadero Natural	Queso Asadero Análogo
<b>Láctica</b>	Láctica fresca	x	x
	Láctica cocida	√√√	√
	Láctica acidificada	X	X
<b>Vegetal</b>	Hierba	x	x
	Hierba fermentada	x	x
	Verduras cocidas	x	x
	Aliáceas	x	x
	Madera	x	x
<b>Floral</b>	Miel	x	x
	Flores	x	x
<b>Afrutada</b>	Frutos secos	x	x
	Cítricos	x	x
	Frutos exóticos	x	x
	Frutas dulces	x	x
	Frutas transformadas	x	x
	Aceite de frutos	x	x
	Empireumática ligera	x	x
	Empireumática media	x	x
	Empireumática fuerte	x	x



	Empireumática muy fuerte		
<b>Animal</b>	Vaca/rebaño	x	x
	Carne	x	x
	Cuajo	x	x
	Estiércol	x	x
<b>Especiada</b>	Especiada	x	x
	Especiada refrescante	x	x
	Especiada ardiente		
<b>Otros</b>	Rancio	x	x
	Amoniactal	x	x
	Acético	x	x
	Picante en nariz	x	x
	Agrio	x	x
	Pútrido	x	x

√ presenta atributo, x no presenta atributo.

Resultados consultados en tablas de acuerdo a la respuesta de los jueces:

√: 5 de los 6 jueces detectaron este atributo

x: 4 de los 6 jueces detectan este atributo

**Tabla 15. Perfil sensorial por atributos sabor de quesos asaderos análogos y quesos asaderos naturales.**

	Atributo	Queso Asadero Natural	Queso Asadero Análogo
Dulces	D- Fructuosa	X	X
Salado	Cloruro sódico	√	√
Ácido	Ácido Láctico	√	√
Amargo	Cafeína	X	X
Humámico	Glutamato monosódico	X	X

√ presenta atributo, x no presenta atributo.

Resultados consultados en tablas de acuerdo a la respuesta de los jueces:

√: 5 de los 6 jueces detectan este atributo

x: 4 de los 6 jueces detectan este atributo

Los atributos de olor y sabor de queso asadero natural y queso asadero análogo son similares presentando un olor láctico cocido con sabores salados y ligeramente ácidos, característicos de este tipo de queso.

Con lo que respecta al las pruebas triangulares realizadas por triplicado los catadores del panel semi-entrenado encontraron diferencias significativas ( $\alpha$  0.05) entre ambas muestras de queso asadero, distinguiendo diferencias entre el queso asadero análogo del queso asadero natural por las formulaciones utilizadas.

Por lo tanto podemos concluir que un consumidor habitual de queso asadero posiblemente detecte la adulteración de quesos asaderos con otros ingredientes no autorizados. *Anonymous (1989)* reportaron que la propiedad más importante de los quesos imitación es el sabor que no se aproxima al de un queso natural. *Lindsay et al. (1980)* reportaron que panelistas consumidores no distinguieron fácilmente entre el queso natural y el queso imitación utilizado en una pizza. *Drake et al. (1996)* probaron que al reducir el contenido de grasa cambia la calidad sensorial afectando el atributo de textura de los quesos análogos.

**6.3. 3ªEtapa.** Estudio comparativo de las características fisicoquímicas, propiedades nutrimentales y calidad sanitaria de los Quesos Asaderos Naturales (QAN) y Quesos Asaderos Análogos (QAA) almacenados en condiciones de refrigeración (8 °C) y temperatura de 20 °C.

6.3.1 Efecto de la Temperatura: las muestras de QAN y QAA almacenadas a 20° C mostraron cambios significativos en los parámetros de acidez, pH, resistencia a la penetración crecimiento de mesófilos totales, coliformes y hongos y levaduras que las muestras de QAN Y QAA almacenadas a 8° C.

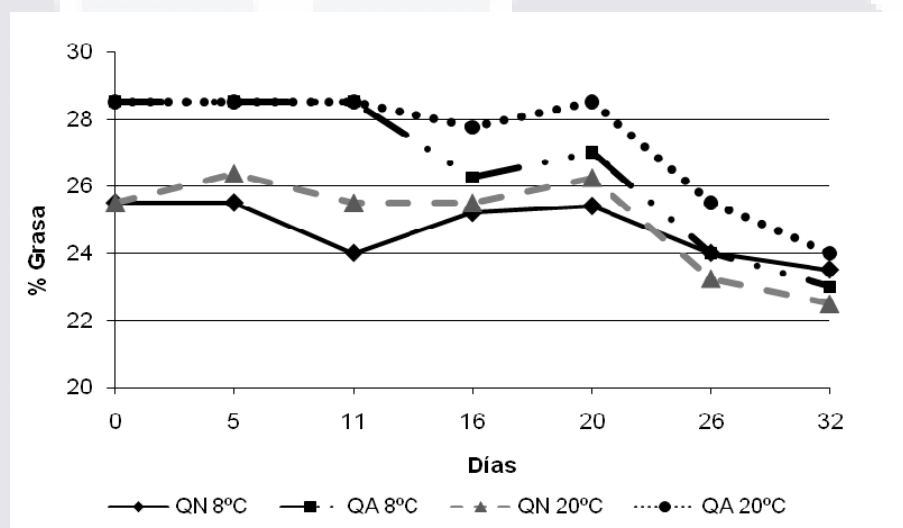
6.3.2 Efecto del Tipo de Queso: se observan diferencias significativas en los QAN y QAA en el contenido de proteína y de grasa, el QAN con un contenido de proteína 21.9 % y de 25.5 % de grasa en tanto el QAA con un 10.5% de proteína y 29.5% de grasa. Los QAA presentaron presencia de almidón y los QAN presentaron contenido de lactosa. La pérdida de humedad de los QAN almacenados a 20°C es mayor que la de los QAA. Los QAA presentaron mayor blancura que los QAN.

### Bromatológicos

El valor inicial del contenido de grasa del QAA fue de 29.5, 8.6% más que el QAN que tuvo 25.5 (Figura 6) debido principalmente a la diferencia en las formulaciones.

A partir del día 11 se observa una ligera disminución, manteniendo todos un valor promedio de 27% hasta el día 21 en donde presentan una disminución de su contenido. (Figura 6). *Varnam et al., (1995)* encontraron que las caseínas tienen influencia en la emulsión de las grasas contribuyendo a la estabilidad de la emulsión y conforman la estructura del queso.

La grasa es también un sustrato atacado por microorganismos, por lo que el contenido de grasa muestra un descenso a lo largo del almacenamiento.



**Figura 6: Variación del contenido de grasa de los quesos análogos y naturales en almacenamiento durante 32 días.**

La prueba cualitativa de detección de almidón (Figura 7) se realizó utilizando una solución del yodo al 5 %. La determinación cuantitativa se efectuó a lo largo del período de almacenamiento. El contenido de almidón de QAA almacenado a 8 °C con respecto al queso almacenado a 20°C presentan comportamiento similar, el día 15 los QAA a 20 °C presentan una disminución de 36 % a 27%. A partir del día 25 los quesos conservados a 20 °C mostraron un contenido menor que fue del 20 %, esto debido a que sustrato fue utilizado como fuente de carbono por los microorganismos. El almidón se utiliza para sustituir las características impartidas por los caseinatos (*Mounsey et al., 2001*). Las proteínas de la leche se emplean junto con los almidones para darle propiedades funcionales a los quesos.

Los QAN al inicio del almacenamiento (8°C y 20°C), mostraron valores iguales de lactosa; a partir del día 15 se observa una descenso significativo principalmente el QAN almacenado a 20°C debido a la utilización de la lactosa por los microorganismos. (Figura 8).

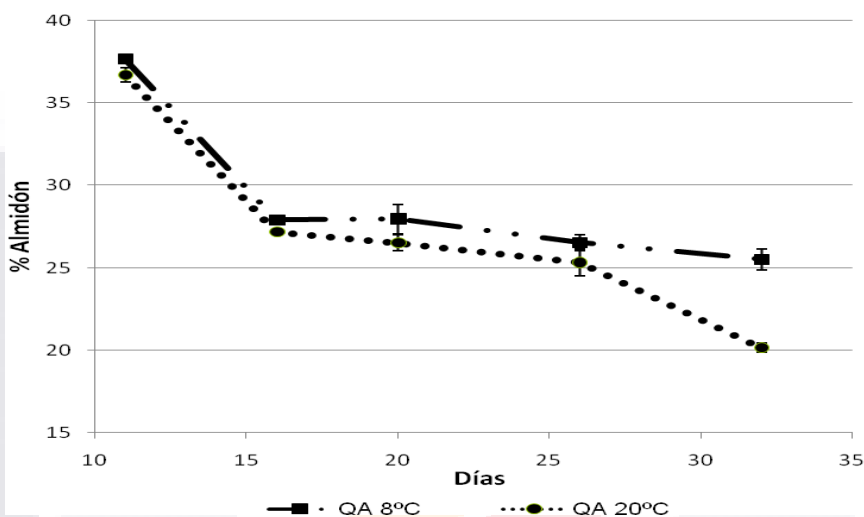


Figura 7: Variación de almidón durante los 32 días de almacenamiento a 8°C y 20 °C.

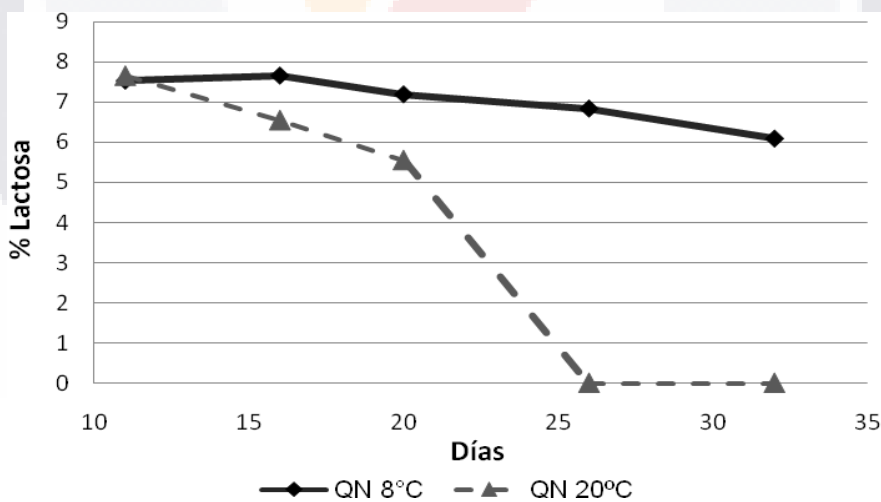
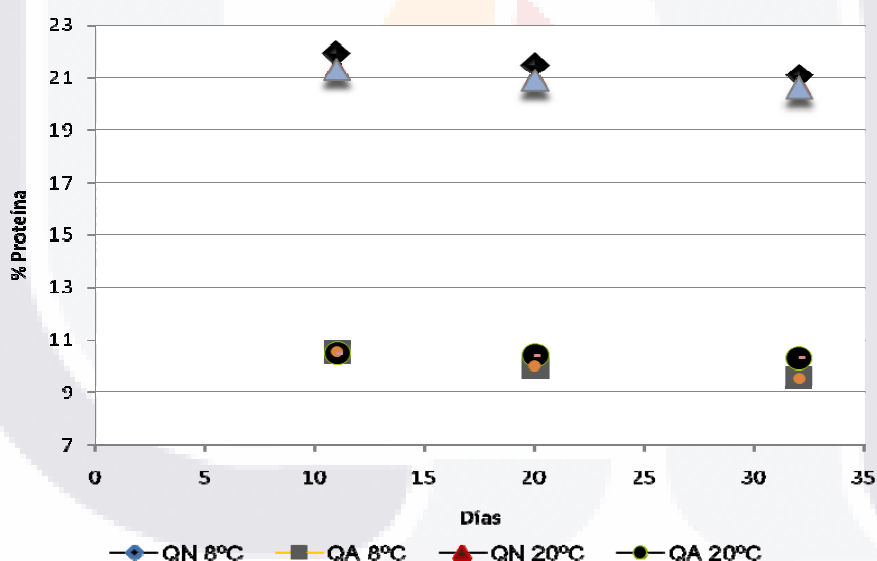


Figura 8: Variación de lactosa durante los 32 días de almacenamiento 8°C y 20 °C.

En la Figura 9 se observa que la evolución del contenido de proteína a través del tiempo en los QAN, con una cantidad inicial de 21.9 % y final de 21.06 no muestran diferencia significativa. Comparado con el QAA si muestran diferencias significativas ya que estos quesos presentaron valores de 10.5% debido a la sustitución de las proteína de la leche por otra fuente de menor cantidad de proteínas (soya, leche descremada y almidones) lo que da como resultado un producto con bajo valor nutritivo. Resultados similares fueron encontrados por *Mounsey y O’Riordan (2001)* al realizar una sustitución caseinas-atos por diferentes tipos de almidones en la elaboración de queso análogo, donde muestran que el nivel de proteínas es significativamente menor que el control (queso asadero natural). *Kiely et al. (1991)* reportaron que las patentes relacionadas al uso de almidones como sustituto de caseína en la elaboración de quesos análogos son para sustituir las características impartidas por los caseinatos en cuanto a estabilizar la emulsión y contribuir a la estructura del queso.

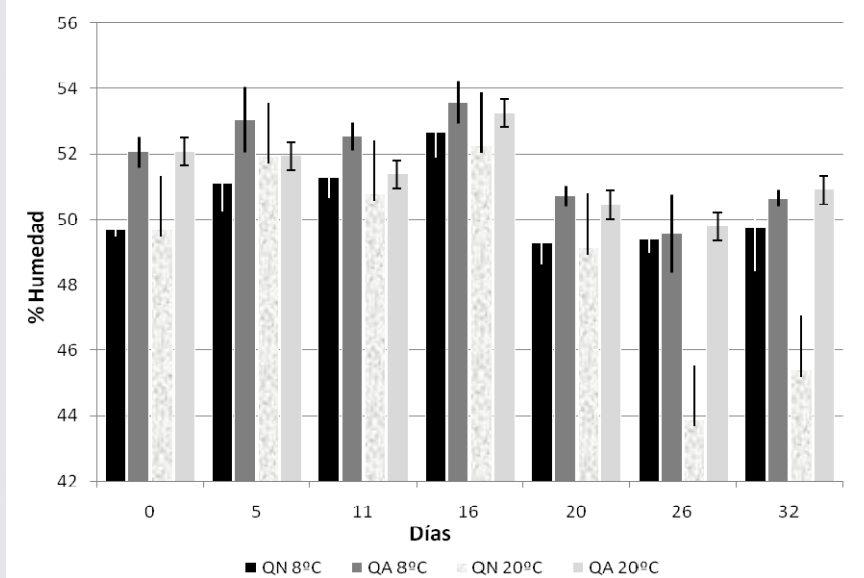


**Figura 9: Proteína de los quesos análogos y naturales durante los 32 días de almacenamiento**

La evolución de la humedad de acuerdo a lo que se observa en la Figura 10 se mantuvo entre 42 a 53 % hasta el día 20 en donde se presenta una disminución del 79% en el QAN

a 20°C, que se mantuvo hasta el final del almacenamiento. El queso asadero natural liberó mayor cantidad de agua comparada con el queso análogo, probablemente debido a que el almidón utilizado en la formulación posee alta capacidad de retención de agua *Badui (2006)*, este producto hasta el final del almacenamiento mantuvo la consistencia inicial.

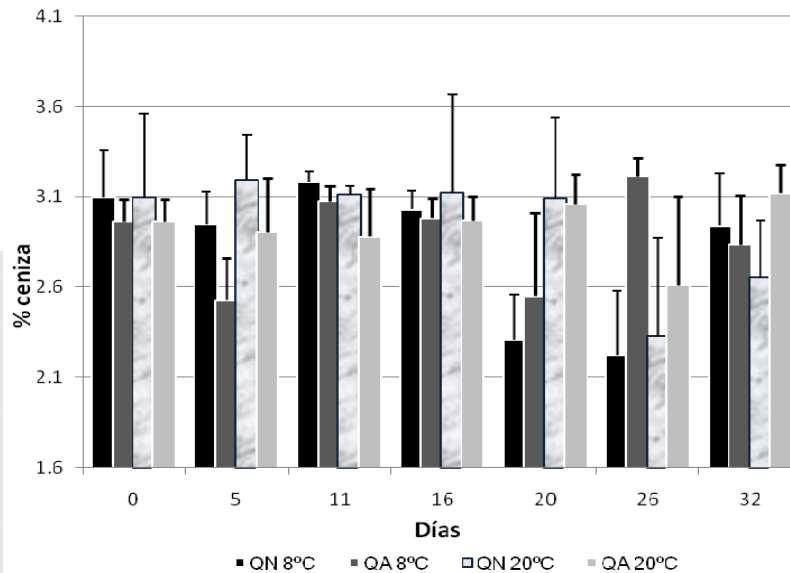
*Zhou and Mulvaney (1998)* reportan la importancia de la condición de hidratación de la matriz proteínica para controlar el fundido del queso imitación y a que existe inmovilización del agua por el hinchamiento de los gránulos de almidón pregelatinizado.



**Figura 10: Humedad de los quesos análogos y naturales durante los 32 días de almacenamiento.**

Figura 11: Existen diferencias entre los quesos asaderos naturales y los quesos asaderos análogos en los valores de cenizas totales. El queso asadero natural presentó un contenido mayor de 3.09% que el queso asadero análogo. La diferencia es debida a que en el proceso de fabricación del queso asadero natural se le adiciona  $CaCl_2$  a la leche para que el calcio ejerza su acción potenciadora de la coagulación y aumente la firmeza mecánica de la cuajada (*Lucey y Fox, 1993*).

En el queso Mozzarella o quesos de pasta cocida las propiedades de fundido y formación de hebra se las dan las sales de calcio como el cloruro cálcico. En el caso donde no se desea o requiere la formación de hebra no se adicionan sales de calcio *Middleton (1989)*.

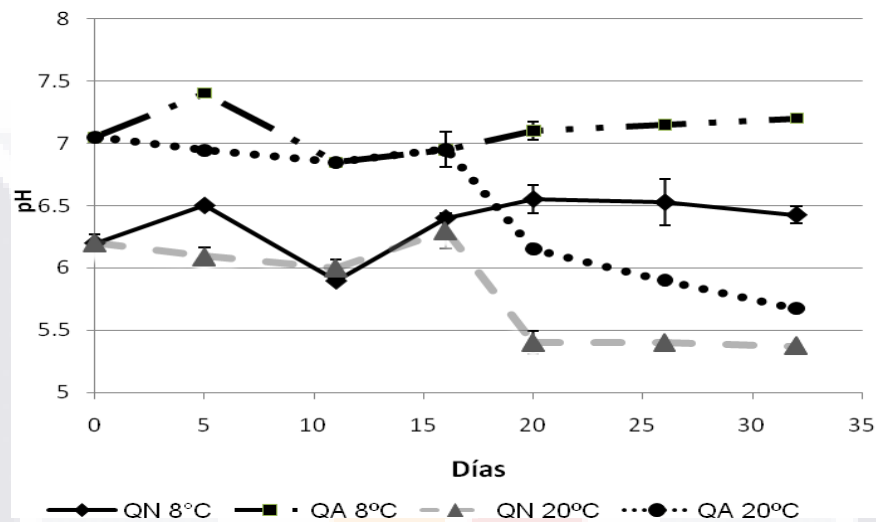


**Figura 11: Cenizas de los quesos análogos y naturales durante los 32 días de almacenamiento.**

### Fisicoquímicos

La mayoría de la bacterias se desarrollan a pH cercanos a 7 o menores, pocas crecen a pH de 8.0 (*Fernández, 2000*). En la Figura 12 se observa el cambio del queso asadero análogo almacenado a 20°C inicialmente presentó en el día 0 un pH de 7.05 y al día 32 disminuyó hasta alcanzar un valor promedio de 5.6. Si se compara con el resultado obtenido en el recuento de mesófilos y levaduras éstos alcanzaron valores hasta de  $\log_{10}$  10.47 y 10.25 ufc/g respectivamente. El queso asadero natural tuvo un pH inicial de 6.2 y descendió hasta 5.3 en el día 32; el desarrollo microbiano en este queso fue de  $\log_{10}$  9.34 ufc/g de mesófilos y  $\log_{10}$  7.7 ufc/g de levaduras. Los cambios de pH y crecimiento bacteriano durante el almacenamiento son debidos a la temperatura. Existe una relación estadísticamente significativa entre pH y Temperatura ( $r = -0.9310$ ). El valor de pH de los quesos almacenados a la temperatura de 8 °C no presentaron diferencias significativas, a lo largo el periodo de almacenamiento se mantuvo en un rango de 7.5 a 7.4, lo que es indicativo de que el producto manejado y almacenado en condiciones sanitarias ideales puede mantener sus

características aún después de la fecha de caducidad establecida. Los quesos asaderos análogos y naturales almacenados a 8°C muestran diferencia significativa con los quesos asaderos análogos y naturales almacenados a 20°C, causada por la temperatura de almacenamiento.



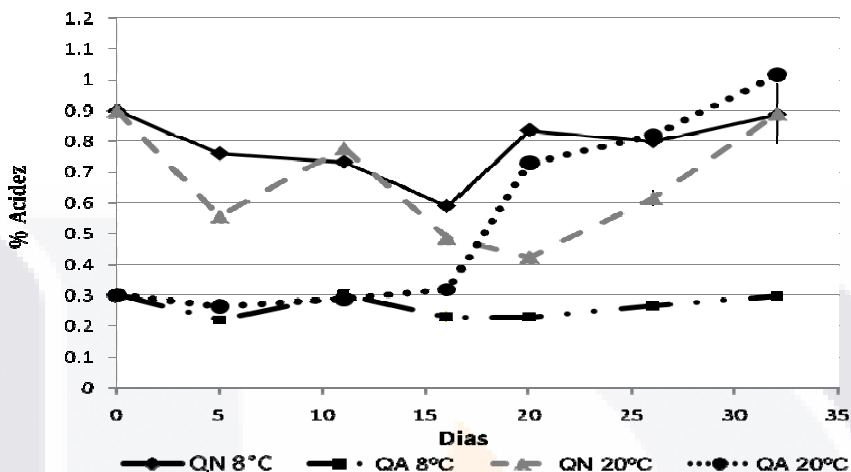
**Figura 12: Variaciones de pH en quesos naturales y análogos almacenados 32 días.**

En la figura 13 se observa que el QAN almacenados a 8°C y los QAN y QAA almacenados a 20 °C, presentan un aumento de acidez a lo largo de los 32 días de almacenamiento, el aumento es mayor en el queso asadero natural almacenado a 20 °C con un acidez de 0.891% presentando una disminución del pH. El queso asadero análogo almacenado a 20 °C desarrolló acidez (67%), debido probablemente al efecto de la temperatura de almacenamiento y a reacciones secundarias de los fosfatos presentes.

La acidez desarrollada en los quesos asaderos naturales se debió a la acción de microorganismos sobre la lactosa produciendo ácido láctico y otros ácidos orgánicos. Las muestras de queso análogo almacenadas a 8 °C muestran una diferencia significativa con los otros quesos que desarrollaron acidez durante el almacenamiento. No existen diferencia significativas entre los QAN (8° y 20°) y el QAA (20°). El QAA (8°) si presenta diferencia

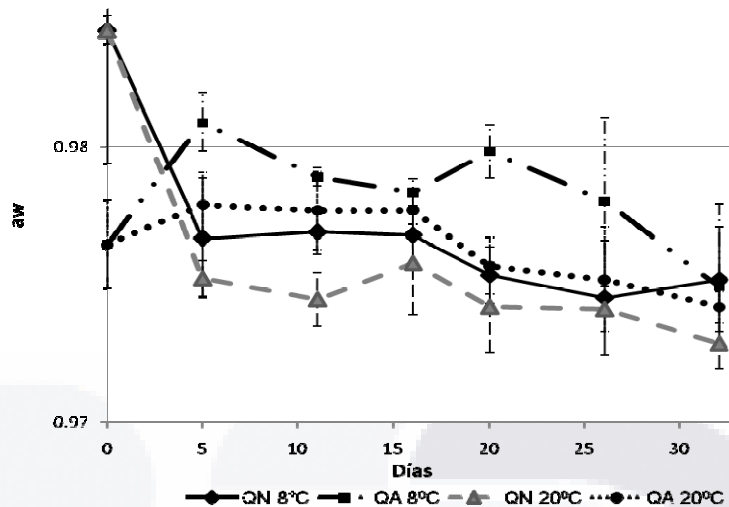


significativa con respecto a los otros quesos porque no presento variaciones de acidez durante el almacenamiento.



**Figura 13: Desarrollo de la acidez durante el almacenamiento de quesos asaderos naturales y análogos durante 32 días de almacenamiento.**

En la Figura 14. La actividad de agua de los QAN a 8°C y QAN a 20 °C es mayor que a la de los QAA a 8°C y QAA a 20 °C, lo que los hace más susceptibles al ataque de microorganismos debido a que los valores óptimos para el desarrollo de patógenos se encuentran entre 0.980 y 0.995. A través del tiempo se observa una disminución en la  $a_w$  en todos los quesos no existiendo una diferencia significativa al final del almacenamiento debido a la forma como esta el agua en los quesos tiende al equilibrio. Debido a que el agua ligada tiende a escaparse dependiendo del grado de interacción con los solutos hasta que no haya movimiento de agua en ningún sentido (Badui, 2006).



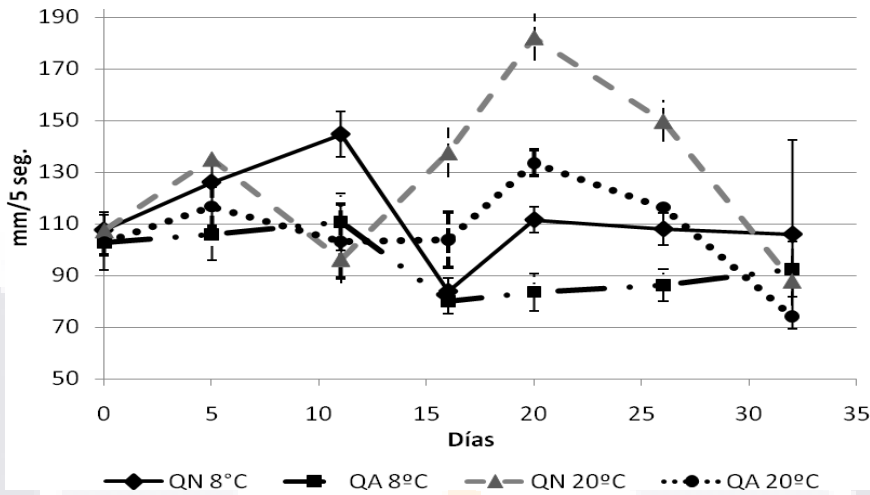
**Figura 14: Valores de Actividad de agua en quesos almacenados durante 32 días.**

En la Figura 15 los resultados de la prueba de penetración comparados con los valores de humedad nos indican que los quesos blandos tienen menos resistencia a la penetración, con el paso del tiempo hay pérdida de humedad como consecuencia del secado progresivo por efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento, que lo hace más duro y opone mayor resistencia a la penetración. El queso que presentó menor resistencia 149.88 mm/ 5 s fue el queso asadero natural almacenado a 20 °C, presentando una consistencia blanda por la presencia de gas producido por los microorganismos coliformes y levaduras que crecieron en él. El queso que conservó mejor su consistencia fue el queso asadero análogo almacenado a 8 °C, esto debido posiblemente a su composición y por las condiciones de almacenamiento.

*Brown et al. (2003)* encontraron que la percepción de la firmeza disminuye y la elasticidad aumenta en quesos Mozzarella durante su almacenamiento.

*Marshall (1990)* concluyó que los cambios de textura y reología durante el almacenamiento se explican mejor por la combinación de los componentes composicionales por ejemplo, proteína y grasa.

Lawrence *et al.* (1984); Lucey y Fox (1993), reportaron que la evolución del pH durante el cheddarizado, influye decisivamente en la estructura y textura del producto.



**Figura 15: Resistencia a la penetración de quesos asaderos naturales y análogos almacenados durante 32 días.**

La determinación de color se realizó mediante los parámetros de  $C^*$  (croma) y  $h^*$  (tono), así como WI (Índice de blancura) para medir los cambios que presentaron los quesos durante el almacenamiento.

En la Figura 16 se puede ver que el croma ( $C^*$ ) de los quesos asaderos naturales va de 16 a 20 y está cerca del valor indicado de coloraciones amarillas ( $C^* > 20$ ), no existe diferencia significativa, en tanto que los valores para los QAA van de 8 a 12 por lo tanto los aleja de las coloraciones amarilla, tampoco existen diferencias significativas entre los QAA (8° y 20°) pero si existen diferencia significativas entre los dos grupos.

En la figura 17 se observa el tono que presentaron los quesos. Existe una diferencia significativa entre los QAA a 8°C y 20° y los QAN a 8° 20°C; el QAA a 8° presenta un mayor porcentaje de luz reflejada con respecto al blanco.

Los quesos asaderos análogos presentaron mayor índice de blancura (WI) Figura 18 que los quesos naturales por contener grasa vegetal en su formulación. Los valores de los

quesos naturales fueron de 74 a 78. Existe diferencia significativa entre los quesos, el queso asadero natural almacenados a 20 °C pierden color al paso del tiempo.

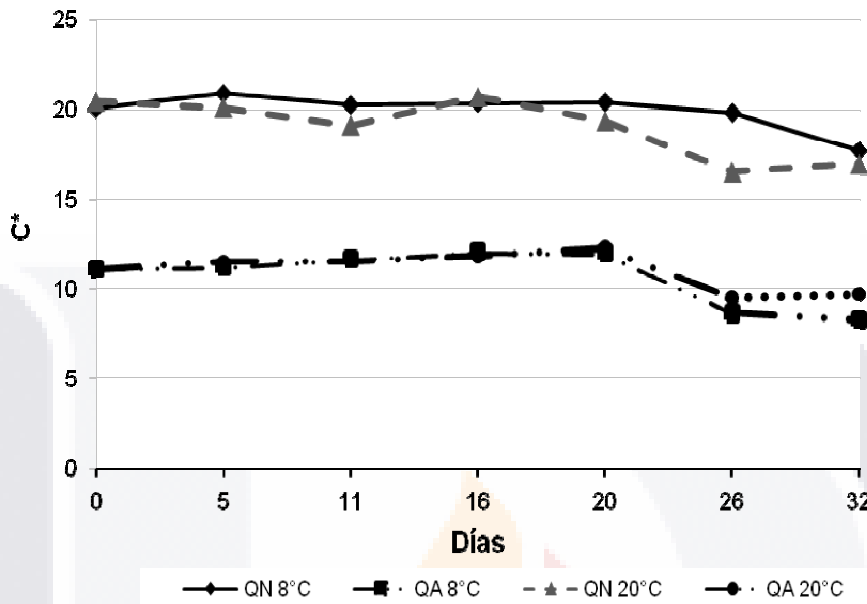


Figura 16: Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos. Croma (C\*).

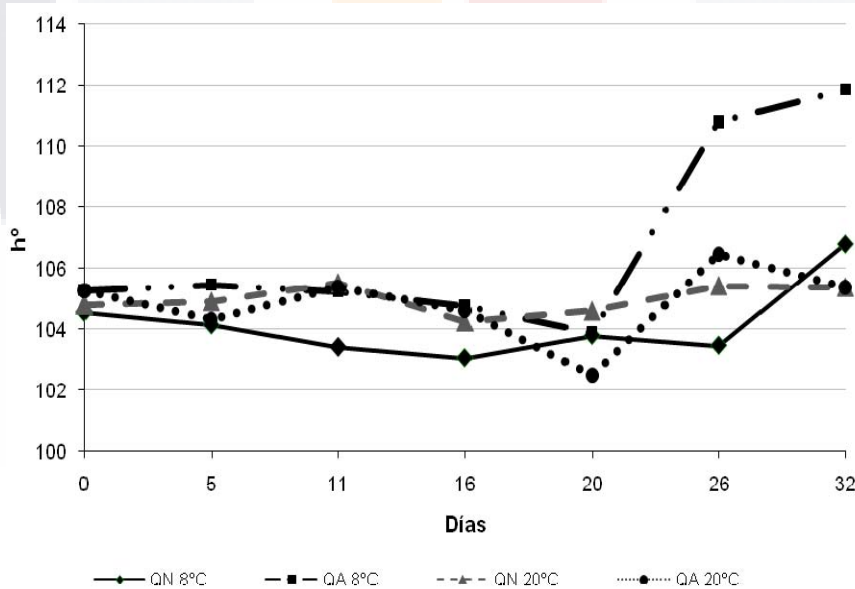
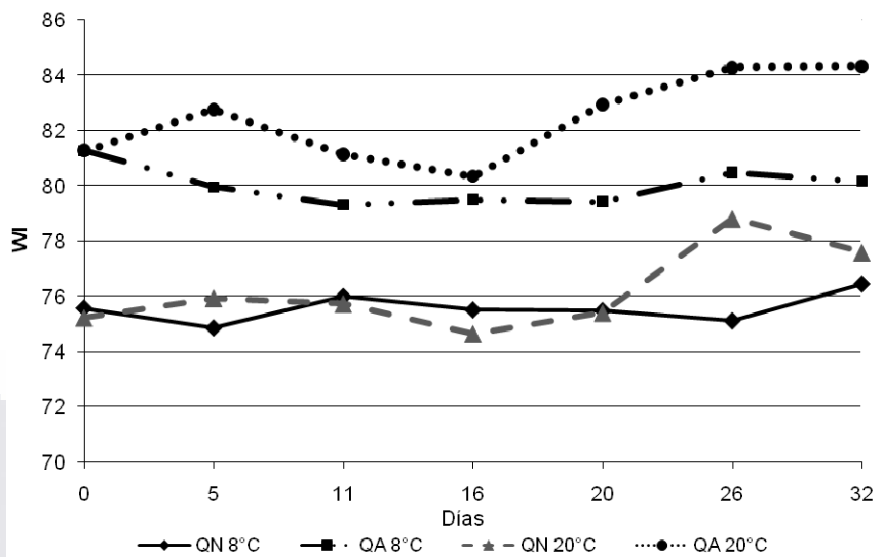


Figura 17: Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos. Tono (h\*).



**Figura 18: Índice de blancura (WI) Determinación de color durante los 32 días de almacenamiento de los quesos asaderos naturales y análogos**

Los resultados del recuento de mesófilos, coliformes, hongos y levaduras presentaron un crecimiento logarítmico en los QAN y QAA.

Estos grupos son los microorganismos indicadores que se usan para detectar contaminaciones de tipo humano o fecal, la supervivencia de patógenos a tratamientos térmicos y contaminaciones post-proceso.

La presencia de microorganismos indicadores presentaron cambios en la calidad (nivel de deterioro en los alimentos y predicción de vida de anaquel) y ayudan a revelar la presencia de microorganismos patógenos.

En la Figura 19 se muestra el resultado del recuento de mesófilos durante 32 días de almacenamiento, para quesos asaderos naturales y análogos; los quesos presentaron un crecimiento logarítmico, muestran diferencias significativas en el crecimiento después de 21 días en que termina la vida de anaquel del producto. Existen diferencia significativas entre el

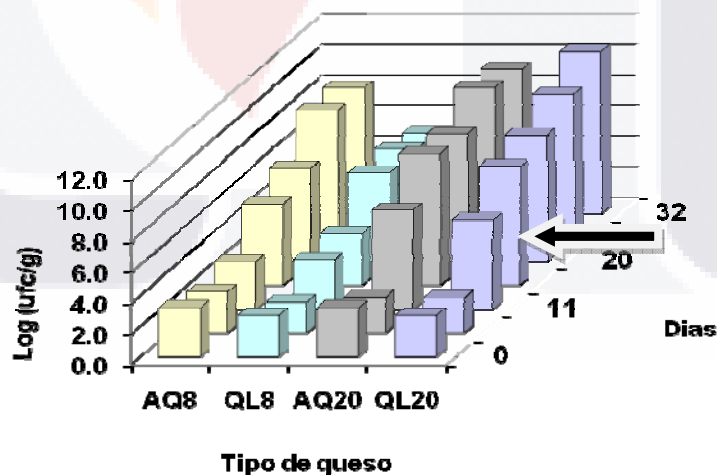
crecimiento y la temperatura, es mayor en las muestras almacenadas a 20 °C lo que nos indica la importancia de mantener la cadena de frío para la conservación del producto.

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos y el desarrollo de la acidez. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de acidez y mesófilos de QAA a 20°C ( $r=0.663$ ) y para QAN ( $r=0.552$ ).

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos y el desarrollo del pH. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de pH y mesófilos de QAA a 20°C ( $r= - 0.791$ ) y para QAN ( $r= - 0.664$ ).

*Martley & Crow (1993)* reportaron que la principal condición que indica la velocidad de crecimiento de los microorganismos en el queso, es la presencia de sustrato, el pH, la humedad, la concentración de sal y la temperatura de almacenamiento.

*Southward (1989)*, encontró que durante el fundido en el proceso del queso análogo hay una aglomeración de sólidos de caseína, aceite vegetal, sales emulsificantes y agua. El alto contenido de sólidos juega un papel protector para la contaminación con microorganismos.

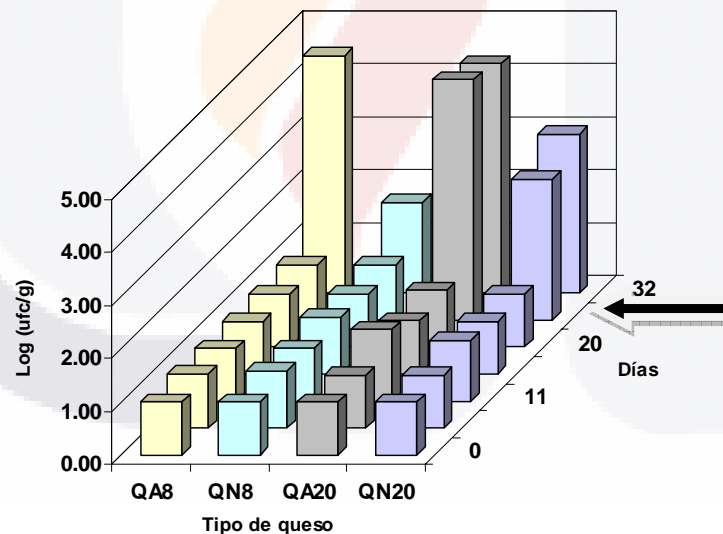


**Figura 19. Recuento de microorganismos Mesofílicos aerobios durante los 32 días de almacenamiento a 8 °C y 20 °C.**

El desarrollo de microorganismos coliformes se detectó hasta alcanzar la vida útil el producto que es a los 21 días como se observa en la Figura 20, lo que indica que el microorganismos no sobrevive a las temperaturas del proceso de fabricación. Se registró crecimiento en algunos quesos indicativo de una contaminación puntual por malas prácticas en su elaboración, manejo y almacenamiento del producto.

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos coliformes y el desarrollo de la acidez. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de acidez y coliformes de QAA a 20°C ( $r=0.850$ ) y para QAN ( $r=0.571$ ).

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos coliformes y el desarrollo del pH. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de pH y coliformes de QAA a 20°C ( $r= - 0.847$ ) y para QAN ( $r= - 0.618$ ).



**Figura 20: Recuento de microorganismos coliformes en queso asadero natural y queso asadero análogos almacenado a 8 y 20 ° C.**

Las levaduras son microorganismos que crecen en un amplio rango de temperatura (desde los 17° C hasta los 42 °C) y pueden desarrollarse en la masa interna del queso, (Fernández, 2000), se observa en la Figura 8, un mayor crecimiento en el queso almacenado a 20°C; su presencia denota un mal manejo sanitario. Se encontraron diferencias de carácter significativo para los días almacenados no así para el tipo de queso como se observa en la Figura 21.

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos hongos y levaduras y el desarrollo de la acidez. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de acidez y hongos y levaduras de QAA a 20°C ( $r=0.849$ ) y para QAN ( $r=0.448$ ).

Existe una correlación entre el crecimiento de microorganismos hongos y levaduras y el desarrollo del pH. Estas relaciones fueron significativas para la correlación de pH y hongos y levaduras de QAA a 20°C ( $r=0. - 931$ ) y para QAN ( $r= - 0.586$ ).

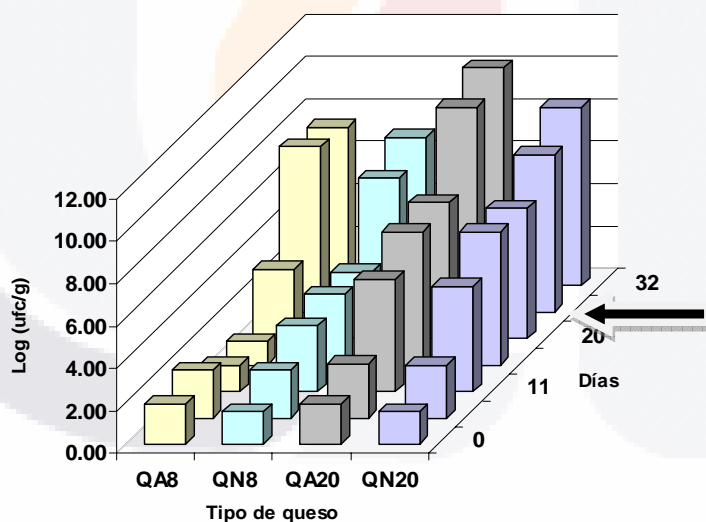


Figura 21: Recuento de Levaduras en quesos almacenados a 8 °C y 20 °C.



Para la detección de Salmonella se realizaron las pruebas bioquímicas como se muestra en las tablas 22 a 25. No se encontró la presencia de Salmonella en ninguno de los quesos analizados.

**Tabla 16: Resultado de pruebas bioquímicas del día 11; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto.**

BIOQUIMICA	QN 8° C	QN 20 ° C	QN 20° C	QA 8° C
LIA	K/A	K/A	K/A	K/A
KLIGER	K/K	A/A	K/A	K/A
H <sub>2</sub> S	-	-	-	-
INDOL	-	+	-	-
MOVILIDAD	+	+	+	+
ORNITINA	-	-	-	-
CITRATO	+	+	+	+
RM	-	-	-	-
VP	+	+	+	+
UREASA	-	-	-	-
<b>Microorganismos</b>	<b>Klebsiella spp.</b>			

Donde: K/A = Alcalino/Acido; K/K = Alcalino/Alcalino; A/A = Acido/Acido.

QN= Queso Natural.

QA= Queso Análogo.

**Tabla 17: Resultado de pruebas bioquímicas del día 16; a partir de los medios de cultivo Mac - Conkey y Sulfito de Bismuto.**

BIOQUIMICA	QN 20° C	QN 8° C	QN 8° C
LIA	K/K (+)	K/K	K/A
KLIGER	A/A (+)	A/A	A/A (+)
H <sub>2</sub> S	-	-	+
INDOL	-	-	-
MOVILIDAD	-	+	+
ORNITINA	-	+	+
CITRATO	-	+	+
RM	-	+	+
VP	+	-	-
UREASA	+	+	+
<b>Microorganismos</b>	<b>Klebsiella pneumnoneae</b>	<b>Enterobacter spp.</b>	<b>Citrobacter freundii</b>

Donde: K/A = Alcalino/Acido; K/K = Alcalino/Alcalino; A/A = Acido/Acido.

QN= Queso Natural.

QA= Queso Análogo.

**Tabla 18: Resultado de pruebas bioquímicas del día 20; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto.**

BIOQUIMICA	QN 20°C	QA 20°C	QA 20°C	QN 8°C	QN 8°C
LIA	K/A	K/A	K/A	K/A	K/A
KLIGER	A/A (+)	A/A(+)	A/A	A/A	A/A(+)
H <sub>2</sub> S	+	-	-	+	-
INDOL	-	-	-	-	-
MOVILIDAD	+	+	+	+	+
ORNITINA	+	-	-	+	+/-
CITRATO	-	-	+	+	-
RM	+	+	+	-	-
VP	-	-	-	+	+
UREASA	+	+	+	+	+
<b>Microorganismos</b>	<b>Citrobacter freundii</b>	<b>Klebsiella spp.</b>	<b>Enterobacter liquefaciens</b>	<b>Enterobacter aerogenes</b>	<b>Enterobacter spp.</b>

Donde: K/A = Alcalino/Acido; K/K = Alcalino/Alcalino; A/A = Acido/Acido.

QN= Queso Natural.

QA= Queso Análogo.

**Tabla 19: Resultado de pruebas bioquímicas del día 32; a partir de los medios de cultivo Mac Conkey y Sulfito de Bismuto.**

BIOQUIMICA	QA 20°C	QN 8°C	QN 20°C	QN 20°C	QN 20°C	QA 20°C	QA 8°C
LIA	K/K	K/K	K/K	K/K	K/K	K/K	K/K gas
KLIGER	A/A	A/A gas	A/A	K/A	X/A	K/A	A/A
H <sub>2</sub> S	+	+	-	+	+	-	+
INDOL	+	-	-	-	-	-	-
MOVILIDAD	+	+	+	+	+	+	+
ORNITINA	+	+	-	+	+	-	+
CITRATO	+	+	+	+	+	+	+
RM	-	+	-	-	-	-	+
VP	+	-	+	+	+	+	-
UREASA	+	+	+	+	+	+	-
<b>Microorganismos</b>	<b>Proteus spp.</b>	<b>Proteus spp.</b>	<b>Klebsiella spp.</b>	<b>Proteus spp.</b>	<b>Enterobacter spp.</b>	<b>Enterobacter spp.</b>	<b>Citrobacter freundii</b>

Donde: K/A = Alcalino/Acido; K/K = Alcalino/Alcalino; A/A = Acido/Acido.

QN= Queso Natural.

QA= Queso Análogo.

*Bean y Griffin, (1990)* encontraron que las causas bacterianas son las que más frecuentemente se detectan en el estudio epidemiológico de los brotes de ETAs.

En nuestro país aunque no existe información precisa de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), si se sabe que las enfermedades diarreicas representan un problema grave de salud causando en ocasiones la muerte, problema que se presenta principalmente en niños menores de 1 año.

En una agrupación que realizó la Asociación Internacional de Higienistas de las ETAs de acuerdo con criterios clínicos (IAMFES, 1987) considera a los agentes bacterianos del género *Proteus* y *Klebsiella* como causantes de signos y síntomas de tipo alérgico.

El género *Proteus* es también un microorganismos proteolítico *Muir, et al., (1999)* encontraron disminución del contenido de proteína en el queso a lo largo de cuatro meses de almacenamiento.

Aunque los microorganismos encontrados no sean considerados patógenos su presencia si alerta la posibilidad de que si no se llevan a cabo normas sanitarias de manejo de los alimentos, propiciarán la contaminación, supervivencia o la proliferación de los agentes patógenos en los alimentos.

## 7. CONCLUSIÓN

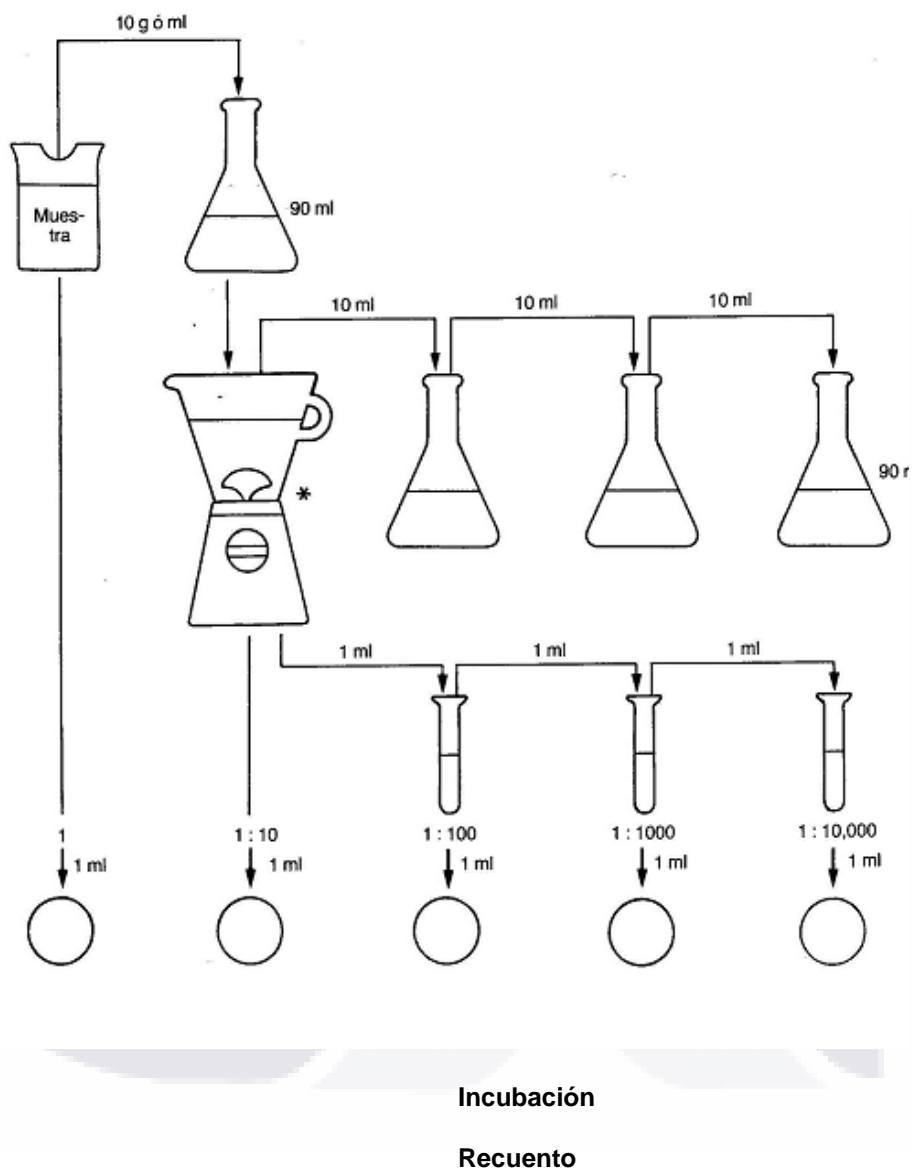
1. Los quesos asaderos análogos estudiados presentan características fisicoquímicas y nutrimentales muy diversas, ocasionado por la divergencia en la formulación que cada fabricante lleva a cabo en la sustitución de ingredientes convencionales.
2. La sustitución de leche o caseínas por almidones o harinas ocasiona un descenso significativo en el aporte nutricional de quesos análogos asaderos análogos. El contenido de proteínas en el queso asadero natural fue de hasta 20% comparado con un 11% contenido en los quesos asaderos análogos, debido a la sustitución de las proteínas propias de la leche.
3. Los quesos con mayor contenido de grasa resultaron más untuosos, pero al momento de fundirlos soltaron fácilmente la grasa y no hicieron hebra, debido a que al no estar presente la caseína no estabiliza la emulsión. Por su consistencia más blanda los quesos asaderos análogos presentaron menor resistencia a la penetración. Los quesos asaderos naturales que desarrollaron gas por acción microbiana presentaron también una menor resistencia a la penetración.
4. La mayoría de los quesos elaborados en los municipios de Jesús María y Pabellón de Arteaga del estado de Aguascalientes presentan una calidad sanitaria deficiente por la falta de control durante su proceso.
5. Se encontraron microorganismos indicadores de manejo sanitario deficiente o de deterioro del producto sobre todo en su aspecto, consistencia y color. Los microorganismos encontrados no son considerados patógenos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana pero se les asocia con problemas alérgicos enfermedades gastrointestinales severas pero tomando en cuenta su origen pueden llegar a causar un problema grave de salud pública.

6. El análisis sensorial mostró que ninguno de los quesos asaderos análogos presentan un sabor característico de un queso asadero natural, se tiene un ligero olor a grasa vegetal.
7. La información contenida en la etiqueta induce a engaño o confusión debido a que aparecen los términos queso e imitación en tamaños de letras diferentes.
8. Debido a que la Normatividad para quesos análogos es limitada o insuficiente, no se conocen las características que debe cumplir el queso asadero análogo, por lo que es necesario la existencia de una Norma Oficial Mexicana que la regule.

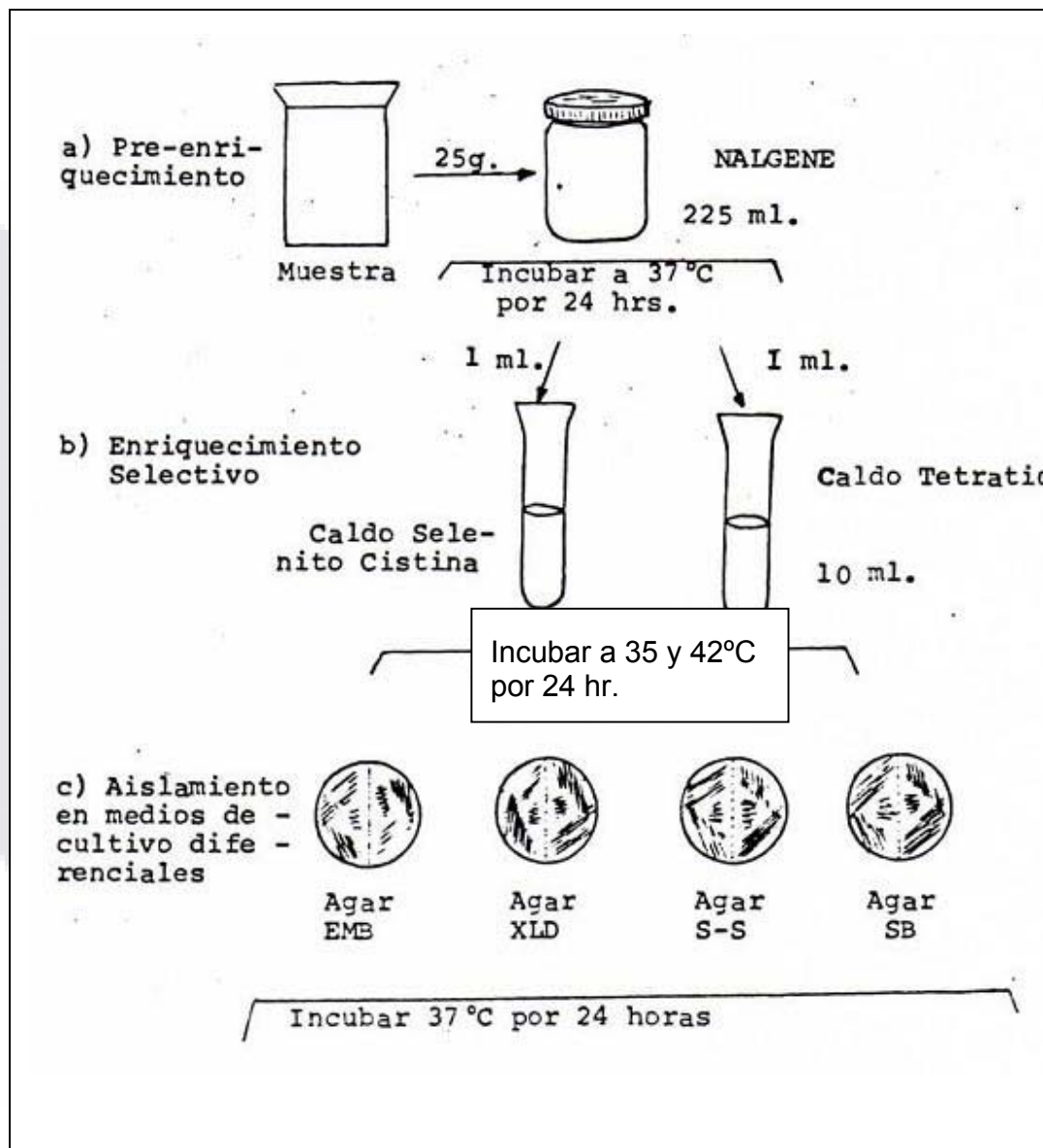


8. A N E X O S

**ANEXO I. Determinación de microorganismos aerobios**



**Figura A1.** Etapas del proceso de siembra y recuentos de microorganismos (Adaptado de FAO, 1981)





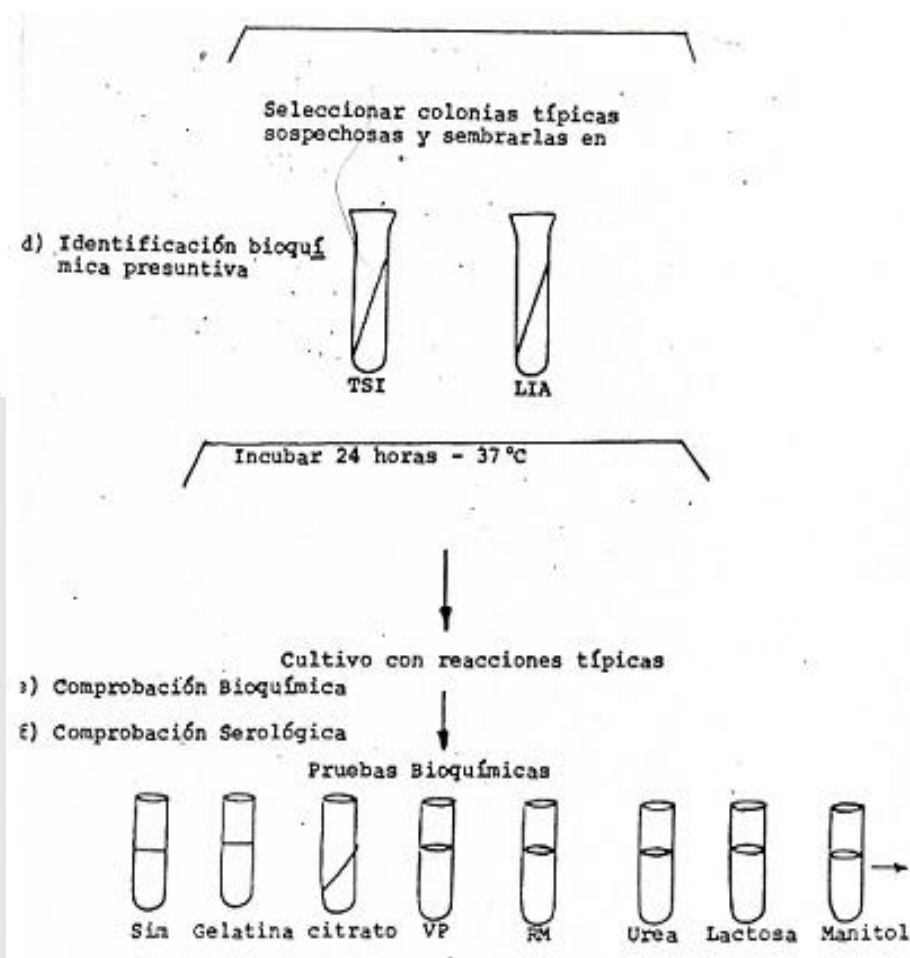


Figura A2. . Etapas del proceso de siembra e identificación de Salmonella

	Escherichia	Shigella	Salmonella	Arizona	Citrobacter	Klebsiella	Enterobacter cloacae	Enterobacter aerogenes	Hafnia	Serratia	Proteus vulgaris	Proteus mirabilis	Proteus morganii	Proteus rettgeri	Providencia
Indol	+	- / +	-	-	-	- / +	-	-	-	-	+	-	+	+	+
Rojo de metilo	+	+	+	+	+	-	-	-	+ / -	- / +	+	+	+	+	+
Voges - Proskauer	-	-	-	-	-	+	+	+	+ / -	+	- / +	- / +	-	-	-
Citrato de Simmons	-	-	d	+	+	+	+	+	+ / -	+	d	+	-	+	+
Gas H <sub>2</sub> S (TSI)	-	-	+	+	+ / -	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Ureasa	-	-	-	-	d <sup>w</sup>	+ <sup>w</sup>	+ <sup>w</sup>	-	-	d <sup>w</sup>	+	+	+	+	-
Movilidad	+ / -	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lisina	d	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Ornitina	d	d	+	+	d	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Fenilalanina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Gas a partir de glucosa	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+ / -	+ / -	+	d	- / +	-
Lactosa	+	-	-	d	d	+	+	+	- / +	- / +	-	-	-	-	-
Sacarosa	d	-	-	-	d	+	+	+	d	+	+	d	-	d	d

+ 90% de aislamientos positivos                      w reacción débil  
 - 90% de aislamientos negativos                    + / - mayoría positiva, pero menos del 90% positivas  
 d positiva tardía (3 - 5 días)                            - / + mayoría negativa, pero menos del 90% negativas

Figura A3 .Muestra de una matriz simplificada para identificación de las Enterobacterias

FAMILIA	SUBFAMILIA	DESCRIPTOR
Láctica	Láctica fresca	Leche, cuajo, nata o mantequilla fresca, mantequilla fundida, leche cocida, cuajada ácida, yogurt, lactosuero acidificado.
	Láctica cocida	
	Láctica acidificada	
Vegetal	Hierba	Hierba cortada, heno, hierba mojada, heno fermentado, patata, cliflor, apio, guisantes, ajo, cebolla, hùmus, virutas de madera
	Hierba fermentada	
	Verduras cocidas	
	Aliáceas	
	madera	
Floral	Miel	Miel "mil flores"
	Flores	Rosa, violeta
Afrutada	Frutos	Avellana, nuez, castaña, almendra, naranja, limón, mandarina, pomelo, plátano, piña, chirimoya, albaricoque, manzana, melocotón. Confituras y mermeladas
	Cítricos	
	Frutos exóticos	
	Frutas dulces	
	Frutas transformadas	
Torrefacta	Aceites de frutos	Aceite de oliva
	Empiremática ligera	Abizcochado, avainillado.
	Empiremática media	Caramelo blanco.
	Empiremática fuerte	Caramelo oscuro, café o almendras tostadas.
	Empiremática muy fuerte	Quemado
Animal	Granos tostados	Ahumado
	Vaca/rebaño	Establo, cuero, sudor.
	Carne	Caldo de carne, cuajo d ternoero
	Cuajo	Estiércol de bovinos
Especiada	Estiércol	
	Especiada	Nuez moscada, clavo
	Especiada refrescantes	Menta, albahaca
	Especiada ardiente	Pimienta

**Tabla A1** Descriptores de olores y aroma distribuidos por familias y subfamilias.

Dulce	D- Fructuosa	→	Punto 2 Punto 6	0.39g/100g 1.2g/100g
Salado	Cloruro sódico	→	Punto 2 Punto 6	0.25g/100g 0.60g/100g
Ácido	Ácido Láctico	→	Punto 2 Punto 6	0.35g/100g 0.86g/100g
Amargo	Cafeína	→	Punto 2 Punto 6	0.046g/100g 0.076g/100g
Umami	Glutamato monosódico	→	Punto 2 Punto 6	0.5g/100g 4.5g/100g

**Tabla A2. Sustancias sápidas en las concentraciones a utilizarse para la cuantificación de la intensidad de los sabores.**



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones**

Ante usted hay tres muestras. Dos de ellas son iguales entre sí

Pruébelas e indique cuál es la muestra diferente

**MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE**

542    121    449

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MUCHAS GRACIAS**

**Figura A4. Test de prueba triangular**



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones**

Pruebe en primer lugar la muestra 321 y luego la muestra 575

**Puede repetir tantas veces como desee o sea necesario y luego responda:**

Indique si la diferencia es:

Nula     Ligera     Moderada     Grande

**MUCHAS GRACIAS**

**Figura A5. Test de prueba pareada**



Figura A6. Elaboración de queso asadero natural



Figura A7. Elaboración de queso asadero análogo.

**Figura A8.** Secuencia del comportamiento del queso asadero natural y queso asadero análogos durante los 32 días de almacenamiento a 8°C y 20 °C

QUESO ASADERO NATURAL 8 °C



QUESO ASADERO ANALOGO 8 °C



QUESO ASADERO NATURAL 20 °C



QUESO ASADERO NATURAL 8 °C



QUESO ASADERO ANALOGO 8 °C





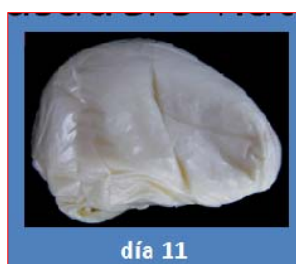
QUESO ASADERO NATURAL 8 °C



QUESO ASADERO ANALOGO 8 °C



QUESO ASADERO NATURAL 20 °C



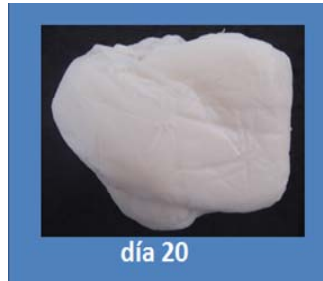
QUESO ASADERO ANALOGO 20 °C



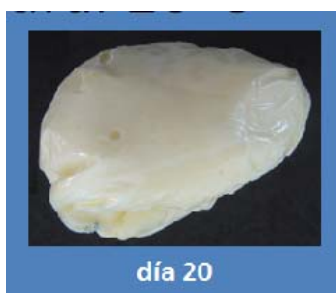
**QUESO ASADERO NATURAL 8 ° C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 8°C**



**QUESO ASADERO NATURAL 8 ° C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 20 ° C**



**QUESO ASADERO NATURAL 8º C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 8ºC**



**QUESO ASADERO NATURAL 20º C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 20º C**



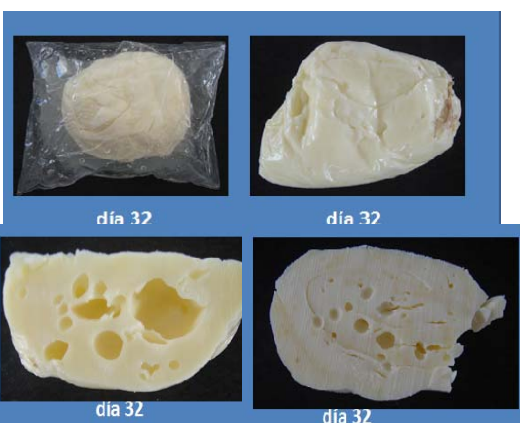
**QUESO ASADERO NATURAL 8 ° C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 8 ° C**



**QUESO ASADERO NATURAL 20° C**



**QUESO ASADERO ANALOGO 20° C**



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Adda, J., Gripon, J. C. y L. Vassal. (1982). The Chemistry of Flavor and Texture Generation in Cheese. *Food Chemistry*., 9 (12): 115-129.
- AOAC (1980). Oficial Methods of Analysis (13th Ed.). *Association of Official Analytical Chemistry*. Washington, D.C.
- Ahmed, N. S., Hassan, F. A. M., Salama, F. M. M. & Eneb, A. K. M. (1995). Utilization of plant proteins in the manufacture of cheeses analogs. *Egyptian Journal of Food Science*., 23, 37- 45.
- Amerine, M. A., Pnagborn, R. M. y Roessker, E. B. (1965). Principles of sensory evaluations of foods. *Academic Press*. New York.
- Amiot, J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Traducido: Oria, R. A. Editorial Acribia, S.A. España.
- André, E. (1990). El Queso. Ediciones Omega, S.A., 432- 475.
- Anonymous (1989). The present and future importance of imitation dairy products. *Bolletín of the International Dairy Federation*, 239, 3-20.
- Arellano-Gomez, L. A., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. & Lobato-Calleros, M. O. (1996). Effect of using different fats in the microstructure and texture characteristics of cheese analogs. *Proceedings IFT Annual Meeting*., 9.
- Badui, Jergal, S. (2006). Química de los Alimentos. Cuarta Edición. Editorial Pearson Educación. México, D.F., 507-543.
- Bayardo, B. (1984). Análisis Bacteriológico y Bacteriología Determinativa. Cuarta Edición. Guadalajara, Méx.
- Brander, R. W., Raap, T. A. & Gessler, J. F. (1985). Soya milk containing cheese analog. *United States Patent*. 4556569. 1-4.
- Brown, J. A. (2003). Relationship among rheological and sensorial properties of Young cheese. *Journal of Dairy Science*., 86 (10), 3054.
- Bryante, A., Ustunol, Z. and Steffe, J. (1995). Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal of Food Science*. 60, 1216-1219, 1236.

- Casanueva, E., Kaufer, M., Arroyo, P. (2001). Nutriología Médica. Editorial Panamericana. México, D.F., 370-388.
- Castillo, M., Jordan, M. J., Abellin, A., Laencina, J. y López M. B. (1996) Tecnología de aprovechamiento del lactosuero. *Revista Española de Lechería.*, 74, 24-30.
- Chen, S. L., Wan, P. J., Lusas, E. W. & Rhee, K. C. (1979). Utilization of peanut protein and oil in cheese analogs. *Food Technology.*, 33, 88–93.
- Creamer, L. K. and Olson, N. F. (1982). Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *Journal of Food Science.* 47, 631-636, 646.
- Davidson, B. C., Schwimmer, W. H., Prostko, I. J., Hamann, A. C., Buliga, G. S., Heth, A. A. Jackson, L. K., Kerwin, P. J., Miller, M. S., Pechak, D. G., Smith, G. F. (1993) Kraft General Food INC., assignee. Date issued (1991, Sep. 6) Low-fat processed cheese product having fat-mimetic properties and method of making same.US. patent 5, 215, 778.
- Drake, M. A., Boylston, T. D., Swanson, B. G. (1996). Fat mimetics in low-fat Cheddar cheese. *Journal of Food Science.* 61(6), 1267-1270, 1288.
- Ennis, M. P. & Mulvihill, D. M. (1997). Cheese analogues. In T. M.Cogan, P. F. Fox, & R. P. Ross (Eds.). *Proceedings of the fifth cheese symposium, 11–13th March 1997* (p. 1–14). Dublin, Ireland: Teagasc.
- Eric, D. (1993). The low fat cheese challenge. *Dairy Industries Int.*, 58(10): 41-45.
- Farkye, N. Y. and Fox, P. F. (1990). Objective indices of cheese ripening. *Trends In Food Science Technology*, Jan.
- Farkye, N. Y. & Prasad, B. B. (1995). Cheese making process. US Patent 5:445 845 (August 29, 1995).
- Fernández, Escartín E. (2000) *Microbiología e Inocuidad de los alimentos*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Green, M. L. (1980). The Formation and Structure of Milk Protein Gels. *Food Chemistry.*, 6: 41-49.
- Hans, Peter, B. ( 2001). Cheese analogue. *International Dairy Journal.*, 11: 505-515.
- Haralampu, S. G. (2000). Resistant starch review of the physical properties and biological impact of RS3, *Carbohydrate Polymers.*, 41, 285-292.

- Hatzikamari, M. & Tzanetakis, N. (1999). Microbiological characteristics of Anevato: a traditional Greek cheese. *Journal of Appl Microbiology.*, 87:595-601.
- IAMES. (1987). Procedures to Investigate Foodborne Illness. 3<sup>rd</sup> Edition. Ames, IA.
- INEGI. Encuesta Nacional, México 1994-2003.
- Jack, P. R., Paterson A., Piggot, I. R. (1993). Relationship between rheology and composition of Cheddar cheese and texture as perceive by consumers. *Journal of Food Science.*, 28:294:302.
- Kiely, L. J., McConnell, S. L. & Kindstedt, P. S. (1991). Observations on the melting behavior of imitation Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science.*, 74, 3568–3572.
- Larmond, E. (1973). Physical requirements for sensory testing. *Food Technology.*, 27, 28.
- Larmond, E. (1977). Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Can. Department Agriculture. Publication. 1637.
- Lawrence, C. R., Heap, A. H. y Gilles, J. (1984). A controlled approach to cheese Technology. *Dairy Science.*, 67 (8):1632-1645.
- Lucey, J. A., Fox, P. F. (1993). Importance of calcium and Póstate in Cheese Manufacture: A Review. *Journal Dairy Science.*, 76 (6): 1714-1724.
- Lindsay, R. C., Hargett, S. M., & Graf, T. F. (1980). Preference evaluation of foods prepared with imitation cheeses. *Food Products Developente*, 14, 30.
- Lobato-Calleros, C., & Vernon-Carter, E. J., Guerrero-Legarreta, I., Soriano-Santos, J. and Escalona-Buendía, H. (1997). Use of fat blends in cheese analogs: influence on sensory and instrumental characteristics. *Journal Texture Studies.*, 28, 619 - 632.
- Lobato-Calleros, C., & Vernon-Carter, E. J. (1998). Microstructure and texture of cheese analogs containing different types of fat. *Journal of Texture Studies.*, 29, 569–586.
- Marshall, R. J. (1990). Composition, structure, rheological propeties and sensory texture of processed, cheese analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, 50, 237-252.
- Martley, F.G.,& Crow, V.L. (1993). Interaction betwwwn non-starter microorganisms during cheese manufacture and ripening. *International Dairy Journal.*, 3, 461-483.
- Mac Faddin. (1990). Pruebas Bioquímicas para la Identificación de bacterias de importancia clínica. Editorial. Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
-

- Merrill, R. K., Oberg, C. J., McMahon, D. J. (1994). Physical properties of Mozzarella cheese. A method for manufacturing reduced fat Mozzarella cheese. *Dairy Science.*, 77, 1783-1790.
- Mestre, R. (1998). Guía de los Quesos en España.
- Middleton, J. L. (1989). Process of using rennet casein for producing imitation cheese. United States Patent., 4.822.623. 1-8
- Montesinos, C., Cottell, D. C., O'Riordan, E. D. & O'Sullivan, M. (2006). Partial replacement of fat by functional fibre in imitation cheese. Effects on rheology and microstructure. *International Dairy Journal.*, 16, 910-919.
- Mounsey, J. S., O'Riordan, E. D. (1999). Empirical and dynamic rheological correlation to characterize melt characteristics of imitation cheese. *Journal of Food Science.*, 64, 701-703.
- Mounsey, J. S., O'Riordan, E. D. (2001). Characteristics of imitation cheese containing native starches. *Journal of Food Science.*, 66, 4, 586-591.
- Muir, J. G.; Young, G. P. & O'Dea, K. (1994). Resistant starch implication for health. Proceedings of the Nutritional society of Australia., 18, 23-32.
- Muir, D. D., Tamime, A. Y., Shenana, M. E. & Dawood, A. H. (1999). Processed cheese analogues incorporating fat-substitutes I. Composition, microbiological quality and flavor changes during storage at 5 degrees C. *Food Science & Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technology.*, 32, 41-49.
- Mulvihill, D.M. (1989). Caseins and caseinates: manufacture. In: Developments in dairy chemistry IV Functional Milk proteins., 97-130. London. *Elsevier Applied Science.*
- Navarro, M. (1975). Control de Calidad. Curso de Posgrado. Universidad Iberoamericana. Departamento de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos. México. D.F.
- Nolan, E.J., Holsinger, V.H., and Shich, J.J. (1989). Dynamic rheological properties of natural and imitation mozzarella cheese. *Journal Texture Studies.*, 20: 179-189.
- Olson, N. F., Johnson, M. E. (1990). Light cheese products: Characteristics and Economics. *Food Technology.*, 44(10): 93-96.
- Osman, E. M. (1975). Starch in the food industry. En *Starch: Chemistry an Technology, Industrial Aspects*, vol.2, Ed. R.L. Whistler y E.F Paschall, Academic. Press. New York.
-



- Pedrero, D. (1989). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos. Editorial Alhambra. México, D.F.
- Rani, M. & Verma, N. S. (1995). Changes in organoleptic quality during ripening of cheese made from cow and soya milk blends using microbial rennet. *Food Chemistry*, 54. 369-375.
- Rosenberg, M. (1992). Cheese; the toughest low fat challenge. *Dairy Foods* 93: 48. SAS. 1992. SAS/STAT User's Guide 4<sup>th</sup> ed. Cary NC: SAS Institute Inc.
- SAGARPA/SIAP. (2005). Boletín Leche, julio-diciembre 2005.
- Sancho, J., Bota, E. de Castro, J. (2002). Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Editorial Alfaomega., 23-54.
- Scott, R. (1991). Fabricación de Queso, Editorial Acribia. España.
- Shaw, M. (1984). Cheese substitutes: threat or opportunity? *Journal of the Society of Dairy Technology*, 37, 27-31.
- Shimp, L. A. (1985). Process cheese principles. *Food Technology*, 39(5), 63-70.
- Southward, C.R (1989). Uses of caseinates and caseins. In P.F. FOX (Ed.), *Developments in dairy chemistry ---4--- functional Milk proteins* (pp. 173-232). London: Elsevier.
- Torres, F. (2004). El abasto de alimentos en la encrucijada de la globalización y el milenio. En: Del Valle, María del Carmen (coordinadora) (2004). *El desarrollo agrícola y rural del tercer mundo en el contexto de la mundialización*. UNAM, Plaza y Valdés. México
- Vaca, R. M. y Santana, A. K. (1999). Principales requisitos para la importación de colorantes en Estados Unidos. Gerencia de desarrollo de productos de Información. Banco de Comercio Exterior. México
- Valencia, J. (2005). Los Quesos Análogos: Mitos y Realidades. Mundo Lácteo y Cárnico. México., 17-19.
- Valdivia, A., Carranza, T. (2003). El desarrollo Agroindustrial en Aguascalientes Análisis y perspectivas 1970-2010. Primera Edición. Editorial Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Varnam, A. H. & Sutherland, J. P. (1995). Leche y Productos Lácteos. Editorial Acribia, Zaragoza España., 98-105.

Villegas de Gante, A. (2003). *Los quesos mexicanos*, Segunda Edición, Editorial Universidad Autónoma de Chapingo., 269-280.

Villegas de Gante, A. (2004). *Tecnología quesera*, Primera Edición, Editorial Universidad Autónoma de Chapingo., 45-48.

Weimberg, Z. G., Angel, S. (1984). Stress relaxation and tensile strength testing of a processed fish products. *Journal Text Studies.*, 15:59-66.

Zallie, J. P. & Chiu. C. W (1989). Imitation cheese containing enzymatically debranched starches in lieu of caseinates. European Patent 0.363.741. A2.

Zhou, N. Mulvaney, S. I. (1998). The effect of milk fat, the ratio of caseins to water, and temperature on the viscoelastic properties of rennet casein gels. *Journal Dairy Science.*, 81(10): 2561-2571.

Zwiercan, G. A., Lacourse, N. I., Lenchin, J. M., Inventors; National Starch and Chemical Corp. (1987). Imitation cheese products containing high amylose starch as total caseinate replacement. U.S. patente 4,495.475.

<http://www.fao.org/docrep/meeting/005/X4888S/x4888s01.htm>