



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

---

**EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS,  
MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL QUESO TENATE  
ELABORADO EN LA REGIÓN DE LA PEÑUELA HIDALGO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTA:  
**LAURA GUADALUPE SOTO REYES**

DIRECCIÓN: DRA. IRMA CARO CANALES. ICAp-UAEH  
CODIRECTOR: DR. JAVIER MATEO OYAGÛE

TULANCINGO HIDALGO, FEBRERO DE 2009.

Este trabajo de investigación ha sido financiado través del proyecto PROMEP/103.5/08/8003 “Caracterización de diversos quesos mexicanos elaborados en el Estado de Hidalgo”.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Dra. Irma Caro Canales por permitirme la realización de este trabajo y depositar en mí su confianza, además por brindarme todo su apoyo y esfuerzo no solo durante la realización del trabajo si no también en momentos muy difíciles que se me presentaron, y sobre todo agradezco sus consejos y el buen ejemplo de perseverancia que me transmitió. “Gracias Doctora”*

*Al Dr. Javier Mateo Oyagüe por su apoyo, dedicación y tiempo empeñado durante la realización de este trabajo de investigación “Gracias por todo Doctor”*

*Al M. en C. Sergio Soto Simental un agradecimiento muy especial por el apoyo que me brindo durante todos los análisis, principalmente en el análisis de perfil de textura y color. Por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo de investigación, también me brindo su amistad. “Muchas Gracias”.*

*A los revisores, Dra. Hayde Alfaro Rodríguez, Dr. Martín Meza Nieto, y M.A. Jesús Franco Fernández, por el empeño en las revisiones y por los comentarios que permitieron mejorar este trabajo. Gracias por todo lo que implica hacer una revisión de trabajo de investigación.*

*A todos los profesores que contribuyeron a mi formación profesional y me apoyaron en muchos aspectos especialmente a M. A. José Jesús Espino, y a la Dra. Norma Güemes Vera, gracias por sus enseñanzas y tiempo dedicado.*

*A los jueces de análisis sensorial que me apoyaron para hacer las evaluaciones sensoriales de este trabajo, gracias por su tiempo y dedicación, sin ustedes no lo hubiera logrado: Lucero Mota, M.A Jesús Franco, Ing. Lucio Rivera, M.A. Lucio Gonzáles, Ana Laura Lira, Gemma Bautista, Octavio Gómez, Grisel Flores, Santiago Flores, Angélica Trapala, Adabella Suárez, Mariana Trejo, Rosalba Lira, Dra. Norma Güemes y Josefina Porras.*

## **DEDICATORIAS**

**A Dios y a la Virgen de Guadalupe** quien siempre me inspiran confianza, me dan fe y esperanza en los momentos difíciles, gracias porque cuando recurro a ustedes me dan paz y fortaleza para continuar.

**A mi Padre † Arturo Soto López**, te fuiste de mi vida en un momento inesperado que me afecto mucho pero puede continuar y lograrlo, hoy este trabajo esta terminado y es para ti papito, donde quiera que estés se que te sientes muy orgulloso de ver que puede hacer algo por las tradiciones de nuestra familia. Gracias por el ejemplo y la educación que me diste, y por cuidar de mi hasta el ultimo momento, siempre vivirás en mi corazón ¡Te quiero y extraño mucho Papá!

**A mi Madre Socorro Reyes Hernández**, no se de que modo agradecerte tantos esfuerzos y sacrificios por darme todo lo que esta siempre a tu alcance. Solo puedo decirte que gracias a todo ese apoyo pude lograr una de las mayores metas en mi vida (terminar la carrera profesional). Este trabajo de investigación es dedicado para ti, porque siempre has sido mi mayor ejemplo de una mujer luchadora e incansable y además porque eres mi mejor amiga y siempre estas en los momentos difíciles.

¡Te quiero mucho Mamita!

**Siempre estaré agradecida por el esfuerzo que ambos hicieron por verme convertida en una mujer exitosa.**

**A mis hermanos Ericka y Arturo** porque somos los mejores hermanos del mundo y nos queremos sobre todas las cosas. Gracias por cuidarme siempre y apoyarme en todo. ¡Los quiero mucho!

**A los pequeños de la familia Arturo, Loretta y Ángel Arturo,** siempre luchen por lo que quieren y tomen las cosas buenas de la vida, espero que se sientan orgullosos de su Tía y algún día también logren su carrera profesional. Gracias por los momentos felices y las risas que me contagian cuando jugamos un besito para ustedes Tintín, Lore y Pollito. ¡Los quiero mucho!

**A toda la familia Soto,** que por tradición se dedican a elaborar el queso Tenate y mantienen el nombre de La Peñuela en alto, en especial a los productores que facilitaron las muestras para este trabajo Arturo Soto Reyes, Carmen Hernández y Jerónimo Soto Amador. Ojala que este trabajo nos sirva a todos. ¡Saludos!

**A una persona muy especial, Víctor Hugo** no se que destino tengan nuestras vidas pero te agradezco infinitamente todo lo que haces por mi cuando mas lo necesito. Gracias por tu apoyo, amor y amistad. ¡TE AMO!

**A mis compañeros** de la generación Angélica, Maura, Santiago, Rosita y Saúl, con ustedes compartí la mayor parte del tiempo dentro y fuera del salón de clases, les agradezco por el apoyo y la amistad que me brindaron, porque juntos luchamos por salir adelante y lo conseguimos. ¡Jamás los olvidare!

**A mis buenos amigos** con los que he compartido muchas alegrías y siempre han estado ahí para darme su apoyo, todos saben que son especiales para mí, espero jamás perder su amistad, Gelos, Mau, Gemma, Anita ranita, Gilberto (Güero), Leonardo, Santiago, Brenda (Gordita), Gaby, Martincillo y mi Compita Sergio. ¡Gracias por conocerlos!

---



---

**ÍNDICE**

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	I
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	IV
<b>RESUMEN</b> .....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>OBJETIVOS</b> .....	4
Objetivo general.....	4
Objetivo específico .....	4
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 Perspectiva histórica.....	5
2.2 Definición del queso en general .....	6
2.3 Producción de queso en el mundo .....	6
2.4 Producción nacional de queso.....	7
2.5 Producción de queso en el Estado de Hidalgo .....	9
2.6 Producción de queso en el Valle de Tulancingo Hidalgo.....	10
2.7 Origen y definición del queso Tenate .....	10
2.8 Producción de queso Tenate.....	12
2.9 Proceso de elaboración del queso Tenate .....	13
2.10 Características que definen la calidad de los quesos con especial referencia al queso Tenate .....	16
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	24
3.1 Localización del experimento .....	24
3.2 Muestras.....	24
3.3 Análisis Fisicoquímicos.....	25
3.3.1 Determinación de Materia Grasa .....	25
3.3.2 Determinación de Proteína .....	26
3.3.3 Determinación de Ceniza .....	27
3.3.4 Determinación de Humedad .....	28
3.3.5 Determinación de pH.....	28
3.3.6 Análisis de Perfil de Textura (TPA).....	29
3.3.7 Paramentos de color.....	29
3.4 Análisis Microbiológicos .....	30
3.4.1 Preparación de la muestra y realización de las diluciones .....	31
3.4.2 Recuento de Mesofilos Aerobios Totales .....	31

---

3.4.3	Recuento de Bacterias Acido Lácticas .....	31
3.4.4	Recuento de Lactobacilos .....	32
3.4.5	Recuento de Lactococos .....	32
3.4.6	Recuento de Enterococos .....	32
3.4.7	Recuento de Micrococos .....	33
3.4.8	Recuento de Mohos y Levaduras .....	33
3.4.9	Recuento de Coliformes y <i>Escherichia coli</i> .....	33
3.4.10	Expresión de resultados .....	33
3.5	Análisis Sensorial .....	34
3.5.1	Entrenamiento de jueces .....	35
3.5.2	Pruebas de evaluación (Olor, Sabor y Textura) del queso .....	40
3.6	Análisis Estadísticos .....	42
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
4.1	Análisis fisicoquímicos .....	43
4.2	Análisis de perfil de textura del queso .....	45
4.3	Medición instrumental del color del queso .....	49
4.4	Análisis microbiológicos del queso .....	51
4.5	Análisis sensorial del queso .....	60
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>67</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>74</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 2.1</b>	Producción mundial de queso con leche fluida en el 2004.....	7
<b>Tabla 2.2</b>	Producción y uso de leche en el Estado de Hidalgo en el 2006.....	9
<b>Tabla 2.3</b>	Recopilación de datos de productores de queso Tenate. ....	14
<b>Tabla 2.4</b>	Resultados de características fisicoquímicas presentadas por diferentes autores .....	18
<b>Tabla 2.5</b>	Principales grupos microbianos para analizar la evolución de las características microbiológicas en los quesos .....	23
<b>Tabla 3.1</b>	Volumen de solución y peso de requesón mezclados para obtener las muestras estándar de concentración baja y alta utilizadas para el entrenamiento de sabores.....	36
<b>Tabla 3.2</b>	Cantidades de palma y peso de requesón mezclados para obtener las muestras estándar de concentración baja y alta .....	36
<b>Tabla 3.3</b>	Olores que fueron objeto de entrenamiento y referencias o estándares utilizados.....	38
<b>Tabla 4.1</b>	Composición proximal del queso Tenate al día siguiente de su elaboración.....	43



---



---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 2.1</b>	Canasto de palma “Tenate” utilizado como molde para la elaboración de los quesos del mismo nombre .....	11
<b>Figura 2.2</b>	Proceso de elaboración artesanal del queso Tenate a partir de leche cruda.....	15
<b>Figura 3.1</b>	Determinación de textura del queso Tenate.....	29
<b>Figura 3.2</b>	Espectrofotocolorímetro de reflectancia (Minolta CR-300).....	30
<b>Figura 3.3</b>	Placa Petrifilm <sup>TM</sup> .....	34
<b>Figura 3.4</b>	Sala de cabinas individualizadas para el análisis sensorial .....	35
<b>Figura 3.5</b>	Sesión de evaluación de los atributos de sabor, olor y textura del queso Tenate .....	41
<b>Figura 4.1</b>	Evolución de la humedad (%) en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	44
<b>Figura 4.2</b>	Evolución del pH en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	45
<b>Figura 4.3</b>	Cambios en los valores de la dureza del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	46
<b>Figura 4.4</b>	Cambios en los valores de la adhesividad del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	46
<b>Figura 4.5</b>	Cambios en los valores de la elasticidad del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	47
<b>Figura 4.6</b>	Cambios en los valores de la cohesividad del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	47
<b>Figura 4.7</b>	Comportamiento de la Luminosidad (L*) en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	49
<b>Figura 4.8</b>	Comportamiento del eje rojo-verde (a*) en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	50
<b>Figura 4.9</b>	Comportamiento del eje amarillo-azul (b*) en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	50
<b>Figura 4.10</b>	Evolución de los recuentos de Mesofilos Totales presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	51
<b>Figura 4.11</b>	Evolución de los recuentos de Bacterias Ácido Lácticas del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	52
<b>Figura 4.12</b>	Evolución de los recuentos de lactobacilos mesofilos incubados a 22°C presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	52
<b>Figura 4.13</b>	Evolución de los recuentos de lactobacilos termófilos incubados a 45°C presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	53
<b>Figura 4.14</b>	Evolución de los recuentos de lactococos mesofilos incubados a 22°C presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	55

---

<b>Figura 4.15</b>	Evolución de los recuentos de lactococos termófilos incubados a 45°C presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	55
<b>Figura 4.16</b>	Evolución de los recuentos de enterococos presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	57
<b>Figura 4.17</b>	Evolución de los recuentos de los micrococos presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	58
<b>Figura 4.18</b>	Evolución de los recuentos de mohos y levaduras presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	58
<b>Figura 4.19</b>	Evolución de los recuentos de coliformes presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	59
<b>Figura 4.20</b>	Evolución de los recuentos de <i>Escherichia coli</i> presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.....	59
<b>Figura 4.21</b>	Evolución del atributo de olor a mantequilla del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	61
<b>Figura 4.22</b>	Evolución del atributo de olor a establo del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	61
<b>Figura 4.23</b>	Evolución del atributo de “olor a queso” del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	62
<b>Figura 4.24</b>	Evolución del sabor salado del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	62
<b>Figura 4.25</b>	Evolución del sabor ácido del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	63
<b>Figura 4.26</b>	Evolución del atributo de gusto a palma del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	64
<b>Figura 4.27</b>	Evolución del atributo de textura friable del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	64
<b>Figura 4.28</b>	Evolución de la sensación de humedad en boca (textura) del queso Tenate durante su conservación a 10°C .....	65

## RESUMEN

El queso Tenate se elabora en la región de La Peñuela municipio de Acatlán en el Estado de Hidalgo desde el año 1945, siguiendo una receta de origen francés.

Dentro del proceso de elaboración cabe destacar las siguientes etapas: el uso de leche sin pasteurizar, la sinéresis que se realiza en sacos de manta durante 12 horas, permitiendo que la microbiota que contiene la cuajada se desarrolle y el moldeado en canastos de palma a base de prensado. Aunque algunas estas etapas no son muy recomendadas debido a la falta de higiene, por la posible presencia de microorganismos patógenos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es la contribución a la caracterización y mejora de la calidad del queso Tenate.

En este trabajo se estudio la evolución de las diversas características fisicoquímicas, microbiologías y sensoriales del queso Tenate procedente de tres industrias artesanales de la región de la Peñuela. Los quesos se conservaron a 10°C durante 21 días y se tomaron muestras a los 0, 7, 14 y 21 días de conservación, en cada uno de estos tiempos se analizaron diversos parámetros físico-químicos como son: humedad, pH, perfil de textura y color, parámetros sensoriales: intensidad de sabor, color y textura; y diversos grupos microbianos como son: mesofilos aerobios totales, bacterias ácido lácticas, *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp, micrococos, mohos y levaduras, coliformes y *Escherichia coli*.

Los resultados muestran que la humedad del queso fue constante durante su almacenamiento, los valores de pH se incrementaron después de dos semanas de almacenamiento, las bacterias ácido lácticas (BAL) fueron los microorganismos más abundantes y dentro de los géneros estudiados de las BAL, los lactobacilos mesofilos fue el grupo dominante (8 log ufc/g). Finalmente, se encontró que los coliformes y *E. coli*, microorganismos que indican la calidad higiénica del producto,

no disminuyen durante el almacenamiento como es el caso de otros quesos elaborados con leche cruda. Con respecto a los atributos sensoriales, cabe destacar que la friabilidad del queso Tenate disminuyo, siendo esta una de las propiedades sensoriales más importante. Además el sabor a palma generado por el recipiente del queso mostró un incremento a los 21 días de conservación.

## ABSTRACT

Tenate cheese is typically produced in the Peñuela (a region belonging to the municipality of Acatlán in the State of Hidalgo) from 1945. This cheese is produced following a procedure based on a former French cheese, from which Tenate cheese seems to have been originated. Ones of the main topics of Tenate cheese-making process are: the use of unpasteurized milk, the drying step of curd on cloth bags overnight (allowing specific microbiota to growth) and the moulding of dried curd into palm baskets. Some of those topics may imply hygienic concern about the risk pathogenic bacteria being present in the cheese. Having into account those facts, the aim of this study has been to contribute to the knowledge on the Tenate cheese quality characteristics in order to foster this cheese quality.

The time changes (during storage) on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of Tenate cheese produced in three small dairy factories from the Peñuela region have been determined. Cheeses were purchased the day they were produced and, then, stored at 10 °C during 21 days. Samples from those cheeses were taken at day 0 (purchasing day), 7, 14 and 21 storage days. Samples were analyzed for moisture content, pH, texture profile analysis, CIELab color parameters, sensorial flavour, colour and texture and microbial counts, namely, total aerobic mesophylic bacteria, lactic acid bacteria (LAB), *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp , micrococcus, moulds and yeast, coliform bacteria and *Escherichia coli*.

Results showed that moisture content was constant during storage, while pH increased after two storage weeks. Moreover, LAB was the predominant bacterial group, and among the BAL, lactobacillus was the most abundant gender (8 log cfu/g). Count of coliform bacteria and *E. coli* (microbial groups used as hygienic quality index) did not decrease during storage, which is contrary to the normally observed for other unpasteurized milk cheeses. In addition, crumbliness (a typical

characteristic of Tenate cheese regarding sensorial quality) decreased with storage, and the intensity palma flavour (originated from the palm mould where the cheese is contained) showed an increment at the end of storage.

## **1. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo al Codex Alimentarius (2006) y la Norma Oficial Mexicana (NOM-121-SSA1-1994), se entiende por queso el producto de la leche entera, desnatada/descremada, parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero, mantequilla, o de cualquier combinación de estos materiales, por la coagulación total o parcial de la proteína láctea por enzimas o ácidos y por escurrimiento parcial del suero, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obteniendo un producto final que posee, según sea definido el producto, consistencia blanda, semidura, dura y extra dura, madurada o no madurada, y que puede estar o no recubierto con distintos tipos de coberturas (mohos, film plástico, etc.).

La Comisión Estatal de Constatación de la Leche, reportó que en el año 2006 en Hidalgo se produjeron 1 millón 350 mil litros de leche diarios de los cuales se utilizó el 56 % para la industria quesera, equivalente a 760 mil litros diarios. Sin embargo, esta cantidad de leche no alcanza a cubrir la demanda total de la industria quesera de Hidalgo, ya que se requieren 950 mil litros de leche al día.

En el Valle de Tulancingo se procesan aproximadamente 600 mil litros de leche al día para la elaboración de quesos de los cuales solo se producen en dicho Valle 270 mil litros (Comisión Estatal de Constatación de la Leche, 2007. Comunicación personal).

La elaboración de los quesos en México en las pequeñas y medianas empresas generalmente es muy variable y se encuentra marcada principalmente por diversos aspectos; falta de calidad de la leche (regulaciones sanitarias insuficientes), productos lácteos denominados análogos elaborados con ingredientes no lácteos (que genera confusión entre los consumidores al momento de su compra de los quesos), falta de higiene desde la elaboración hasta el

momento de su consumo y variación en los procesos de elaboración en un mismo producto.

Con respecto al queso Tenate, éste no se encuentra definido en la Norma Oficial Mexicana. Sin embargo, Silva, (1991), define al queso Tenate como un queso de sabor agradable y complejo, persistente en la boca, distinguiéndose discretamente entre otras percepciones, una sensación picante y aroma a alcohol. Como principal característica de textura, este queso presenta una cohesión que permite su corte pero con tendencia a ser quebradizo y friable, debido a que la leche es cuajada con toda la materia grasa y, además, el color del queso es blanco crema. El queso Tenate es poco conocido en el país y por consiguiente totalmente desconocido en el mundo.

En un estudio realizado por Caro *et al.*, (1999), se comparó el queso Tenate elaborado con leche cruda en la región del valle de Tulancingo, con otro alternativo elaborado con leche pasteurizada y cultivos comerciales. Además en otros estudios se muestrearon quesos Tenate de la región del valle de Tulancingo y se definieron físico-química, microbiológica y sensorialmente (García, 2006; Palacios, 2006 y Monroy, 2007).



## **JUSTIFICACIÓN**

El queso Tenate se elabora exclusivamente en la región de La Peñuela municipio de Acatlán Hidalgo. Es un producto elaborado de manera artesanal por los mismos productores de leche de la región de donde es originario. La producción de este queso es aproximadamente de 300 Kg al día, realizada por 10 pequeños industriales todos ellos en la zona antes mencionada. Debido a que este es un queso que se elabora en una región específica, no se menciona en la mayoría de los escasos escritos de quesos en México, por ejemplo no se encuentra definido por la Norma Oficial Mexicana. Sin embargo, la producción de este queso ha generado importantes beneficios para la región y es la principal fuente económica para los productores de leche.

Finalmente, se podría pensar en la posibilidad de la obtención de un distintivo de calidad para el queso Tenate, debido a que este queso goza de una tradición y prestigio entre los consumidores y por lo tanto, es un producto de referencia en el Valle de Tulancingo. Sin embargo, se requiere de una normalización de la elaboración del producto para garantizar la calidad del mismo. Por lo tanto, es necesario determinar los cambios de los principales parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales que presenta el queso Tenate durante su conservación lo que permitirá por un lado, incrementar la documentación existente de este producto artesanal, conocer la evolución de los atributos de sabor, olor, textura y color a través del almacenamiento de este queso, estimar la vida de anaquel y por otro lado, establecer una relación entre los cambios observados de los parámetros antes mencionados y los grupos microbianos estudiados, así como la aceptación por parte del panel de catadores durante el almacenamiento.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Contribuir a la caracterización y mejora de la calidad de los quesos elaborados en el Estado de Hidalgo, principalmente el queso Tenate.

### **Objetivos específicos**

Determinar los cambios físico-químicos y sensoriales del queso Tenate, así como la evolución de su microbiota durante su conservación en las condiciones normalmente empleadas por los elaboradores.

- Determinar la evolución de los cambios de humedad, pH, perfil de textura y color en el queso Tenate.
- Determinar la evolución de los atributos sensoriales de intensidad de sabor color y textura del queso Tenate.
- Conocer la evolución de los microorganismos totales, bacterias ácido lácticas (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*), micrococos, mohos y levaduras, coliformes y *Escherichia coli*, presentes en el queso Tenate.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Perspectiva histórica**

La leche es la principal materia prima para la elaboración de queso y se define como el producto integro, no alterado, ni adulterado y sin calostros, obteniendo del ordeño higiénico, regular, completo y no interrumpido de las hembras mamíferas domesticas, sanas y bien alimentadas. Para la elaboración de un buen queso es necesario partir de una leche de buena calidad. Los principales aspectos que permiten conocer la calidad quesera de la leche son: composición físico-química, contenido de células somáticas, contenido en gérmenes patógenos y alterantes, características sensoriales y características nutritivas (García, 2006).

Tradicionalmente, el queso ha constituido una parte muy importante de la dieta básica de la humanidad, por lo que su valor nutritivo merece también cierta atención. La elaboración de queso ha llegado a constituir un arte que se ha transmitido de generación en generación. Aunque los queseros han elaborado quesos de calidad que han satisfecho incluso las exigencias del paladar de los gourmet, se han registrado también en su elaboración fallos importantes. Desde luego, la experiencia no acompañada del conocimiento científico ha resultado insuficiente para ayudar al lechero y quesero a sortear los errores que con tanta frecuencia se producen (Scott, 1991).

La adquisición de conocimientos en química y microbiología de la leche y de los quesos, ha permitido un mayor control sobre el proceso de elaboración generando entre otras cosas quesos con mayor homogeneidad. Aunque los nombres de las principales variedades de quesos fueron introducidos hace varios cientos de años, las características de esos quesos no son comparables con sus contrapartes modernas, debido al desarrollo de la ciencia de la leche.

La migración geográfica de la práctica de fabricación de quesos por las diversas áreas geográficas, originó a su paso, nuevos métodos de fabricación generando así, diferentes variedades de queso, muchos de los cuales fueron nombrados de acuerdo al lugar en donde fueron producidos, por ejemplo: el queso Cheddar, de la región de Chester en Inglaterra. Actualmente las variedades existentes de queso son conocidas por más de 2000 nombres y además continúan apareciendo periódicamente nombres nuevos de quesos para describir nuevas variedades, cuya permanencia en el mercado dependerá del grado en que estas satisfagan las exigencias del consumidor (Fox *et al.*, 2000).

## **2.2 Definición del queso en general**

Existen diversas definiciones de queso. Scott (1991), define al queso como el producto fresco o madurado obtenido por drenado, tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada total o parcialmente, grasa láctea o una combinación de estos componentes. La Norma oficial mexicana (NOM-121-SSA1-1994) define a los quesos como 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, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo ser por su proceso fresco, madurado o procesado.

## **2.3 Producción de queso en el mundo**

Según la Food and Agricultural Organization Statistical, (FAOSTAT, 2007) la producción mundial de queso elaborado a partir de leche de vaca fue de 16, 806,778.61 toneladas en el año 2004, de las cuales 2, 152,216.51 toneladas de queso son elaboradas con leche descremada y 14, 654,562.10 toneladas son

elaboradas con leche entera. La elaboración de los quesos en el mundo no solo es a partir de leche de vaca sino también de otras especies como Búfala y Oveja

En la Tabla 2.1 se muestra la producción de quesos en varias zonas del mundo. Se observa que Europa del Oeste es la zona que ocupa el primer lugar a nivel mundial en producción de quesos elaborados a partir de leche de vaca. América del norte ocupa el segundo lugar de importancia de la producción mundial. Los países con bajos costos de producción de leche dominan el mercado mundial de quesos comerciales, sobre todo del tipo para fundir, consolidándose como proveedores mundiales de las grandes cadenas de pizza y comida rápida (Monroy, 2007). En América del norte, Estados Unidos es el país que representa la mayor aportación de la producción de quesos muy por encima de Canadá y México.

Tabla 2.1 Producción mundial de queso con leche fluida en el año 2004.

<b>Área geográfica</b>	<b>Leche descremada (toneladas)</b>	<b>Leche entera (toneladas)</b>	<b>Total de queso producido (toneladas)</b>
África	122,535.98	426,542.08	549,078.06
América del norte	374,887.00	4,371,749.00	4,746,636.00
América del sur	21,207.00	655,937.00	677,144.00
Centro América	17,338.19	186,760.00	204,098.19
Asia	533,863.34	249,868.02	783,731.36
Oceanía	—	658,000.00	658,000.00
Europa del este	43,713.00	951,612.00	995,325.00
Europa del oeste	853,672.00	6,408,069.00	7,261,741.00

Fuente: FAOSTAT (2007).

## **2.4 Producción nacional de queso**

La producción de quesos en México en el año 2004 fue de 132, 154 toneladas. El queso se produce en todo el territorio nacional bajo diferentes condiciones y

características ambientales, aunque en 8 estados de la Republica Mexicana se produce el 70% de la producción nacional. Los principales estados productores son Estado de México 13%, Distrito federal 12%, Jalisco 11%, Michoacán 6% y Veracruz con el 5% (FAOSTAT, 2007).

Con respecto a la importación de quesos, al igual que la de leche, ha mostrado un crecimiento significativo y permanente desde 1995. El monto total de las compras del queso en el exterior en el 2003 ascendió a 77,570 toneladas, lo que implica un crecimiento anual del 9.1 % de 1994 a 2003 El equivalente de ese tonelaje en leche fluida requerida para su elaboración fue de 930.8 millones de litros de leche, lo que a su vez significa, cerca del 10% de la producción nacional de leche. La composición de estas importaciones muestra una clara tendencia de ingresos de quesos de aranceles bajos, entre los que cabe destacar los quesos Gouda, Edam, Parmesano, quesos rayados o en polvo. La importación de quesos frescos ha experimentado un crecimiento en menor importancia en los últimos años para significar el 7.1% del total de quesos importados en el año 2003 (García, 2006).

La fabricación de quesos a nivel nacional se puede dividir en dos grandes grupos, por un lado, la fabricación de quesos con leche pasteurizada que cumple con normas oficiales y que suele corresponderse con las empresas lácteas de mayor volumen de producción, o empresas que, sin ser tan grandes, elaboran queso de mayor calidad. Por otro lado está la fabricación de quesos que se realizan a partir de leche cruda, que no cumplen con las normas sanitarias, lo que implica un riesgo para la salud. A este grupo pertenece una cantidad importante de las pequeñas y medianas empresas. Otras características que definen la producción de los pequeños fabricantes son la dificultad y la poca agilidad en los mecanismos de transferencia de tecnología a los pequeños industriales, así como la falta de recursos y/o beneficios para renovar, ampliar o adecuar sus instalaciones o equipos. Además, cabe resaltar que las condiciones del mercado han hecho surgir espontáneamente la practica muy extendida, de utilizar materias primas diferentes a la leche para la elaboración de quesos, tales como grasa vegetal, emulsionantes

y derivados de la leche como caseinatos, concentrados proteicos, leche en polvo, entre otros (García, 2006).

## **2.5 Producción de queso en el Estado de Hidalgo**

En el estado de Hidalgo se producen 1,350 mil litros de leche diarios que se destinan a diferentes usos. El 56% de la producción estatal es utilizado para la industria quesera y el resto se destina a la pasteurización, leche bronca y otros usos. (Comisión Estatal de constatación de la leche, 2007. Comunicación personal).

En la Tabla 2.2 se presenta la producción estatal de leche de vaca en las regiones más importantes del Estado de Hidalgo y su uso. Como se observa la región del Mezquital es la que produce mayor cantidad de leche destinada la industria quesera.

Tabla 2.2 Producción y uso de leche en el Estado de Hidalgo en el año 2006.

<b>Región</b>	<b>Pasteurización (Miles de litros/día)</b>	<b>Industria quesera (miles de litros/día)</b>	<b>Leche bronca y otros (miles de litros/día)</b>	<b>Total (miles de litros/día)</b>
Tulancingo	52	270	28	350
Mezquital	50	410	40	500
Tizayuca	400	50	0	450
Resto del Estado	0	30	20	50
<b>Total</b>	<b>502</b>	<b>706</b>	<b>88</b>	<b>1350</b>

Fuente: Comisión Estatal de Constatación de la leche, 2007.

## **2.6 Producción de queso en el Valle de Tulancingo Hidalgo**

El Valle de Tulancingo es una de las regiones más importantes en el Estado de Hidalgo en cuanto a la producción de leche y quesos. La tradición quesera en esta región comenzó hace más de 50 años con el establecimiento de una empresa que elaboraba queso tipo Manchego. A partir de ese momento se crearon progresivamente numerosas empresas familiares, generando una amplia gama de productos lácteos, principalmente quesos, entre los que cabe destacar queso Oaxaca, Panela, Manchego, Tenate, Botanero, Morral y otros (García, 2006).

Desde el punto de vista tecnológico, el sector lechero en el Valle de Tulancingo presenta una problemática marcada por diversos hechos, que seguramente presenta puntos en común con las otras regiones del país. Uno de estos hechos es la automatización del sector productivo, que dificulta que el acopio de la leche sea realizado con un control adecuado para su pago por calidad y dentro de la cadena de frío, lo que ocasiona una disminución de la calidad higiénica y tecnológica de la leche. Por otra parte, la producción de quesos en esta región tiene un carácter marcadamente artesanal, muchas veces trabajando con procedimientos empíricos y tecnológicos no apropiados, con carencias tecnológicas de controles de calidad, etc. (Palacios, 2006).

En la región de Tulancingo-Acatlan se procesan anualmente unos 65 millones de litros de leche en más de 72 queserías, en donde el producto fabricado en mayor cantidad es el queso tipo Oaxaca (J. Franco, 1998 y A. Escorcía I., 2007. Comunicación personal).

## **2.7 Origen y definición del queso Tenate**

El Queso Tenate es un queso artesanal que surge en el año de 1945 en el Rancho La Peñuela del municipio de Acatlán Hidalgo (L. G Soto. R., 2007. Comunicación personal). La señora Lorenza Kondrat Bernal de nacionalidad francesa, adquirió



los conocimientos para la realización de quesos caseros y los transmitió a su hijo el señor Juan Soto Kondrat, quien tiempo más tarde desarrolló el queso Tenate. El nombre del queso se debe, a que en las plazas se vendían canastos utilizados para las cosechas o para prensar chicharrón de puerco y a estos canastos se les decía tenates (Figura 2.1). El señor Juan Soto Kondrat utilizó estos canastos para prensar queso, así que como resultado se dio el nombre característico al producto conocido como queso Tenate (A. Soto. L., 2003. Comunicación personal). La invención del queso Tenate se basa en un queso francés que se realizaba en pequeños aros.

En el año de 1945, el señor Juan Soto Kondrat realizaba el queso con la finalidad de abastecer su propio consumo, pero después de analizar el mercado se dio cuenta de que había la posibilidad de comercializar su producto, ya que no existían quesos de este tipo.



Figura 2.1 Canasto de palma “Tenate” utilizado como molde para la elaboración de los quesos del mismo nombre.

De acuerdo a la definición de queso Tenate desarrollada por nuestro grupo de investigación en trabajos previos El queso Tenate es un queso de aroma medio-intenso y complejo, con mezcla de notas aromáticas, principalmente de la familia láctica y vegetal, con el olor característico del Tenate. Presenta un sabor equilibrado entre salado y ácido. Al tacto el queso Tenate es poco elástico, la pasta tiende a quebrarse, su consistencia es semiblanda, no desuerada a la presión (Monroy, 2007). Este tipo de queso, por su elaboración, tomando en consideración la norma mexicana y a los resultados de composición físico-química obtenidos por García, (2006), puede definirse como un queso fresco semiduro-duro y graso.

Las características sensoriales encontradas en el queso Tenate se pueden definir como un sabor rico y complejo, persistente en la boca, distinguiéndose discretamente entre otras percepciones, una sensación picante y aroma a alcohol. Como principal característica de textura, este queso presenta una cohesión que permite su corte pero con una tendencia a ser quebradizo y friable. El color del queso es blanco crema (Silva,1991).

Recientemente, se han realizado diversos estudios con el fin de caracterizar o tipificar el queso Tenate ya que este es elaborado únicamente en el Estado de Hidalgo específicamente en la región de La Peñuela y reúne una serie de características de prestigio, tradición y reconocimiento, que lo pueden hacer candidato a la obtención de un distintivo de calidad en el ámbito regional o estatal (Caro *et al.*, 2000; García, 2006; Palacios, 2006 y Monroy 2007).

## **2.8 Producción de queso Tenate**

De acuerdo a lo descrito anteriormente sobre el origen del queso Tenate, este queso mantiene sus características iniciales debido a que la tecnología de su elaboración se ha difundido de generación en generación entre los familiares de los creadores de este queso y los queseros de la región. Típicamente el queso se

elabora con leche cruda, se moldea, se prensa, se comercializa sin maduración, en tenates -"cestos" de palma-, en tamaños de 1 a 4 Kg. Esta forma de presentación es muy bien aceptada por el consumidor.

El lugar de fabricación del queso Tenate se localiza prácticamente en la comunidad de donde es originario "La Peñuela" perteneciente al municipio de Acatlan Hidalgo (Caro *et al.*, 2000). De acuerdo a las entrevistas sostenidas con cada uno de los productores de queso Tenate en la Región de La Peñuela, se procesan aproximadamente 3000 litros de leche al día de forma artesanal y la leche con la que se elabora el mencionado queso procede generalmente de su propio ganado, como se puede observar en la Tabla 2.3.

## **2.9 Proceso de elaboración del queso Tenate**

Elaborar quesos no madurados con leche cruda es una práctica prohibida, sin embargo en algunos casos, como el queso Tenate, se sigue haciendo como se presenta en la Figura 2.2 (Caro *et al.*, 2000). Así mismo, podemos observar en el diagrama de flujo las operaciones de fabricación que le confiere a este queso algunas características peculiares, por ejemplo friabilidad. Esta peculiaridad distingue a este queso del resto de quesos elaborados en México.

En los quesos elaborados con leche cruda, la flora presente es la que llegó a la leche del ambiente y se desarrolló en la misma y en el queso. Las poblaciones microbianas son más complejas en los quesos elaborados con leche cruda, que en los de leche pasteurizada, lo que hace que los quesos sean diferentes. La biodiversidad microbiana que existe en un determinado queso, debido a su actividad metabólica, es uno de los principales factores que contribuye al *flavor* y la textura del queso (Scott, 1991).

Tabla 2.3 Recopilación de datos de productores de queso Tenate.

Nombre del Productor	Leche procesada/día (L)	Procedencia de la leche	Cantidad de queso/día (kg)	Cantidad de queso/semana (kg)
Angélica Soto Leiva	400	Propio	40	280
Arturo Soto Reyes	300	Propio	30	210
Carmen Hernández	250	Compra	25	175
Felipe Soto Pérez	200	Compra	20	140
Herlindo Guzmán	400	Propio	40	280
Jerónimo Soto Amador	300	Propio	30	210
Manuel Soto Soto	300 l	Propio	30	210
Miguel Soto Soto	200	Propio	20	140
Salvador Soto Amador	500	Propio	50	350
Reinaldo Soto Soto	150	Propio	15	105
<b>TOTAL</b>	3,000	-	300	2,100

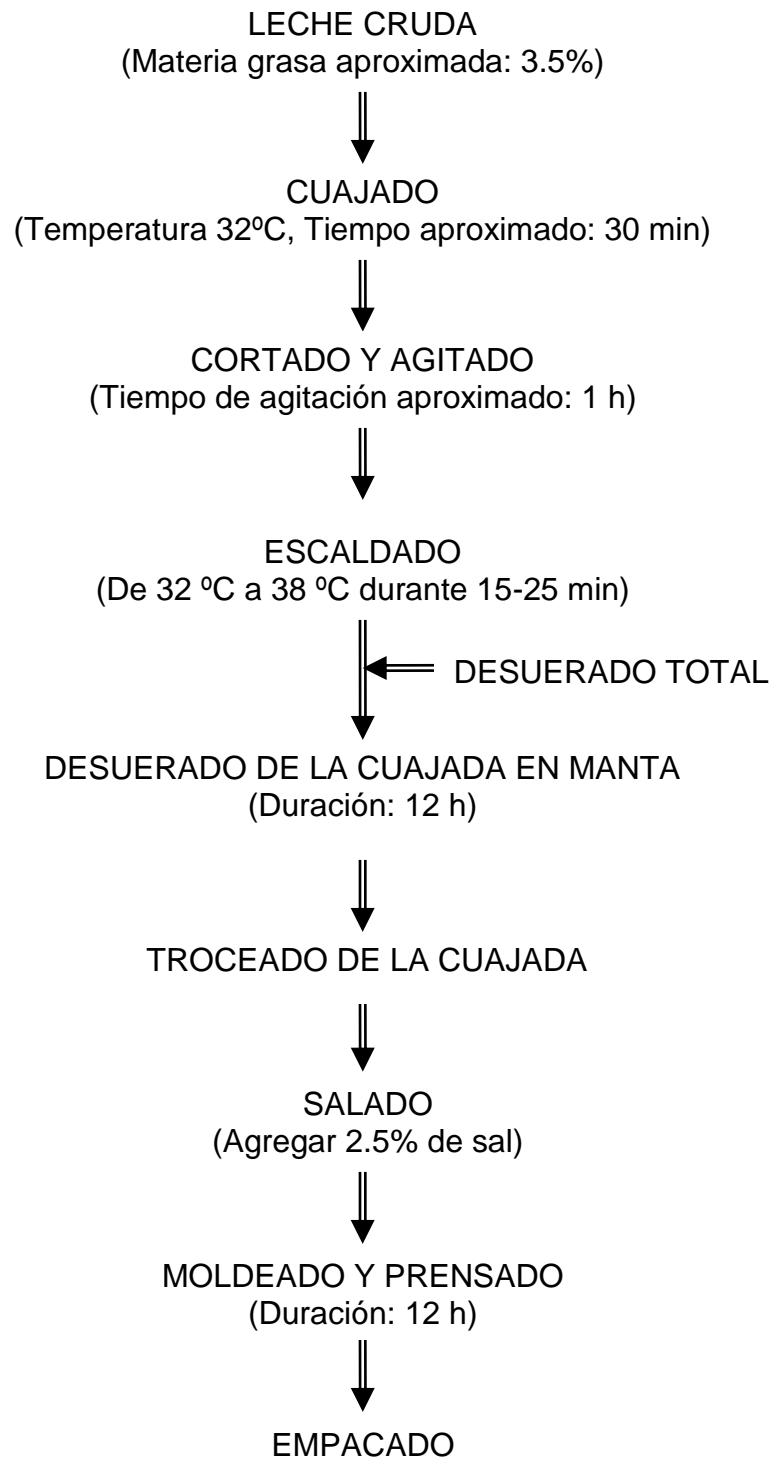


Figura 2.2 Proceso de elaboración artesanal del queso Tenate a partir de leche cruda (Caro *et al.*, 2000).

## **2.10 Características que definen la calidad de los quesos con especial referencia al queso Tenate**

La apariencia de los quesos en los puntos de venta es una propiedad que claramente influye sobre la adquisición o no de los mismos por el consumidor. El empaque es actualmente un factor clave de dicha apariencia. En la mayoría de los casos los quesos mexicanos se encuentran empacados al vacío o envueltos en una película plástica. Con respecto a el queso Tenate, este está contenido en un recipiente de palma llamado tenate y cubierto con un pedazo de manta para evitar que durante el prensado el producto se derrame, actualmente se comercializa en otra presentación, en la que se omite el tenate y el queso se prensa en moldes, esto hace que el queso sea mas funcional para el detallista ya que el tenate ocupa un peso de 100 g aproximadamente. Sin embargo, en cualquiera de sus presentaciones el queso Tenate es envasado en bolsas de polietileno no selladas. (L. G. Soto R., 2007. Comunicación personal).

El queso es un alimento con valor nutritivo derivado principalmente de su elevado contenido de grasa, proteínas, calcio, fósforo y vitaminas liposolubles (Bernardo, 1997). En el mundo hay una gran variedad de quesos, que gozan de más o menos tradición o renombre. Cada tipo de queso se diferencia de los otros tipos en su composición y propiedades fisicoquímicas, que redundan en una variabilidad sensorial. Incluso dentro del mismo tipo de queso se observan diferencias entre plantas elaboradoras, y también dentro de la misma planta, entre los lotes de fabricación.

Las principales causas de variabilidad en las propiedades de los quesos se pueden atribuir a diferencias o variaciones en estas tres categorías:

1. Composición de la leche de partida
2. Proceso de trabajo de la cuajada
3. Etapas de maduración o almacenamiento

De esta manera la clasificación de los quesos de acuerdo a su composición y características fisicoquímicas es una tarea difícil y muchos son los criterios de selección que se han seguido (composición proximal, características de la maduración, especie de procedencia de la leche, origen geográfico, aroma y sabor, etc.), obteniendo un gran número de clasificaciones diferentes (Scott, 1991).

Los quesos después del prensado son almacenados a temperaturas de refrigeración hasta su venta, o bien son madurados en condiciones ambientales deseadas hasta que en el queso se adquieran las características de sabor y textura requeridas. En ambos casos el queso sufre cambios en su composición, propiedades sensoriales, funcionales y microbiológicas. Durante la conservación de los quesos frescos estos cambios son menos evidentes que durante la maduración, por ser más corto el tiempo y menor temperatura a la que está el queso. A lo largo del tiempo de conservación o maduración, el queso pierde humedad, a no ser que se envuelva o proteja su superficie con material impermeable al agua, como el plástico. La maduración normalmente requiere de una pérdida gradual y sostenida de humedad, pero en la conservación de los quesos frescos se procura que estos no se sequen y por lo tanto que no pierdan peso. La pérdida de humedad va asociada a una disminución de la actividad de agua, a un cambio en la apariencia y textura, lo que trae como consecuencia un aumento en las barreras para el crecimiento microbiano y también para algunas reacciones químicas y un aumento en el color y dureza (García, 2006).

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos efectuados en el queso Tenate por García (2006) para determinar su composición proximal y valor nutritivo, se tiene que este queso presenta un promedio porcentual de humedad, materia grasa y proteína de  $40.2 \pm 2.9$ ,  $31.7 \pm 3.5$  y  $22.4 \pm 1.0$ , respectivamente, sin embargo se observan variaciones en el contenido de esos parámetros entre 5 y 10 %. Estas variaciones indican cierta falta de uniformidad en los procesos de elaboración que llevan a cabo los elaboradores de este tipo de queso (Tabla 2.4). Así mismo, los cocientes

de interés tecnológico que presentó el queso Tenate fueron humedad/proteína, grasa/extracto seco, proteína/extracto seco y humedad/materia seca desengrasada,  $1.80 \pm 0.15$ ,  $0.53 \pm 0.05$ ,  $1.80 \pm 0.15$ ,  $0.38 \pm 0.03$  y  $1.46 \pm 0.24$ , respectivamente.

Tabla 2.4 Resultados de características fisicoquímicas presentadas por diferentes autores.

<b>Características Fisicoquímicas</b>	<b>García (2006).</b>	<b>Caro et al., (2000).</b>
Humedad <sup>a</sup>	$40.2 \pm 2.9$	37.5-43.1
Grasa <sup>a</sup>	$31.7 \pm 3.5$	31.0-33.0
Proteína <sup>a</sup>	$22.4 \pm 1.0$	20.2-24.6
Cenizas <sup>a</sup>	$3.9 \pm 0.5$	4.1-5.1
Lactosa <sup>a</sup>	$0.2 \pm 0.1$	-
pH <sup>a</sup>	$5.35 \pm 0.16$	5.2-5.6
Actividad de agua (aw) <sup>a</sup>	$0.963 \pm 0.008$	-
Punto de fusión de grasas <sup>a</sup>	$32.5 \pm 0.8$	-
Acidez (ácido láctico) <sup>a</sup>	-	1.0-1.5

<sup>a</sup> Resultados en porcentaje

- No presentó datos.

Otros de los parámetros físico-químicos evaluados en el queso Tenate son los que inciden en el crecimiento de los microorganismos como el pH y la actividad de agua ( $a_w$ ). Los valores encontrados para el queso Tente fueron  $5.35 \pm 0.16$  y  $0.963 \pm 0.008$ , respectivamente.

La evaluación sensorial es el estudio sistemático de las respuestas humanas a las propiedades fisicoquímicas de los alimentos. Este estudio comprende la definición y medida de los atributos de un producto, que se perciben por medio de los sentidos y que se denominan “características sensoriales” (Monroy, 2007). Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o mas sentidos.



Las propiedades sensoriales de los quesos son aquellas que les confieren aptitudes o características de calidad para su consumo. Como ejemplos se pueden mencionar los atributos del sabor, aroma, textura, etc. Las propiedades sensoriales están muchas veces interrelacionadas con las funcionales y ambas están influenciadas por la composición y micro estructura del queso (Fox *et al.*, 2000), que se ven afectadas por las condiciones de elaboración y maduración de los mismos.

La cata es el acto que permite dar el juicio más válido sobre la calidad de un producto alimentario. Existen dos formas de cata o degustación: la degustación hedonista, que es la cata efectuada por el consumidor por el placer de comer y beber y la degustación técnica que es la cata efectuada por un técnico, con el fin de examinar la calidad de un producto. En el primer caso, la degustación es subjetiva, unida a la búsqueda por parte del degustador de una sensación agradable para satisfacción y búsqueda del placer. La segunda, es eminentemente técnica y, por lo tanto exige preparación y la mayor objetividad posible (Martínez y Martínez, 1993).

De acuerdo a Monroy (2007), los perfiles obtenidos en el análisis sensorial del queso Tenate fueron los siguientes: el sabor salado fue el de mayor puntuación, de una escala de 1 a 9 (con un valor de 5), seguido por los sabores ácido y amargo de 4 y 3.5 puntos. Por otra parte, dentro de los olores evaluados destaca en primer lugar el olor a leche ácida, con un valor muy semejante a la intensidad del olor global. Respecto a la textura, el queso Tenate en la boca es tierno y desmenuzable. El queso Tenate presentó mayor friabilidad (mayor a 5 puntos) en comparación con los atributos de fundente y húmedo. Por otra parte, para determinar instrumentalmente la textura de los quesos, uno de los métodos más utilizados es el perfil de textura, en el cual se determinan las propiedades primarias como la dureza, cohesividad, elasticidad y adhesividad y otras secundarias como la fracturabilidad, masticabilidad, gomosidad. En cuanto al análisis de perfil de textura (TPA) del queso Tenate, se evaluaron características

como dureza, elasticidad, adhesividad y cohesividad, obteniéndose los siguientes datos:  $5215 \pm 1985$  g,  $0.661-0.860$ ,  $-72.7 \pm 39.0$  g.s y  $0.214 \pm 0.414$ , respectivamente (García, 2006).

Como ya se menciona anteriormente las características olfato-gustativas, el queso Tenate presenta aroma medio-intenso y complejo, con mezcla de notas aromáticas, principalmente de la familia láctica, al tacto el queso Tenate es poco elástico a la presión, la pasta tiende a quebrarse; consistencia semiblanda y no desuera a la presión.

Las propiedades funcionales de fundido y viscosidad son importantes en el caso de quesos destinados a consumirse fundidos. El queso Tenate no es un queso que se vaya a consumir fundido, no obstante en el estudio de García (2006) se estudiaron estas propiedades, presentando un porcentaje de extensión durante el fundido de  $12.7 \pm 3.9$  y un tiempo de fundido de  $1.8 \text{ min.} \pm 0.7$ . Mientras que la viscosidad aparente fue de 407480 cp (Monroy, 2007). Su aptitud para el fundido fue inferior a la de otros quesos mexicanos como el Oaxaca o el Manchego.

El queso contiene normalmente elevados contenidos microbianos que juegan un papel importante en el proceso de maduración y por consiguiente en la vida de anaquel. Esta microflora se puede dividir en dos grupos: flora ácido láctica, utilizada como estárter en el caso de los quesos elaborados con leche pasteurizada, y flora secundaria. Las bacterias ácido lácticas son las que más se emplean como estárter, están involucradas en los procesos de acidificación y contribuyen en mayor o menor medida a las otras reacciones de la maduración. La microflora secundaria, comprendida por bacterias ácido lácticas distintas a las utilizadas como estárter, y otras bacterias, mohos y levaduras que crecen internamente o externamente en el queso son responsables de impartir características únicas y/o específicas en las distintas variedades de queso (Beresford *et al.*, 2001).

La presencia de los microorganismos en el queso va a depender de la contaminación microbiana de la leche, el uso del estárter, las condiciones extrínsecas del proceso, la conservación (tiempos, temperaturas, etc.) y la contaminación del queso durante el proceso (Palacios, 2006). El control del crecimiento de los microorganismos en el queso depende de un número de parámetros fisicoquímicos como la concentración de humedad, la cantidad de sal, la  $a_w$ , el pH, la presencia de ácidos orgánicos, la temperatura de conservación, el potencial redox y la adición de nitratos (Beresford *et al.*, 2001). Además en el crecimiento microbiano influyen otros factores biológicos como la disponibilidad de nutrientes para el metabolismo microbiano y la interacción entre los microorganismos presentes en el queso.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) tienen la función primaria de producir ácido láctico en el proceso de elaboración del queso. Sin embargo también pueden generar otros compuestos sápidos y aromáticos, gas y participan activamente en las reacciones de lipólisis y proteólisis durante la maduración (Beresford *et al.*, 2001).

El crecimiento de levaduras y mohos en quesos es común ya que pueden crecer a bajos valores de pH. El papel de las levaduras en la maduración de los quesos no es claro, se les han atribuido propiedades beneficiosas sobre *flavor*, la textura, así como estimulación de las bacterias lácticas. Sin embargo, algunas pueden producir alteraciones generando olores afrutados, a levadura, a rancio y formación de gas (Bresford *et al.*, 2001). El crecimiento de levaduras en queso se ve positivamente influenciado por la presencia de lactosa residual no fermentada por las BAL (Frank, 1997). Por su parte, los mohos que crecen en las superficies sin que estos hayan sido favorecidos por características que el queso requiera son considerados como alterantes, produciendo defectos en la apariencia como manchas pigmentadas y colonias visibles, además pueden generar olores atípicos, amoniacales, afrutados o a moho (Palacios, 2006).

Los coliformes son bacterias Gram negativas, con forma de bacilo, que contaminan la leche. Este grupo fermenta la lactosa y muchas sepas psicrotrofas. La producción de gas a partir de la fermentación de la lactosa puede producir hinchazón del queso, hinchazón temprana y también puede generar aromas típicos (Palacios, 2007).

Para conocer la evolución microbiológica de los quesos mexicanos se ha realizado una extensa búsqueda bibliográfica que se muestra en la Tabla 2.5, deduciendo que los principales grupos microbianos son: recuento de totales, *E. coli*, coliformes, micrococos, BAL y sus géneros especialmente (*Lactococcus* y *Lactobacillus*, así como enterococos). Recientemente, se ha estudiado la microbiota del queso Tenate (Palacios, 2006). Desde un punto de vista higiénico-sanitario se ha encontrado una cantidad elevada de microorganismos *E. coli* ( $4.63 \pm 0.98$  log ufc/g), por lo que se considera necesario modificar la practicas de manufactura para mejorar la calidad del queso.

Finalmente, se podría pensar en la posibilidad de la obtención de un distintivo de calidad para el queso Tenate. Los distintivos de calidad de los productos alimenticios son menciones especiales a nivel nacional, estatal o regional, con entidad legal, otorgadas por sus méritos a aquellos productos que gozan de una tradición y prestigio entre los consumidores. Los productos con distintivo de calidad suponen una garantía del consumidor ya que poseen unas características normalizadas, controladas por una institución que vela por ellas. Las únicas formas posibles de producir un queso Tenate en correctas condiciones sanitarias y poder conseguir así un distintivo de calidad que lo avale y permita su comercialización a gran escala entre otras latitudes, son elaborar el queso con leche pasteurizada o dejar madurar el queso durante mas de 60 días (Caro *et al.*, 2000).

Tabla 2.5 Principales grupos microbianos para analizar la evolución de las características microbiológicas en los quesos.

Grupo microbiano	Medio utilizado y condiciones de incubación	Referencias
Recuento total de mesofilos aerobios	Agar cuenta estándar en placa (PCA) Incubación, 30°C-48 h.	Herreros <i>et al.</i> , (2006).
<i>E. coli</i>	Agar Fluorocult Incubación: 44° C, 24 h.	Menéndez <i>et al.</i> , (2001).
Coliformes	Agar bilis rojo violeta Incubación: 31 °C, 24 h. Agar bilis rojo violeta Incubación: 37 °C, 24 h.	Menéndez <i>et al.</i> , (2001). Fernández <i>et al.</i> , (2004).
Micrococos	Agar MRS (Manitol Salt Agar) Incubación: 37 °C, 24 h.	Menéndez <i>et al.</i> , (2001).
Bacterias Ácido Lácticas	Agar M17, Agar MRS, pH 5.5 con ácido láctico y Agar MSE Agar MRS Incubación, 30°C, 72 h. Incubación, 30°C, 12-24h	Menéndez <i>et al.</i> , (2001). Herreros <i>et al.</i> , (2003, 2006).
Lactococos	Agar M 17 Y MRS Incubación: 37 °C, 16 h. Agar M17 Mesofilos, 22 °C -72 h. Termófilos, 45 °C -48 h. General, 30°C- 18 - 24 h.	Macedo <i>et al.</i> , (2004). Madrau <i>et al.</i> , (2006). Herreros <i>et al.</i> , (2003, 2006).
Enterococos	Agar KF  Agar Kanamycin aesculin	Menéndez <i>et al.</i> , (2001) y Fernández <i>et al.</i> , (2004). Macedo <i>et al.</i> , (2004).
Lactobacilos	Agar MRS a pH 5.4 acidificado con ácido acético incubado anaerobicamente Mesofilos, 22 °C -72 h. Termófilos, 45 °C -48 h. Agar Rogosa, Incubación: 30°C, 5 días Agar Rogosa Agar Rogosa (Oxoid) Incubación: anaeróbica, 30 °C, 72 h.	Madrau <i>et al.</i> , (2006). Herreros <i>et al.</i> , (2006). Macedo <i>et al.</i> , (2004). Fernández <i>et al.</i> , (2004).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del experimento**

La fase experimental de este trabajo se realizó en los laboratorios de Físico-química, Análisis Sensorial, Análisis Especiales y Microbiología ubicados en el Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICyTA) del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

#### **3.2 Muestras**

Se obtuvieron muestras de queso Tenate elaboradas en la región de La Peñuela Municipio Acatlán Hidalgo, adquiridas directamente de 3 industrias pertenecientes a los siguientes productores: Carmen Hernández, Arturo Soto Reyes y Jerónimo Soto Amador.

Se recolectaron un total de 8 quesos por industria (4 quesos de cada uno de los 2 lotes muestreados). Los quesos fueron elaborados en las industrias anteriormente citadas y la toma de muestras se llevó a cabo en un periodo no mayor de 24 h. posterior a su elaboración. La cantidad de queso muestreada oscilo entre 0.5 a 1 Kg., dependiendo del tamaño de la pieza de queso.

Las muestras fueron transportadas bajo condiciones de refrigeración en los envases proporcionados por la industria al CICyTA, en un tiempo máximo de una hora.

Se tomo una muestra de queso de cada industria para realizar análisis físico-químicos, sensoriales y microbiológicos, correspondientes al día siguiente de su elaboración. Las muestras restantes se metieron a refrigeración en su empaque

original (una cesta de palma, una tela de manta de cielo en la parte superior y una bolsa que recubría la totalidad del queso) a una temperatura de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , hasta previos análisis (0, 7, 14 y 21 días, analizándose un queso cada uno de los días).

### **3.3. Análisis fisicoquímicos**

Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo a las 24 hrs. posteriores a su elaboración del queso fueron los siguientes: contenido en materia grasa, proteína, cenizas, humedad, pH, análisis de perfil de textura (TPA) y color. En los días 0, 7, 14 y 21 de almacenamiento se realizaron todos estos análisis excepto los tres primeros.

#### **3.3.1 Determinación de Materia Grasa**

El contenido de materia grasa de los quesos se determinó empleando el método de análisis ácido butirométrico Van Gulik, el cual consiste en una digestión de los componentes proteicos con ácido sulfúrico, y separación de la grasa por centrifugación (Serres *et al.*, 1973). Se colocaron 3.0 g de queso previamente homogenizado y se adicionó ácido sulfúrico ( $\rho = 1525\text{ g/L}$ ) hasta cubrir la muestra en el butirómetro Van Gulik, diseñado para tal fin. Los butirómetros se colocaron en un baño de agua a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; hasta la digestión total de la muestra.

Posteriormente se adicionó 1 ml de alcohol isoamílico y ácido sulfúrico hasta el 35 % de la escala del butirómetro. Los butirómetros se taparon y se centrifugaron a 1250 r.p.m (Centrifuga Gerber modelo M80A) durante 5 min. Transcurrido ese tiempo los butirómetros se colocaron en un baño de agua a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  antes de la lectura del % (p/p) de grasa en la muestra. Las determinaciones se hicieron por duplicado.

### **3.3.2 Determinación de Proteína**

La determinación de proteína en el queso Tenate se llevó a cabo por el método Kjeldahl de acuerdo a la norma oficial mexicana (NMX-F-098-1976), utilizando un factor de 6.38 para expresar el contenido promedio de nitrógeno como porcentaje de proteína. Para la cuantificación de nitrógeno total, se utilizó 1 g de muestra homogenizada, la cual se colocó junto con 5 g de mezcla digestora (preparada con 200 g de sulfato de potasio, 20 g de sulfato cúprico pentahidratado y 5 g de dióxido de selenio) en un matraz Kjeldahl y se añadieron 12 ml de ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

El matraz con la muestra se colocó en un bloque de digestión (Büchi B-424) durante 15 min en el punto de temperatura 4, incrementando a 8-9 hasta su completa digestión, dada por finalizada cuando adquirió una coloración verde clara transparente. Posteriormente el matraz se dejó enfriar a temperatura ambiente, se añadieron 50 ml de agua destilada y se colocaron en la unidad de destilación (Büchi B-316) donde se adicionó 50 ml de NaOH (30%p/v), y se procedió a la destilación durante 3 min, cayendo el destilado, una vez condensado sobre un matraz erlenmeyer con 50 ml de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>) al 4% p/v y con 3 gotas de indicador (rojo de metilo). En la destilación se obtuvieron 200 ml de destilado aproximadamente y el destilado fue titulado con ácido clorhídrico 0.1 N previamente valorado. El contenido de proteína bruta de las muestras se determinó con la siguiente fórmula, haciendo las determinaciones por duplicado.

$$\% \text{ de proteína cruda} = \frac{1.40 \text{ N} * (\text{V}) * 6.38}{\text{P}}$$

Donde:

N = Normalidad del ácido clorhídrico



V= Volumen en mililitros de ácido clorhídrico gastados (restando el volumen empleado para el blanco)

P= Peso en gramos de la muestra

6.38 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína cruda

### **3.3.3 Determinación de Cenizas**

El contenido de ceniza se determinó a partir de 5 g de muestra homogenizada de queso Tenate en un crisol mantenido en estufa de secado hasta peso constante, previamente pesado (Serres *et al.*, 1973). Posteriormente se introdujo a la mufla para llevar a cabo la carbonización y obtener las cenizas, programando la mufla de acuerdo a los siguientes tiempos y temperaturas: 100°C - 30 min., 150°C - 30 min., 200°C - 30 min., 250°C - 30 min., 350°C -1 h., 550°C - 3-5 h.; hasta que el residuo tomo un color blanco.

El crisol se enfrió en un desecador y se peso en una balanza analítica. Para posteriormente determinar el porcentaje de ceniza en las muestras, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(B - A) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del crisol vacío (g)

B = Peso del crisol con cenizas (g)

C= Peso de la muestra (g)

La determinación del contenido de cenizas se hizo por triplicado para cada muestra de queso.

### **3.3.4 Determinación de Humedad**

El porcentaje de humedad se determino por deshidratación de la muestra a una temperatura de 100 °C durante 5.5 h (Serres *et al.*, 1973). Se colocaron 5 g de arena de mar purificada en cápsulas de aluminio utilizadas como recipiente, se dejaron secar en la estufa hasta un peso constante, por 16 h, tomando el peso del conjunto, para posteriormente, pesar en la cápsula 5 g de muestra homogenizada de queso Tenate y anotar nuevamente el peso de la cápsula con arena y la muestra húmeda. Después se mezclo cuidadosamente el queso con la arena e inmediatamente se introdujo a la estufa de secado (Modelo-Shell Lab, modelo 130FX) durante 4 h para obtener el peso del recipiente con la muestra seca. El contenido de humedad se determinó con la siguiente fórmula, haciendo las determinaciones por triplicado para cada muestra de queso.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(A - B) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del recipiente con la muestra húmeda (g)

B = Peso del recipiente con la muestra seca (g)

C = Peso de la muestra húmeda (g)

### **3.3.5 Determinación de pH**

En un vaso de precipitado se mezclaron 10 g de queso Tenate homogenizado y 50 ml de agua destilada. El pH de la mezcla se determinó con un potenciómetro (Modelo-Oakton, Serie-45431) previamente calibrado con dos puntos de referencia (pH 4 y 7), siguiendo las instrucciones descritas por Hooi *et al.*, (2004). Las mediciones de pH se hicieron por triplicado para cada muestra de queso.

### **3.3.6 Análisis del perfil de textura (TPA)**

La determinación de textura se realizó por compresión con la ayuda de un Texturómetro Universal (Stable Micro Sistemas, UK) equipado con una celda de carga de 50 Kg. y una sonda 30 mm de altura x 25 mm diámetro bajando a una velocidad de  $1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$  por una distancia de 40 mm (Figura 3.1). Las muestras analizadas fueron cúbicas, con una dimensión de 2.5 x 2.5 x 2.5 cm cada una, haciendo 4 repeticiones por cada muestra. Posteriormente, con los datos obtenidos se calcularon los siguientes parámetros: fuerza máxima (dureza), adhesividad, elasticidad y cohesividad de acuerdo a las definiciones dadas por Szczesniak (1963 y 1966); Bourne (1978) y Van Villet (1991).

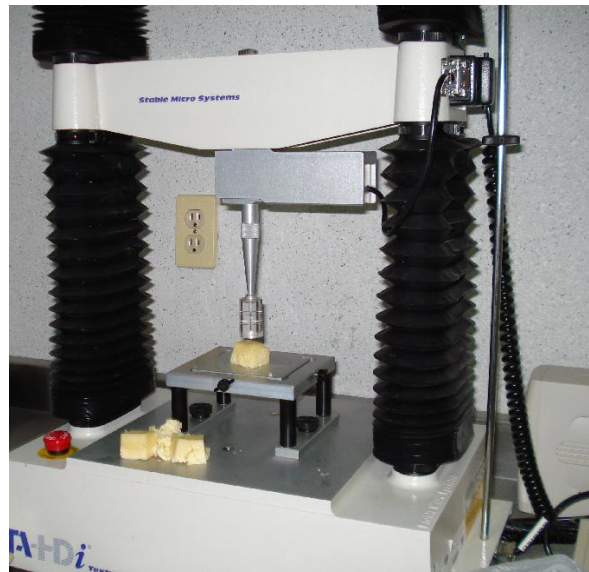


Figura 3.1 Determinación de textura del queso Tenate.

### **3.3.7 Parámetros de color**

El color de los quesos se determinó con un espectrofotocolorímetro de reflectancia (Minotla CR-300) como se muestra en la Figura 3.2, realizando las siguientes mediciones  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . El instrumento se calibró usando una superficie de color blanco estándar, con un ángulo del observador de  $10^\circ$  y un iluminante de D65.

Posteriormente se realizaron 3 diferentes mediciones sobre la superficie de cada una de las muestras de queso en las mismas condiciones del instrumento.

Parámetros de color medidos:

L\* = Luminosidad

a\* = rojo y verde

b\* = amarillo y azul



Figura 3.2 Espectrofotocolorímetro de refractancia (Minotla CR-300).

### **3.4 Análisis Microbiológicos**

Se realizaron análisis microbiológicos a las muestras de queso Tenate descritas anteriormente, el día de toma de muestras y después de 7, 14 y 21 días de almacenamiento en condiciones ya antes mencionadas. El análisis microbiológico consistió en realizar los recuentos de los siguientes grupos microbianos: Mesofilos aerobios totales, bacterias ácido lácticas, lactobacilos, lactococos, enterococos, micrococos, mohos y levaduras, *Escherichia coli* y coliformes.

### **3.4.1 Preparación de la muestra y realización de las diluciones**

Inicialmente se preparó la solución requerida para realizar las diluciones disolviendo 1 g de peptona y 8.5 g de cloruro de sodio por cada litro de agua destilada y se vertieron volúmenes de 90 ml en frascos y de 9 ml en tubos para su posterior utilización, sometiendo frascos y tubos a un proceso de esterilización a 121°C durante 15 minutos.

Posteriormente, en forma aséptica, se homogenizaron 10 g de muestra de queso Tenate en 90 ml de agua peptonada estéril en un Stomacher (Seward Stomacher 80) durante 2 minutos a una velocidad de 150 rpm. A partir de la mezcla se realizaron las diluciones decimales pertinentes mezclando 1 ml de la dilución anterior en 9 ml de agua peptonada estéril.

### **3.4.2 Recuento de Mesofilos Aerobios Totales**

El recuento se realizó preparando las diluciones decimales apropiadas y se agregó por duplicado 1 ml de cada una de las diluciones en cajas Petri, a las que se agregaron aproximadamente 15 ml de medio de cultivo agar para métodos estándar a 45 °C, agitando las cajas para una mejor distribución y se dejó solidificar el medio con la muestra. Las placas se incubaron en forma invertida a 30 °C durante 48 h de acuerdo con la APHA (Houghtby *et al.*, 1992).

### **3.4.3 Recuento de Bacterias Acido Lácticas**

Este análisis se llevó a cabo mediante un recuento en caja utilizando como medio de cultivo el Agar Man Rogosa and Sharpe (MRS). Las placas se prepararon por duplicado a partir de 1 ml de la dilución apropiada de la muestra de queso Tenate y 15 ml de agar semifundido a 45 °C; una vez solidificada la mezcla se colocó una segunda capa de medio para crear un ambiente anaerobio. Las placas se incubaron en forma invertida a 30 °C durante 24 h (Herrerros *et al.*, 2003, 2006).

#### **3.4.4 Recuento de Lactobacilos**

Los lactobacilos se analizaron mediante un recuento en caja utilizando como medio de cultivo el agar MRS acidificado a pH 5.4 con ácido acético. Las placas se prepararon por duplicado a partir de 1 ml de la dilución apropiada de la muestra de queso Tenate y 15 ml de agar semifundido. Una vez solidificada la mezcla se colocó una segunda capa de medio para crear un ambiente anaerobio, se incubaron en forma invertida a 22°C durante 72 h en el caso de los lactobacilos mesófilos y a 45°C durante 48 h para lactobacilos termófilos, de acuerdo a lo especificado por Madrau *et al.*, (2006).

#### **3.4.5 Recuento de Lactococos**

El recuento de lactococos se llevó a cabo mediante un recuento en caja utilizando como medio de cultivo el Agar M17 al cual se le adicionó de manera aséptica lactosa al 10% de acuerdo a las especificaciones del medio. Las placas se prepararon por duplicado a partir de 1 ml de la dilución apropiada de la muestra de queso Tenate y 15 ml del agar semifundido a 45 °C y una vez solidificada la mezcla se colocó una segunda capa de medio para crear un ambiente anaerobio. Las cajas se incubaron en forma invertida a 22 °C durante 72 h para Lactococos mesofilos y a 45 °C durante 48 h para Lactococos termofilos de acuerdo a lo especificado por Madrau *et al.*, (2006).

#### **3.4.6. Recuento de Enterococos**

Para el recuento de enterococos, se tomo 1 ml de las diluciones decimales apropiadas y se depositó en cajas Petri por duplicado, agregando y mezclando con medio de cultivo KF *Streptococcus* semifundido, al cual se le agregó en forma aséptica TTC al 1% y una vez solidificada la mezcla las placas se incubaron en forma invertida a 30 °C durante 48 h de acuerdo con lo especificado por Menéndez *et al.*, (2001).

### **3.4.7 Recuento de Micrococos**

El recuento de micrococos se realizó preparando las diluciones decimales apropiadas y se agregó por duplicado 1 ml de cada una en cajas Petri a las que se agregaron aproximadamente 15 ml de medio de cultivo *Manitol Salt Agar* (MSA) a 45 °C, agitando las placas para una mejor distribución. Una vez solidificado el medio, las placas se incubaron en forma invertida a 30 °C durante 48 h, según lo especificado por Menéndez *et al.*, (2001).

### **3.4.8 Recuento de Mohos y Levaduras**

Estos recuentos se llevaron a cabo en placas utilizando como medio de cultivo el Agar Papa Dextrosa (PDA) acidificado con ácido tartárico al 1% en condiciones asépticas. Posteriormente, se depositó 1 ml de dilución a las placas a las que se agregaron aproximadamente 15 ml de medio de cultivo, dejándose solidificar. Las placas se incubaron a 22 °C durante 7 días ( Henson *et al.* , 2006).

### **3.4.9 Recuento de Coliformes y *Escherichia coli***

Los recuentos de coliformes y *E. coli* se llevaron a cabo en placas deshidratadas comercializadas por Petrifilm™ (Laboratories 3M Santé, Cergy Pontoise Cedex, Francia) para la detección de Coliformes/*E.Coli*. Las placas fueron inoculadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante e incubadas a 30 °C durante 24 h (AOAC International, 1999). Se consideraron coliformes aquellas colonias de color rojo y *E. coli* las de color azul-violeta, ambas asociadas a burbujas de gas como se muestra en la Figura 3.3

### **3.4.10 Expresión de resultados**

Las colonias se contaron después de transcurrido el tiempo de incubación. Se seleccionaron las placas en las cuales se desarrollaron entre 30 – 300 colonias.

Los recuentos obtenidos se expresaron como  $\text{Log}_{10}$  de unidades formadoras de colonias (ufc) por g.

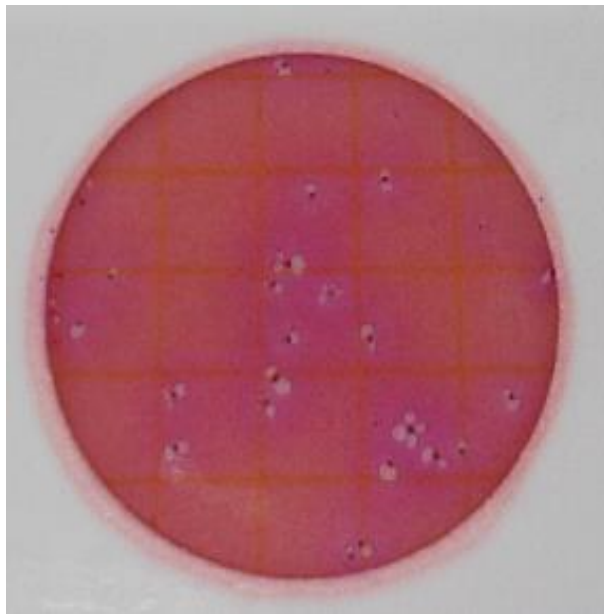


Figura 3.3 Placa Petrifilm <sup>TM</sup>

### **3.5 Análisis Sensorial**

El análisis sensorial se llevo a cabo con un grupo de 9 jueces 6 mujeres y 3 hombres con una edad promedio de 25 años, todos ellos estudiantes y profesores del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Los jueces recibieron un entrenamiento previo a la evaluación de las muestras de quesos. Para el entrenamiento, presentación de muestras y procedimiento en general del análisis sensorial se siguieron las recomendaciones de Poste *et al.*, (1993). Para el entrenamiento y el análisis sensorial de los quesos se dispuso de una sala de cata con cabinas individualizadas de 147 x 109 x 313 cm, equipadas con focos de luz blanca y una llave de agua con sumidero (Figura 3.4).





Figura 3.4 Sala de cata con cabinas individualizadas para el análisis sensorial

### **3.5.1 Entrenamiento de jueces**

La fase de entrenamiento se llevó a cabo en 11 sesiones, con una duración aproximada de 15 a 20 min cada una. Después de una sesión introductoria, los catadores fueron entrenados en el reconocimiento de olores (leche fresca, leche ácida, mantequilla, establo y olor a queso), sabores (amargo, salado, palma y ácido) y texturas (friabilidad, fundente y humedad) durante 3 sesiones para cada tipo de atributos (olores, sabores y texturas). Finalmente se realizó una última sesión donde se trabajó a modo de refuerzo con todos los parámetros antes descritos.

Para las sesiones del entrenamiento de sabores fundamentales se prepararon muestras estándar siguiendo las instrucciones de Chamorro y Losada (2002). En primer lugar se prepararon disoluciones acuosas (P/V) de 15 g/100 ml de fructosa para el sabor dulce, 2 g/100 ml de ácido cítrico para el sabor ácido, 4.7 g/100 ml de cloruro sódico para el sabor salado, 0.7 g de cafeína/100 ml para el sabor amargo y 1 g de tenate (palma) hervido en 100 ml de agua para el sabor a palma.

Posteriormente, a partir de estas soluciones o dispersiones y de requesón adquirido en el mercado, se prepararon dos muestras estándar para cada atributo, una de concentración baja y otra de concentración alta, mezclando las cantidades indicadas en la Tabla 3.1 (Chamorro y Losada, 2002).

Tabla 3.1 Volumen de solución y peso de requesón mezclados para obtener las muestras estándar de concentración baja y alta utilizadas para el entrenamiento de sabores.

	Baja		Alta	
	mL de solución	g requesón	mL de solución	g requesón
Dulce	6	200	20	200
Ácido	7.5	200	30	200
Salado	12.5	200	30	200
Amargo	15	200	25	200

En el caso del sabor a palma, se prepararon las muestras estándares en concentraciones altas y bajas, mezclando una parte de palma (canasto del queso Tenate) molida con requesón, en las cantidades presentadas en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Cantidades de palma y peso de requesón mezclados para obtener las muestras estándar de concentración baja y alta.

	Baja		Alta	
	g palma	g requesón	g palma	g requesón
Palma	1	200	4	200

En la primera sesión, para el reconocimiento de sabores se presentaron en un plato 5 muestras de requesón con los correspondientes sabores en las concentraciones alta y baja, para que los catadores reconocieran primero e identificaran después los sabores presentados utilizando la ficha de cata presentada del Anexo 1.

En la segunda sesión de entrenamiento se presentaron las muestras con requesón a concentración baja y alta, preparadas como se indicó en los párrafos anteriores y se pidió a los catadores que evaluaran la intensidad del sabor correspondiente marcando en una escala de 1 a 9 el valor asignado a cada muestra (Anexo 2), teniendo en cuenta que 1 significa ausencia y 9 presencia en mayor cantidad de la esperada en un queso. La ficha de cata utilizada para la segunda sesión de entrenamiento se muestra en el Anexo 3.

En la tercera sesión se llevó a cabo la memorización de las intensidades de cada atributo, que con los promedios de las puntuaciones dadas por los catadores en las sesiones anteriores se fijaron los valores de cada uno de ellos, (2 para la baja y 7 para la alta), según se muestra en el Anexo 4.

En cuanto al entrenamiento de olores, la primera sesión al igual que la del entrenamiento de sabores, consistió en el reconocimiento e identificación de olores estándar cuya preparación se muestra en la Tabla 3.3. Para su preparación se siguieron las indicaciones de Chamorro y Losada (2002). Las alícuotas de los estándares que se ofrecieron a los jueces consistieron en pequeños vasos de plástico con 10 ml de estándar codificados para su identificación, los cuales fueron presentados a los jueces para su reconocimiento, según la ficha presentada en el Anexo 5.

Durante la segunda sesión de entrenamiento de olores, los jueces puntuaron la intensidad de olor de los estándares anteriormente descritos en una escala de 1 a 9, ausencia y presencia por encima de lo esperable, respectivamente. Para esta evaluación se utilizó una ficha de cata como la que se muestra en el Anexo 6.

Con los valores medios otorgados por los jueces se elaboró la ficha de entrenamiento que se utilizó en la última sesión. En la última sesión se

presentaron a los jueces los estándares, así como las puntuaciones de referencia de cada atributo y se les pidió que asociaran y memorizaran las sensaciones y las puntuaciones siguiendo la ficha que se presenta en el Anexo 7.

Para todas las pruebas de olores se procedió a abrir los vasos codificados y perfectamente tapados que contenían cada una de las sustancias, una vez abierto rápidamente se aspiró el olor e inmediatamente se tapó, para evitar la contaminación de olores en el ambiente.

Tabla 3.3 Olores que fueron objeto de entrenamiento y referencias o estándares utilizados.

<b>Familias y subfamilias</b>	<b>Referencia</b>	<b>Preparación</b>
Leche fresca	Leche pasteurizada	Servir directamente
Mantequilla	Leche fresca y mantequilla	Mantequilla comercial mezclada con leche fresca (1g y 5 g de mantequilla en 10 mL de leche para la intensidad baja y alta, respectivamente).
Establo	Leche fresca y paja de un establo en la que se han acostado vacas.	Mantener la leche en contacto durante unas horas con la paja, (1 g y 5g de paja en 100 ml de leche para la intensidad baja y alta respectivamente).
Leche acidificada	Leche fresca y cultivo lácteo mesofilo	Calentar la leche a 35°C y adicionar 1% de cultivo para la intensidad baja y 5% para la alta e incubar a 37°C durante la noche.
Intensidad olor	Leche fresca y Aroma a queso cheddar	Mezclar de aroma a Cheddar (1 mL y 5 mL de aroma en 300 mL de leche para la intensidad baja y alta, respectivamente)

El entrenamiento de los catadores para los caracteres de textura se dividió en tres partes al igual que para los caracteres de sabor y olor. Los caracteres o atributos de textura evaluados fueron friabilidad, humedad y fundente, de acuerdo a las definiciones y estándares de Chamorro y Losada (2002).

La friabilidad se evaluó masticando los estándares o las muestras de 2-4 veces con las muelas y valorando el número de trozos generados. Los ensayos se realizaron con las siguientes referencias:

Clara de huevo	→	Nada desmenuzable (nada friable)
Salchicha	→	Desmenuzable (Friable)
Mantecada	→	Muy desmenuzable (Muy friable)

Para la evaluación de humedad se colocó la muestra en la boca y se valoró el grado de humedad entendido como la cantidad de agua absorbida o liberada en la boca. Las muestras de referencia fueron:

Galleta habanera	→	Seco
Manzana	→	Húmedo
Sandía	→	Acuosa

Para evaluar la característica de fundente se colocó la muestra en la boca y se presionó con la lengua y el paladar, evaluando la capacidad de formar una pasta, la facilidad de licuar y fundir la muestra sin necesidad de mucha saliva. Los ensayos se realizaron con las siguientes referencias:

Clara de huevo	→	Nada fundente
Queso fundido	→	Muy fundente

La primera sesión consistió en comprender las definiciones y probar las referencias para practicar. Las sesiones posteriores consistieron en puntuar las referencias y colocarlas en una escala de 1 a 9, siendo 1 ausencia y 9 presencia, en mayor cantidad de la esperable en un queso, para lo cual se utilizó la ficha presentada en el Anexo 8. Los resultados promedio se utilizaron para elaborar la ficha de memorización (Anexo 9), que se utilizó en la última sesión con el fin de asociar las sensaciones de textura evaluadas a los valores de la escala y memorizarlas para la evaluación del queso Tenate.

### **3.5.2 Pruebas de evaluación (Olor, Sabor y Textura) del queso**

Las muestras de queso Tenate adquiridas fueron evaluadas sensorialmente a diferentes tiempos tras su elaboración, a los 0, 7, 14 y 21 días de conservación a 10 °C en el empaque original, determinando la evolución de los siguientes parámetros: Olores (mantequilla, establo y olor a queso), Sabores (salado, palma y ácido) y Textura (friable y húmedo). A sí mismo los jueces evaluaron la aceptabilidad en general del queso en los tiempos de maduración antes descritos.

Las pruebas de evaluación de olor, sabor y textura de las 3 industrias, se llevaron a cabo en una sesión para cada tiempo de maduración del queso Tenate (Figura 3.5). Las muestras de queso a evaluar se presentaron en recipientes de vidrio perfectamente codificados con una clave de 3 dígitos, en los que se colocaron cubos de 1.5 cm<sup>3</sup> (3 cubos para evaluar olor, 3 para sabor y 2 para textura) de cada queso cubiertos con plástico transparente. Las muestras fueron colocadas en las cabinas antes de iniciar la evaluación en forma ordenada, en la base las muestras para evaluar olor y en la parte de arriba las de sabor y textura, de modo que se presentó a los catadores 3 recipientes con muestras por cada industria. Las puntuaciones en las hojas de cata se llevaron a cabo teniendo en cuenta lo memorizado sobre las intensidades de las referencias utilizadas en los entrenamientos.



Figura 3.5 Evaluación de los atributos de olor, sabor y textura del queso Tenate.

Los análisis se realizaron en el siguiente orden: primero se evaluaron los atributos de olor de las muestras presentadas, debido principalmente a que las muestras se presentaron cubiertas con plástico para evitar que escapen los olores y se contamine el ambiente y además también para conservar mejor sus olores característicos. El procedimiento para evaluar el olor consistió en romper la muestra en dos, aspirar rápidamente el olor y puntuar la intensidad percibida de cada uno de los atributos, plasmando los resultados en una hoja de respuestas (Anexo 10). En la prueba de olores se evaluó también de manera general la aceptación del queso en cuanto al olor.

En segundo lugar se realizó la evaluación de los atributos de sabor, para lo cual se pidió a los jueces que distribuyeran la muestra uniformemente en la boca y que la dejaran allí por un pequeño tiempo, para que pudieran percibir mejor los sabores de cada muestra, presentando los resultados en la ficha de cata que se incluye en el Anexo 11. En esta evaluación se incluyó la aceptabilidad del queso Tenate en cuanto al sabor.

Por último se realizó el análisis de los atributos de textura del queso Tenate como la friabilidad, ya que este atributo es la principal característica del mismo. Esta se realizó introduciendo un trozo de queso Tenate en la boca del catador, se masticó con las muelas 3 veces y se indicó en una escala de 1 a 9 la friabilidad del queso, de acuerdo al número de partículas en que se divide. También se determinó la sensación de humedad, colocando la muestra en la boca para evaluar la cantidad de humedad percibida. Al igual que en las evaluaciones de olor y sabor se determinó la aceptabilidad del queso en cuanto a la textura. Los resultados se plasmaron en la ficha de cata presentada en el Anexo 12.

### **3.6 Análisis Estadísticos**

Los resultados se analizaron estadísticamente calculando la media y la desviación estándar de los valores de dos muestras por cada industria, así como la media y la desviación estándar de los promedios obtenidos de cada industria. También se llevó a cabo un análisis de varianza de una vía, empleando la prueba de Tukey con el fin de buscar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tiempos de conservación para cada variable estudiada, considerando los 6 valores obtenidos por cada variable (dos por cada industria y tiempo de conservación). Para estos análisis se empleó el programa "STATISTICA for Windows", versión 7.0 (StatSoft, Tulsa, EE. UU.).



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis fisicoquímicos

La composición proximal de los quesos Tenate evaluados a las 24 horas posteriores a su elaboración, presentó un  $48.4 \pm 1.3\%$  de grasa,  $35.6 \pm 0.4\%$  de proteína y  $7.1 \pm 0.6\%$  de cenizas sobre extracto seco (Tabla 4.1). Dicha composición se encuentra dentro de los rangos de composición proximal establecidos por García (2006), en un estudio donde se analizaron 6 quesos Tenate. Por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados del presente trabajo y los encontrados por la autora antes mencionada el queso Tenate es un queso graso y semiduro.

Tabla 4.1 Composición proximal del queso Tenate al día siguiente de su elaboración (media y desviación estándar, expresado en % sobre extracto seco).

Muestra	Grasa	Proteína	Cenizas
M1 (n=2)	$49.6 \pm 0.3$	$35.2 \pm 1.8$	$6.4 \pm 0.5$
M2 (n=2)	$47.1 \pm 1.0$	$36.0 \pm 1.9$	$7.7 \pm 0.8$
M3 (n=2)	$48.4 \pm 0.4$	$35.8 \pm 0.1$	$7.1 \pm 0.1$
PROMEDIO $\pm$ DE	$48.4 \pm 1.3$	$35.6 \pm 0.4$	$7.1 \pm 0.6$

M1: industria 1; M2: industria 2; M3: industria 3.

DE: Desviación estándar.

La Figura 4.1 muestra el contenido en humedad en el queso Tenate, se observa que el contenido de humedad (42%) es constante durante el periodo de conservación (21 días). Este hecho era de esperar considerando que el queso estaba empacado con una película plástica y no permite el intercambio de vapor de agua.

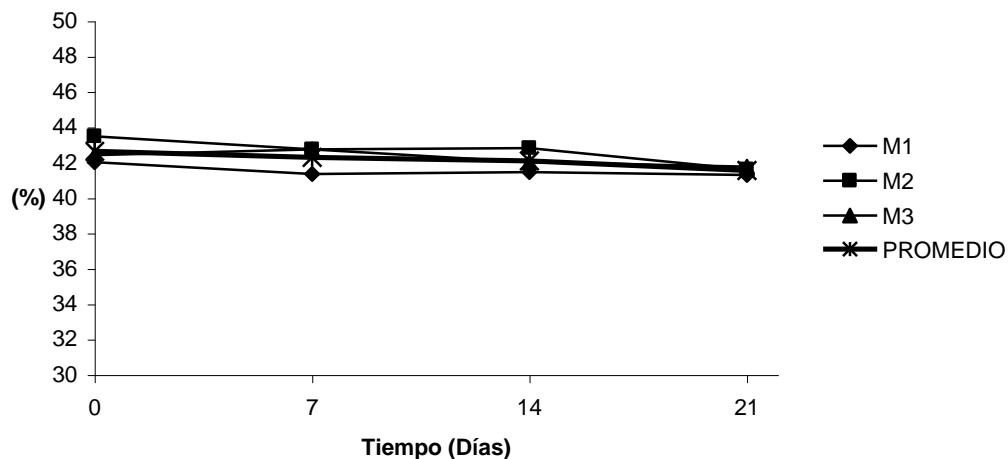


Figura 4.1 Evolución de la humedad (%) en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

La evolución del pH del queso Tenate a lo largo de su conservación (Figura 4.2) se caracterizó por ser constante durante los primeros 14 días, experimentando a partir de este día un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) de aproximadamente media unidad. Probablemente, la principal causa de este incremento sea la formación de compuestos nitrogenados básicos de bajo peso molecular (como el amoníaco), debido principalmente a la acción microbiota sobre los compuestos derivados de la proteólisis, de origen endógeno o microbiano. A este respecto, Scott (1991) menciona que la actividad de las bacterias y mohos degradan los componentes derivados de la proteólisis en sustancias neutras o alcalinas que elevan el pH. Cuando la actividad proteolítica es intensa el pH puede llegar a alcanzar 7.8 o más, durante la maduración.

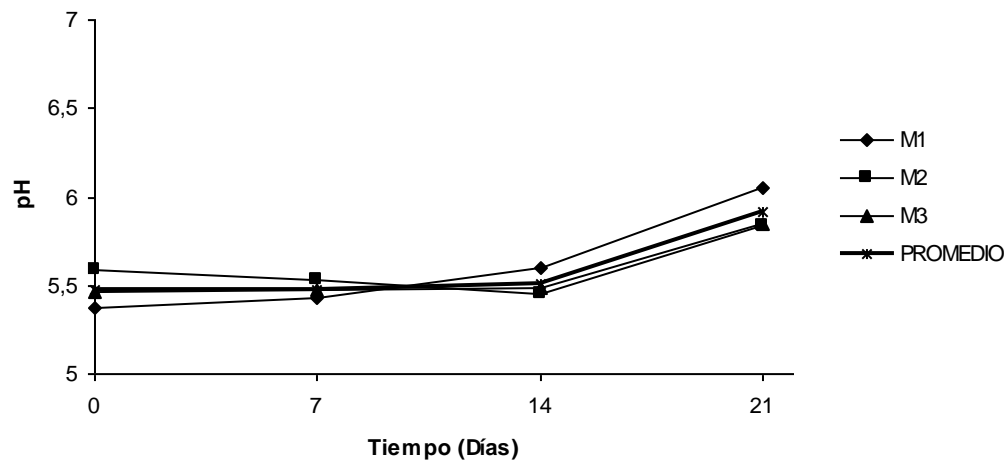


Figura 4.2 Evolución del pH en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

#### 4.2 Análisis de perfil de textura del queso

La evaluación del Análisis de Perfil de Textura (TPA), en particular del queso Tenate a través del tiempo se muestra a continuación.

En la Figura 4.3 se muestra la evolución de la dureza del queso Tenate a lo largo de su conservación, caracterizada por la existencia de cambios significativos ( $P < 0.05$ ) entre el tiempo de maduración y la dureza del queso. La mayor dureza se presentó a los 7 días de almacenamiento alcanzando valores de entre 5500 y 6000g; posteriormente la dureza disminuyó alcanzando finalmente valores inferiores a los iniciales aproximadamente 3500g.

Como se aprecia en la Figura 4.4, el comportamiento promedio de la adhesividad del queso Tenate durante su conservación se caracterizó por muy ligera tendencia al aumento; no obstante los cambios de adhesividad a lo largo de la conservación no fueron estadísticamente significativos ( $P > 0.05$ ).

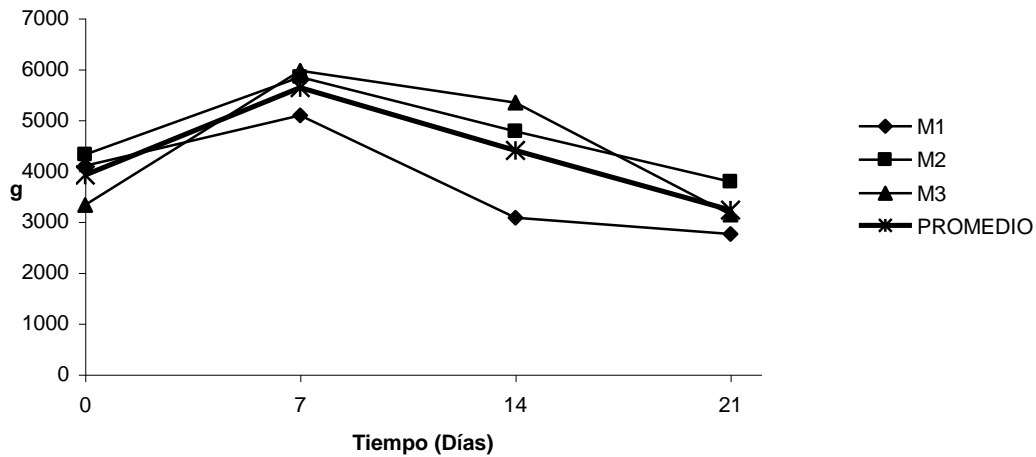


Figura 4.3 Cambios en los valores de la dureza del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

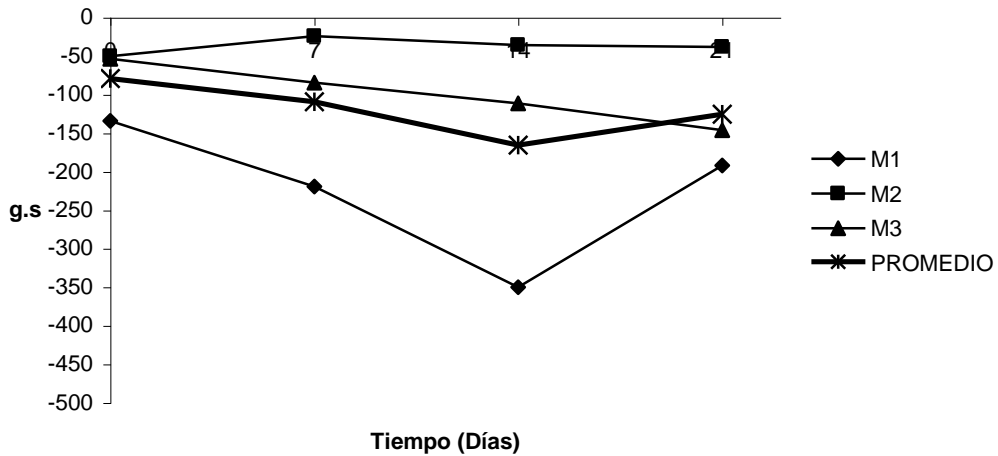


Figura. 4.4 Cambios en los valores de la adhesividad del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los cambios en la elasticidad del queso Tenate durante su conservación se representan en la Figura 4.5, donde se aprecia un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) de la elasticidad durante los primeros 7 días de almacenamiento con valores de 0.5 hasta 0.8 y posteriormente se mantiene hasta el día 21.

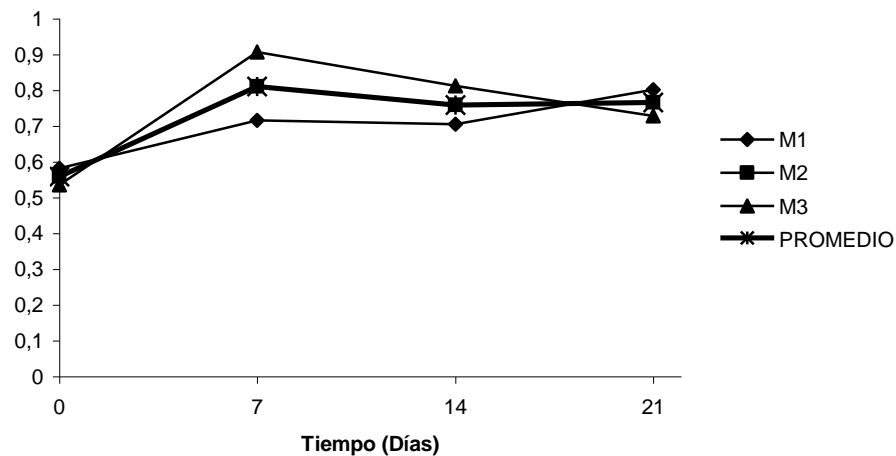


Figura 4.5 Cambios en los valores de la elasticidad del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

La cohesividad del queso Tenate a lo largo del tiempo (Figura 4.6) se mantuvo constante en el curso de los días 0 a 7; sin embargo, mostró un ligero incremento estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ) durante su posterior almacenamiento.

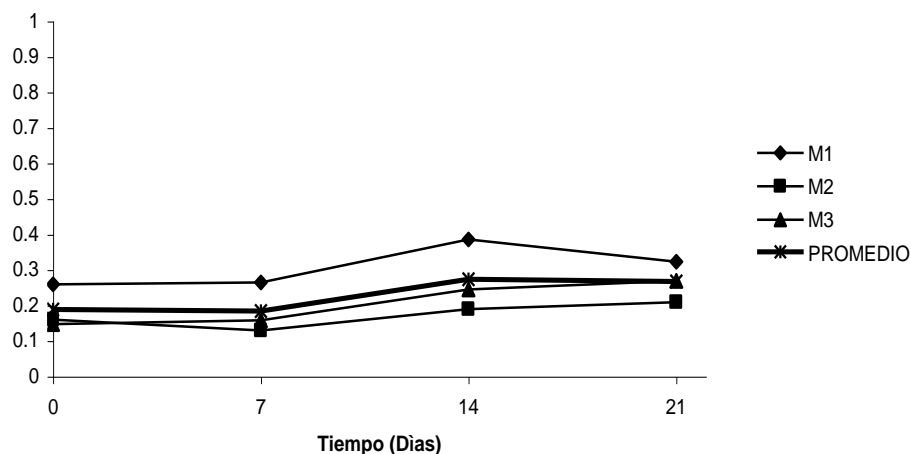


Figura 4.6 Cambios en los valores de la cohesividad del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los valores del perfil de textura del queso Tenate de unos 7 días después de su elaboración se determinaron en el estudio de García (2006), en el que se obtuvieron valores concordantes con los del presente estudio; destacando como

peculiaridad de este queso su baja cohesividad, en relación con otros quesos mexicanos, queso Manchego Mexicano, Manchego Botanero, Morral y Oaxaca.

La evolución de los valores del perfil de textura durante la conservación del queso Tenate no ha sido estudiada previamente. Como se ha visto, esta evolución se caracteriza por un aumento significativo de la dureza y la elasticidad durante la primera semana de conservación. Después de la primera semana de conservación, tanto dureza como elasticidad tienden a disminuir con el tiempo.

Los cambios en la textura durante la conservación o maduración de los quesos se pueden atribuir a los cambios en la microestructura que tienen lugar después de su elaboración; estos cambios, dependientes del pH, se deben al establecimiento de interacciones entre caseínas y entre minerales y caseínas (Coker *et al.*, 2005).

El aumento inicial de la dureza y la elasticidad en la conservación del queso Tenate se puede explicar teniendo en cuenta el proceso de elaboración de este queso. La cuajada se desuera bastante en bolsa de tela y luego se fragmenta en trozos (granos) aproximadamente de 1cm, que se introducen en los moldes de Tenate y se prensan. Los granos tienen una apariencia y un tacto relativamente seco, por lo que es de prever que el establecimiento de uniones químicas entre granos – entre moléculas de la superficie de los granos – tome un tiempo. El establecimiento gradual de esas uniones químicas durante la primera semana sería el responsable del incremento paralelo de dureza y elasticidad. Sin embargo, estas uniones no parecen repercutir en un aumento de la cohesividad. Las mencionadas uniones químicas empiezan a partir de la desestabilización de micelas de caseinas que han perdido su conformación. Esas uniones pueden originarse debido a las interacciones electrostáticas, puentes de hidrógeno, interacciones de Van der Waals entre las caseinas que forman la para kappa caseína.

Respecto a la disminución en la dureza y elasticidad del queso Tenate después de la primera semana de conservación cabe comentar que en otros estudios se ha

observado una disminución de estos parámetros durante la conservación de quesos frescos o de corta maduración a temperaturas de refrigeración (Yun *et al.*, 1995; Imm *et al.*, 2003) – disminución que, a diferencia de la observada en el queso Tenate, comienza a ser patente desde el primer día de conservación.

Ese descenso en dureza y elasticidad, que sería causado por un debilitamiento de las mencionadas interacciones (entre caseínas y entre caseínas y minerales), ha sido atribuido, por una parte, a la proteólisis – los anteriormente mencionados autores (Yun *et al.*, 1995; Imm *et al.*, 2003) observaron correlación entre la proteólisis y el descenso en dureza y elasticidad de los quesos. Además de la proteólisis, los cambios en la cantidad de Ca soluble e insoluble de los quesos durante su conservación/maduración también son responsables de cambios en las interacciones entre proteínas y minerales-proteínas y, por lo tanto, de cambios en la microestructura, con la subsiguiente modificación en las propiedades reológicas de los quesos (Lucey *et al.*, 2005).

#### 4.3. Medición instrumental del color del queso

A medida que transcurrió el tiempo de conservación del queso Tenate, la luminosidad ( $L^*$ ) disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) de acuerdo a lo que se muestra en la Figura 4.7.

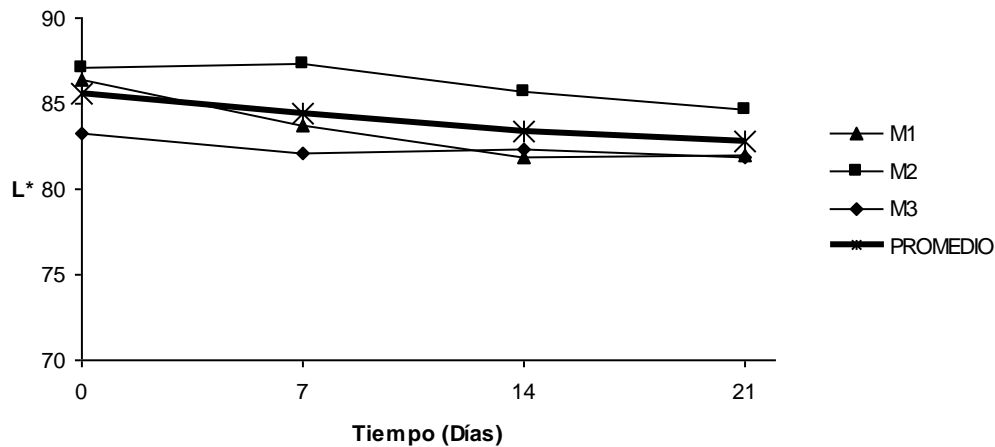


Figura 4.7 Comportamiento de la Luminosidad ( $L^*$ ) en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

En la Figura 4.8 se observa que los valores del parámetro de color  $a^*$  del queso Tenate se mantuvieron constantes a lo largo de su conservación.

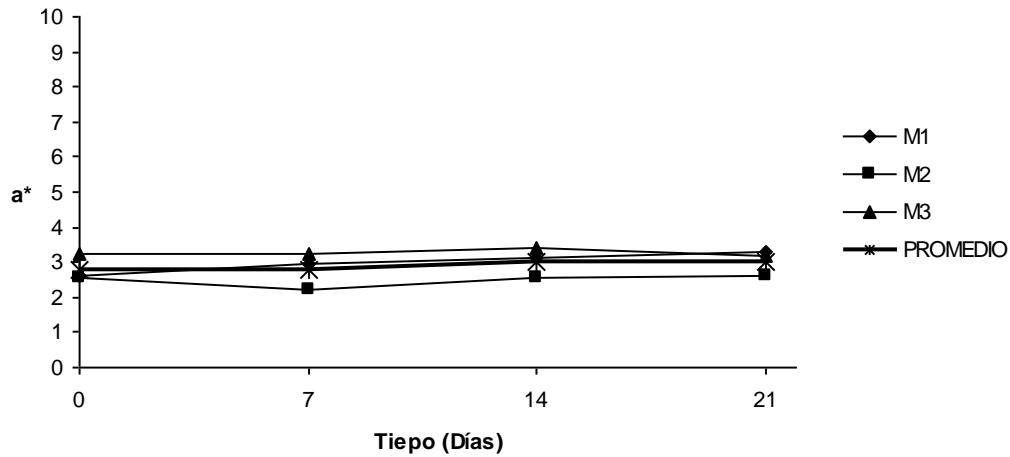


Figura 4.8 Comportamiento del eje rojo-verde ( $a^*$ ) en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

En la Figura 4.9 se muestra la evolución del parámetro de color  $b^*$ , observándose que existió una ligera tendencia al incremento desde 21.8 hasta 23.8 durante la conservación del queso.

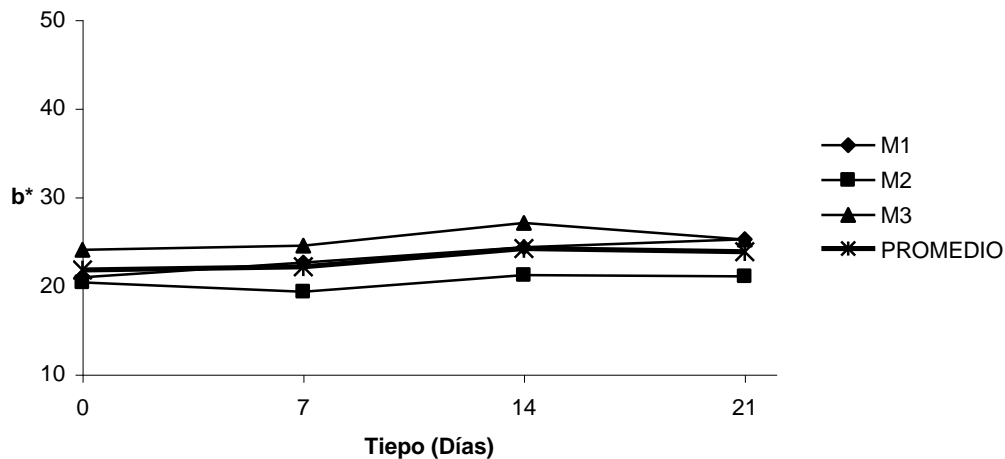


Figura 4.9 Comportamiento del eje amarillo-azul ( $b^*$ ) en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los cambios en el valor  $L^*$  indican una pérdida de brillo o un oscurecimiento del queso, que debido al aumento en el valor de  $b^*$  se puede atribuir en parte a un



aumento en la coloración amarilla. No se ha encontrado en la bibliografía información adecuada para explicar este fenómeno. Un descenso en la luminosidad se puede atribuir a una pérdida de humedad, pero como la conservación del queso Tenate se realizó en bolsas herméticas al vapor de agua, no se produjo evaporación significativa.

#### 4.4. Análisis microbiológicos del queso

A medida que transcurrió el tiempo de conservación del queso Tenate el recuento de microorganismos mesófilos totales (Figura 4.10) se mantuvo prácticamente estable con valores promedio cercanos a las 9 unidades logarítmicas.

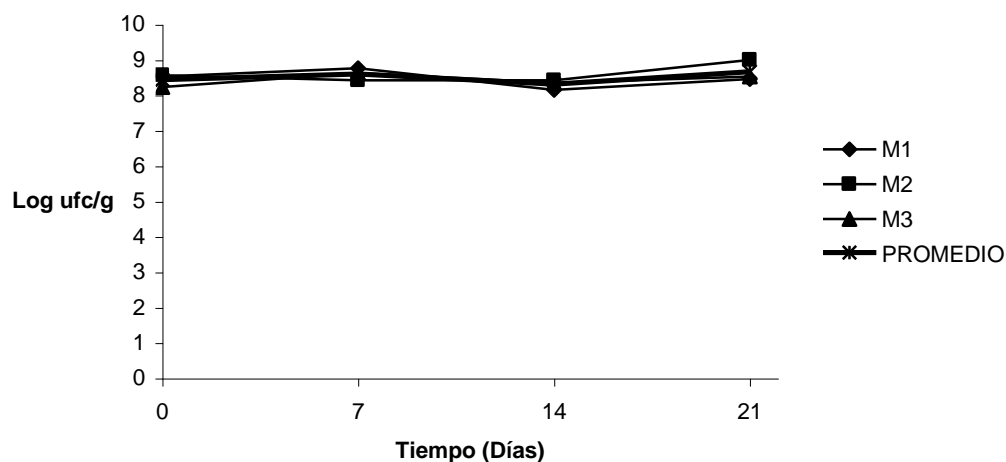


Figura 4.10. Evolución de los recuentos de Mesofilos Totales presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los recuentos de bacterias ácido lácticas (BAL) del queso Tenate muestran que éstas fueron el grupo microbiano predominante, con concentraciones superiores a 8 unidades logarítmicas y que se mantuvieron constantes durante el almacenamiento (Figura 4.11).

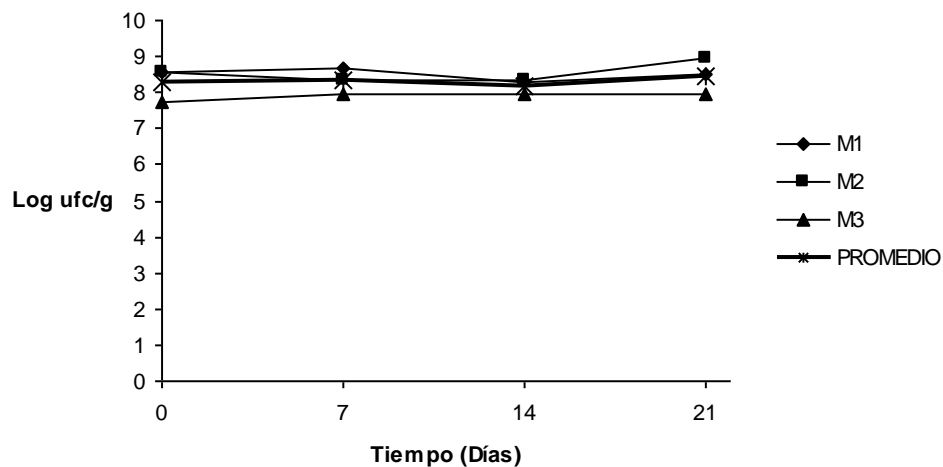


Figura 4.11. Evolución de los recuentos de Bacterias Ácido Lácticas del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los lactobacilos mesófilos fueron el grupo de bacterias ácido lácticas más abundantes en el queso Tenate (se observaron concentraciones ligeramente superiores a 8 unidades logarítmicas), manteniéndose su concentración a lo largo de la conservación del queso (Figura 4.12).

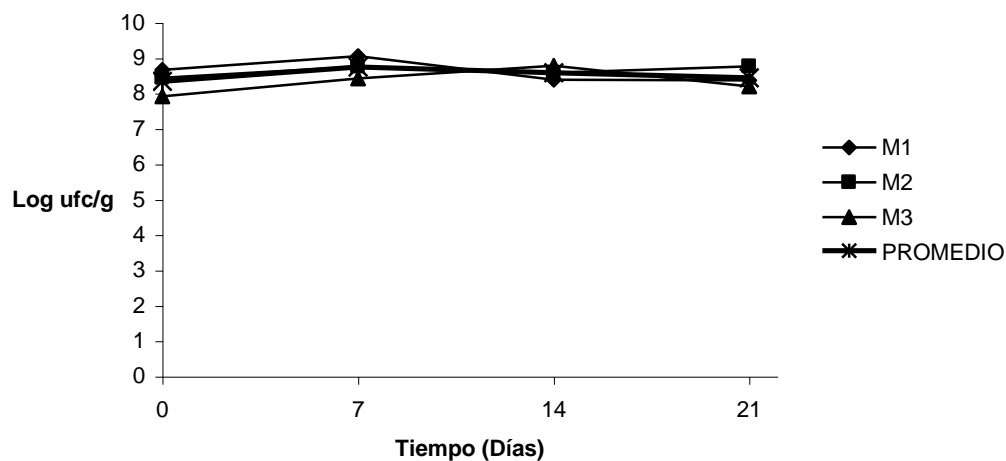


Figura 4.12. Evolución de los recuentos de lactobacilos mesófilos (incubados a 22°C) presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.

Por otra parte, en la Figura 4.13 se muestra que el recuento de los lactobacilos termófilos. Su concentración en el queso fue ligeramente inferior al de los

lactobacilos mesófilos. Los recuentos también se mantuvieron constantes a lo largo de la conservación.

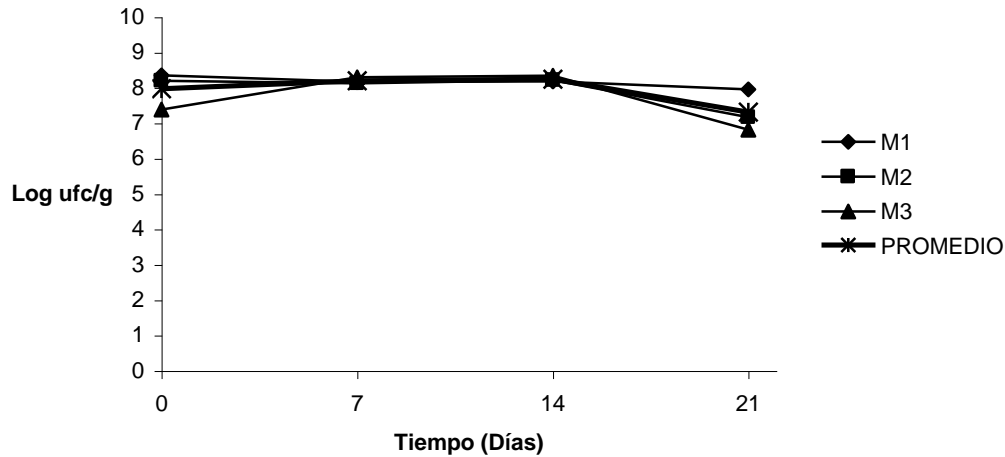


Figura 4.13. Evolución de los recuentos de lactobacilos termófilos (incubados a 45°C) presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.

Como ya hemos mencionado en la revisión de literatura el queso Tenate es un queso fresco, debido a que se consume generalmente después de un día de elaboración, así mismo, aproximadamente el 100% de éste se elabora de forma artesanal (sin la adición de cultivos lácticos y sin pasteurizar la leche). Por lo tanto, es importante conocer cuál es la microbiota natural presente en este queso que podría otorgar las características organolépticas típicas al queso (sabor ácido, olor medio intenso). Además, conocer los grupos microbianos asociados a los cambios de textura, sabor y olor durante el tiempo, permitiendo conocer su vida útil. Hasta el momento no se ha encontrado en la bibliografía información sobre la microbiología de los quesos frescos similares al queso Tenate, debido a esto, hemos comparado los resultados con otros tipos de quesos de maduración corta.

Los lactobacilos mesófilos, como ya indicamos anteriormente fue el grupo dominante (8 log ufc/g) en el queso Tenate durante su conservación (21 días).

Estos resultados son congruentes con diversos trabajos de investigación que han puesto de manifiesto que los lactobacilos mesófilos no *stators* (grupo II y III) fueron

la microbiota dominante (encontrándose recuentos entre 7 y 8 log ufc/g) de los quesos madurados elaborados con leche cruda, entre los cuales cabe mencionar el queso Cheddar, Domiatu, Halloumi, Canestrato Pugliese, Armada (Arenas *et al.*, 2004; Albenzio *et al.*, 2001; Beresford *et al.*, 2001; Fox *et al.*, 2000; Papademas y Robinson, 2000).

Los recuentos altos de lactobacilos observados en el queso Tenate pueden deberse a que este grupo de microorganismos tiene una gran capacidad de adaptación a condiciones adversas como son: bajos valores de pH y altas concentraciones de NaCl/humedad (S/H), condiciones que se observan en este queso, especialmente la relación NaCl/humedad que fue de 6.2% (datos no incluidos en el trabajo de investigación). Así mismo Jordan y Cogan (1993), demuestran que en un rango de 4-6% para el queso Cheddar se observó poca inhibición de las bacterias ácido lácticas no *staters*.

Las especies que forman los lactobacilos mesofilos, pertenecen generalmente al grupo (II) y son heterofermentativas (además de producir ácido láctico, producen ácido cítrico, ácido acético, CO<sub>2</sub>, acetaldehído, acetoina). De acuerdo a Albenzio *et al.*, (2001) la presencia de este grupo de microorganismos en los quesos elaborados con leche sin pasteurizar incrementa la concentración de pequeños péptidos, aminoácidos libres y ácidos grasos libres incrementado el *flavor* de estos quesos.

En la Figura. 4.14 se observa que los recuentos de lactococos mesófilos iniciales en el queso Tenate fueron de 7 unidades logarítmicas y que hubo un notorio incremento (más de 1 unidad logarítmica), estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ) de dichos recuentos durante la primera semana, estabilizándose en el resto de la conservación. Por su parte, los lactococos termófilos presentaron unos recuentos y comportamiento similar a los mesófilos (Figura 4.15), caracterizado por un incremento significativo ( $P < 0.05$ ). Los recuentos de lactococos a partir de la primera semana de conservación llegaron a igualarse con los de lactobacilos.

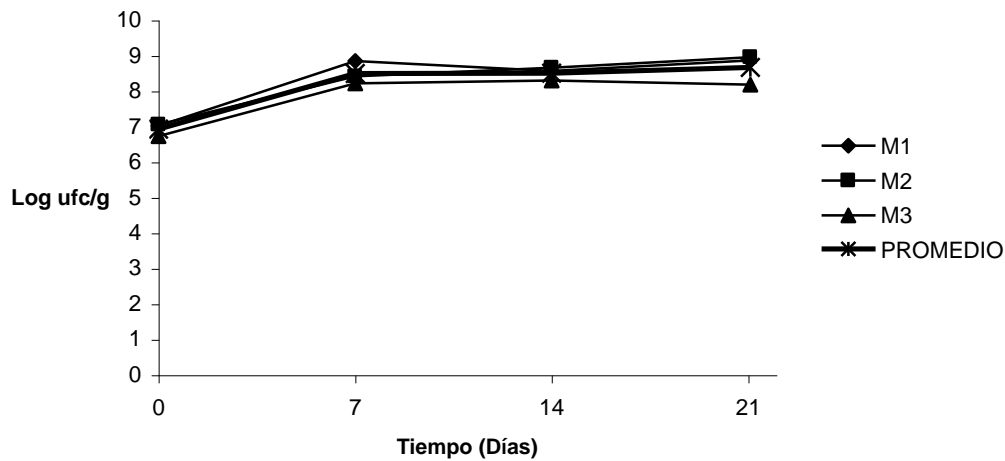


Figura 4.14 Evolución de los recuentos de lactococos mesófilos (incubados a 22°C) presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.

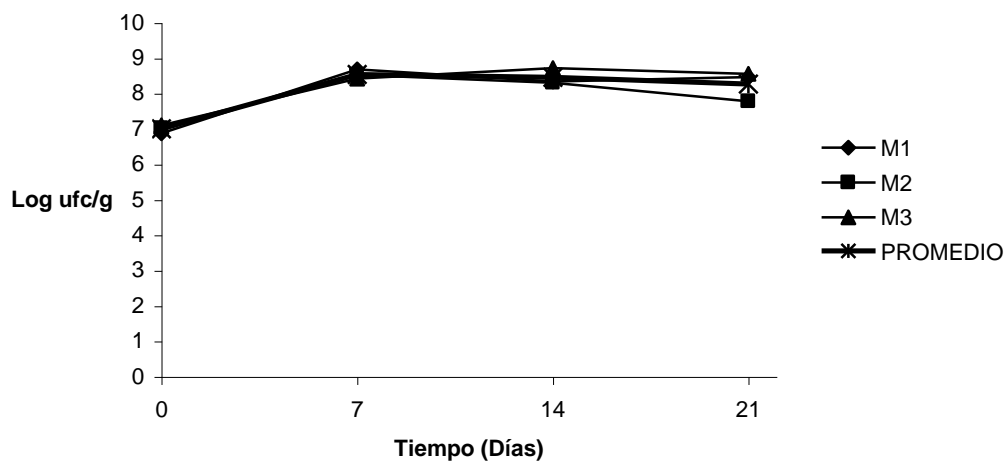


Figura 4.15. Evolución de los recuentos de lactococos termófilos (incubados a 45°C) presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10°C.

La cantidad de lactococos encontrada en el queso Tenate fue ligeramente inferior a la reportada por Fox et al., (2000), en quesos europeos en donde se encontraron valores entre 7 y 9.5 log ufc/g y similar a la observada en el queso La Serena entre los 7 y 21 días de maduración (9 log ufc/mL) reportada por los mismos autores. Según los autores antes mencionados y contrariamente a lo observado en el queso Tenate, los lactococos tienden a disminuir durante las primeras semanas de maduración en diversos tipos de quesos por ejemplo, Casar de Cáceres, Afuega'l Pitu y Cabrales. Sin embargo, al igual que en el queso La Serena, en el Tenate no

se observa una reducción importante. Fox *et al.*, (2000) atribuyen la diferencia del comportamiento de los lactococos durante de la maduración del queso, al contenido de sal presente en el queso La Serena, siendo este inferior a la del resto de quesos, especialmente en los primeros días de maduración. Por otro lado, Beresford (2001), indica que Turner y Thomas (1980), encontraron que la velocidad de fermentación de las BAL (especialmente los *starters*) en el queso Cheddar es dependiente de los niveles de sal/humedad en el queso fresco, demostrando que a bajos niveles sal/humedad toda la lactosa del queso fue utilizada durante los primeros 8 días, mientras que el metabolismo de las BAL (especialmente *starter*) fue menor cuando hubo una relación S/H del 6%, debido a este hecho, se observó una alta concentración de lactosa residual durante varias semanas. Es posiblemente esta una de principales razones de que los lactococos no disminuyeran en que en el queso Tenate, incluso mostrarán un incremento, acentuado en las primeras semanas de su conservación.

En la Figura 4.16 se observa que los recuentos de enterococos, que inicialmente estuvieron entre 7 y 8 unidades logarítmicas, disminuyeron paulatinamente con el tiempo para situarse después de 3 semanas en valores cercanos a 7 unidades logarítmicas. Este descenso no fue significativo ( $P>0.05$ ).

Los recuentos de los enterococos observados en el queso Tenate en los primeros días de la maduración fueron similares a los encontrados por Méndez (2001), en el queso Tetilla elaborado con leche cruda (7.30 log ufc/g) y superiores a lo reportado por Albenzio *et al.*, (2001) en el queso Canestrato Pugliese quienes reportaron valores entre 5.2 y 7.6 Log ufc/g en los primeros 28 días de maduración.

La presencia de enterococos en el queso Tenate, indica que este grupo microbiano tiene una resistencia tanto a bajos pHs como al antagonismo microbiano de las bacterias ácido lácticas que se encuentran presentes en el queso, como lo indica Ortigosa *et al.*, (1999). Así mismo, estos autores indican que

recuentos por encima de 7 Log ufc/g de este grupo, pueden provocar amargor en el queso. En este estudio todas las muestras mostraron recuentos superiores a los mencionados. Además, cuando se solicitó a los jueces información sobre la aceptación general del queso Tenate y si percibían algún sabor desagradable lo manifestarán, el 44% de los jueces manifestaron la presencia de un sabor amargo en los quesos, especialmente en la muestra 1, la cuál presentó el mayor contenido de enterococos.

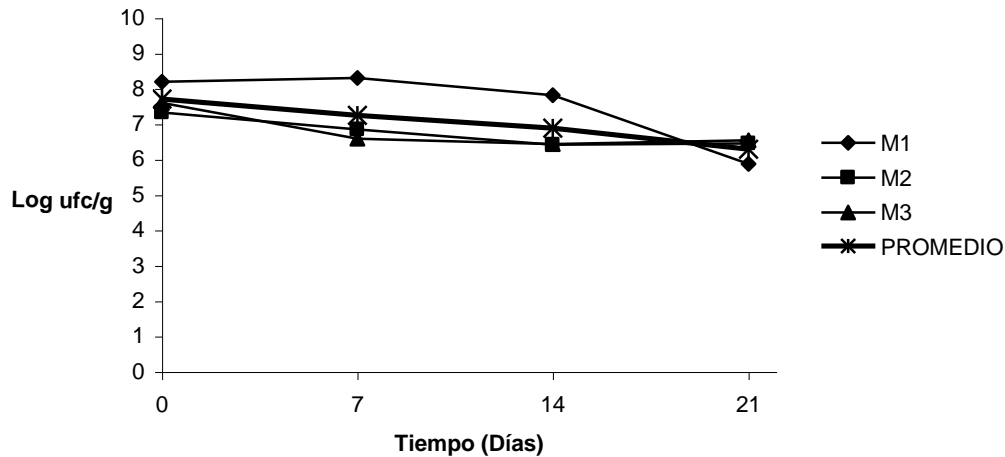


Figura 4.16. Evolución de los recuentos de enterococos presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los elevados recuentos de los distintos grupos de las BAL (lactobacilos mesofilos y termófilos, lactococos mesófilos y termófilos y enterococos), observados en el queso Tenate, son los principales responsables del *flavor* del queso Tenate. Este hecho se puede corroborar por el incremento del nitrógeno soluble en agua (péptidos de mediano y corto tamaño y amino ácidos libres) durante la conservación de este queso (datos no incluidos en este trabajo).

Los recuentos iniciales de micrococos fueron de 6 unidades logarítmicas (Figura 4.17). Durante las dos primeras semanas de almacenamiento del queso Tenate, hubo un ligero incremento en los recuentos (hasta 1 unidad logarítmica). En la última semana se observó una estabilización o, incluso, ligera disminución. Los

cambios observados en este grupo microbiano fueron estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ).

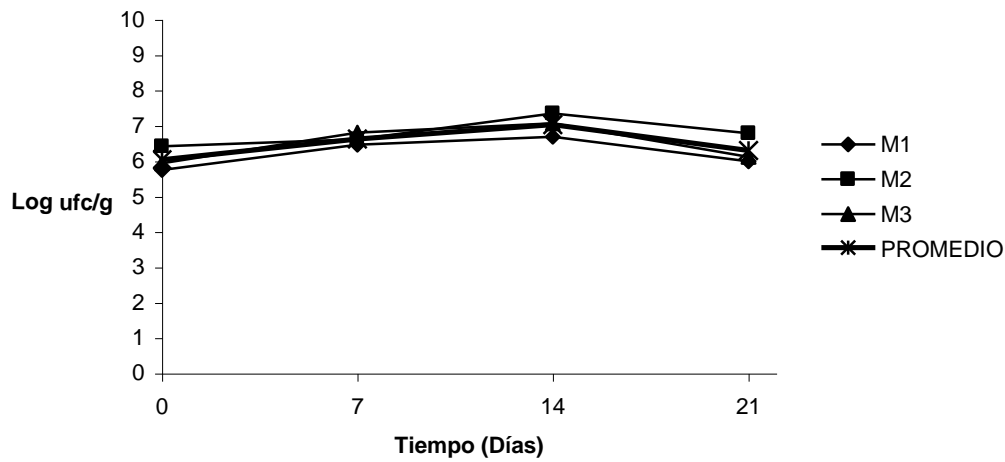


Figura 4.17. Evolución de los recuentos de los micrococcos presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

La Figura 4.18 muestra que el contenido de mohos y levaduras en el queso Tenate se incrementó desde aproximadamente 5 a 7 unidades logarítmicas durante la primera semana de conservación y posteriormente se mantuvo prácticamente constante durante el periodo de conservación en estudio (21 días). Dicho incremento fue estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ).

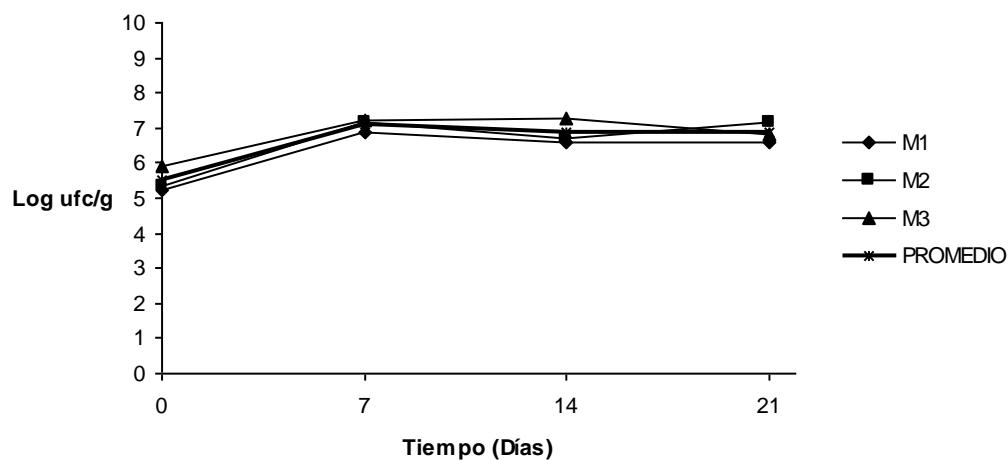


Figura 4.18. Evolución de los recuentos de mohos y levaduras presentes en el queso Tenate durante su conservación a 10 °C.



En la Figura 4.19 se muestra la evolución del crecimiento de los microorganismos coliformes en el queso Tenate, los cuales, partiendo de 6 unidades logarítmicas, disminuyeron en aproximadamente media unidad logarítmica durante el almacenamiento. El descenso no llegó a ser estadísticamente significativo ( $P > 0.05$ ).

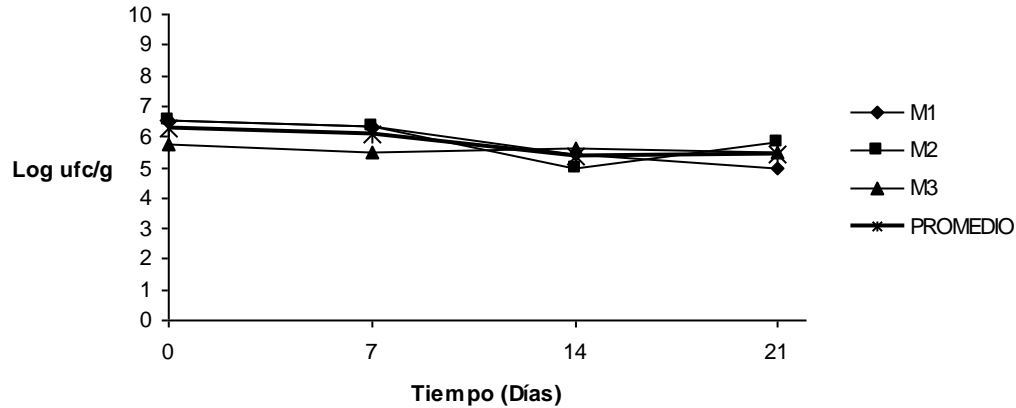


Figura 4.19. Evolución de los recuentos de coliformes del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los recuentos de *Escherichia coli* del queso Tenate se mantuvieron constantes, entorno a 5 unidades logarítmicas, durante las tres semanas de conservación estudiadas (Figura 4.20).

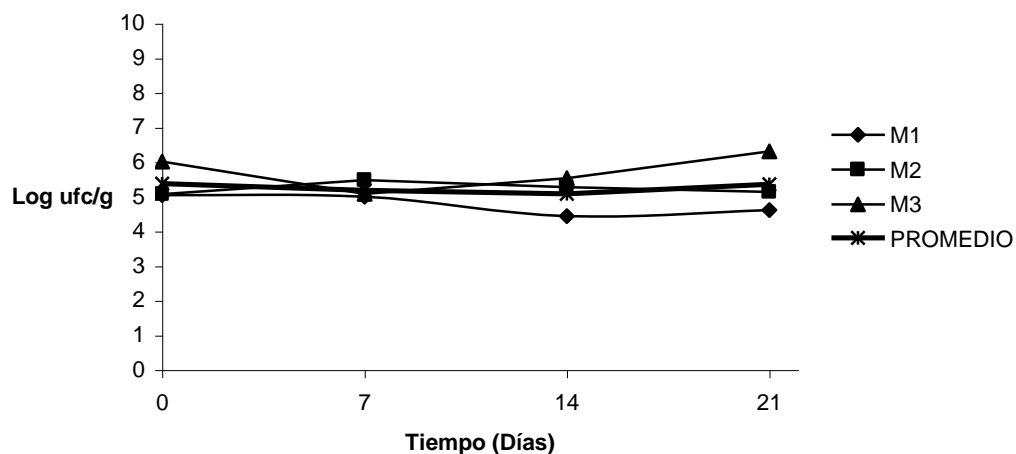


Figura 4.20. Evolución de los recuentos de *Escherichia coli* del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Los recuentos de micrococos, mohos y levaduras, coliformes y *E. coli* observados en este trabajo fueron altos en comparación de los quesos europeos elaborados con leche cruda (Arenas *et al.*, 2004; Nikolaou *et al.*, 2002; Méndez *et al.*, 2001 y Pérez-Elortondo *et al.*, 1999), excepto, en el queso Tetilla y San Simón en donde se observó un contenido de coliformes ligeramente superior que en este trabajo (Ménendez *et al.*, 2001 y García *et al.*, 2001). Así mismo, los recuentos de los mencionados grupos microbianos fueron superiores a los encontrados por Palacios (2006) y Bricker *et al.*, (2005), en un trabajo anterior del queso Tenate y el queso Chihuahua, respectivamente. La presencia de coliformes y *E. coli* en el queso Tenate puede estar asociada a pobres medidas higiénicas y de limpieza en la granja, en la fábrica o en ambas como lo indican diversos autores (Gaya *et al.*, 1987; y Luck H, 1972). Además, una cantidad cercana de microorganismos a la observada en este trabajo (7 Log ufc. g<sup>-1</sup>), puede provocar defectos en el queso de hinchazón temprana como lo mencionan los autores anteriormente citados, aunque este defecto no fue observado en el queso Tenate.

Posiblemente el resultado más inquietante de este estudio, es que contrariamente a lo observado en diversos trabajos realizados con quesos elaborados a partir de leche cruda (Arenas *et al.*, 2004; Nikolaou *et al.*, 2002; Ménendez *et al.*, 2001; García *et al.*, 2001 y Pérez-Elortondo *et al.*, 1999) el contenido de coliformes y *E. coli* no disminuyen a lo largo de la conservación. Esto es debido de acuerdo a Rutzinski *et al.*, (1979) a que los coliformes y las *E. coli* sobreviven en los quesos cuando estos tienen un pH por encima de 5.0 que es el caso del queso Tenate. Por lo tanto, la presencia de estos grupos microbianos implicaría la posibilidad de encontrar microorganismos patógenos en el queso Tenate.

#### **4.5 Análisis sensorial de queso**

Los valores y cambios en el atributo sensorial 'olor a mantequilla' durante la conservación del queso Tenate están representados en la Figura 4.21, donde se

aprecia una intensidad media para ese atributo más o menos constante en el tiempo, entre valores de 4 y 5 durante todo el tiempo de análisis.

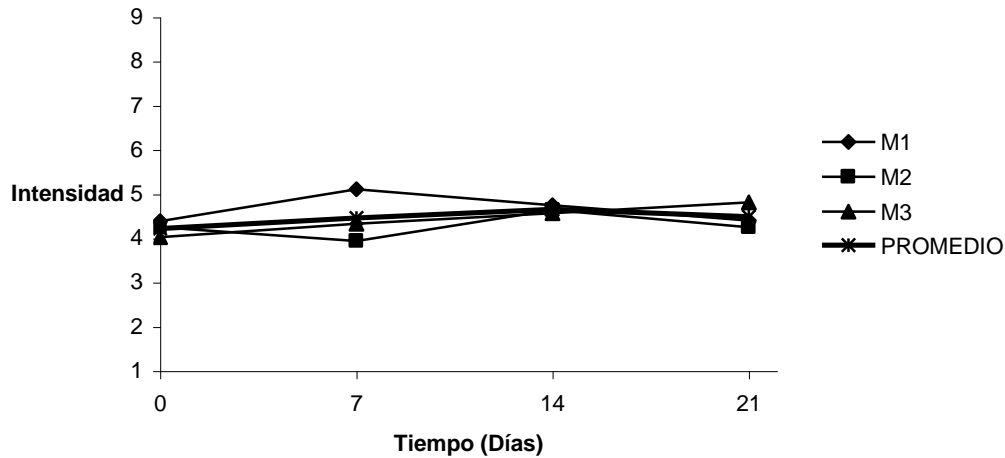


Figura 4.21 Evolución del atributo de ‘olor a mantequilla’ del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

En la Figura 4.22 se muestran los resultados del atributo de ‘olor a establo’ donde, a pesar de que hay variabilidad de resultados entre las diferentes industrias, el promedio indica que la intensidad del olor a establo estuvo comprendida entre 2 y 4 y se mantuvo constante con el tiempo.

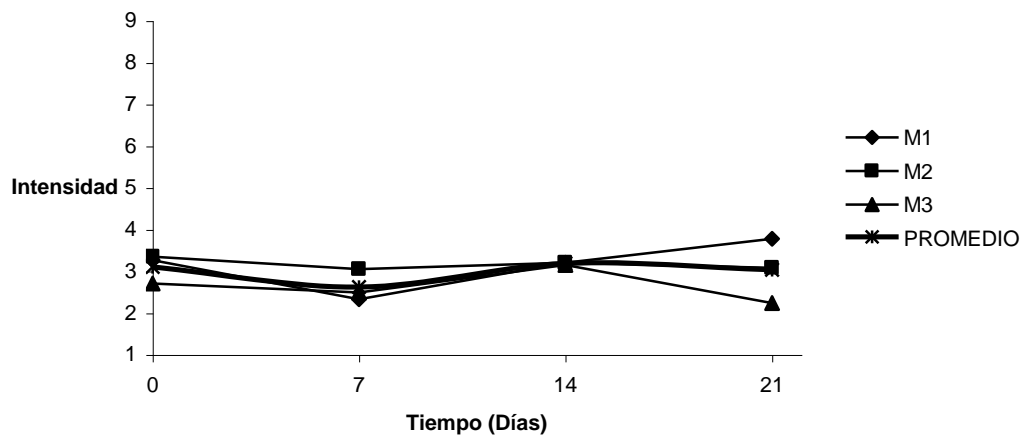


Figura 4.22 Evolución del atributo de ‘olor a establo’ del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

El atributo de intensidad de ‘olor a queso’ percibido por los jueces durante el periodo de conservación del queso Tente (Figura 4.23) fue de 4-5 puntos en escala 1 a 9 y su evolución mantuvo un comportamiento constante en el tiempo.

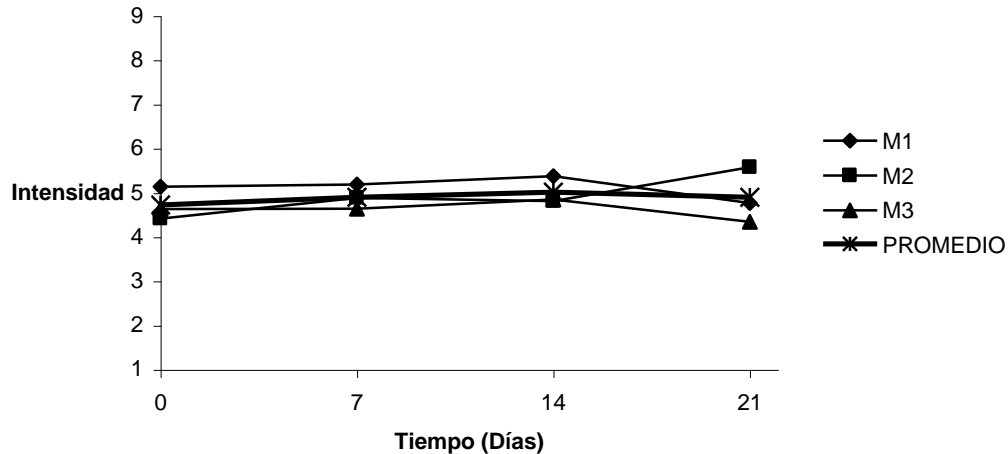


Figura 4.23 Evolución del atributo de ‘olor a queso’ del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

La Figura 4.24 muestra la intensidad del sabor salado percibida en el queso Tenate. Ésta presentó una amplia variación en valores (de 4 a 6) entre industrias. El promedio de las tres industrias mostró valores prácticamente constantes durante el periodo de conservación en estudio (21 días).

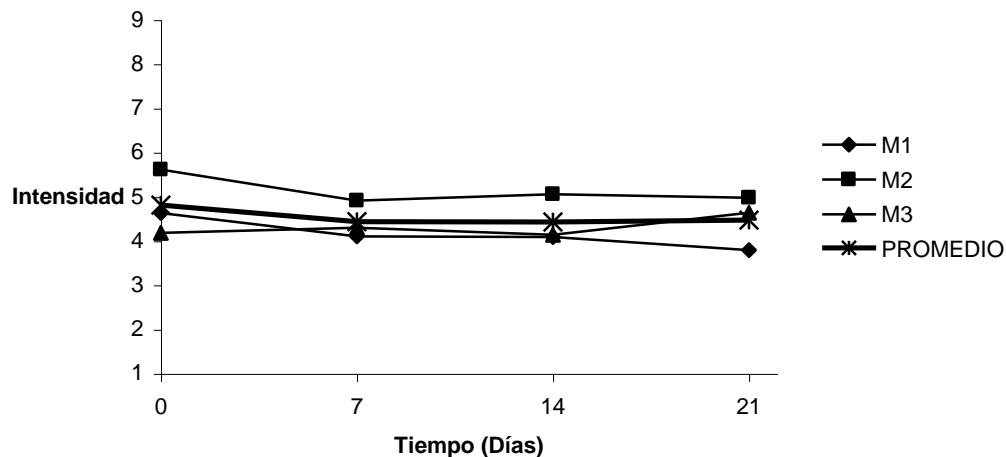


Figura 4.24 Evolución del sabor salado del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

En la Figura 4.25 se muestra que la intensidad de sabor ácido del queso Tenate que estuvo en torno a 4 puntos y se mantuvo constante a lo largo del tiempo de almacenamiento.

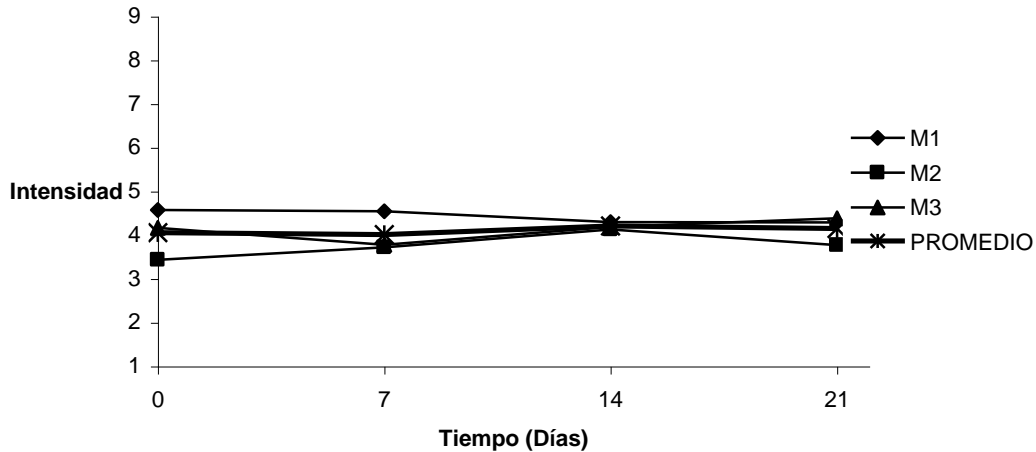


Figura 4.25 Evolución del sabor ácido del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Durante el periodo de almacenamiento los jueces encontraron que la intensidad del 'gusto a palma' percibido en el queso Tenate (Figura 4.25) presentó un moderado incremento en transcurso del tiempo, incrementándose de valores de un poco más de 3 a casi 4 puntos, en promedio; no obstante las diferencias entre tiempos de conservación no llegaron a ser estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ).

Se considera a la friabilidad como uno de los atributos más importantes que definen al queso Tenate y lo diferencian de otros quesos de la región – el queso Tenate es el más friable (García, 2006). Al evaluar el comportamiento que presentó la friabilidad durante el periodo específico de almacenamiento (21 días), se encontró una disminución paulatina que llega a ser de media unidad (figura 4.27) Lo anterior permite comprender que el queso al paso del tiempo toma una consistencia más apelmazada o masosa, perdiendo así un atributo característico. El descenso en la friabilidad, no obstante, no mostró cambios estadísticamente significativos ( $P > 0.05$ ).

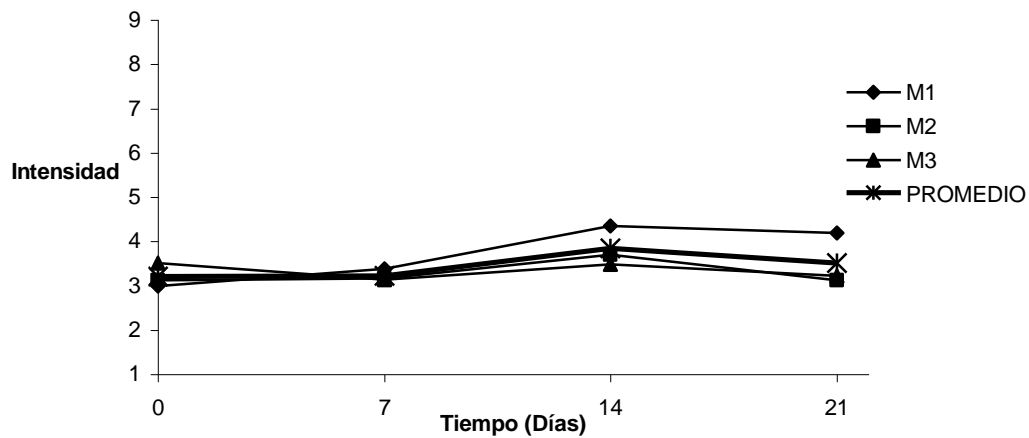


Figura 4.26 Evolución del atributo de 'gusto a palma' del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

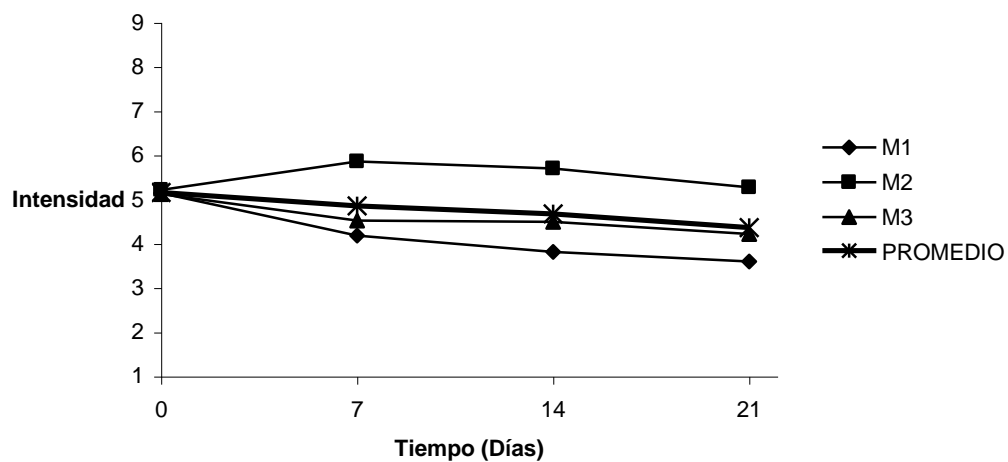


Figura 4.27 Evolución del atributo de textura friable del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

En la Figura 4.28 se muestra la evolución que presentó la sensación de humedad en boca del queso Tenate, donde se observó que a lo largo del periodo de almacenamiento la intensidad de este atributo se mantuvo constante, con una puntuación intermedia entre 3 y 4.

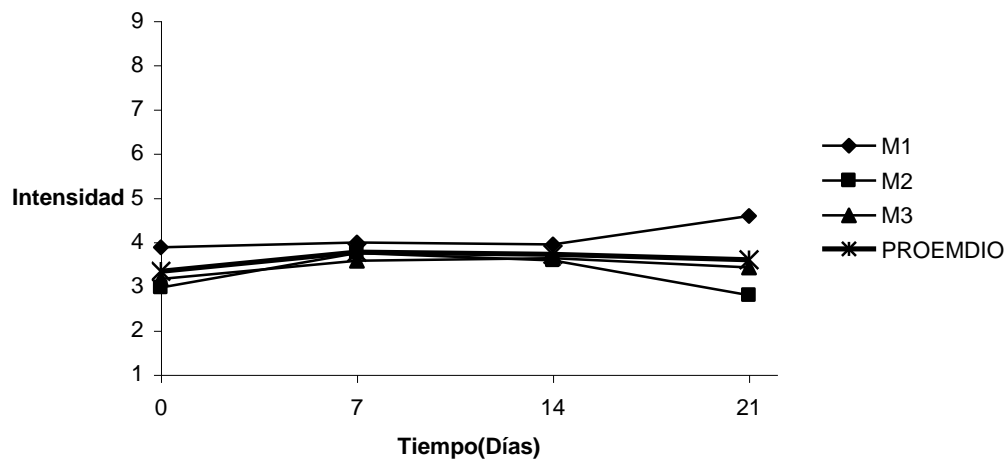


Figura 4.28 Evolución de la sensación de humedad en boca (textura) del queso Tenate durante su conservación a 10 °C.

Además del estudio de la evolución que presentó sensorialmente el queso Tenate durante su conservación, se evaluó también si el queso era aceptable o no, en los distintos tiempos de muestreo, encontrando que en general los atributos de olor, sabor y textura eran aceptables al paso del tiempo con base a las respuestas afirmativas por parte de la mayoría de los catadores. Sin embargo, casi el 50% de los jueces externaron que el sabor de alguno de los quesos fue inaceptable a los 21 días de maduración. El porcentaje de inaceptabilidad fue algo inferior para el olor y la textura (30 y 20%, respectivamente). Debido a esto, se puede considerar que en las condiciones del estudio el queso Tenate a los 21 días de conservación presenta alteración sensorial importante y por lo tanto, no sería adecuado un mayor tiempo de maduración en estas condiciones.

## 5. CONCLUSIONES

1. Se ha observado un incremento de pH durante la conservación del queso Tenate a 10°C durante 21 días. Este incremento muestra que existe una proteólisis durante la conservación, que fue confirmado con el incremento del Nitrógeno Soluble en agua (datos no incluidos en este trabajo de investigación).
2. Los cambios observados en el TPA durante la conservación del queso Tenate; incremento en la dureza y elasticidad de los quesos durante los primeros 7 días, seguido de una disminución de estos parámetros, para finalizar con un incremento en la adhesividad y en la cohesividad del mismo, indican que durante la primera semana de conservación se establecen uniones químicas entre la superficie de los granos de la cuajada. Por lo tanto, el aspecto y la microestructura del queso Tenate, mostrará cambios durante los primeros 7 días de conservación, por lo que se requiere un estudio adicional para conocer como afectan estos cambios en la aceptación del consumidor.
3. Los elevados recuentos de las BAL (aproximadamente 8 Log ufc.g<sup>-1</sup>) observados en el queso Tenate, muestran que estas bacterias son los principales responsables del *flavor* de este queso.
4. Los elevados recuentos de coliformes y *E. coli* en el queso Tenate durante la conservación del mismo, muestra que los productores deben de mejorar las medidas higiénicas, durante la producción de la leche y la elaboración de este queso, ya que la presencia de estos microorganismos puede indicar la existencia de microorganismos patógenos
5. Como era de esperar y debido a la proteólisis observada en el queso Tenate la friabilidad –una de las características que distinguen al queso Tenate – disminuyó con el tiempo.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Albenzio, M., Corbo, M. R., Rehman, S. U., Fox, P. F., De Angelis, M., Corsetti, A., Sevi, A., and Gobbetti, M. 2001. Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey. *International Journal of Food Microbiology* 67: 35-48.

AOAC 1999. Official methods of análisis of the AOAC INTERNATIONAL. Cunniff P. 16<sup>th</sup> Edition, 5 Revision, Gaithersburg, Maryland.

Arenas, R., González, L., Bernardo, A., Fresno, J.M., and Tornadijo, M.E. 2004. Microbiological and physico-chemical changes in Genestino cheese, a Spanish acid curd variety, throughout ripening. *Food Control* 15 : 271–279.

Beresford, T.P., Fitzsimons, N.A., Brennan, N.L., Cogan, T. M. 2001. Recent advances in cheese microbiology. *Internacional Dairy Journal* 11: 247-259.

Bernardo, A. 1997. Fundamentos de la Elaboración de Quesos . En “Productos carnicos y lácteos”. Gonzáles, A. Otero, R. Rodrigue y J.J. Sanz. Graficas Celarayn. León, España. pp. 333-341.

Bourne, M.C. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Tecnology*. 32,62-66, 72.

Bricker, A.L., Van Hekken, D.L., Guerrero, V.M. and Gardea, A.A. (2005). Microflora Isolated from Mexican Mennonite-style Chesses. *Food Protection Trends* 25:637-640.

Coker, C.J., Crawford, R.A., Johnston, K.A., Singh, H. and Creamer, L.K. 2005. Towards the classification of cheese variety and maturity on the basis of statistical analysis of proteolysis data review. *International Dairy Journal* 15: 631–643

Caro, I., Mateo, J., Vargas, J. and Contreras, A. 1999. Tenate Cheese from México. 4<sup>o</sup> Encuentro de Química de los Alimentos. Universidad de Coimbra. Comunicación. Libro de actas. Coimbra.

Caro, I., Vargas, J., Contreras, A., Silva, G., López-Díaz, T.M. y Mateo, J. 2000. El queso Tenate, un queso mexicano típico del estado de Hidalgo. Elaboración del queso con leche pasteurizada. *Tecnología Láctea latinoamericana* 19:51-58.

Chamorro, M C. y Losada, M. 2002. “El análisis sensorial de los quesos”. Mundi prensa.

Codex Alimentarius. 2006. Norma general del codex para el queso (En línea). Disponible en [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net) . (Revisado el 25 de Abril de 2007).

FAOSTAT. FAO Statistics Division. 2007 (En línea). Disponible en [www.faostat.org](http://www.faostat.org). (Revisado el 27 de Abril de 2007).

Fernandez-Garcia, E., Carbonell, M., Gaya, P. and Nuñez, M. 2004. Evolution of the volatile components of ewes raw milk Zamorano cheese. Seasonal variation. *International Dairy Journal* 55:449–455.

Fox, F.P., Guinee, T.P., Cogan, T.M., and Mc Sweeney, P.L.H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspec Publishers. Inc. Caithersburg Maryland, 1-333.

Franco, F. M. J. 1998. Estandarización del proceso de fabricación del queso tipo Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo Hidalgo.

García Fontan, M. C., Franco, I., Prieto, B., Tornadijo, M. E., and Carballo, J. 2001. Microbiological changes in San Simon cheese throughout ripening. *Food Microbiology* 18: 25–33.

García, I.B. 2006. Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo Hidalgo. 98 p.

Gaya, P., Medina, M. and Nuñez, M. 1987. Enterobacteriaceae, coliforms, faecal coliforms and salmonellas in raw ewes' milk. *J. Appl. Bacteriol* 62: 321-326.

Henson, O.E., Hall, P.A., Arends, R.E., Arnold JR., E.A., Knecht, R.M., Johnson, C.A., Pusch, D.J. and Johnson, M.G. 2006. Comparison of four media for the Enumeration of Fungi in Dairy Products- A Collaborative Study. *Journal of Food Science*. 47: 930-932.

Herreros, M., A., Arenas, R., Sandoval, M., H., Castro, J., M., Fresno, J., A. and Tornadijo, M., E. 2006. Effect of addition of native cultures on characteristics of Armada cheese manufactured with pasteurized milk: A preliminary study. *International Dairy Journal* 15: 1-8.

Herreros, M., A., Fresno, J., A., González Prieto, M., J. and Tornadijo, M., E. 2003. Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). *International Dairy Journal* 13: 469-479.

Hooi, R., Barbano, D M., Bradely, R.L., Budde, D. , Bulthaus, M., Chettiar, M., Lynch, J., and Reddy , R. 2004. Chemical and Physical Methods. In *Sandard Methods for the Examination of Dairy Products*. (Eds., Michel, H, W., Frank, F, J.) APHA. Washinton, DC.

Houghtby, G.A., L.J. Maturin, and E. K. Koenig. 1992 Microbiological count methods for the examination of dairy products. (Ed. Marshall, R. T.) . American public Health Association, Washington, DC. p. 213-246.

Imm, J. Y., Oh E. J., Han, K. S., Oh, S., Park Y. W. and Kim, S. H. Kim. 2003. Functionality and Physico-Chemical Characteristics of Bovine and Caprine Mozzarella Cheeses During Refrigerated Storage. *Journal of Dairy Science* 86: 2790-2798.

Jordan, K.N. and Cogan, T.M. 1993. Identification and growth of non-starter lactic acid bacteria in Irish Cheddar cheese. *Irish J. Agric. Food Res* 32: 47-55.

Lück, H. 1972. Bacteriological quality tests for bulk-cooled milk. *Dairy Sci Abst.* 3:101-122.

Lucey, J.A., Mishra, R., Hassan, A. and Jonson, M.E. 2005. Rheological and calcium equilibrium changes during the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal* 15: 645–653.

Larios, C.E. 2007 Caracterización de la microflora del queso tipo Oaxaca y su capacidad antimicrobiana Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo Hidalgo. 69 p.

Macedo, A. C., Tavares, T. G. and Malcata, F. X. 2004. Influence of native lactic acid bacteria on the microbiological, biochemical and sensory profiles of Serra da Estrela cheese. *International Dairy Journal* 10: 769–774.

Madrau, M, A., Mangia, N., P., Murgia, M., A., Sanna, M., G., Garau, G., Leccis, L., Caredda, M. and Deiana, P. 2006. Employment of autochthonous microflora in

Pecorino Sardo cheese manufacturing and evolution of physicochemical parameters during ripening. *International Dairy Journal* 16: 876-885.

Martinez, M.C.D. y Martinez, A.G. 1993. Conocimientos básicos de cata. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 2: 89-95.

Menéndez, S., Godinez, R., Centeno, J.A., and Rodríguez-Otero., J.L. 2001. Microbiological, chemical and biochemical characteristics of 'Tetilla' raw cows-milk cheese. *Food Microbiol. International Dairy Journal* 18: 151–158.

Monroy, G. K. E. 2007. Propiedades funcionales de los principales quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo Hidalgo. 119 p.

Nikolaou, E., Tzanetakis, N. Lipolou, T. E. and Robinson, R. K. 2002. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artesian, low-fat cheese made from raw ovine milk during ripening. *International Journal Dairy Technology*. 55: 12-17.

Norma Oficial Mexicana NMX-F-098-1976. Determinación de proteínas en quesos procesados.

Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, bienes y servicios, Quesos: Frescos, Madurados Y Procesados. Especificaciones Sanitarias.

Ortigosa, M., Barcenas, P., Arizcun, C., Perez-Elortondo, F., Albisu, M. and Torre, P. 1999. Influence of the starter culture on the microbiological and sensory characteristics of ewe's cheese. *Food Microbiology* 16: 237–247.

Palacios, V. S. 2006. Caracterización microbiológica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Instituto de

Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo Hidalgo. 70 p.

Papademas, P. and Robinson, R. K 2000. A comparison of Chemicals, microbiological and sensory characteristics of bovine and ovine Halloumi cheese. *International Dairy Journal* 10: 761-768.

Pèrez-Elortondo, F.J., Albisu, M. and Barcina, Y. 1999. Brining time effect on physicochemical and microbiological parameters in Idiazábal cheese. *International Journal of Food Microbiology* 49: 139-149.

Poste, L. M., Butler, G., Mackie, D., Agar, V. E., GThompson, B. K , Clipf, R. L., and McKay, R. M. 1993) Correlations of sensory and instrumental meat tenderness values as affected by sampling techniques. *Food Quality and Preference* 4: 207-214.

Rutzinski, J.L., Marth, E.H., and Olson, N.F. 1979. Behavior of *Enterobacter aerogenes* and *Hafnia* species during the manufacture and ripening of Camembert cheese. *J. Food Prot.* 42: 790–793.

Scott, R. 1991. *Fabricación de queso*. Acribia, S. A. Zaragoza, España. p. 25, 270.

Serres, L., Amariglio, S., and Petransiene, D. 1973. Controle de la qualité des Produits Laitiers. In *Analyse Physique et Chimique*. Ministère of l'Agriculture, Francia.

Silva, S. G. 1991. *Manual de fabricación de quesos PROUNILAC*. Universidad Autonomía del Estado de Hidalgo.

Szczesniak, A.S. 1963. Classification of Textural Properties. *Journal Food Science* 28 :385-389.

Szczesniak, A.S. 1966. Texture Measurements. owards the classification of cheese variety and maturity on the basis of statistical analysis of proteolysis data a review. *International Dairy Journal* 15: 631–643

Turner, K. W., and Thomas, T. D. 1980. Lactose fermentation in Cheddar cheese and the effect of salt. *NewZealand Journal of Dairy Science and Technology*. 15: 265–276.

Van Villet, T. 1991. Terminology to be Used in Cheese Rheology. In: *Rheological and Fracture Properties of Cheeses*. IDF Standard 268. Brussels, Belgium. International Dairy Federation. pp. 5-15.

Villamar, A. L, 2004. Situación actual de la producción de leche de bovino en México. Sagarpa. Gob.

Yun, J. J., Barbano, D. M., Kiely, L. J. y Kinstedt, P. S. 1995. Mozzarella cheese: Impact of rod to coccus ratio on chemical composition, proteolysis and functional characteristics. *Journal of Dairy Science* 78:751–760.

## 7. ANEXOS

## Identificación de Sabores

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

A continuación se presentan 5 muestras en las cuales deberá identificar los sabores que abajo se enumeran. Pruebe las muestras de izquierda a derecha empezando por la primera fila, por favor anote la clave que corresponde a cada atributo, enjuague su boca al empezar la prueba y entre cada muestra.

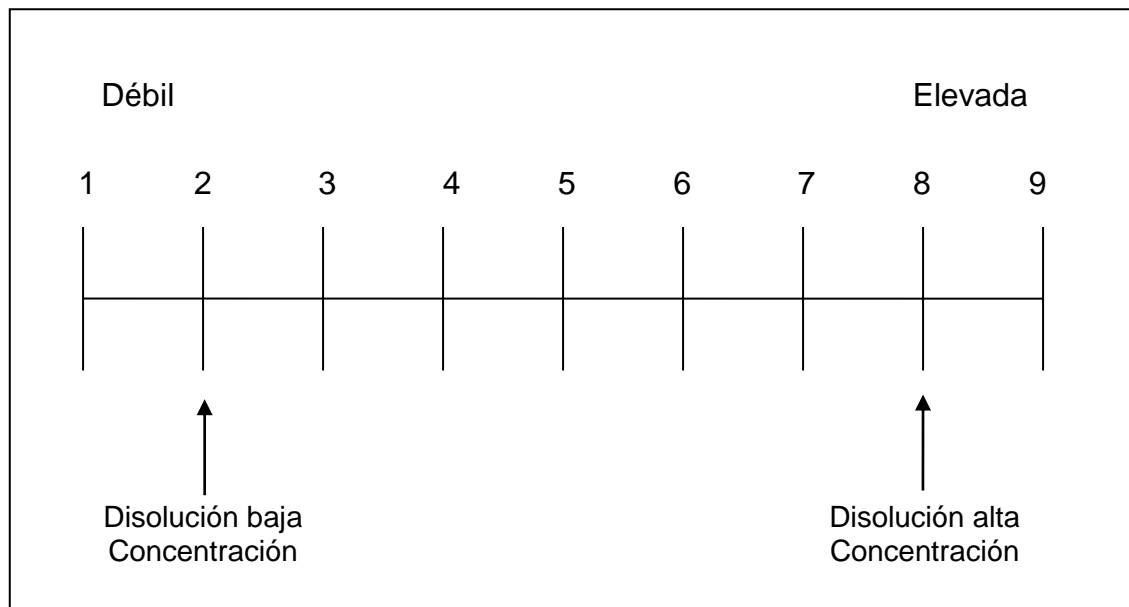
Por favor no trague la muestra.

Sabor	Clave
Dulce	
Salado	
Amargo	
Palma	
Acido	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Anexo 1 Ficha de cata utilizada en la identificación de sabores.

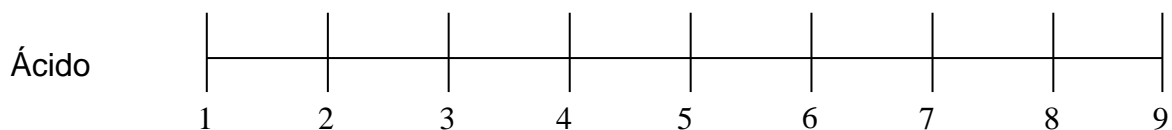
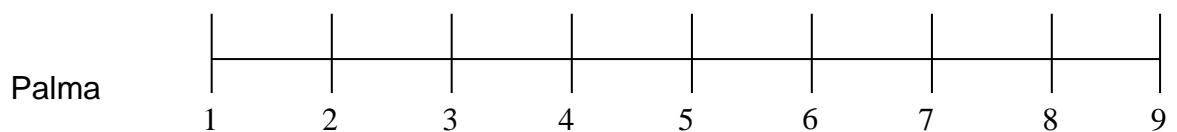
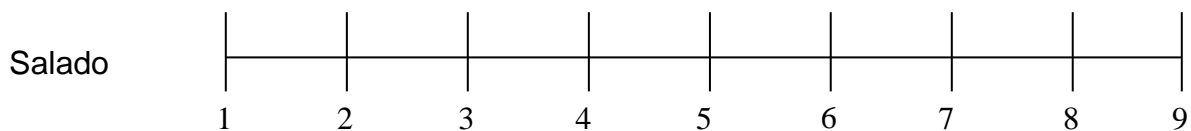
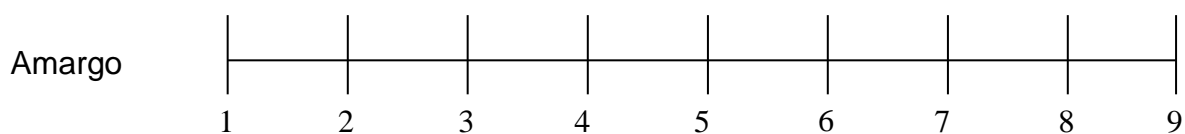




Anexo 2 Escala de nueve puntos usada en el entrenamiento del análisis sensorial.

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

Ante usted se encuentra 1 charola que contiene muestras de requesón con los siguientes sabores: amargo, salado, palma y ácido. Cada uno a baja y alta intensidad. Pruebe las muestras de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás. Identifique la intensidad percibida de cada muestra y anote el código en la escala que se presenta. Por favor NO trague la muestra, enjuague su boca antes de iniciar la prueba y entre cada muestra.



Observaciones: \_\_\_\_\_

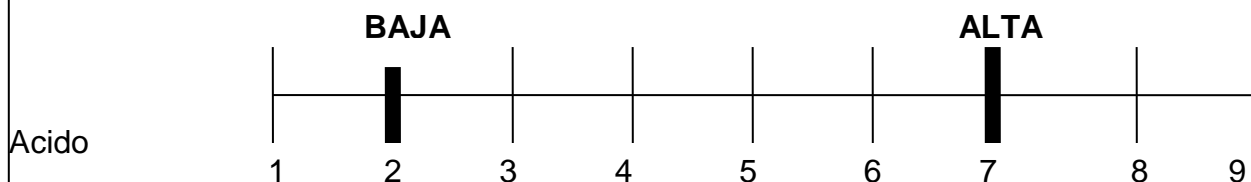
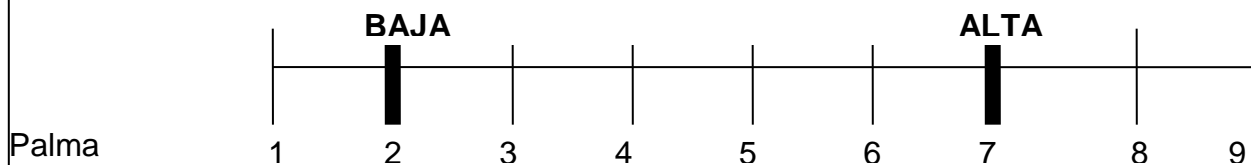
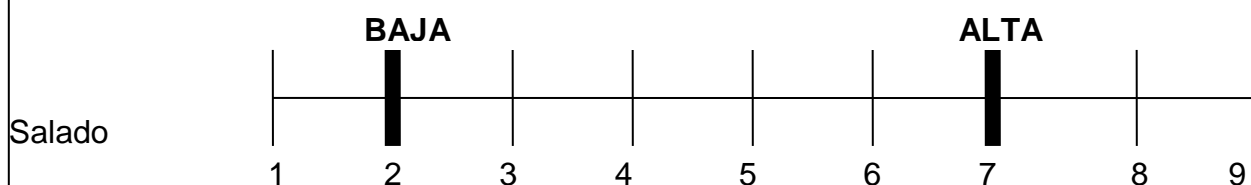
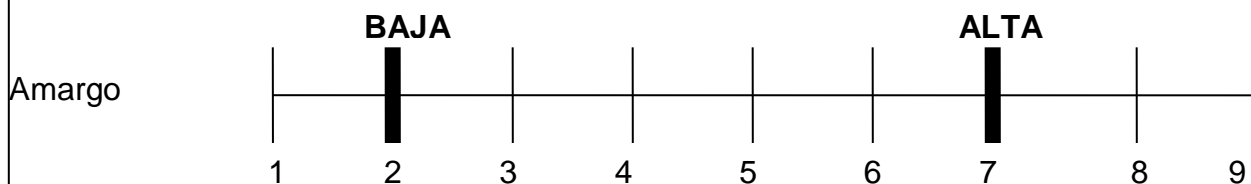
Gracias!!!

Anexo 3 Ficha utilizada en la prueba de evaluación de la intensidad de los sabores.

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

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

Ante usted se encuentra 1 charola que contiene muestras de requesón con los siguientes sabores: amargo, salado, palma y ácido. Cada uno a baja y alta intensidad. Pruebe las muestras de izquierda a derecha y de enfrente hacia atrás. Memorice las sensaciones y asócielas a lo indicado en la escala. Por favor NO trague la muestra, enjuague su boca antes de iniciar la prueba y entre cada muestra.



Observaciones: \_\_\_\_\_

Gracias!!!

Anexo 4 Ficha utilizada en la sesión de memorización de intensidad de sabores.

### Identificación de Olores

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

A continuación se le presentan 5 muestras, en las cuales deberá reconocer los olores que abajo se enlistan. Evalúe las muestras de izquierda a derecha y anote el código que considere adecuado en el cuadro.

Olor	Clave
Leche fresca	
Mantequilla	
Establo	
Leche acidificada	
Olor a queso	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Gracias!!!

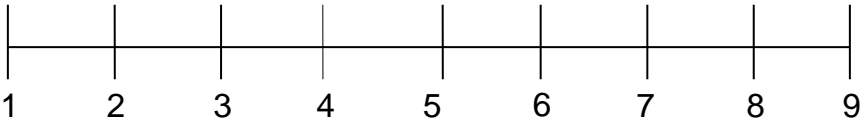
Anexo 5 Ficha de cata utilizada en el reconocimiento de olores.

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

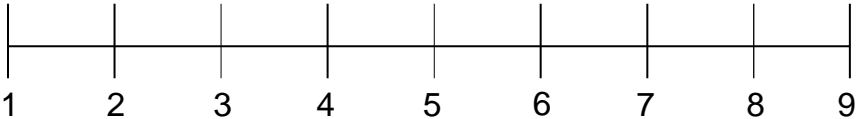
Ante usted se encuentran 5 muestras de olores, de las cuales deberá indicar la intensidad de cada una anotando el código correspondiente en las escalas que a continuación se presentan. Destape e inhale comenzando de izquierda a derecha. En el caso de los olores que se presentan en dos intensidades identifique ambas antes de pasar a la siguiente muestra.

Por favor No pruebe las muestras e intente memorizar.


Leche fresca



Mantequilla



Establo



Leche acida



Olor a queso



Observaciones: \_\_\_\_\_.

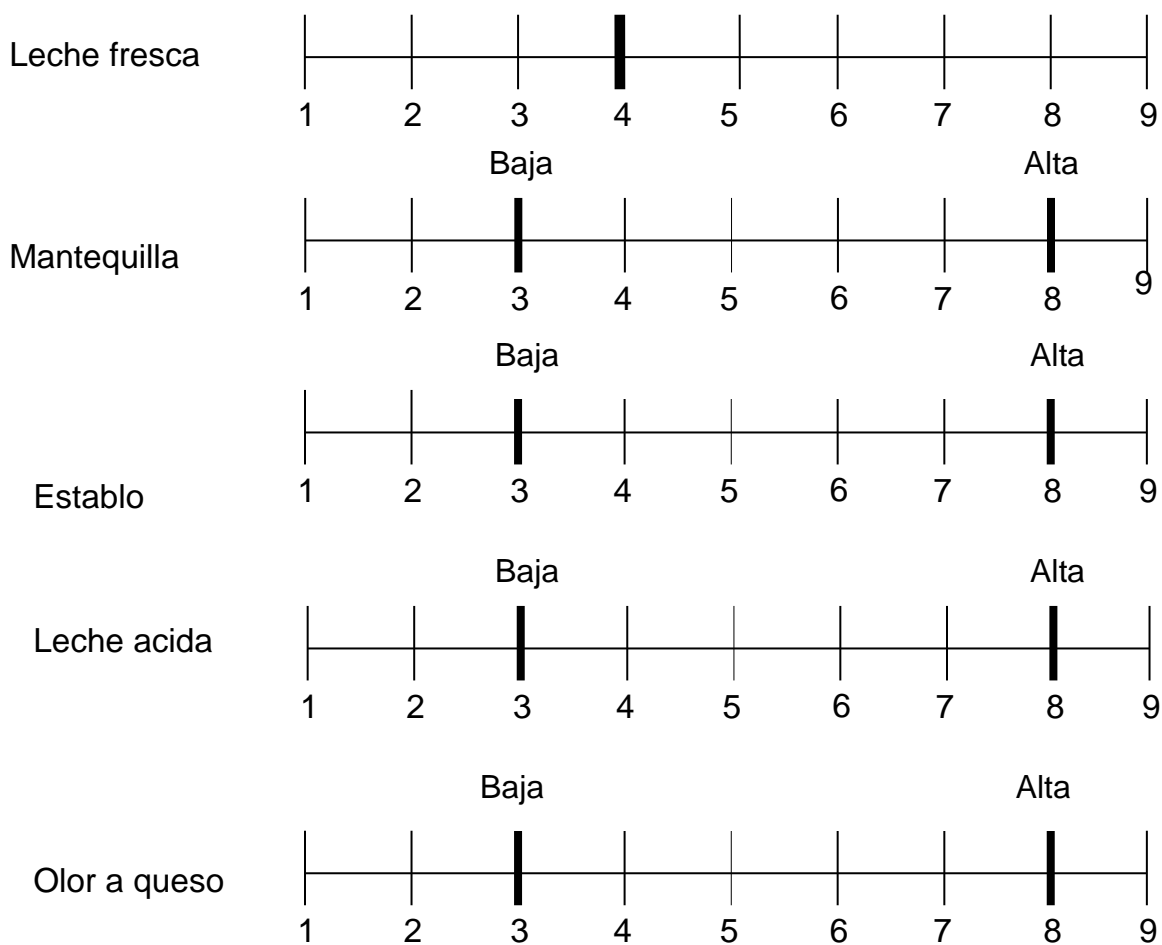
Gracias!!!

Anexo 6 Ficha utilizada en la prueba de cuantificación de estándares de olores.

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

Ante usted se encuentran 5 muestras de olores, memorice las sensaciones y asócielas a los valores marcados en la escala. Es muy importante que lo memorice para análisis futuros.

Por favor No pruebe la muestra



Observaciones: \_\_\_\_\_

Gracias!!!

Anexo 7 Ficha utilizada en la sesión de entrenamiento y memorización de olores con los valores asignados a cada estándar.

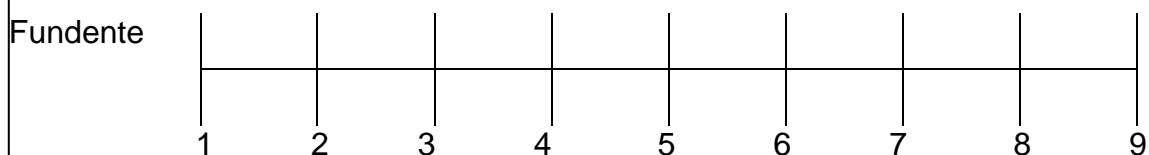
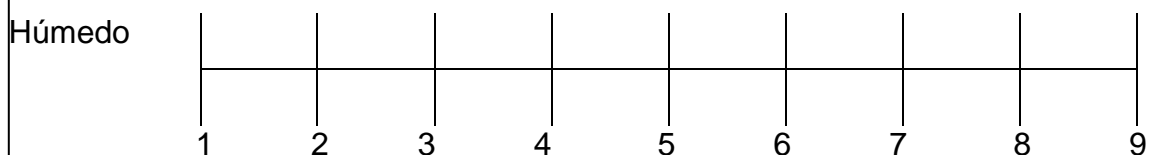
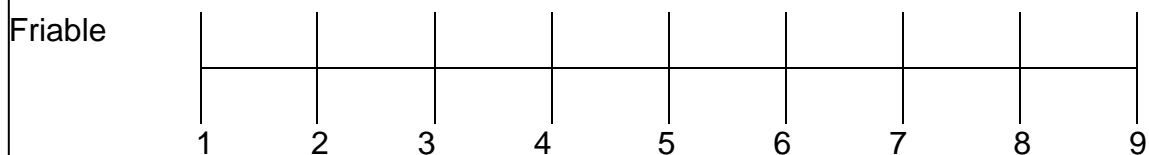
NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Ante usted se encuentra 1 charola con muestras de diferentes texturas, pruébelas de izquierda a derecha comenzando por la primera fila e indique la intensidad para cada una, anotando el código en la escala correspondiente, de acuerdo a las indicaciones que continuación se presentan:

**Friable:** Mastique las muestras con las muelas 2 a 4 veces, y valore el número de trozos generados.

**Humedad:** Coloque la muestra en la boca y valore la cantidad de agua liberada.

**Fundente:** Coloque la muestra en la boca y presiónela entre la lengua y el paladar, evaluando la capacidad de formar una pasta, la facilidad de licuar y fundir la muestra sin necesidad de mucha saliva.



Observaciones: \_\_\_\_\_.

Gracias!!!

Anexo 8 Ficha de cata utilizada la evaluación de la intensidad de los atributos de textura.

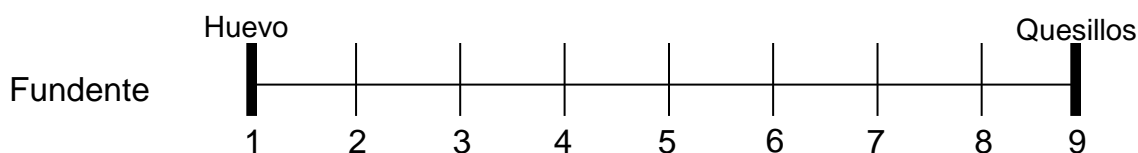
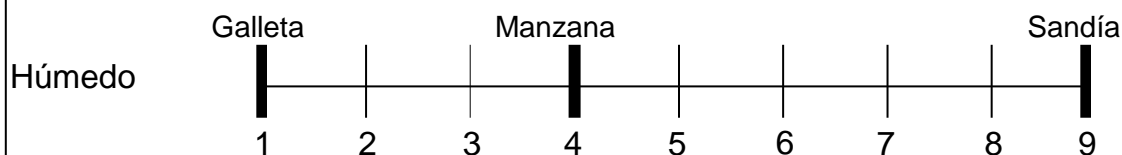
Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ante usted se encuentra 1 charola con muestras de diferentes texturas, pruébelas de izquierda a derecha, comenzando por la primera fila y memorice la intensidad indicada en el formato, de igual modo memorice las instrucciones que a continuación se presentan ya que servirán para realizar análisis futuros:

**Friable:** Mastique las muestras con las muelas 2 a 4 veces, y valore el número de trozos generados.

**Humedad:** Coloque la muestra en la boca y valore la cantidad de agua liberada.

**Fundente:** Coloque la muestra en la boca y presiónela entre la lengua y el paladar, evaluando la capacidad de formar una pasta, la facilidad de licuar y fundir la muestra sin necesidad de mucha saliva.



Observaciones: \_\_\_\_\_

Gracias!!!

Anexo 9 Ficha de cata utilizada en la memorización de la intensidad de las características de textura.



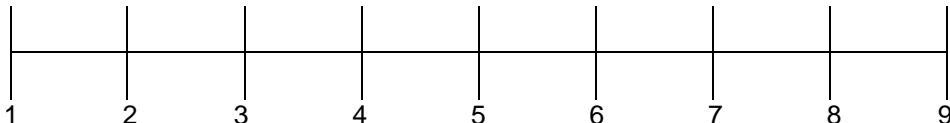
**OLOR**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

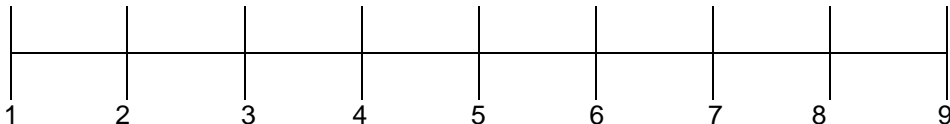
Ante usted se encuentra 3 muestras codificadas de queso Tenate, de las cuales deberá partir un trozo de queso de cada una y evaluar la intensidad de olor del primer atributo indicado en la ficha, anotando el código de la muestra en la escala. Continué con los siguientes atributos tomando otro trozo de cada una de las muestras.

Por favor **NO** pruebe las muestras.

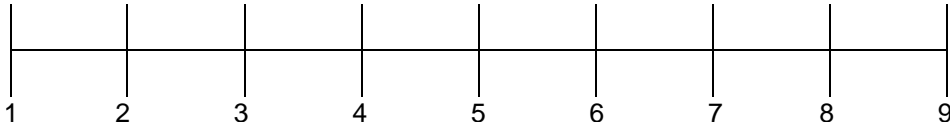
Mantequilla



Establo



Olor a queso



¿En general el olor del queso es aceptable? Muestra 473 Si\_\_\_ No\_\_\_  
 Muestra 295 Si\_\_\_ No\_\_\_  
 Muestra 816 Si\_\_\_ No\_\_\_

¿El queso Tenate presenta un olor distinto que sea indeseable? **Indique el código de la muestra y el olor**\_\_\_\_\_.

Observaciones:\_\_\_\_\_.

Muchas gracias!!!

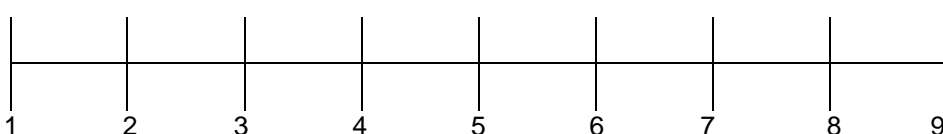
Anexo 10 Ficha utilizada en la evaluación de los atributos de olor del queso Tenate.

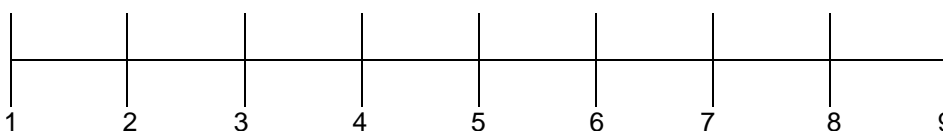
## SABOR

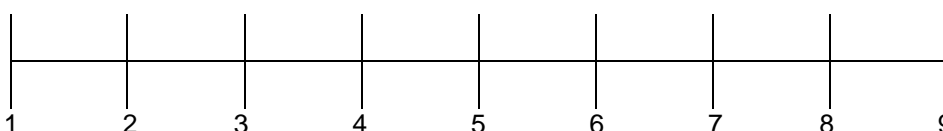
NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Ante usted se encuentran 3 muestras codificadas de queso Tenate, pruebe un trozo de queso de cada muestra y evalúe la intensidad de sabor del primer atributo indicado en la ficha, anotando el código en la escala, continúe con los siguientes atributos tomando otro trozo de cada una de las muestras.

Por favor **NO** trague la muestra, **enjuague su boca** antes de iniciar su prueba y entre cada muestra.

Salado 

Palma 

Ácido 

¿En general el sabor del queso **es aceptable**? Muestra 473 Si\_\_\_ No\_\_\_

Muestra 295 Si\_\_\_ No\_\_\_

Muestra 816 Si\_\_\_ No\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_.

Muchas gracias!!!

Anexo 11 Ficha utilizada en la evaluación de los atributos de sabor del queso Tenate.

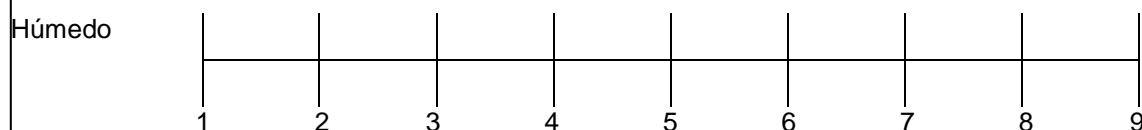
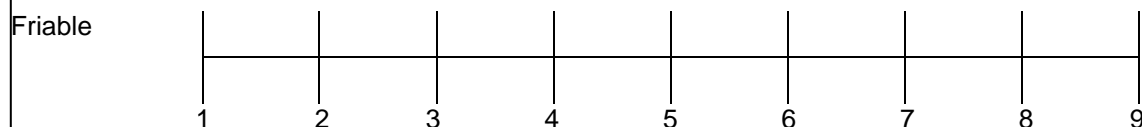
## TEXTURA

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Ante usted se encuentra 3 muestras codificadas de queso Tenate, pruebe un trozo de queso de cada muestra y evalúe la intensidad de textura del primer atributo indicado en la ficha, anotando el código de la muestra en la escala. Continúe con los siguientes atributos tomando otro trozo de cada una de las muestras. Para su análisis tome en cuenta las siguientes instrucciones:

**Friable:** Mastique las muestras con las muelas tres veces, y valore el número de trozos generados.

**Humedad:** Coloque la muestra en la boca y valore la cantidad de agua liberada.



¿En general la textura del queso es **acceptable**? Muestra 473 Si\_\_\_ No\_\_\_

Muestra 295 Si\_\_\_ No\_\_\_

Muestra 816 Si\_\_\_ No\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_.

Muchas gracias!!!

Anexo 12 Ficha utilizada en la evaluación de los atributos de textura del queso Tenate.