

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

María de los Angeles Aguilera Avendaño

CON EL TEMA:

“Caracterización del perfil de textura y color del queso Crema de Chiapas por medio de la correlación de datos analíticos y sensoriales”

MEDIANTE:

**OPCIÓN I
(TESIS PROFESIONAL)**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

MARZO DEL 2013

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 28 de febrero 2013

OFICIO NUM. DEP-CT-17/2013

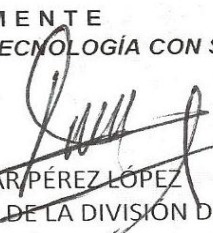
C. MARÍA DE LOS ANGELES AGUILERA AVENDAÑO
PASANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

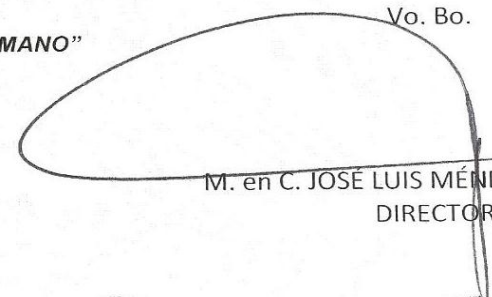
Habiendo recibido la comunicación de su trabajo profesional por parte de los CC. DRA. SANDY LUZ OVANDO CHACON, ING. JAQUELINE LEYRA HERNÁNDEZ y DRA. PATRICIA GUADALUPE SÁNCHEZ ITURBE , en el sentido que se encuentra satisfactorio el contenido del mismo como prueba escrita, **AUTORIZO** a Usted a que se proceda a la impresión del mencionado Trabajo denominado:

"CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE TEXTURA Y COLOR DEL QUESO CREMA DE CHIAPAS POR MEDIO DE LA CORRELACIÓN DE DATOS ANALÍTICOS Y SENSORIALES"

Registrado mediante la opción:
I (TESIS PROFESIONAL)

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"


M.I. APOLINAR PÉREZ LÓPEZ
ENCARGADO DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES
C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares
C.c.p.- Expediente
I'JLMN/M'APL/I'eeam

Vo. Bo.

M. en C. JOSÉ LUIS MÉNDEZ NAVARRO
DIRECTOR

Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez
Div. de Est. Profesionales



Hermosillo, Sonora a 12 de Marzo de 2013

Ing. Javier Ramírez Díaz

Jefe del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Por medio de la presente, hago constar que la **C. María de los Ángeles Aguilera Avendaño**, alumna de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, número de control 06270002, realizó el trabajo de tesis experimental de licenciatura intitulado "**Caracterización del perfil de textura y color del queso Crema de Chiapas por medio de la correlación de datos analíticos y sensoriales**".

Dicho trabajo fue realizado en el Laboratorio de Química y Biotecnología de Productos Lácteos de la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD), en Hermosillo, Sonora, bajo la dirección de la **Dra. Belinda Vallejo Galland** y la asesoría del **Dr. Aarón Fernando González Córdova** y el **M. en C. Ricardo Reyes Díaz**.

Cabe señalar que el manuscrito de tesis ha sido revisado y corregido por su servidora, así como por los colegas mencionados. Derivado de lo anterior, consideramos que cumple con los requisitos de calidad para una Tesis de Licenciatura, por lo cual solicitamos a usted continuar con el proceso de revisión al interior del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del I.T.T.G.

Agradeciendo anticipadamente la atención prestada al presente, aprovecho para reiterar a usted la seguridad de mi más distinguida consideración.

ATENTAMENTE

Dra. Belinda Vallejo Galland
Profesora Investigadora Titular





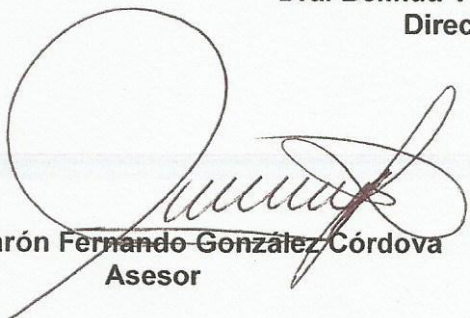
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ


El presente trabajo de tesis fue realizado en el Laboratorio de Química y Biotecnología de Productos Lácteos de la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Bajo dirección de la **Dra. Belinda Vallejo Galland** y asesoría del **Dr. Aarón Fernando González Córdova** y el **M. en C. Ricardo Reyes Díaz**.

La tesis fue aprobada en su totalidad en cuanto a formato y calidad de su contenido a satisfacción del director y asesores de CIAD.


Dra. Belinda Vallejo Galland
Directora




Dr. Aarón Fernando González Córdova
Asesor


M. en C. Ricardo Reyes Díaz
Asesor

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, gracias por poner en mi camino a personas indicadas para aprender de ellas, por darme la oportunidad de conocer más compañeros y amigos; gracias por estar siempre conmigo en todo momento.

Le agradezco profundamente a mi casa de estudios, el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez por darme los maestros indicados, quienes me impartieron las bases de lo que sé ahora, de corazón mil gracias.

Al Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), por recibirme con las puertas abiertas y apoyarme con la beca, que fue de mucha ayuda.

A mi directora de tesis, la Dra. Belinda Vallejo Galland, por apoyarme en todo momento, y confiar en mí, “gracias”.

Al Dr. Aarón Fernando González Córdova, por su apoyo, dedicación, tiempo y por compartir conmigo sus conocimientos, para la realización de esta investigación, sin su apoyo nada hubiese sido posible, “gracias”.

Al Dr. Adrián Hernández Mendoza, por el apoyo impartido en los seminarios, por sus consejos, mil gracias.

Al M. en C. Ricardo Reyes Díaz por su apoyo técnico, y asesoramiento brindados en parte del análisis sensorial y estadístico, así como en la revisión del manuscrito presente, gracias Richie.

A la Dra. Sandy Luz Ovando Chacón por ser mi asesora interna de tesis, por todos sus consejos y apoyo que aun con la distancia siempre estuvieron presentes, “gracias”.

A la Dra. Patricia Sánchez Iturbe y a la I.B.Q. Jaqueline Leyra Hernández, por ser las revisoras de esta tesis, gracias por su apoyo y tiempo invertido en este proyecto.

A la M. en C. Carmen Estrada, por su apoyo brindado incondicionalmente en las buenas y las malas que siempre estuvo conmigo, mil gracias.

Al Dr. Juan Pedro Camou Arriola, por su apoyo y confianza, al autorizarme el préstamo del texturómetro.

Al M. en C. Martín Valenzuela Melendres, por su incondicional apoyo que tuvo al asesorarme con el texturómetro y apoyarme en el análisis de datos estadísticos.

A la Dra. Armida Sánchez Escalante, por su confianza brindada al autorizarme utilizar el colorímetro.

A la Q.F.B Erika Javier S., por su apoyo incondicional al prestarme el colorímetro y enseñarme a hacer las mediciones.

Les agradezco mis compañeros del laboratorio de lácteos, por todo su apoyo y los ánimos brindados en todo este año; principalmente a la M. en C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega, por su confianza depositada en mí y la paciencia que tuvo al principio de este proyecto. Mil gracias.

A la M. en C. Vanessa Saracho, por su gran amistad y su apoyo incondicional, por ser tan linda persona y excelente ser humano, mil gracias.

A los estudiantes de doctorado, apreciables compañeros y amigos, Priscila Yasmín Heredia Castro y Jesús Sosa Castañeda; mil gracias de corazón por todo su apoyo brindado a lo largo de este año.

A los estudiantes de maestría, Lourdes Santiago, Samantha Loaiza, Lilia Beltrán, Olga Ramírez, Martín Moreno, Ángeles de la Rosa y Ángel Ortíz, por todo su apoyo, sonrisas robadas y carrillas brindadas, gracias por hacerme más placentera la estancia aquí en CIAD.

Un especial agradecimiento al Ing. Cristóbal Hernández, por todo su apoyo constante, que con la convivencia diaria se convirtió en una persona muy especial, la cual siempre tendré en mi mente y corazón, por todos esos momentos juntos y los ánimos brindados, muchas gracias. T. Q.

Le agradezco a todos los compañeros del laboratorio de lácteos de CIAD: Alejandro Santos, Eleazar Aguilar, Geovanni Argüello, José Miguel Serrano, Rocío Hernández, Trinidad López, Elvia Medina, Francisco Castro, Fernando Cuevas, Isidro Méndez, Fausto Cantú, Rogelio Salazar, Marisol Luna, Yair Paco, Sergio Hermosillo, y el Sr. Jesús Monzón.

Mil gracias a todos y cada uno de ustedes que compartieron muchas vivencias que hicieron más amena la estancia lejos de casa, los llevo en mi corazón y los extrañaré.

DEDICATORIA

A mis padres, la Sra. Amparo Avendaño y el Sr. José Antonio Aguilera por ser mi cimiento en la vida, por darme toda la educación necesaria y hacerme una persona de bien, no tengo las palabras adecuadas para agradecerles lo mucho que me han dado, a pesar de todo lo que hemos pasado, les agradezco el sacrificio que han hecho por mí, y darme las armas necesarias para poder luchar en la vida. Son mi vida, mi ejemplo a seguir, mil gracias por todo, los amo.

A mi abuela, la Sra. Elvira Aguilera Villanueva por ser mi segunda Madre y darme todo ejemplo bueno y necesario en esta vida, eres mi primera maestra que tuve en casa, enseñándome desde pequeña las tablas de multiplicar y ayudándome en mis tareas; eres una mujer inigualable perseverante y audaz, una mujer con los pantalones bien puestos, te amo muchísimo abuela, mil gracias por todo en verdad, ahora veo que tus cuentos no eran más que experiencias vividas que a mí me faltaban por vivir.

A mi abuelo, el Sr. Reynol Avendaño, por darme su amor y confiar en mí en todo momento, gracias abuelo, te amo.

A mis hermanos, Antonio de Jesús y Luis Alberto, por ser lo que son, mis hermano, y apoyarme en todo momento, mil gracias los amo mucho.

A toda mi familia Avendaño Espinosa, que siempre me han apoyado en cualquier locura, que son personas que me cuidan y protegen desde pequeña, mil gracias queridos tíos, tías y primos, los quiero mucho.

A una gran persona que estuvo conmigo en todo momento, la pasante de Ing. Elena Corzo Cobos por ser más que mi amiga una hermana, me enseñaste el valor de la convivencia y que las personas de buen corazón existen, gracias por esta experiencia vivida a tu lado por un año, mil gracias querida amiga, te quiero muchísimo.

A mis mejores amigas, Selene García, Ruth Pérez, Deysy Ballinas y Brenda Albores, que más que amigas son mis hermanas del alma, aunque no somos de sangre, pero si de corazón; mil gracias por ser parte de esta tesis, y más que eso, por ser parte de mi vida; las amo chamacas.

A mis amigos de toda la vida; Luis Domínguez, Elizabeth Girón, Lilibeth Domínguez, Lizeth Ríos, Calixto Gutiérrez, Francisco Barcelata, Nancy Arias, Adriana Marín, Jonathan Flores, Iván Gutiérrez, Gabriela Nuriulú Camas y a toda su familia. A cada uno de ustedes porque aun en la distancia me han sabido demostrar que la amistad perdura, sus ánimos y buenas vibras me hacen más amena la distancia, los tengo en mi corazón, son mis mejores amigos de toda la vida. Los amo muchísimo. Mil gracias por quererme como yo a ustedes.

A todas esas personas que estuvieron y que no, pero me brindaron su apoyo de lejos, mil gracias por estar al pendiente de mí. Los quiero.

RESUMEN

En México existe una gran diversidad de quesos genuinos. La mayoría de ellos son elaborados de manera artesanal a partir de leche cruda y con el mínimo de aditivos. El queso Crema de Chiapas (QCC) es uno de ellos y las bacterias ácido lácticas que los conforman, junto con su particular proceso de elaboración, son los principales factores responsables de su tipicidad; sin embargo, la falta de estandarización de procesos hace que en el mercado se encuentren quesos del mismo tipo con diferentes características. Además, cuando estos quesos se elaboran con leche cruda y no cuentan con un proceso de maduración, pueden contener microorganismos indeseables que representan un riesgo a la salud del consumidor. Para generar tales características y mantener la inocuidad en quesos no madurados, es necesario pasteurizar la leche y agregar cultivos lácticos diseñados para cada tipo de queso. Por otro lado, para diseñar dichos cultivos es necesario definir los atributos esperados mediante la caracterización organoléptica, sensorial y composicional del queso; lo cual además, pone en evidencia si existe o no una estandarización de procesos. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del QCC mediante un panel sensorial entrenado y correlacionarlo con datos instrumentales de color y textura. Para ello, se analizó fisicoquímicamente al QCC, se evaluaron los atributos sensoriales mediante un panel entrenado, se determinó el color y textura por métodos instrumentales y los resultados se correlacionaron para establecer modelos predictivos que expliquen la percepción sensorial de los atributos de color y textura. La determinación de la composición fisicoquímica evidenció la falta de estandarización de procesos entre queserías. Por otro lado, la evaluación sensorial permitió caracterizar al QCC por un olor a fermentado, frutal y cremoso; sabor ácido, frutal, salado y añejo; textura a cremoso y granuloso; y color blanco-crema. Finalmente, se logró construir modelos estadísticos de predicción que permitieron explicar ampliamente ($R^2 > 0.90$), a partir de datos instrumentales, la percepción sensorial de los descriptores de color y textura del QCC.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	V
RESUMEN	XI
CONTENIDO	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE CUADROS	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específicos	4
4. HIPÓTESIS	5
5. FUNDAMENTO TEÓRICO	6
5.1 Queso	6
5.2 Quesos mexicanos genuinos.....	6
5.3 Queso Crema de Chiapas (QCC).....	9
5.3.1 Proceso de elaboración.....	10
5.4 Bacterias ácido lácticas (BAL)	11
5.4.1 Características de las BAL	12
5.4.2 Clasificación de las BAL.....	13
5.4.3 Importancia de las BAL en el queso.....	14
5.4.4 BAL formadoras de compuestos responsables de sabor y aroma	16
5.4.5 Compuestos antimicrobianos producidos por BAL.....	18
5.4.6 Formación de péptidos bioactivos por BAL	20
5.5 Microbiología del QCC.....	22
5.6 Evaluación sensorial.....	24
5.6.1 Tipos de pruebas sensoriales.....	25
5.6.1.1 Pruebas discriminativas.....	25
5.6.1.2 Pruebas descriptivas	26

5.6.1.3 Pruebas afectivas	26
5.6.2 Técnicas de evaluación sensorial	26
5.6.2.1 Condiciones de cata	27
5.6.2.2 Reglas de cata.....	28
5.6.3 Evaluación sensorial del queso.....	28
5.6.3.1 Atributos a evaluar en el queso	30
5.7 Propiedades físicas y mecánicas del queso	34
5.7.1 Propiedades físicas.....	34
5.7.1.1 Color.....	35
5.7.1.1.1 Propiedades del color	36
5.7.1.2 Colorímetro.....	38
5.7.1.2.1 Espacio de color.....	38
5.7.1.2.1.1 Espacio de color L*a*b*	38
5.7.1.2.1.2 Espacio de color L*C*h.....	39
5.7.1.3 Color de los quesos.....	40
5.7.2 Propiedades mecánicas.....	40
5.7.2.1 Análisis de perfil de textura.....	40
5.7.2.2 Textura de los quesos	43
6. METODOLOGÍA.....	44
6.1 Muestreo.....	44
6.2 Análisis fisicoquímico.....	45
6.3 Evaluación sensorial.....	45
6.3.1 Selección del panel	45
6.3.2 Generación de descriptores	48
6.3.2.1 Elaboración de muestras de referencia	48
6.3.3 Entrenamiento del panel	49
6.3.4 Evaluación sensorial del queso.....	51
6.4 Métodos instrumentales.....	51
6.4.1 Determinación de color	51
6.4.2 Análisis del perfil de textura	52
6.5 Análisis estadístico	54
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55

7.1	Análisis fisicoquímico.....	55
7.2	Análisis sensorial	58
7.2.1	Selección del panel	58
7.2.2	Generación de descriptores	59
7.2.2.1	Entrenamiento con descriptores	62
7.2.2.2	Evaluación sensorial.....	64
7.2.2.2.1	Olor	65
7.2.2.2.2	Sabor	69
7.2.2.2.3	Textura.....	72
7.2.2.2.4	Color	74
7.3	Medición de color.....	76
7.4	Medición de textura	78
7.5	Correlación entre resultados analíticos y sensoriales para la construcción de un modelo predictor del perfil de color y textura del QCC.	82
8.	CONCLUSIONES	85
9.	RECOMENDACIONES	86
10.	BIBLIOGRAFÍA	87
11.	ANEXOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de producción de algunos quesos mexicanos artesanales	8
Figura 2. Presentación comercial del Queso Crema de Chiapas	9
Figura 3. Esquema del proceso de elaboración del QCC	11
Figura 4. Sólido tridimensional de atributos de color	36
Figura 5. Círculo cromático	37
Figura 6. Corte transversal del círculo cromático	37
Figura 7. Adjetivos generales de luminosidad y saturación de los colores.....	38
Figura 8. Diagrama de cromaticidad y luminosidad	39
Figura 9. Espacio de color $L^* a^* b^*$, $C^* h^*$	39
Figura 10. Curva típica del "análisis del perfil de textura" (APT)	42
Figura 11. Cuestionario aplicado para reclutar candidatos a panelistas	46
Figura 12. Preparación de la muestra	47
Figura 13. Papeleta de códigos para identificación de muestras en las pruebas triangulares	47
Figura 14. Escalas de evaluación de descriptores	50
Figura 15. Muestras a evaluar, utilizando el colorímetro	52
Figura 16. Obtención del perfil de textura (ATP) del QCC	53
Figura 17. Gráfica de seguimiento secuencial de pruebas triangulares para la selección del panel.....	58
Figura 18. Panelistas en proceso de detección de descriptores	59
Figura 19. Gráfico de descriptores de color más predominantes en el QCC	60
Figura 20. Gráfico de descriptores de olor más predominantes en el QCC	60
Figura 21. Gráfico de descriptores de sabor más predominantes en el QCC	61
Figura 22. Gráfico de descriptores de textura más predominantes en el QCC	61
Figura 23. Panelistas entrenados evaluando los descriptores del QCC.....	64
Figura 24. Principales rutas del catabolismo de los aminoácidos durante el proceso de maduración	67
Figura 25. Intensidad de los descriptores de olor del QCC	68
Figura 26. Intensidad de los descriptores de sabor del QCC	71
Figura 27. Intensidad de los descriptores de textura del QCC	73
Figura 28. Intensidad de los descriptores de color del QCC	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de quesos mexicanos genuinos	7
Cuadro 2. Características importantes de algunas BAL.....	13
Cuadro 3. Composición microbiológica del QCC	23
Cuadro 4. Códigos del QCC para identificar las regiones - queserías de muestreo del estado de Chiapas	44
Cuadro 5. Muestras de referencia para cada descriptor	48
Cuadro 6. Características fisicoquímicas del QCC de las diferentes queserías y regiones del estado de Chiapas.....	57
Cuadro 7. Resultados del entrenamiento de panelistas en QCC	63
Cuadro 8. Resultados de parámetros del perfil de color del QCC.....	77
Cuadro 9. Resultados de los parámetros del perfil de textura del QCC	81
Cuadro 10. Modelos de predicción para cada descriptor del perfil de textura del QCC	84
Cuadro 11. Modelo de predicción para el descriptor del perfil de color del QCC	84
Cuadro 12. Intensidad de descriptores para los quesos de diferentes regiones del estado de Chiapas.....	102

1. INTRODUCCIÓN

El queso, al igual que la leche, cobró gran importancia en la época colonial, desarrollándose zonas de fuerte actividad ganadera. En la actualidad sigue siendo un producto esencial en la población mexicana; en el mercado de México existe toda una gama de quesos genuinos elaborados con leche cruda “bronca” utilizando comúnmente métodos artesanales (queso Oaxaca, Adobera, Crema, etc.) o pasteurizada por pequeñas y medianas industrias (queso Chihuahua, Panela, etc.) (Scott, 1991; Villegas, 1993; Muñoz, 1995).

El queso Crema de Chiapas (QCC) se considera un queso de pasta blanda, fresca y prensada; constituye una verdadera creación de la quesería artesanal-nacional. Todas estas micro-empresas artesanales carecen de equipo moderno (tinajas de acero inoxidable, pasteurizadores, bombas, cámaras de refrigeración, etc.) y de una verdadera calidad en procesos y productos; toda la fabricación se basa en el conocimiento tradicional transmitido de generación en generación entre los queseros prácticos (Scott, 1991; Villegas, 1993; Muñoz, 1995).

Este queso es considerado como un producto heterogéneo, debido a que se elabora a partir de la leche cruda, lo que trae como consecuencia una fuerte carga microbiana; por ello no cumple con la Norma Oficial Mexicana (NOM-243-SSA1-2010), donde se exige el uso de leche pasteurizada en la elaboración de quesos; esto con el propósito de eliminar a las bacterias patógenas. Sin embargo, la pasteurización de la leche también reduce la población de las bacterias ácido lácticas (BAL) que son uno de los principales factores responsables del desarrollo de las características organolépticas típicas de los quesos artesanales.

La calidad sensorial de los quesos depende de un gran número de factores relacionados entre sí, que abarcan a las BAL dentro de los procesos y materiales utilizados en la elaboración y maduración del queso (Muset, 2002; Castañeda, 2004).

Para conocer y diferenciar las variedades de quesos es necesario conocer en detalle sus características de color, textura, sabor y olor. Las mismas se pueden determinar a través del análisis sensorial, utilizando paneles entrenados de evaluadores y en forma instrumental, utilizando analizadores de textura, colorímetros, lenguas electrónicas, narices electrónicas, etc. Las características de textura y color son criterios de gran importancia para analizar la evolución de la calidad de los quesos (Lebecque, 2001).

La textura de un queso es un atributo sensorial que resulta de la combinación de propiedades físicas que son percibidas por los sentidos de la vista y el tacto (Pinho, 2004). Un procedimiento instrumental es menos costoso y consume menos tiempo que las pruebas sensoriales, siendo correlacionados con atributos sensoriales críticos que permiten estimar la aceptabilidad por parte del consumidor (Steffe, 1996). La evaluación del color es un criterio muy variable que depende de numerosos factores, por el cual es posible el uso de sistemas instrumentales que permitan obtener mediciones objetivas y estandarizadas (HunterLab, 2008).

La calidad sensorial del QCC es muy variable, debido a que depende de diversos factores relacionados entre sí, que incluyen tanto las características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima; sus atractivos atributos sensoriales se van perdiendo día con día, ya que para su elaboración se han implementado métodos industriales, con la finalidad de obtener una gran producción y abastecer la comercialización de mercados, tanto nacionales como internacionales. Es por ello que se va perdiendo una larga tradición cultural del país, como el caso de algunos parámetros que tipifican a los quesos y que requieren ser revalorados y protegidos ya que tienden a desaparecer.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar e identificar las características fisicoquímicas y organolépticas propias del queso Crema de Chiapas mediante un panel sensorial entrenado y correlacionarlo con datos instrumentales (texturómetro y colorímetro). Asimismo, este estudio dará una idea acerca de qué tan estandarizados se encuentran los procesos de elaboración de este queso en las diferentes regiones y queserías del estado de Chiapas.

2. JUSTIFICACIÓN

El queso es un alimento muy apreciado por sus cualidades nutritivas y sensoriales, ha sido elaborado desde hace siglos a partir de leche de vaca, cabra, oveja u otros rumiantes. En el proceso de elaboración del queso existen tres fases esenciales: la coagulación de la leche, el desuerado y la maduración. Durante éstas, la masa del queso experimenta fenómenos bioquímicos complejos que se traducen en nuevos atributos sensoriales del producto, por ejemplo color, sabor, olor y textura.

Estos atributos sensoriales del queso Crema se va perdiendo día con día al implementar métodos industriales, con la finalidad de obtener una gran producción y abastecer la comercialización de mercados, tanto nacionales como internacionales. Lo anterior puede implicar la pérdida de una larga tradición cultural del país, como el caso algunos parámetros que tipifican a los quesos y que requieren ser revalorados y protegidos, ya que tienden a desaparecer al no poder integrarse al mercado competitivo.

Desde el punto de vista de un país en desarrollo, la caracterización fisicoquímica y sensorial de un queso artesanal, podría contribuir a su calidad y valor industrial, y satisfacer la demanda del mercado de productos artesanales. Encontrar una relación entre datos sensoriales e instrumentales es una herramienta que podría emplearse para la estandarización de procesos y así mismo, podría ser utilizado para el práctico análisis y/o estudio de los procesos de quesos artesanales.

La finalidad de este trabajo es aplicar una herramienta matemática al correlacionar los atributos sensoriales con datos instrumentales, que permita de una forma más práctica, caracterizar la percepción sensorial del queso Crema de Chiapas. Esto pondrá en manifiesto si existen o no problemas de estandarización de procesos de manufactura y será útil en la defensa de la marca colectiva, que permitirá obtener una protección jurídico-comercial (denominación de origen) que asegure así su calidad y autenticidad, que se reflejará en el rescate de la tradición quesera artesanal del estado de Chiapas.

3. OBJETIVOS

3.1 General

- ♣ Analizar e identificar las características fisicoquímicas y organolépticas propias del queso Crema de Chiapas (QCC) mediante un panel sensorial entrenado y correlacionarlo con datos instrumentales.

3.2 Específicos

- ♣ Analizar fisicoquímicamente QCC.
- ♣ Llevar a cabo un entrenamiento de un panel sensorial para poder evaluar los atributos sensoriales del QCC.
- ♣ Identificar descriptores propios del queso QCC.
- ♣ Evaluar al QCC mediante instrumentos (colorímetro y texturómetro).
- ♣ Establecer un modelo estadístico que permita identificar a los descriptores de color y textura, correlacionando datos sensoriales con datos instrumentales.

4. HIPÓTESIS

Los datos instrumentales de los perfiles de color y textura del queso Crema de Chiapas permitirán construir modelos estadísticos que expliquen la percepción sensorial de estos mismos parámetros.

5. FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 Queso

Es una de las formas más eficientes para preservar la leche en un producto que se conserva bien; menos voluminoso al contener menos agua, de alto valor nutritivo, sabroso y de fácil digestión. Se define como el producto resultante de la precipitación de las caseínas de la leche, quedando suero como residuo; los pasos fundamentales en su elaboración son la coagulación de la leche, el cortado de la cuajada, eliminación del suero, salado, prensado y en algunos casos la maduración (Badui, 1999). Gran parte del agua y otros componentes solubles de la leche (v.g. la lactosa y minerales hidrosolubles) se separan con el suero (Kindsdetd, 2005).

5.2 Quesos mexicanos genuinos

Los quesos mexicanos genuinos son elaborados a partir de leche fluida de vaca o de cabra, con el empleo mínimo de aditivos tradicionalmente incorporados, permitidos por las normas vigentes, tales como cuajo, colorante de achiote, cloruro de calcio y sal común. No incluyen grasa vegetal, ni derivados proteicos de la leche, a excepción de pequeñas cantidades de estos últimos, solamente para estandarizar la proporción entre la grasa y la proteína de la leche de proceso (Villegas, 2004).

Los quesos suaves son probablemente los más reconocidos de los quesos hispanos. Algunos de los quesos típicos mexicanos considerados como quesos suaves, son: el queso tradicional Ranchero, el queso Crema, el queso Panela y el requesón. Los quesos frescos son principalmente quesos de pasta fresca, salada, sin madurar y constituyen los quesos de mayor consumo en México (figura 1). Sin embargo, estos quesos pueden tener problemas de consistencia y retención de humedad si no se procesan adecuadamente (Villegas, 2004).

En el cuadro 1 se muestra la diferencia y clasificación de los quesos mexicanos genuinos de acuerdo a la zona de producción y al estado de maduración.

Cuadro 1. Clasificación de quesos mexicanos genuinos

	QUESO	REGIÓN DE PRODUCCIÓN	MADURACIÓN
Quesos elaborados con leche pasteurizada	Chihuahua	Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila.	Madurado
	Tipo Manchego	Varios estados del país.	Madurado
	Panela	Varios estados del país (principalmente en la zona templada)	Madurado
	Chapingo	Chapingo, Estado de México	Fresco
Quesos elaborados con leche bronca o cruda	Oaxaca	En todo el País	Madurado
	Asadero	Estados del norte y centro	fresco
	Cotija	Chiapas, Huasteca potosina, Michoacán, Jalisco, Tabasco.	Madurado
	Molido de aro	Varios Estados del país.	Fresco
	Sierra	Centro del país (bajío)	Fresco, madurado
	Adobera	Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, Hidalgo.	Fresco, madurado
	Crema	Chiapas y Tabasco	Fresco, madurado
	Queso de sal	Costa de Chiapas	Fresco, madurado
	Ranchero	Centro de Veracruz	Fresco
	Queso de Cincho	Morelos	Fresco
	Guaje (bola)	Huasteca Potosina y Veracruzana	Fresco
	Queso de Hoja	Centro de Veracruz	Fresco
	Queso de Poro	Zona de los Ríos Tabasco	Fresco, madurado

Modificada de Villegas, 2004.

Algunos quesos artesanales mexicanos son tan originales (por su forma, origen de la leche con que se elaboran, técnica de fabricación, maduración, propiedades organolépticas, etc.) que, en principio, pueden ser aspirantes a lograr una figura de protección jurídico-comercial como una marca colectiva o una denominación de origen (Chombo-Morales, 2008).

La denominación de origen es el nombre de una región geográfica del país con la que se identifica, o designa un producto, en razón de sus atributos inconfundibles (calidad o característica), conferidos por el medio geográfico (factores naturales y humanos).

El queso Crema de Chiapas (QCC) es uno de los quesos mexicanos más distinguidos con potencialidad para obtener una *marca colectiva con referencia geográfica* y eventualmente una *denominación de origen*.

Esto permitiría garantizar la autenticidad del producto (que es lo típico que lo caracteriza) entre los consumidores, ampliar su mercado, prestigiar a las comunidades chiapanecas que lo elaboran, robustecer a las cadenas agroindustriales que lo producen, preservarlo como bien cultural inmutable y contribuir al desarrollo local en el estado de Chiapas (Villegas *et al.*, 2009).



Figura 1. Zonas de producción de algunos quesos mexicanos artesanales (adaptada de Villegas, 2004)

5.3 Queso Crema de Chiapas (QCC)

El queso Crema de Chiapas (QCC) es elaborado con leche cruda, entera o parcialmente descremada proveniente de ganado de doble propósito, Cebú - Pardo Suizo (Martínez, 1999). Debido a las características del cuajado ácido-enzimático prolongado a temperatura ambiente, la pasta es blanda y fácilmente tajable, blanca o ligeramente amarilla de acuerdo al contenido de grasa, así como de sabor ácido y salado (Cervantes *et al.*, 2008).

La presentación de este queso (piezas rectangulares de 250 a 1000 g), resulta visualmente atractiva por las tres capas de envoltura que tiene: encerado, estaño y celofán, respectivamente y van del interior al exterior (figura 2), pueden ser de color rojo o amarillo (Cervantes *et al.*, 2008).



Figura 2. Presentación comercial del Queso Crema de Chiapas (Rangel, 2011)

El QCC se fabrica para ser consumido fresco; sin embargo, debido a una comercialización tardada, sufre una maduración involuntaria que puede ser de hasta varios meses (Villegas, 1993).

El proceso artesanal de elaboración de este queso involucra diferentes etapas de importancia para la obtención de las características finales de este producto.

5.3.1 Proceso de elaboración

A continuación se describen los pasos en el proceso de elaboración del QCC (Rangel, 2011), expuesto en el diagrama de flujo de la figura 3 son:

- Maduración de la leche. Reposo de la leche cruda de 3 a 5 h. A temperatura ambiente (20 a 38 °C) para la multiplicación de la microflora natural y para descremar parcialmente por flotación.
- Reposo de la cuajada. Se deja reposar de 14 a 24 h. a temperatura ambiente (20 a 38 °C), buscando una cuajada ácida altamente desmineralizada.
- Cortado o quebrado. Una vez cuajada la leche, al sobrenadar una delgada capa de suero, se corta la cuajada. El corte es amplio (aproximadamente 2 cm) y en ocasiones se realiza también con la mano.
- Manteado o Bolseando. La cuajada cortada se coloca dentro de una bolsa de algodón o plástico. Este paso se prolonga hasta que la cuajada deje de exudar suero.
- Amasado y salado. La cuajada seca se coloca en una bandeja de madera y es manualmente amasada, incorporándose sal común al 5-7% en base a la cuajada obtenida.
- Moldeado. Se emplean moldes de caoba rectangulares, cubiertos previamente con paños de tela y son llenados con la cuajada, presionando manualmente.
- Prensado. Los moldes son llevados a una prensa de madera rústica.

- ✦ Empacado. Una vez que los moldes salen de la prensa, los quesos son retirados de éstos, se cortan los bordes sobrantes y se dejan airear; los quesos se envuelven en papel encerado, aluminio y celofán (color rojo o amarillo).

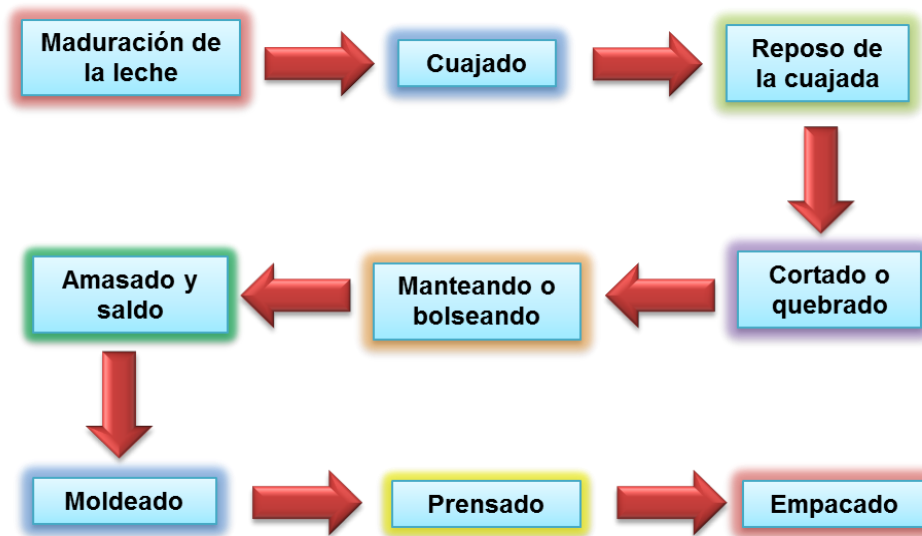


Figura 3. Esquema del proceso de elaboración del QCC (modificada de Villegas, 2004)

Un punto importante en la elaboración del QCC es la maduración de la leche, que por ser cruda y sin la adición de cultivos lácticos, la fermentación ocurre naturalmente gracias a las bacterias ácido lácticas (BAL). Éstas confieren al producto propiedades sensoriales de sabor, olor, textura y color únicas, dando a este queso, un gran potencial comercial (Villegas, 1993).

5.4 Bacterias ácido lácticas (BAL)

Las bacterias ácido lácticas (BAL), son un grupo de bacterias Gram positivas. Estos microorganismos fermentan lactosa e incrementan el contenido de ácido láctico. Tienen en común características morfológicas, metabólicas y fisiológicas. Los géneros de *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus* se utilizan tradicionalmente como cultivos iniciadores para la fermentación de alimentos como el yogur y distintas variedades de queso y bebidas (Vuyst *et al.*, 1994).

Las BAL son consideradas como benéficas, ya que permiten el desarrollo de sabor, aroma y textura, características sensoriales presentes en diversos productos lácteos como lo son el queso, yogur y leches fermentadas entre otros. Estas propiedades son muy importantes para la industria láctea, ya que permiten elaborar productos con mejores características y de mayor agrado a los consumidores (Marino *et al.*, 2003).

5.4.1 Características de las BAL

Las BAL forman una familia muy heterogénea, cuyo hábitat común es la leche y se caracterizan por lo siguiente: son Gram-positivas, no esporuladas, microaerofílicas o anaerobias facultativas. También se caracterizan por tener diferentes propiedades: no reducen nitratos ni producen catalasa, presentan poca actividad proteolítica (Bedolla-Bernal, 2004).

En el cuadro 2 se resumen las características importantes de algunas BAL. En términos generales, las BAL tienen necesidades nutrimentales complejas, por lo que requieren de ciertos factores de crecimiento, tales como: vitamina B, aminoácidos, péptidos, bases purícas y pirimídicas. Esta es una de las razones por la que abundan en un medio rico nutricionalmente como la leche.

Otra característica de este grupo de bacterias es su tolerancia a valores bajos de pH (pH 5); sin embargo, conforme decrece el valor de pH, un mayor número de especies resultan inhibidas (Cabeza, 2008).

Cuadro 2. Características importantes de algunas BAL

Características	<i>Lactococcus lactis</i> ssp.		<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus</i> ssp.	
	<i>lactis</i>	<i>cremoris</i>		<i>helveticus</i>	<i>acidophilus</i>
TEMPERATURA DE CRECIMIENTO (°C)					
MÍNIMA	8-10	8-10	20	20-22	20-22
ÓPTIMA	28-32	22	40	42	37
MÁXIMA	40	37-39	50	54	45-48
HOMOFERMENTATIVA	---	---	---	---	---
HETEROFERMENTATIVA	---	---	---	---	---
PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO (% EN LECHE)	0.9	0.9	0.9	2.5	1
FORMACIÓN DE CO ₂	---	---	---	---	---

Fuente: Walstra et al., (1999)

5.4.2 Clasificación de las BAL

Una clasificación muy útil de las BAL considera ciertos criterios de agrupamiento, como morfología, temperatura de crecimiento y la naturaleza de la fermentación (Villegas, 2004).

Según su morfología se clasifican en cocos y bacilos y, de acuerdo a su temperatura óptima de crecimiento, se clasifican en mesófilas (20-30°C) y termófilas (35-45°C). Éstas comprenden varios géneros como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Lactobacillus* (Walstra et al., 1999).

El tipo y característica de los cultivos iniciadores que son utilizados en la producción de leches fermentadas, son los dos más importantes factores que determinan la calidad del producto final. El criterio esencial para la selección de iniciadores incluye acidificación, aroma, sabor, estabilidad y textura (Laws et al., 2001).

Estos cultivos iniciadores se pueden clasificar de varias maneras, dependiendo de su forma, temperatura de crecimiento, funciones, etc. (Neira *et al.*, 2001). Según la fermentación de la lactosa, las BAL se clasifican en homofermentativas (producen sólo ácido láctico) y heterofermentativas (producen ácido láctico y otras sustancias) y según la temperatura de crecimiento en mesófilos y termófilos (Bertrand, 2003).

De acuerdo a la naturaleza de la fermentación pueden ser homolácticas o heterolácticas. Las homolácticas u homofermentativas, degradan las hexosas exclusivamente a ácido láctico y no fermentan las pentosas o el gluconato (Cabeza, 2008). Dentro de este grupo se encuentran, las bacterias mesófilas *L. casei*, *L. plantarum*, *S. cremoris*, *S. lactis*, *S. diacetylactis* y las bacterias termófilas *L. acidophilus*, *L. lactis*, *L. helveticus*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* (Villegas, 2004).

Las heterolácticas o heterofermentativas degradan las hexosas a ácido láctico, ácido acético, etanol y CO₂, y las pentosas a ácido láctico y ácido acético (Cabeza, 2008). En este grupo se encuentran las bacterias mesófilas *Leuconostoc cremoris*, *Leuconostoc lactis*, *Leuconostoc brevis* (Villegas, 2004).

5.4.3 Importancia de las BAL en el queso

Para la tecnología quesera existen cerca de una decena de especies de BAL importantes. Estas difieren entre si de acuerdo: al tipo de fermentación láctica que desarrollan, los azúcares que fermentan, el grado de acidez que alcanzan, la temperatura óptima para su crecimiento, la capacidad que tienen para sobrevivir el tratamiento de pasteurización, la función que tienen como cultivo láctico y el comportamiento frente a los distintos niveles de sal (Bylund, 2003).

Cultivos iniciadores

Un cultivo iniciador se define como aquel cultivo formado por una o varias cepas de bacterias activas, capaces de multiplicarse en un alimento para propiciar la acidificación rápida del medio donde producen cambios específicos en el aroma, sabor, textura, cuerpo, acidez, humedad, digestibilidad y aspecto de los alimentos. Se utilizan para la elaboración de productos como col agria, embutidos (como el salami y chorizo), productos lácteos y bebidas alcohólicas (Jay, 1992; Madrid, 1999).

Las bacterias que se emplean como cultivos iniciadores en quesos pertenecen principalmente a los géneros *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Lactobacillus*, los cuales se adicionan para producir la acidificación adecuada para las temperaturas de fabricación, lo que permite controlar y frenar el desarrollo de la flora microbiana presente en la leche y desciende el pH favoreciendo la actividad coagulante del cuajo. La elección del cultivo iniciador determina el sabor, aroma y textura de la cuajada (Amiot, 1991; Early, 2000).

En procesos industrializados de elaboración de quesos, la leche empleada es pasteurizada, después ciertas BAL son inoculadas con el fin de producir una fermentación controlada que lleve a la obtención de productos de alta calidad sensorial. Estas bacterias constituyen los cultivos lácticos indispensables en la elaboración de quesos estandarizados (Villegas, 2004).

Un cultivo iniciador puede estar constituido por uno o más tipos de cepas de BAL que se adicionan a la leche para fermentarla (Walstra *et al.*, 1999). Se adiciona al queso en proporciones definidas para provocar la disminución del pH. La acidez del medio promueve la sinéresis de la cuajada, además ayuda al drenado del suero para darle textura y cuerpo al queso (Olvera, 1999). La elección del cultivo iniciador dependerá de la variedad del queso a elaborar (Scott, 1998).

Las principales BAL usadas en cultivos lácticos para desarrollar sabores y aromas en productos lácteos fermentados son: *Lactococcus lactis ssp lactis*, *Lactococcus lactis*

ssp. cremoris Leuconostoc lactis, Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris, Lactobacillus casei, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus, Streptococcus thermophilus y otras bacterias como *Propionibacterium casei*.

Como se mencionó anteriormente, dentro de las principales funciones de los cultivos iniciadores se encuentra la fermentación de la lactosa, la cual es importante durante la coagulación y textura de la cuajada. Por otro lado, algunas enzimas de estos cultivos, como son las proteasas y lipasas, las cuales ayudan en la maduración de algunos quesos también ayudan en la producción de gas y en la producción de los compuestos de sabor y aroma (Robinson, 1996).

La industria emplea cultivos iniciadores comerciales en la elaboración de productos lácteos, debido a la necesidad de estandarizar los procesos de producción de quesos y de otros productos lácteos fermentados con el fin de tener un control de calidad y sanitario adecuado. Sin embargo, estos cultivos no pueden igualar el sabor y aroma de productos lácteos artesanales, elaborados con leche cruda (Gutiérrez, 2008).

Debido a esto, la industria tiene interés por nuevos cultivos lácticos que pueden ser específicamente seleccionados de entre un gran número de productos lácteos artesanales como son los quesos (Ramírez *et al.*, 2005).

En diversos estudios se ha propuesto el uso de cepas aisladas de productos artesanales para emplearlas como cultivos iniciadores por su habilidad de producir sabor y aroma diferentes a los del cultivo industrial (Cabezas *et al.*, 2007). La biodiversidad natural de estas cepas ofrece nuevas posibilidades de investigación para el desarrollo de cultivos iniciadores de gran interés para la industria láctea (Ayad *et al.*, 2004).

5.4.4 BAL formadoras de compuestos responsables de sabor y aroma

Los componentes específicos del sabor y aroma de un queso son muy difíciles de distinguir. Éstos se hallan en una mezcla equilibrada y compleja, difícil de reproducir

artificialmente. El número de compuestos definidos formados durante el proceso de maduración, que se han logrado identificar en algunos quesos es enorme. Un ejemplo de esto es el queso Cheddar, del cual se han identificado más de 180 compuestos diferentes (Villegas, 2004).

El sabor en los quesos es el resultado de la acción de las bacterias. Las bacterias ácido lácticas convierten lactosa a ácido láctico y con la producción de diacetilo posiblemente a acetaldehído. En los quesos madurados el sabor se da por las interacciones entre bacterias iniciadoras, enzimas de la leche, tales como el cuajo y lipasas acompañantes y de la microflora secundaria. Se ha reportado que los quesos elaborados a partir de leche cruda presentan mejor calidad en el sabor y aroma, que los quesos elaborados con leche pasteurizada (Beuvier *et al.*, 1997).

El aroma de los productos lácteos fermentados es determinado principalmente por una combinación única de compuestos orgánicos volátiles. El aroma en el queso está constituido por compuestos volátiles como son ésteres, alcoholes, aldehídos, cetonas, sulfuros y ácidos grasos libres. Mientras que el gusto, está formado por los compuestos no volátiles principalmente por péptidos, aminoácidos libres, sales, lactosa y ácidos orgánicos (Molina *et al.*, 1999).

El sabor y aroma típicos en los productos lácteos fermentados es el resultado de la transformación enzimática de los principales componentes de la leche como la caseína, grasa, lactosa y citrato a componentes volátiles (Gutiérrez, 2008). Ejemplos de algunos componentes volátiles generadores de sabor y aroma son dimetilsulfuro, 3-metilbutanal, metional, diacetilo, ácido propionico, ácido butírico, ácido acético y butanona (Smit *et al.*, 2005).

Lactococcus lactis es una de las bacterias lácticas más utilizadas en la producción de quesos y otros productos fermentados. Tiene un sistema proteolítico complejo que junto con otras enzimas convierten a la caseína en péptidos y aminoácidos. Los aminoácidos son los principales precursores de compuestos volátiles, que son metabolizados a aldehídos, cetonas, aminas y alcoholes (Gutiérrez- Méndez *et al.*, 2007).

5.4.5 Compuestos antimicrobianos producidos por BAL

Las BAL son conocidas por producir, durante su crecimiento, sustancias que inhiben el crecimiento de otros microorganismos. Esta característica se utiliza para la destrucción de bacterias indeseables o patógenas en la fabricación de los alimentos. Los productos activos no son más que metabolitos excretados por la bacteria, como el ácido láctico o derivados del metabolismo del oxígeno como el H_2O_2 (Leveau y Bouix, 2000).

Los principales mecanismos de antagonismo microbiano de las BAL son la competencia por nutrientes y la formación de ácidos láctico y acético, con el consiguiente descenso del pH; las principales sustancias antimicrobianas son: los ácidos orgánicos, el etanol, CO_2 , diacetilo, acetaldehído, H_2O_2 , ácido benzoico, isómeros D de aminoácidos, ácidos grasos, reuterina y bacteriocinas (Kandler, 1983; Daeschel, 1989; Lindgren y Dobrogosz, 1990).

Dentro de los ácidos orgánicos se encuentran el ácido láctico, ácido propiónico y el ácido acético. La fermentación por BAL se caracteriza por la acumulación de estos ácidos y por la disminución de pH del ambiente de crecimiento, contribuyendo a la inhibición de microorganismos (Ouwehand, 1993). El ácido acético y propiónico son producidos por las cepas de BAL por la vía heterofermentativa, pueden interactuar con las membranas celulares y causar acidificación intracelular y desnaturalización de proteínas. Estos compuestos antimicrobianos son más efectivos que el ácido láctico debido a los elevados valores de pKa (ácido láctico 3.08, ácido propiónico 4.87 y ácido acético 4.75), por lo tanto tienen un mayor rango de actividad antimicrobiana contra levaduras, mohos y bacterias (Yang, 2000).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es producido en presencia de oxígeno por las BAL a través de la acción de flavoproteína oxidasa o NADH peroxidasa. Su efecto antimicrobiano se debe a la oxidación de los grupos sulfhidrilo causando la desnaturalización de enzimas, y de la peroxidación de las membranas lipídicas, aumentando la permeabilidad de la membrana. El H_2O_2 puede ser un precursor para la producción de radicales libres como son el superóxido (O_2^-) e hidroxilo (OH), los cuales

dañan el DNA (Adams y Moss, 1998; Yang, 2000). El dióxido de carbono (CO₂) es producido principalmente por la vía heterofermentativa de las BAL, crea un ambiente anaerobio el cual inhibe las descarboxilaciones enzimáticas, y la acumulación de CO₂ en la bicapa lipídica de la membrana causando una disfunción en la permeabilidad. A bajas concentraciones el CO₂ puede estimular el crecimiento de algunos organismos mientras que a una alta concentración puede prevenir el crecimiento de microorganismos deterioradores de alimentos (Ouwehand, 1993; Yang, 2000).

El diacetilo es el componente que proporciona el aroma y sabor a la mantequilla. Es producido por cepas de *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus*; tiene efecto antimicrobiano capaz de inhibir el crecimiento de las bacterias Gram negativas impidiendo el uso de arginina y de ser bacteriostático para bacterias Gram positivas (Ouwehand, 1993). El acetaldehído es producido por cepas de *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, inhibe el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* en productos lácteos (Sánchez, 2003).

Los ácidos grasos (insaturados) tienen actividad en contra de bacterias Gram positivas y en cuanto a su actividad antifúngica depende de factores como longitud de la cadena, la concentración y el pH del medio. La acción antimicrobiana de los ácidos grasos es debido a la molécula disociada y a los efectos del pH, siendo más rápida la inhibición a un pH bajo (Yang, 2000). La reuterina (β - hidroxipropanalaldehído) tiene un amplio espectro antimicrobiano contra bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas, mohos, levaduras, protozoos y virus (Ouwehand, 1993; Yang, 2000).

Las bacteriocinas, las cuales se definen como péptidos biológicamente activos que tienen propiedades inhibitorias contra otras especies estrechamente relacionadas con la cepa productora. El uso de bacteriocinas cumple la demanda de ser sustancias naturales para conservar alimentos. Antes de usar bacteriocinas o cultivos bacterianos en alimentos, es necesario asegurarse que las bacterias no producen toxinas (Erich y Martín, 1995).

5.4.6 Formación de péptidos bioactivos por BAL

La proteólisis es uno de los fenómenos más importantes que contribuyen al sabor y textura de los diferentes tipos de quesos. Los agentes proteolíticos pueden provenir de diferentes fuentes como: coagulantes de la leche, proteínas nativas de la leche como plasmina y catepsina D, BAL (bacterias ácido lácticas iniciadoras y no iniciadoras y sus enzimas) (Torres-Llanez *et al.*, 2005)

La degradación de las proteínas lácteas por proteasas permite la formación de péptidos y aminoácidos, los cuales actúan como compuestos de sabor. Las BAL son conocidas por poseer una variedad de enzimas proteolíticas capaces de utilizar las proteínas como una fuente de nitrógeno para garantizar su crecimiento durante la fermentación. Las BAL son utilizadas en la salud humana, ya que su ingestión puede proteger contra varias infecciones virales estimulando al sistema inmune. Los cultivos iniciadores utilizados en la industria láctea son altamente proteolíticos (Torres-Llanez *et al.*, 2005).

Existen estudios que demuestran que los péptidos bioactivos derivados de diferentes fuentes de proteínas ejercen efectos inmunomoduladores *in vitro* e *in vivo*. Los péptidos bioactivos con propiedades antimicrobianas e inmunomoduladoras más estudiados son aquellos que proceden de la leche y los productos lácteos, estos péptidos bioactivos con actividad antimicrobiana ejercen un efecto inhibitor sobre los microorganismos de destino en la síntesis de proteínas y en la división celular de los mismos (Gauthier *et al.*, 2006).

Existen péptidos con actividad opiácea, se definen como péptidos que presentan afinidad por receptores opiáceos y actúan, mediante la unión a receptores, como moduladores exógenos de la motilidad intestinal, de la permeabilidad epitelial y de la liberación de hormonas. La péptidos opioides más estudiados son los derivados de proteínas lácteas (caseínas). Una vez absorbidos, estos péptidos pueden viajar al cerebro y otros órganos y ejercer actividades farmacológicas similares a la morfina, este puede

ser el motivo por el cual los recién nacidos, se calman y tienen sueño después de beber leche (Rutherford-Markwick *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2006).

Existen péptidos con actividad antioxidante, los cuales actúan impidiendo que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar interactúan más rápido con los radicales libres que con el resto de las moléculas presentes en un determinado microambiente de membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular (Venéreo, 2002).

La hipercolesterolemia, es uno de los más importantes factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Se ha demostrado que los péptidos de la soja pueden ser responsables de su actividad hipocolesterolémica, a estos péptidos se le atribuyen dos acciones (1) que inhiben la absorción del colesterol, posiblemente debido a la represión de la solubilidad micelar del colesterol; y (2) que pueden regular al alza los receptores de la lipoproteína de baja densidad (por sus siglas en inglés LDL), que están crónicamente suprimidos por la hipercolesterolemia o administración de colesterol de la dieta (Nagaoka *et al.*, 1999; Sirori *et al.*, 1995).

Los principales efectos descritos de los péptidos bioactivos sobre el sistema cardiovascular son los relativos a su actividad antitrombótica y antihipertensiva. Los péptidos con actividad antitrombótica se encuentran presentes en la leche, estos péptidos son capaces de fijarse sobre receptores específicos situados en la superficie de las plaquetas, impidiendo así la formación del trombo (Mazoyer *et al.*, 1990; Chabance *et al.*, 1998).

La hipertensión es la principal causa de enfermedad en los países industrializados; debido a esto, el mecanismo antihipertensivo más estudiado como actividad de los péptidos bioactivos es la inhibición de la actividad de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), la cual actúa simultáneamente en el sistema cininacalicroína catalizando la degradación de las bradicininas, compuestos de potente acción vasodilatadora, y de esta manera se favorece el incremento de la presión arterial. Un gran número de péptidos inhibidores de la ECA se han aislado de productos lácteos (queso, leche y leches fermentadas). Algunos de ellos han mostrado efectos antihipertensivos en

animales de experimentación espontáneamente hipertensos y en pacientes con hipertensión (Ondetti, 1982).

5.5 Microbiología del QCC

La manufactura implementada en el QCC es realizada en su mayoría por pequeñas microempresas familiares que no cuentan con el conocimiento ni el control de las condiciones del proceso. La alta incidencia de microorganismos en el QCC se debe al hecho de que son quesos de alta acidez ($\text{pH} < 4.5$) y son normalmente deteriorados por hongos y levaduras (Rangel, 2011).

Los coliformes son organismos de origen fecal, y la presencia de éstos en los quesos pone de manifiesto la falta de higiene en el proceso. La presencia de bacterias coliformes se debe a la recolección de la leche en temporadas de lluvia; el mes de Abril, en Chiapas es temporada cálida y en Octubre es donde abundan las lluvias copiosas con duración de más de 24 h, estas condiciones generan un ambiente húmedo y propicio para el desarrollo de estos microorganismos. Adicionalmente, la falta de condiciones higiénicas en los establos y en la ordeña, así como la mala limpieza de los recipientes en donde se transporta la leche son factores que contribuyen a la presencia de coliformes (Rangel, 2011).

La NOM-121-SSA1-1994 establece en las disposiciones sanitarias que para quesos frescos se debe cumplir con cierta calidad sanitaria, y conforme al estudio realizado por Rangel (2011) (cuadro 3) el QCC se encuentra fuera de lo establecido por dicha norma.

Ciertas BAL son bacterias mesófilas en función a la temperatura óptima de crecimiento, por lo tanto son consideradas en las cuentas de bacterias mesófilas aerobias. La mayor parte de estas bacterias en el QCC pertenecen al grupo de las BAL (Rangel, 2011). La alta incidencia de BAL se ve reflejada en el contenido de ácido láctico y bajo pH en los quesos, que son factores que desempeñan un papel importante en el desarrollo de las características organolépticas del QCC (Rangel, 2011).

Cuadro 3. Composición microbiológica del QCC

Cuenta viable (Log ₁₀ UFC/g)						
Región	Muestra	Mesófilos aerobios	Hongos y levaduras	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Streptococcus</i>
Costa	A	6.32±0.11 ^{bc}	5.3±0.62 ^a	6.45±0 ^{bc}	5.99±0.74 ^b	5.93±0.65 ^a
	B	5.56±0.05 ^c	5.69±0.25 ^a	6.22±0.10 ^c	5.87±0.67 ^b	5.88±0.56 ^a
	C	8.50±0.11 ^b	6.10±0.09 ^a	8.45±0.03 ^a	8.57±0.03 ^a	5.67±0.31 ^a
Norte	D	7.76±0.70 ^{abc}	5.57±0.60 ^a	7.82±0.80 ^{abc}	7.36±0.72 ^{ab}	7.02±1.03 ^a
	E	7.43±0.07 ^{abc}	5.82±0.82 ^a	7.57±0.42 ^{abc}	7.24±0.67 ^{ab}	6.31±1.23 ^a
	F	7.17±0.01 ^{abc}	6.52±0.83 ^a	8.19±0.28 ^{ab}	8.17±0.19 ^{ab}	6.81±0.88 ^a
Frailasca	G	8.10±0.37 ^{abc}	5.70±0.07 ^a	7.43±1.06 ^{abc}	7.74±0.09 ^{ab}	7.04±0.59 ^a
	H	9.19±3.12 ^a	5.54±0.49 ^a	7.02±0.23 ^{abc}	7.06±0.93 ^{ab}	6.58±0.38
	I	6.95±0.38 ^{abc}	5.89±0.02 ^a	6.28±0.02 ^{bc}	7.97±0.12 ^{ab}	5.89±0.38 ^a

(Rangel, 2011)

Cada valor representa la media de 2 lotes muestreados.

Promedio ± DE. Medias con diferente literal en una columna son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

5.6 Evaluación sensorial

En el área de los alimentos, el análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Anzaldúa-Morales, 1991).

Las pruebas sensoriales fueron desarrollándose junto con el ser humano permitiendo evaluar los alimentos buenos y malos, según sus propios criterios. La evaluación sensorial es una disciplina científica que evoca, mide analiza e interpreta reacciones o estímulos presentes en los alimentos tal cual son percibidos por los sentidos del ser humano. La percepción y respuestas están abiertas a la influencia del analista, pero se puede tratar de formar un proceso mental con un entrenamiento y el uso de referencias, si es que los sujetos tienden a demostrar la misma respuesta que dan los estímulos.

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos, ya que a diferencia de los análisis físico-químicos y/o microbiológicos, que sólo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo (Anzaldúa-Morales, 1991).

Por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida; el “instrumento” utilizado son personas perfectamente entrenadas o no entrenadas si la prueba lo amerita (León y Soldevilla, 1991). De acuerdo a los sentidos del ser humano, se realiza la tendencia de la percepción de los atributos propios de cada alimento que va en el siguiente orden:

- Apariencia
 - Color
 - Tamaño y forma

- Olor / Aroma
Reacción química

- Consistencia y textura
Textura
Firmeza

- Sabor
Gusto
Sensaciones químicas (Meilgaard, 1991).

5.6.1 Tipos de pruebas sensoriales

Por el tipo de pruebas se pueden clasificar en: Discriminativas, descriptivas y afectivas (Kerry ingredientes, 2001).

5.6.1.1 Pruebas discriminativas

El objetivo de esta prueba es determinar si hay diferencia percibida entre muestras. Se utilizan para reducciones de costos y determinaciones de cambios de procesos y empaque. Existen dos tipos de pruebas discriminativas: de diferenciación y sensitivas. Las pruebas de diferenciación miden las muestras que pueden diferenciarse en algún nivel predeterminado de probabilidad estadística. Las pruebas de sensibilidad miden la habilidad de los individuos para detectar características sensoriales.

5.6.1.2 Pruebas descriptivas

Son métodos en los cuales se utilizan un grupo de jueces cuidadosamente seleccionados y entrenados (de 10-12) para que describan los atributos o propiedades sensoriales de un producto en el orden de su aparición, de una manera consistente y reproducible. Este tipo de pruebas deben identificar las características sensoriales y cuantificarlas. Se utilizan para evaluar productos de la competencia, agregar nuevos conceptos, ingredientes o productos, desarrollar especificaciones sensoriales para control y aseguramiento de la calidad, monitorear la estabilidad del producto (vida de anaquel, producción en diferentes fábricas).

5.6.1.3 Pruebas afectivas

El objetivo de estas pruebas es el de determinar las preferencias de los productos o la magnitud de agrado de éstos. Son utilizadas para monitorear a la competencia y para obtener rápidos resultados sobre la preferencia.

Los métodos afectivos son:

1. Escala hedónica de nueve puntos
2. Preferencia por pares

5.6.2 Técnicas de evaluación sensorial

Las técnicas de análisis sensorial son técnicas de medición y análisis tan científicas como la estadística, la fisiología, la psicología y otras ramas de la ciencia y aplican los mismos principios que actúan en la selección de dichos alimentos en el mercado. De ahí que, lejos de abandonar estas técnicas, el progreso del análisis de los alimentos radica en su perfeccionamiento, haciendo uso de los conocimientos cada vez más profundos que se tienen de las verdaderas motivaciones que inciden en la elección

de los alimentos y de las modernas tecnologías de análisis aplicables en esta parcela de la tecnología (Coste, 2007).

Como se considera que el aparato sensorial humano muestra grados de variación de sensibilidad de persona a persona, que cada mundo individual de sensaciones es muy diferente dependiendo del nivel de desarrollo y que la sensibilidad puede ser influenciada fácilmente por circunstancias externas o del medio (Jellinek, 1985), uno de los mayores problemas asociados al análisis sensorial de los alimentos es conseguir que la respuesta humana sea precisa y reproducible (Coste, 2007).

El control de las condiciones, tanto del entorno y de las muestras a analizar como de los sujetos participantes en las pruebas sensoriales, facilitará la obtención de unos resultados objetivos. Actualmente, se encuentran recogidos los métodos y protocolos para el desarrollo del análisis sensorial en las correspondientes normas ISO. Es importante destacar también que para valorar un alimento correctamente es necesario conocer bien las características del mismo (Coste, 2007).

Catar (evaluar, analizar) un queso, consiste en examinarlo mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos (Coste, 2007).

5.6.2.1 Condiciones de cata

Las condiciones de cata o evaluación sensorial de productos lácteos deben estar debidamente controladas para evitar la obtención de resultados muy dispersos; debiéndose de tomar en cuenta lo estipulado en la Norma de la Federación Internacional de Lechería (FIL) (Norma FIL 99A: 1997; Herrero, 2000):

Ambiente: debe de ser tranquilo, luminoso, aireado y libre de olores extraños.

Jueces o catadores: antes de realizar la cata se debe evitar el uso de alcohol, fumar, los alimentos con especias, el café, etc. También se debe evitar el estar fatigado y/o cansado, así como el excesivo número de muestras y cualquier otro factor que perjudique la habilidad del catador.

Muestras: Tamaño: se observa la pieza entera de queso y luego se aconseja cortar una rebanada de al menos 10 a 15 mm de grosor, 6 cm de ancho y 15 cm de largo en aquellos quesos cuyo tamaño lo permita.

Temperatura: durante la evaluación, las muestras deberán tener una temperatura de $14^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$.

5.6.2.2 Reglas de cata

Cuando se vayan a catar en una misma sesión quesos diferentes, se debe empezar por los más frescos y suaves, terminando por los más maduros y las pastas azules; si las hubiera. Es necesario que los catadores conozcan las características o rasgos esenciales del queso que van a evaluar para poder realizar una valoración consecuente.

En cuanto a la hora más indicada para una cata es alrededor de las 10-11h, después de dos horas de la primera comida matutina, o por la tarde alrededor de las 17 h. No se debe degustar inmediatamente después de haber realizado una comida abundante o con hambre.

5.6.3 Evaluación sensorial del queso

Las características sensoriales de un alimento determinan el atractivo que éste ejerce sobre el consumidor. El aspecto del queso, su consistencia y su aroma más o menos rico e intenso estimulan el sentido de la vista, del oído, del tacto, del olfato y del

gusto y provocan reacciones más o menos intensas de deseo o de rechazo. El consumidor atribuye, un nivel de calidad sensorial al alimento; por lo que es preciso proponer a cada categoría de consumidores los productos que aprecia más. Por ello, la gama de la calidad sensorial presentada por los quesos es muy variada (Eck, 1987).

La calidad sensorial de un queso puede evaluarse de forma objetiva por métodos instrumentales directos o indirectos. Los métodos directos emplean, por ejemplo, medidas reológicas para medir los parámetros de textura o el análisis de los componentes aromáticos responsables del aroma. Los métodos instrumentales indirectos emplean técnicas químicas, enzimáticas, microbiológicas y métodos físicos variados (Eck, 1987).

Los quesos en su mayoría son productos tradicionales que relativamente han sido poco sometidos a los modernos métodos de análisis sensorial. Sin embargo, estos métodos son empleados en numerosas situaciones que interesan al quesero en grado diverso. Entre las aplicaciones más frecuentes de análisis sensorial, las siguientes pueden ser de utilidad en quesería:

- ✓ Desarrollo de un nuevo producto: se trata de caracterizarlo para establecer en que se diferencia de los productos existentes, evaluar la reproductibilidad de las fabricaciones y su conformidad al tipo fijado.
- ✓ Mejoramiento de un producto o modificación del proceso de fabricación en vistas a una reducción del costo de producción, las pruebas de diferencia determinarán si el producto experimental es diferente del testimonio y pruebas afectivas darán el sentido de la eventual diferencia.
- ✓ Regulación de la calidad a lo largo de la fabricación y el almacenamiento.
- ✓ Aceptabilidad por el consumo y determinación de sus preferencias.

- ✓ La finalidad no puede ser alcanzada más que en la medida en que el objetivo haya sido bien definido; un plan experimental apropiado es implantado en condiciones que aseguren la calidad de los datos y el rigor de su interpretación (Eck, 1987).

5.6.3.1 Atributos a evaluar en el queso

Los atributos sensoriales son las propiedades de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, se pueden separar en tres grupos no netamente diferenciados, los de apariencia, los de sensaciones quinesísticas (textura) y los de flavor (olor y gusto).

La norma de la Federación Internacional de Lechería (FIL 99A:1997) para evaluación sensorial de productos lácteos establece que cada atributo se deberá evaluar separadamente y que la evaluación sensorial de los quesos deberá realizarse en relación con:

- Apariencia exterior
- Apariencia interior
- Consistencia/textura
- Flavor (olor y gusto)

Lo anterior, dependiendo de las características buscadas o a evaluar en el estudio en cuestión.

Atributos que se evalúan

Apariencia externa:

Consiste en el examen visual de la muestra de queso entera. Atributos que se evalúan: forma, tamaño y peso, corteza.

En cuanto a la forma, dada la gran variedad de quesos existente, es posible encontrar las formas más diversas, las básicas son las geométricas, especialmente cilindro o paralelepípedo, pero también hay esféricas, piramidales o troncocónicas (Coste, 2007).

El tamaño y peso de los quesos también es muy variable, las piezas más pequeñas suelen ser las propias de los quesos de cabra franceses y las pastas blandas, mientras que los mayores son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas. La corteza, puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con hongos, con especias, ahumada, etc. (Coste, 2007).

Apariencia interna:

Consiste en el examen visual de la superficie de corte del queso. Es el examen visual de la masa o pasta del queso (FIL 99 A: 1997).

Color: tono /matiz

El color de los quesos está influido por el tipo de leche empleado, por la técnica de elaboración o familia a la que pertenece y por el tiempo de maduración. El agente colorante en la leche responsable del color de los quesos es el caroteno, un pigmento amarillo con ligeros tintes naranjas, que se encuentra contenido en la grasa de la leche. Como dicha grasa pasa en su mayor parte al queso, se produce una concentración de este color después de la coagulación (Coste, 2007).

Este pigmento está presente en la leche de vaca, en la de oveja en menor proporción y ausente en la leche de cabra, de ahí que, a igual período de maduración los quesos de cabra tienen un color blanco o ausencia de pigmentación, los de vaca son muy pigmentados o más amarillos y los de oveja presentan un color intermedio. En la medida que un queso permanece más tiempo en la cámara de maduración va perdiendo

humedad y por consiguiente va aumentando la intensidad del color y disminuyendo el brillo del queso (Coste, 2007).

Los quesos semiduros o duros suelen tener una coloración más intensa debajo de la corteza que es lo que se denomina aureola o cerco. La pasta de los quesos más madurados puede tener una apariencia levemente rugosa (escamosa). Es importante destacar que al evaluar estos últimos atributos se está evaluando la textura visual del queso (Coste, 2007).

Consistencia/textura:

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa-Morales, 1991). También se puede definir a la textura como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano - receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos los visuales y los auditivos.

- Propiedades mecánicas: aquellas relacionadas con la reacción del producto a una fuerza.
- Propiedades geométricas: aquellas relacionadas con el tamaño, forma y distribución de las partículas en el producto.
- Propiedades de superficie: aquellas relacionadas con las sensaciones producidas por el contenido de agua o de grasa del producto.

La evaluación de la textura es realizada usando pequeñas piezas de queso obtenidas por corte o de una muestra del centro del queso, doblando, presionando y frotando la muestra entre los dedos índice y pulgar como también por masticación (FIL 99 A: 1997).

- Atributos mecánicos: dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad.
- Atributos geométricos: granulosisidad.
- Atributos de superficie: humedad, solubilidad en boca, cremosidad.

Al evaluar la dureza de un alimento, se dice que es la fuerza requerida para deformarlo y estamos evaluando si es blando, firme o duro y en los quesos lo que se mide es la firmeza. La elasticidad es la rapidez de recuperación de la forma luego de una deformación, la adherencia es el trabajo necesario que hay que realizar con la lengua para despegar el queso del paladar y dientes. La cohesividad mide el grado de deformación de un alimento antes de romperse, un alimento puede romperse sin ser deformado o luego de una cierta deformación, si se rompe sin ser deformado decimos que es frágil, friable (desmenuzable fácilmente). La friabilidad (la capacidad de producir trozos más pequeños desde el principio de la masticación) es un atributo que se mide en los quesos, en todo esto tiene mucho que ver la evolución de la humedad del queso, en la mayoría a medida que aumenta la maduración van perdiendo humedad y por lo tanto van aumentando su dureza, se tornan menos elásticos y más friables (Coste, 2007).

Cuando se mastica el queso se pueden apreciar las características geométricas, es decir, el tamaño y forma de las partículas que lo forman, y podemos medir la granulosidad del mismo determinando si es liso, arenoso o granuloso, se busca que el queso tenga una estructura lisa, pero en los más curados puede presentarse una estructura arenosa o granulosa al masticarlos (Coste, 2007).

También en boca se mide la solubilidad y cremosidad, la solubilidad suele ser mayor en los quesos jóvenes, ya que son más húmedos; y los más maduros tienden a absorber más saliva que los primeros. La cremosidad es una sensación semilíquida que varía con la crema o sustancia grasa del queso y cuanto más grasa y humedad tienen, más cremosos suelen resultar (Coste, 2007).

Olor y aroma:

Para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). La evaluación del aroma se realiza tras

masticar el queso para propiciar que éstos se liberen, tomen la vía retro-nasal y se perciban en el bulbo olfativo (Coste, 2007).

El olor láctico es dominante o casi exclusivo en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los más madurados aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada (proteínas y lípidos, principalmente) formando numerosos componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. La intensidad del olor puede ser baja, media o elevada (Coste, 2007).

Cuando se mastica el queso al romper su estructura, disolver algunos gránulos y calentarlo con la temperatura corporal, es cuando por vía retro nasal somos más capaces de apreciar los matices de cada queso.

Sabor

Para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Entonces, las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso. De los cinco sabores básicos (dulce, salado, ácido, amargo y umami) los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado. En los quesos más madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración (Coste, 2007).

5.7 Propiedades físicas y mecánicas del queso

5.7.1 Propiedades físicas

Son aquellas que se pueden medir, sin que se afecte la composición o identidad de la materia. Un comportamiento físico es el color asociado a las infinitas combinaciones de

luz, en las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas a través de los ojos como una sensación y que les permite diferenciar los objetos con mayor precisión. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja lo restante; las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas por el cerebro como colores según las longitudes de ondas correspondientes, comprendidas entre 380 nm y 780 nm (Cheftel, 1980).

5.7.1.1 Color

El color es un atributo que percibimos de los objetos cuando hay luz; esto significa que nuestros ojos reaccionan a la incidencia de la energía y no a la materia en sí. Las ondas según su longitud forman distintos tipos de luz, como infrarroja, visible, ultravioleta o blanca. Los objetos devuelven la luz que no absorben hacia su entorno. Nuestro campo visual interpreta estas radiaciones electromagnéticas que el entorno emite o refleja, como la palabra "COLOR" (Durán, 1978).

El color representa el primer factor organoléptico que percibe el degustador, permitiéndole tener un criterio de la calidad del alimento; el color es un indicio de calidad, sabor, olor, naturalidad, maduración, etc. Este atributo puede ser descrito por nombres de colores cromáticos (amarillo, naranja, marrón, rojo, rosa, verde, azul, púrpura) o por nombres de colores acromáticos (blanco, gris, negro) (Otterstätter, 1999).

El color puede ser evaluado de forma visual e instrumental; ambos métodos presentan ventajas e inconvenientes, pero son esencialmente complementarios. El ojo humano distingue cualitativamente el color, pero no lo cuantifica, por lo que no resulta un medio objetivo para realizar medidas de color. Colorímetro es el nombre de los equipos que cuantifican el color y que presentan una mayor sensibilidad que la del ojo humano, cuyas medidas son reproducibles y bien correlacionadas con la percepción humana (Calvo, 2003).

5.7.1.1.1 Propiedades del color

Se define como tono, claridad y saturación. Estos tres elementos son los tres atributos del color y pueden combinarse para crear el sólido tridimensional que se muestra en la figura 4. Los tonos conforman el borde exterior del sólido, con la claridad como el eje central y la saturación como los radios horizontales.

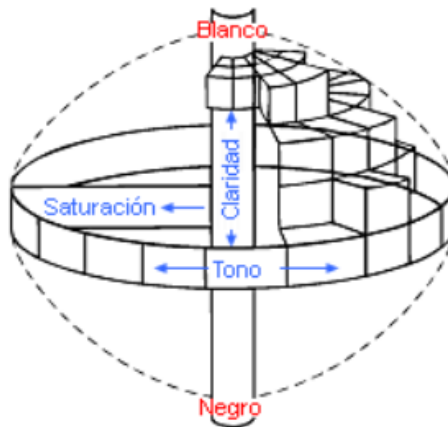


Figura 4. Sólido tridimensional de atributos de color

Tono:

Es el término utilizado para las clasificaciones de rojo, amarillo, azul, etc. Asimismo, aunque el amarillo y el rojo son dos tonos completamente diferentes, la mezcla de ambos da como resultado naranja, la mezcla de amarillo y verde da amarillo-verde, la mezcla de azul y verde da azul-verde, etc. La continuidad de estos tonos da como resultado el círculo cromático, mostrada en la figura 5 (KONICA MINOLTA, 1998).



Figura 5. Círculo cromático

Claridad:

Los colores pueden dividirse en colores claros y oscuros cuando se compara su luminosidad, ésta puede medirse independientemente del tono. La figura 6 muestra un corte transversal de la figura 5, cortada a lo largo de una línea recta entre A (verde) y B (rojo-morado). Como muestra la figura, la luminosidad aumenta hacia la parte superior y disminuye hacia la parte inferior. Colores claros, colores oscuros; la claridad de los colores cambia verticalmente (KONICA MINOLTA, 1998).



Figura 6. Corte transversal del círculo cromático

Saturación:

Es la claridad u oscuridad de un color, está determinado por la cantidad de luz que un color tiene. Este atributo es completamente independiente de los de tono y luminosidad; la saturación cambia a medida que nos alejamos del centro. En la figura 7 se muestran los adjetivos generales utilizados para describir la luminosidad y la saturación de los colores (KONICA MINOLTA, 1998).



Figura 7. Adjetivos generales de luminosidad y saturación de los colores

5.7.1.2 Colorímetro

Mide la luz reflejada por el alimento por medio de un foto detector, codificando esta señal en términos de algún sistema de medición o espacio de color (Hutchings, 1994).

5.7.1.2.1 Espacio de color

El espacio de color es un método para expresar el color de un objeto o de una fuente de luz empleando algún tipo de anotación, como pueden ser números.

5.7.1.2.1.1 Espacio de color $L^*a^*b^*$

El espacio de color $L^*a^*b^*$ (también llamado CIELAB) es actualmente uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y se utiliza ampliamente en casi todos los campos. En este espacio, L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad. En la figura 8 se muestra el diagrama de cromaticidad de a^* y b^* . En este diagrama, a^* y b^* indican direcciones de colores: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Cassasa, 2006).

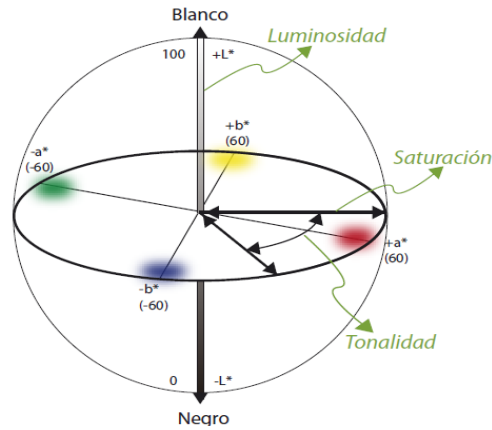


Figura 8. Diagrama de cromaticidad y luminosidad

5.7.1.2.1.2 Espacio de color L*C*h

El espacio de color L*C*h utiliza el mismo diagrama que el espacio de color L*a*b*, pero utiliza coordenadas cilíndricas en lugar de coordenadas rectangulares. En la figura 9 se observa el espacio de color; L* indica la luminosidad y es lo mismo que la L* del espacio de color L*a*b*, C* es la croma y h (hue) es el ángulo del tono. El valor de la croma C* es 0 en el centro y aumenta de acuerdo con la distancia respecto al centro. El ángulo del tono h se define como comenzando en el eje +a* y se expresa en grados: 0° sería +a* (rojo), 90° sería +b* (amarillo), 180° sería -a* (verde) y 270° sería -b* (azul) (Cassasa, 2006).

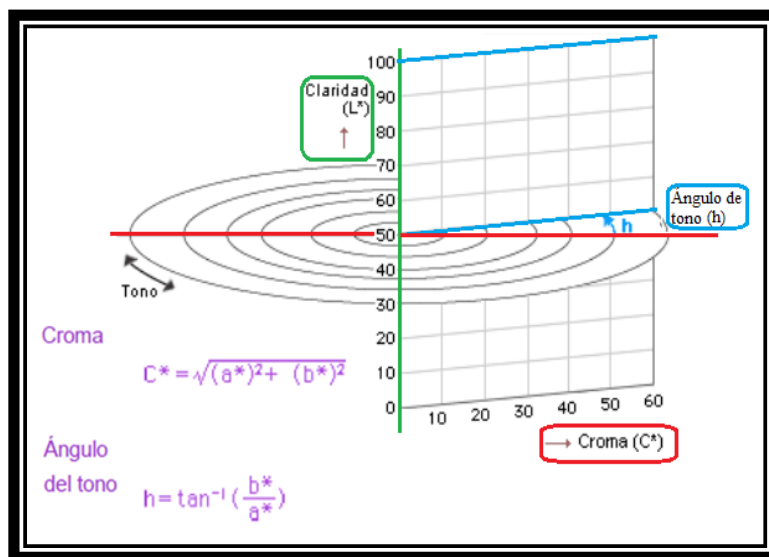


Figura 9. Espacio de color L*a*b*, C*h*

5.7.1.3 Color de los quesos

En la elaboración del queso, dependiendo de su tipo, los carotenos se concentran en la materia grasa, permitiendo que el color amarillo se intensifique, presentando valores elevados del parámetro b^* y cercanos a cero para a^* . El tiempo de hilado en los quesos de pasta-filata (Quesillo y queso Doble Crema) también repercute en la variación del color (Ramírez, 2008). Si se realiza un proceso de maduración del queso, la oxidación de las grasas superficiales se manifestará en el incremento del índice de amarillez (IA) (Álvarez, 2007).

5.7.2 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas pueden definirse como aquellas que se relacionan con el comportamiento de los materiales cuando se les aplican fuerzas, como las propiedades de tensión-deformación bajo cargas estáticas y dinámicas y el flujo de los materiales en aire o en agua. Éstas se manifiestan por la reacción del queso al estrés provocado por una presión ejercida por el texturómetro, lo cual simula la fuerza de masticación (Pinho, 2004).

El comportamiento mecánico de un material biológico o un alimento, puede determinarse de dos formas: sensorialmente, es decir, tocándolo, aplastándolo o comiéndolo; o físicamente, es decir, estudiando su reacción a la aplicación de unas fuerzas, utilizando un texturómetro; este aparato permite establecer la fuerza necesaria para efectuar una prueba de compresión en dos ciclos en función del tiempo, lo cual se denomina análisis del perfil de textura (TPA, por sus siglas en inglés) (Bourne 2002).

5.7.2.1 Análisis de perfil de textura

Es un término general para describir la percepción en la boca de las propiedades de un alimento, relacionadas con las sensaciones del tacto y de las propiedades reológicas.

Incluye determinadas propiedades físicas definidas objetivamente (grado de elasticidad, grado de plasticidad), así como otras descriptivas para las que no existen definiciones tan claras (masticabilidad, gomosidad, adhesividad). Basándose en la figura 10, se definen los siguientes parámetros de textura (Chacón-Pineda, 2009):

- ❖ **Fracturabilidad:** Es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de comprensión, producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta. Se expresa en unidades de fuerza – Newtons (Chacón-Pineda, 2009).
- ❖ **Dureza:** fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de comprensión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Se expresa en unidades de fuerza, N ó $(\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2)$ (Chacón-Pineda, 2009).
- ❖ **Elasticidad:** es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo (D_2/D_1). Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la comprensión inicial. Es adimensional, una longitud dividida por la longitud (Chacón-Pineda, 2009).
- ❖ **Cohesividad:** es el cociente entre el área (figura 10) positiva bajo la curva de fuerza de la segunda comprensión (área 2) y el área bajo la curva de la primera comprensión (área 1). Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, limite hasta el cual se puede deformar antes de romperse (adimensional) (Chacón-Pineda, 2009).
- ❖ **Adhesividad:** siguiendo al primer ciclo de comprensión se elimina la fuerza cuando la cruceta se mueve a su posición original. Si el material es pegajoso o adhesivo, la fuerza se convierte en negativa de la muestra. Representa el trabajo necesario para despegar el plato de comprensión de la muestra o el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie (paladar), se mide en $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$ (Chacón-Pineda, 2009).

- ❖ Gomosidad: la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ (Chacón-Pineda, 2009).
- ❖ Masticabilidad: producto de la dureza por la cohesividad y elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. Se expresa en kg (Chacón-Pineda, 2009).

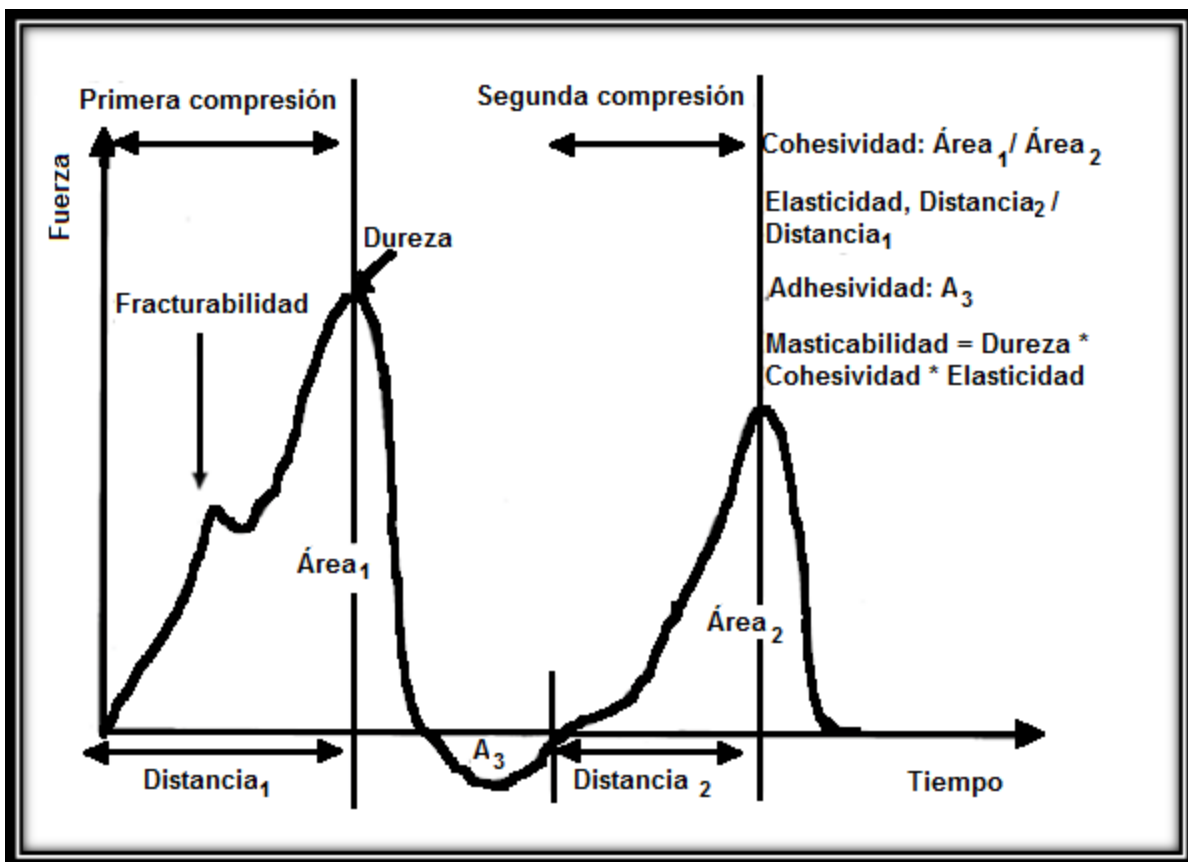


Figura 10. Curva típica del "análisis del perfil de textura" (APT) (Chacón-Pineda, 2009)

5.7.2.2 Textura de los quesos

Los productos lácteos comprenden un amplio rango de materiales derivados a partir de la leche de varias especies. La textura de los productos lácteos es de gran importancia para el consumidor, a diferencia de la textura en otros comestibles. La industria láctea tiene tradicionalmente considerada la textura de un producto en términos de su apariencia estructural en preferencia a sus propiedades sensoriales percibidas durante la masticación (Moskowitz, 1987).

Los quesos han representado las estructuras más complejas de los productos lácteos tradicionales; existen muchas variaciones en su estructura, dependiendo de las variedades del queso de que se trate. La textura de un queso es un atributo sensorial que resulta de la combinación de propiedades físicas que son percibidas por los sentidos de la vista, el tacto y hasta el oído (Pinho, 2004).

En términos físicos, el queso es un material viscoelástico y todas las características de textura son una combinación de mediciones reológicas y propiedades de fractura (mecánicas). Un material tal como el queso, es considerado viscoelástico puesto que durante y después de la deformación, parte de la energía mecánica aplicada es almacenada en el material (parte elástica) y parte es disipada (parte viscosa) (Lucey, 2003).


Como el queso es un material viscoelástico, el tiempo juega un papel importante en su comportamiento mecánico influenciando los resultados obtenidos en experimentos reológicos así como también en sus atributos sensoriales. La velocidad de aplicación de un esfuerzo es la rapidez durante el cual un esfuerzo de una cierta magnitud y dirección actúan sobre el material. Para muchos alimentos viscoelásticos, la reacción debido a un esfuerzo puede ser relativamente más elástico o viscoso, dependiendo de la velocidad de la aplicación del esfuerzo (Lucey, 2003).

6. METODOLOGÍA

6.1 Muestreo

Se recolectaron muestras de QCC, elaborados en queserías artesanales de tres principales regiones del estado de Chiapas: región Norte, Frailesca y Costa; se les asignó un número que se utilizó como código de identificación (cuadro 4). Las muestras fueron recolectadas en bolsas estériles, y transportadas (a 4°C) hasta el laboratorio del área de lácteos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) para su análisis.

Cuadro 4. Códigos del QCC para identificar las regiones - queserías de muestreo del estado de Chiapas

Principales regiones productoras de queso Crema de Chiapas, México	Región de producción	Código de identificación	Quesería
	Costa	1	Berenice
		2	Santa Cruz
		3	Guadalupana
	Norte	4	Alfonso
		5	Sarita
		6	Triunfo
	Frailesca	7	Cuxtepeques
		8	Viridiana
		9	Santa Elena

6.2 Análisis fisicoquímico

Para la caracterización fisicoquímica de cada una de las muestras se realizaron los siguientes análisis por triplicado: proteína total (método Kjeldahl), grasa total (método Babcock), humedad, ceniza, acidez y pH, de acuerdo a metodologías estándar establecidas por la AOAC (2002).

6.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial involucró técnicas discriminativas (pruebas triangulares) para la selección de un panel, y técnicas de análisis descriptivo para caracterizar el color, aroma, sabor y textura en los quesos de las diferentes regiones del estado de Chiapas.

6.3.1 Selección del panel

Se les aplicó un cuestionario (figura 11) a un total de 22 candidatos, miembros de la comunidad CIAD, de ambos sexos y cuyas edades comprendían entre los 23 a 45 años. Mediante este cuestionario se evaluó su disposición, hábitos y condiciones para participar como miembros del panel (Meilgaard y Civille, 1999).

A las personas que cumplieron con los requisitos de la encuesta, se les aplicó una serie de pruebas triangulares para evaluar la capacidad de los candidatos para discriminar perfiles del aroma en queso.

Estas pruebas consistieron en proporcionar a los participantes dos muestras de queso iguales y una diferente, la presentación de las muestras fue en forma de queso molido (10 g aproximadamente por muestra), dos correspondían a queso de una misma quesería y la diferente a otra quesería con características sensoriales muy parecidas. Las muestras se sirvieron en capacillos de papel de color blanco e inoloro, las cuales se taparon con papel aluminio como se muestra en la figura 12.

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: M _____ F _____

E-Mail: _____

1. ¿Podemos contar con su apoyo durante los próximos tres meses para participar en un panel de evaluación sensorial? _____
2. ¿Podría colaborar con nuestro panel entre los horarios de 9 am a 1 pm? _____
3. Señale por favor un horario y día específicos preferentes en los que podemos contar con su apoyo: _____
4. ¿Es usted consumidor habitual de productos lácteos? _____
5. ¿Ha consumido o consume queso? _____ ¿Con que frecuencia? _____
6. ¿Ha consumido o consume yogurt natural? _____ ¿Con que frecuencia? _____
7. ¿A qué hora acostumbra a desayunar? _____
8. ¿A qué hora acostumbra a comer? _____
9. ¿Acostumbra a fumar? _____ ¿Con qué frecuencia? _____
10. ¿Acostumbra a tomar café? _____ ¿Con qué frecuencia? _____
11. ¿Acostumbra a usar perfume, loción, colonias, lacas, espumas, lápiz labial, geles, para arreglo personal? _____ Especifique cual (es) _____
12. ¿Estaría dispuesto a apoyarnos durante el tiempo de entrenamiento y evaluación sensorial de las muestras? _____

Por tu atención y apoyo muchas gracias.

Figura 11. Cuestionario aplicado para reclutar candidatos a panelistas



Figura 12. Preparación de la muestra. a) Queso de diferentes regiones, b) Vasos con tapachillos utilizados como recipientes para depositar la muestra, c) Presentación de las muestras a evaluar

A los panelistas se les proporcionó una papeleta (figura 13) donde se mostraron códigos de 3 dígitos asignados al azar para cada muestra que ellos consideraban diferente respecto al perfil de aroma. Se realizaron un total de 15 pruebas triangulares (3 triángulos por sesión en 5 sesiones). Las pruebas triangulares se llevaron a cabo en cubículos libres de olores y bajo luz roja para no inducir la respuesta por percepciones visuales.

Con los datos obtenidos en estas pruebas se siguió una metodología de análisis secuencial para seguir y valorar el desempeño de los participantes y finalmente ubicarlos en el área correspondiente dentro de la gráfica para rechazarlos o incluirlos dentro del panel (Meilgaard y Civille, 1999).

Nombre: _____		Fecha: _____	
Instrucciones: ante usted hay tres muestras de queso crema. Dos de ellas son idénticas entre sí. Indique cual es la muestra diferente encerrándola en un círculo.			
GRUPO 1:	917	223	862
GRUPO 2:	245	458	398
GRUPO 3:	712	351	163

Figura 13. Papeleta de códigos para identificación de muestras en las pruebas triangulares


6.3.2 Generación de descriptores

Después de haber pasado por pruebas triangulares se realizó un “Focus group”, con el panel seleccionado que consistió en degustar los QCC de diferentes queserías artesanales del estado de Chiapas, de las regiones Norte, Costa y Frailesca; de aproximadamente 5 g por muestra, donde los panelistas tenían que observar, oler y degustar para identificar (color, aroma, sabor y textura), para después poder entrar a una serie de discusiones de las diferentes características del QCC y así llegar a un acuerdo acerca de los descriptores más importantes que caracterizan al QCC.

6.3.2.1 Elaboración de muestras de referencia

Para poder evaluar los descriptores (olor: fermentado, frutal y cremoso; sabor: ácido, frutal, salado y añejo; textura: cremoso y granuloso; color: crema), se propusieron muestras de referencia para cada descriptor. Después, por consenso de los panelistas, se seleccionaron las muestras de referencia que se asemejaban más al descriptor en cuestión, las cuales se tomaron como referencia de intensidad máxima de cada descriptor (cuadro 5).

Cuadro 5. Muestras de referencia para cada descriptor

PARÁMETRO SENSORIAL	DESCRIPTOR	MUESTRA DE REFERENCIA
Olor	Fermentado	Masa fermentada
	Frutal	Piña picada
	Cremoso	Crema ácida
Sabor	Ácido	Queso Crema + Ácido cítrico (2.5%)
	Frutal	Queso Crema con sabor frutal
	Salado	Queso Crema + sal (7.5%)
	Añejo	Queso Crema con sabor añejo
Textura	Cremoso	Queso Crema philadelphia
	Granuloso	Queso Crema con textura granulosa
Color	Crema	

6.3.3 Entrenamiento del panel

Familiarización de descriptores

De acuerdo a los descriptores que se obtuvieron del focus group, se realizaron escalas de intensidad del 0 a 15 cm (donde 0 significa ausencia y 15 la máxima presencia) para cada descriptor (olor, sabor, textura y color) (figura 14); ésta se realizó por triplicado, evaluando tres muestras de queso por sesión (una de cada región).

Los resultados dados en las escalas presentadas fueron sometidos a análisis estadísticos; y de acuerdo a la variación de los resultados obtenidos, se sometió a los panelistas a una reunión de grupo, para hablar sobre las variaciones de las mediciones. Se les facilitó una serie de muestras para evaluar y se les pidió midieran sus resultados con una regla de 15cm para comparar los datos con los demás panelistas y estandarizarse.

Entrenamiento

Después de la reunión de grupo las evaluaciones posteriores fueron mejoradas, sin embargo los panelistas que obtuvieron una mayor dispersión en sus resultados, fueron descartados de dicho panel, y los panelistas seleccionados fueron considerados como panelistas entrenados determinados también estadísticamente.

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: huela, deguste y observe las muestras de referencia para familiarizarse con el descriptor de olor, sabor, textura y color correspondiente. Indique la intensidad de éstas, en la muestra de queso a evaluar (**132, 426 y 935**), marcando con una "x" sobre la escala para cada descriptor, donde el 0 corresponde a la ausencia del descriptor y 15 a la mayor intensidad equivalente a la muestra de referencia.

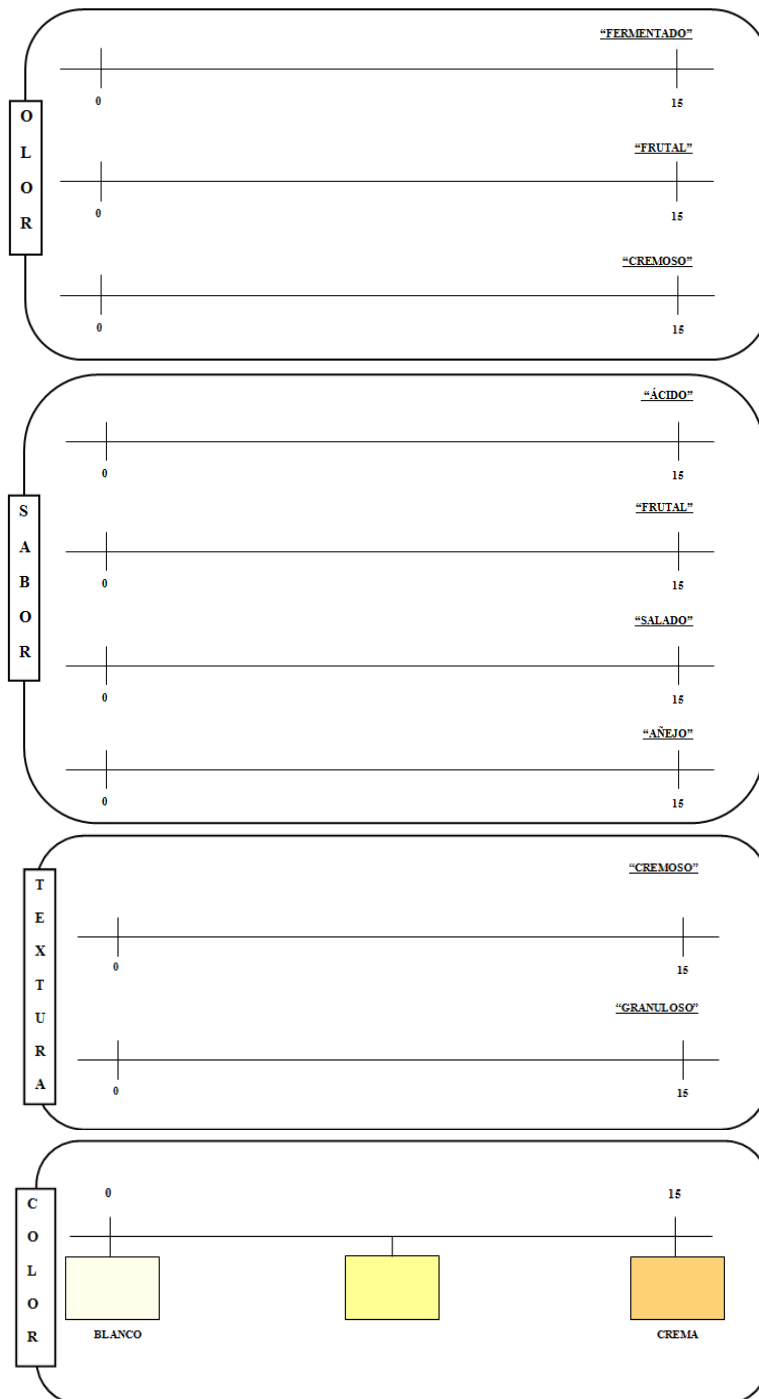


Figura 14. Escalas de evaluación de descriptores

6.3.4 Evaluación sensorial del queso

Las muestras de queso molido se sirvieron de forma individual, en capacillos de papel color blanco y sin olor, colocados dentro de vasos de aluminio y se taparon con papel aluminio como se mostró en la figura 12. Cada panelista contó con una muestra de referencia para cada descriptor como lo indicado en el cuadro 5, las cuales se les presentó a los panelistas de igual forma que las muestras problema. Se les asignó que evaluaran la intensidad del olor, sabor, textura y color, de tres muestras de QCC por triplicado de las diferentes regiones del estado de Chiapas, y que registrarán sus resultados en una hoja como el de la figura 14.

Durante su evaluación se les brindaba café para neutralizar el olfato, agua y galletas habaneras para quitar el resabio de muestras anteriores evaluadas; y así no afectar los resultados entre muestra y muestra. Después de cada sesión se incentivó a los panelistas obsequiándoles dulces, galletas, palanquetas, postres, etc. para mantener su interés en la permanencia del panel.

6.4 Métodos instrumentales

6.4.1 Determinación de color

Muestras:

Se tomó QCC y se colocó en cajas petri hasta saturarlas; esto se realizó por triplicado haciendo un total de 27 cajas petri (tres cajas por queso de cada quesería) tal como se muestra en la figura 15.

Lectura:

Se utilizó un espectrofotómetro (konica minolta CM-508D. Iluminante D65 y espacio de color CIELCH) con el software spectromagic (figura 15). Posteriormente se realizaron

en tres diferentes mediciones en diferentes posiciones sobre la superficie de cada uno de los quesos, donde se obtuvo los parámetros de:

- L* = Luminosidad
- a* = rojo y verde
- b* = amarillo y azul
- C = cromaticidad
- H = ángulo Hue



Figura 15. Muestras a evaluar, utilizando el colorímetro

6.4.2 Análisis del perfil de textura

Muestras:

Se colocó cada pieza rectangular de QCC sobre una superficie plana, donde se procedió a tomar la muestra utilizando un sacabocados de 2 cm de diámetro por 3 cm de largo, obteniendo un cilindro de queso; estas muestras se hicieron por triplicado por quesería de muestreo, para obtener una medición homogénea (figura 16).

Lectura:

Se utilizó un texturómetro (texture analyser TA-XT2i), empleando el software Texture expert versión 1.22. Las muestras se analizaron con una sonda cilíndrica de compresión (P50, distancia muestra 75%, velocidad 2 mm/s y dos ciclos) obteniendo pruebas de ATP (análisis de perfil de textura) y se midieron los parámetros de fracturabilidad (N), dureza ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$), cohesividad (adimensional), adhesividad ($\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$), elasticidad (adimensional) y masticabilidad (kg) a las muestras cilíndricas de queso (figura 16). Con este análisis se obtuvo el perfil de la fuerza que debe aplicarse para masticar el QCC, sometiendo una muestra de ésta a una fuerza simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder.



Figura 16. Obtención del perfil de textura (ATP) del QCC

6.5 Análisis estadístico

Todos los resultados se analizaron mediante un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA). En los datos instrumentales, la variable de bloqueo fue la región de muestreo y en los datos de evaluación sensorial fueron la región de muestreo y los panelistas. En todos los casos, las queserías de muestreo fueron consideradas como los tratamientos. Por otro lado, los datos instrumentales fueron relacionados con los resultados de intensidad de cada sensorial y se analizaron por medio de una regresión múltiple para construir modelos matemáticos que expliquen la percepción sensorial de cada descriptor en específico. La selección de las variables instrumentales para incluirlas dentro de los modelos se llevó a cabo por pasos descendentes (método Stepwise - Backward). Se incluyeron las variables significativas ($p \leq 0.05$) para asegurar la obtención de un modelo confiable. Cuando el modelo presentó un coeficiente de determinación (R^2) bajo (<0.9), se incluyeron variables no significativas ($0.05 > p > 0.02$) para elevarlo, siempre y cuando el modelo mantuviera la significancia estadística ($p \leq 0.05$). Respecto a la evaluación sensorial, los descriptores fueron medidos por 7 panelistas entrenados y tanto las evaluaciones sensoriales como los parámetros instrumentales se determinaron por triplicado ($n=3$). Todos los datos se analizaron mediante el programa NCSS – PASS, versión 2007. El análisis de varianza (ANOVA) se realizó a un 95% de confianza y las comparaciones de medias se llevaron a cabo mediante la prueba de Fisher.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Análisis fisicoquímico

Los resultados del análisis fisicoquímico del QCC mostraron los siguientes promedios (rango) para humedad, sólidos totales, proteína, cenizas, grasa, ácido láctico y pH (cuadro 6): 44.79 (37.17 – 53.50) %, 55.2 (46.50 – 62.83) %, 22.16 (18.41- 25.32) %, 3.40 (2.27 – 4.91) %, 27.67 (20.50 - 32) %, 1.87 (0.88 – 2.32) %, y 4.06 (3.86 – 4.89) % respectivamente. En general, no se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las regiones de muestreo (cuadro 6) respecto al análisis fisicoquímico de los quesos, a excepción de sólo dos casos en dos parámetros, donde la región Norte fue superior en proteína y la región Costa fue superior en cenizas; sin embargo, aunque si hubo diferencia significativa en estos dos parámetros, los resultados fueron muy próximos entre las regiones de muestreo.

Si bien es cierto que los resultados de los análisis fisicoquímicos no mostraron diferencias importantes por región, si es posible ver la gran variabilidad de los datos entre queserías, es decir que en general, a pesar de que pudiera afectar la composición de la leche de cada región, el proceso de elaboración es el principal factor a controlar, ya que dentro de las mismas regiones donde presumiblemente podría contarse con materia prima similar, se encontraron resultados muy variables y por otro lado, queserías de diferente región resultaron no presentar diferencias significativa en composición. Lo anterior sugiere que existe variabilidad de procesos.

Con estos resultados se pone en evidencia que, para lograr obtener características similares y particulares que tipifiquen al QCC, se requiere estandarizar los procesos de manufactura que podría implicar desde la estandarización de la leche hasta los principales factores del proceso que pudieran influir en la composición de los quesos, como el tiempo de acidificación de la leche y cuajada, la forma del corte de cuajada, cuidados en el proceso de desuerado y tiempo y fuerza de prensado, principalmente.

Estos resultados además mostraron diferencias en composición a lo reportado por Romero–Castillo (2009), lo que confirma que la variabilidad de procesos es el principal factor que influye para lograr la estandarización.

En la Norma general del CODEX para el queso (Codex Standard 283-1978), se hace una clasificación de los quesos tomando en cuenta el porcentaje de humedad sin materia grasa (HSMG); aquellos con una HSMG entre 54 y 69% son considerados como firmes y semiduros. Los quesos analizados en este estudio tuvieron una HSMG promedio de 61.8%, por lo que se encuentran dentro de esta clasificación. Además, según las características de maduración, se clasifica como no madurado/fresco (FAO/WHO, 1978), ya que si bien es cierto que podría darse una maduración involuntaria por el tiempo de reposo hasta su venta, está listo para su consumo inmediatamente después de su fabricación.

Cuadro 6. Características fisicoquímicas del QCC de las diferentes queserías y regiones del estado de Chiapas

Región	Quesería	Humedad (%)	*	Sólidos totales (%)	*	Proteína (%)	*	Cenizas (%)	*	Grasa (%)	*	Acidez (ácido láctico g/L)	*	pH	*
Costa	1	52.79±0.03 ^{cd}		47.21±0.03 ^a		23.20±0.83 ^{cd}		4.79±1.58 ^b		20.50±0.50 ^a		2.32±0.70 ^{bc}		4.59±0.35 ^b	
	2	44.95±1.22 ^a	A	55.05±1.22 ^a	A	21.13±0.34 ^b	A	4.91±0.40 ^b	B	28.00±2.00 ^a	A	1.25±0.15 ^{ab}	A	3.92±0.07 ^a	A
	3	42.20±6.68 ^b		57.80±6.68 ^c		23.28±0.67 ^d		3.33±0.51 ^a		28.50±6.50 ^a		2.02±0.28 ^b		4.15±0.19 ^a	
Norte	4	42.99±0.77 ^b		57.01±0.77 ^c		22.09±0.17 ^c		2.60±0.41 ^a		31.50±2.50 ^b		2.12±0.00 ^b		3.86±0.07 ^a	
	5	37.17±4.23 ^a	A	62.83±4.23 ^{cd}	A	23.56±1.22 ^{de}	B	2.27±0.29 ^a	A	31.50±4.50 ^b	A	0.88±0.03 ^a	A	4.08±0.11 ^a	A
	6	41.72±0.63 ^b		58.28±0.63 ^c		25.32±0.66 ^{ef}		3.43±0.41 ^a		28.00±1.00 ^a		2.18±0.48 ^b		4.08±0.20 ^a	
Frailesca	7	40.19±1.43 ^{ab}		59.81±1.43 ^c		21.48±0.36 ^{bc}		2.45±0.20 ^a		32.00±1.00 ^b		1.75±0.17 ^a		3.92±0.25 ^a	
	8	47.57±3.80 ^c	A	52.43±3.80 ^{ab}	A	20.97±1.13 ^{ab}	A	3.38±0.17 ^a	A	25.50±3.50 ^a	A	1.74±0.24 ^a	A	3.88±0.06 ^a	A
	9	53.50±1.37 ^d		46.50±1.37 ^a		18.41±0.69 ^a		3.48±0.69 ^a		23.50±0.50 ^a		1.53±0.08 ^a		4.10±0.15 ^a	
Promedio			44.79		55.21		22.16		3.40		27.67		1.87		4.06

Promedio ± D.E. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Medias por quesería con diferente literal en la misma columna para cada parámetro son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

*: Diferencias significativas por región. Regiones con diferente literal (mayúscula) en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

7.2 Análisis sensorial

7.2.1 Selección del panel

De los 22 candidatos seleccionados para ser evaluados, 13 tuvieron la disponibilidad para presentarse a las sesiones convocadas; se les presentó un total de 15 pruebas triangulares para medir su capacidad de discriminar muestras diferentes, se les dio QCC para evaluar su desempeño mediante un análisis secuencial (figura 17).

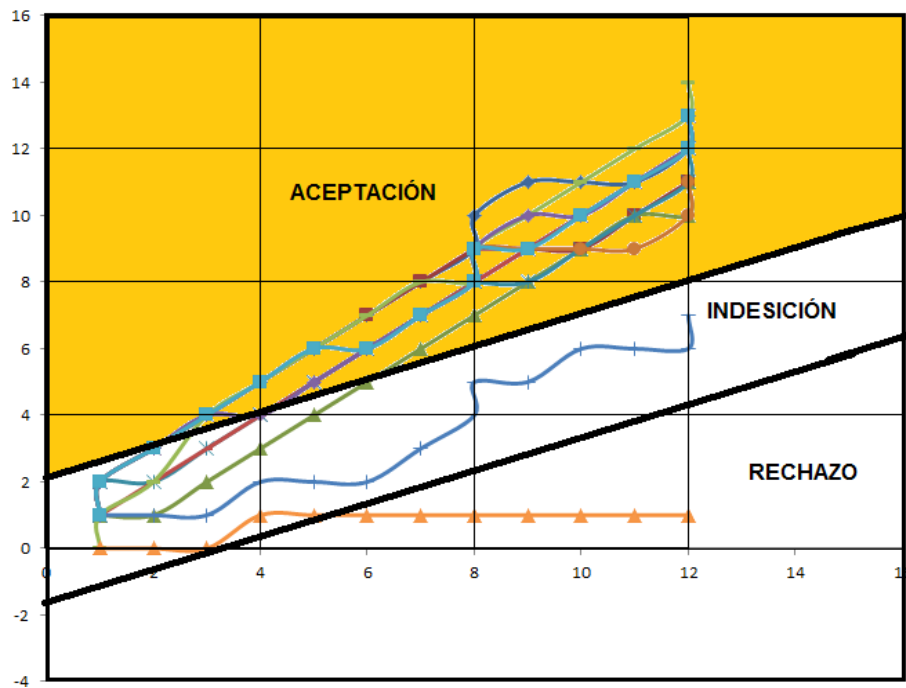


Figura 17. Gráfica de seguimiento secuencial de pruebas triangulares para la selección del panel

Cada línea secuenciada corresponde al seguimiento de cada participante y dependiendo del número de aciertos, se fueron ubicando en el área correspondiente según la gráfica. Finalmente se seleccionaron a 11 personas, ya que alcanzaron a ubicarse dentro del área de aceptación.

7.2.2 Generación de descriptores

Los panelistas reportaron diversos descriptores para el QCC, donde abarcaron olor, color, sabor, textura; en la figura 18 se muestran a los panelistas evaluando sensorialmente a las muestras de QCC para proponer descriptores característicos.



Figura 18. Panelistas en proceso de detección de descriptores

El QCC, fue caracterizado por descriptores de colores, sabores, olores y textura; de procesos relacionados con la fermentación y la degradación de la grasa y proteína. Los panelistas encontraron una gran diversidad de descriptores según la percepción de cada uno; sin embargo, varios de ellos tenían cierta relación que permitió clasificarlos en descriptores representativos para cada parámetro. Posteriormente al evaluar varias muestras del QCC se determinó a los descriptores de mayor importancia por el número de votos mostrados en las figuras 19-22, los cuales fueron seleccionados para el posterior entrenamiento de los panelistas.

Los descriptores seleccionados que caracterizaron mayormente al QCC fueron: **color:** blanco y crema; **olor:** fermentado, frutal y cremoso; **sabor:** ácido, salado, frutal y añejo; **textura:** cremosa y granulosa.

Color

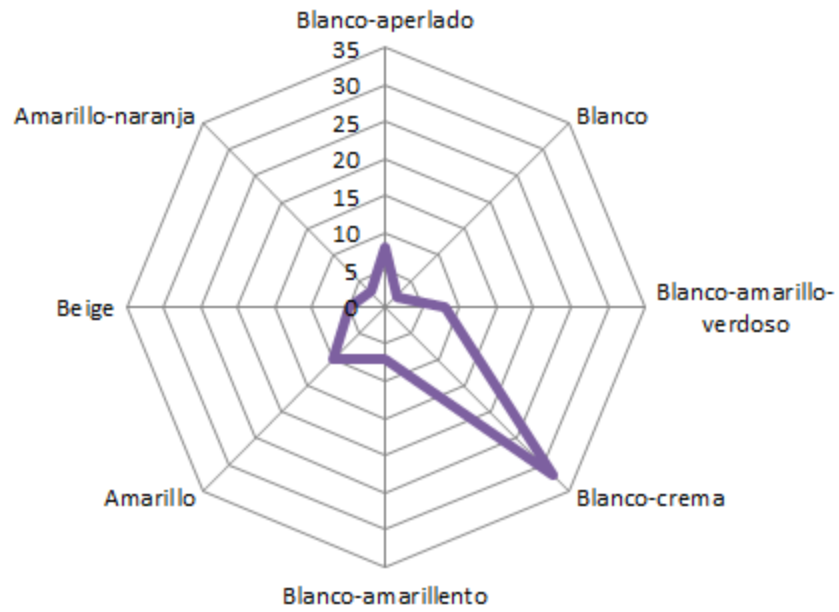


Figura 19. Gráfico de descriptores de color más predominantes en el QCC

Olor

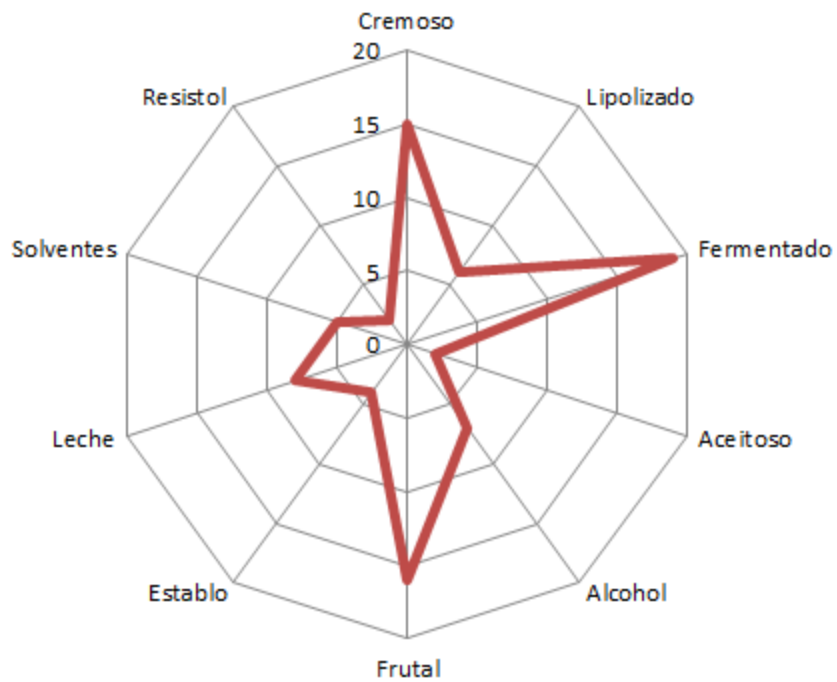


Figura 20. Gráfico de descriptores de olor más predominantes en el QCC

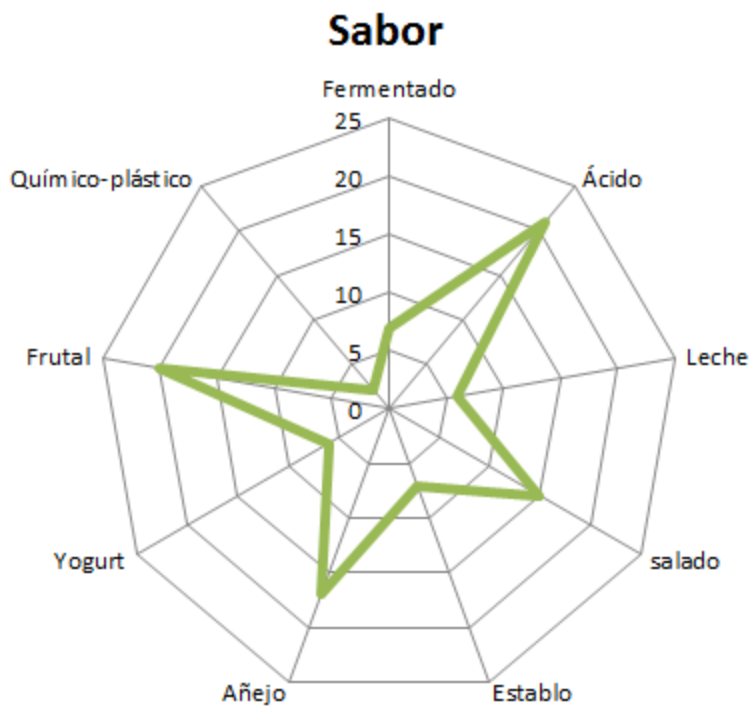


Figura 21. Gráfico de descriptores de sabor más predominantes en el QCC

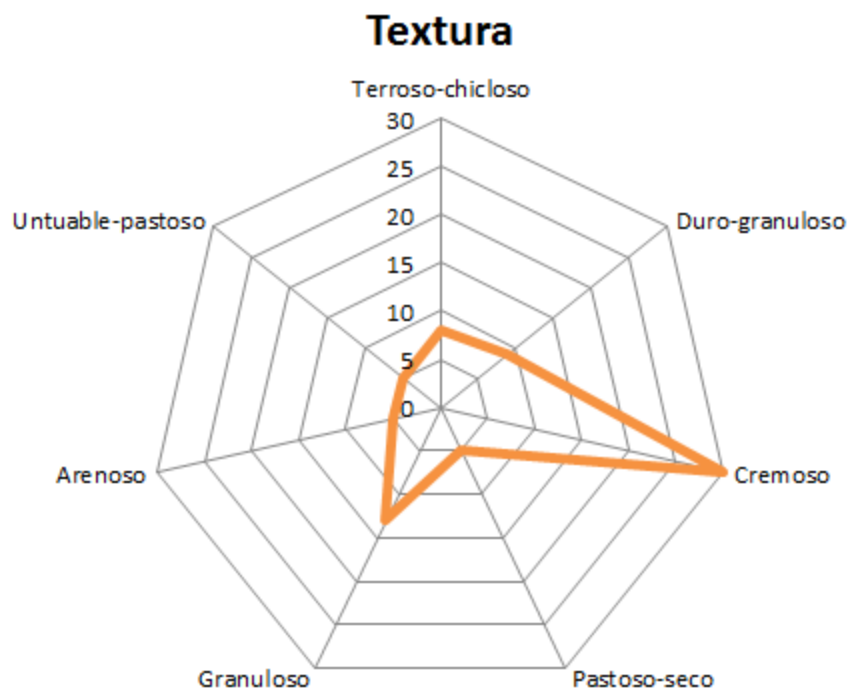


Figura 22. Gráfico de descriptores de textura más predominantes en el QCC

7.2.2.1 Entrenamiento con descriptores

Después del proceso de selección y reconocimiento de los descriptores para generar la memoria sensorial, se procedió a evaluar más muestras de QCC y se seleccionó a panelistas que obtuvieran una menor variabilidad en sus mediciones, de los cuales de un total de 11 participantes, 7 fueron los seleccionados, que fueron los que tuvieron menor variación entre ellos y por lo tanto sus resultados serían más confiables, precisos y reproducibles.

Para finalizar con la selección de panelistas, después de una evaluación de una muestra de QCC respecto a todos los descriptores, se confirmó que no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre panelistas como se muestra en el cuadro 7, en dichos resultados se puede observar que en general, no se presentaron diferencias significativas entre los panelistas seleccionados, por lo que esto nos indicó que ya podían considerarse como un panel estandarizado y entrenado.

Si es cierto que algún panelista presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) en algún descriptor con algunos de los otros panelistas, aun así se le siguió considerando dentro del panel, ya que en los demás descriptores o en la mayoría de ellos no presentó diferencias significativas con los demás panelistas.

Cuadro 7. Resultados del entrenamiento de panelistas en QCC

PANELISTA	DESCRIPTORES									
	OLOR			SABOR				TEXTURA		COLOR (0 - Blanco / 15 - Crema)
	<i>Fermentado</i>	<i>Cremoso</i>	<i>Frutal</i>	<i>Ácido</i>	<i>Frutal</i>	<i>Salado</i>	<i>Añejo</i>	<i>Cremosa</i>	<i>Granular</i>	
1	5.2 ± 1.1 ^a	9.1±0.9 ^a	7.0±4.3 ^a	8.4±1.1 ^a	11.0±1.6 ^a	7.5±2.2 ^a	2.3±1.4 ^a	10.7±0.6 ^a	1.3±0.3 ^a	5.8±0.3 ^a
2	6.1 ± 1.5 ^a	9.2±1.1 ^a	6.9±2.6 ^a	8.2±1.1 ^a	8.9±1.9 ^a	7.9±1.8 ^a	2.1±0.8 ^a	10.4±1.5 ^a	2.7±0.4 ^a	4.6±1.1 ^a
3	5.7 ± 0.7 ^a	8.7±1.0 ^a	7.6±3.6 ^a	8.6±2.1 ^a	10.1±1.3 ^a	7.6±1.8 ^a	2.8±0.9 ^a	10.2±0.4 ^a	3.0±1.4 ^a	5.4±0.2 ^a
4	6.5 ± 3.9 ^a	10.1±1.8 ^a	7.9±4.5 ^a	10.1±2.6 ^a	10.0±0.4 ^a	9.6±2.8 ^a	3.5±0.3 ^a	9.7±1.5 ^a	2.3±0.5 ^a	5.0±0.4 ^a
5	5.2 ± 1.5 ^a	10.3±1.6 ^a	4.5±0.1 ^a	8.7±1.9 ^a	10.3±0.9 ^a	8.0±1.4 ^a	6.7±2.9 ^b	12.5±0.4 ^a	1.5±0.3 ^a	5.6±0.5 ^a
6	6.2 ± 0.7 ^a	8.6±1.2 ^a	6.5±2.3 ^a	8.2±1.9 ^a	8.8±0.7 ^a	7.1±2.3 ^a	2.7±0.7 ^a	10.4±0.7 ^a	2.2±1.0 ^a	4.7±0.5 ^a
7	6.6 ± 2.4 ^a	10.6±1.5 ^a	6.6±3.5 ^a	8.2±1.9 ^a	9.5±2.5 ^a	8.3±1.9 ^a	2.3±0.8 ^a	9.4±2.4 ^a	2.9±0.9 ^a	4.2±0.7 ^a

Promedio ± D.E. Las determinaciones se realizaron por triplicado (n=3). Medias con diferente literal en una columna son estadísticamente diferentes (p≤0.05).

7.2.2.2 Evaluación sensorial

En la evaluación sensorial los panelistas reportaron sus resultados de los diversos descriptores para el QCC respecto al olor, color, sabor y textura; en la figura 23 se muestran a los panelistas evaluando la intensidad de los descriptores del QCC.



Figura 23. Panelistas entrenados evaluando los descriptores del QCC

En las figuras 19-22 y en anexo 11.1 cuadro 12 se reportan los resultados (medias \pm E.E.) de la intensidad de cada descriptor para cada queso.

7.2.2.2.1 Olor

Respecto al olor de los quesos, los tres descriptores evaluados (fermentado, frutal y cremoso) mostraron ser igualmente importantes. Si bien es cierto, que el olor a fermentado sobresale un poco más que el olor a cremoso, en la escala de intensidad utilizada de 15 unidades, los tres descriptores son muy importantes, ya que se encontraron alrededor de 7.5, independientemente de la región y quesería de muestreo.

Específicamente para cada descriptor, de igual forma que en los resultados de los análisis fisicoquímicos, se pudo percibir una diferencia dependiente de la quesería de muestreo, lo cual pone en evidencia la falta de estandarización de procesos, ya que en los tres descriptores, algunas queserías que pertenecen a la misma región presentaron diferencias significativas y otras queserías de diferente región no las presentaron.

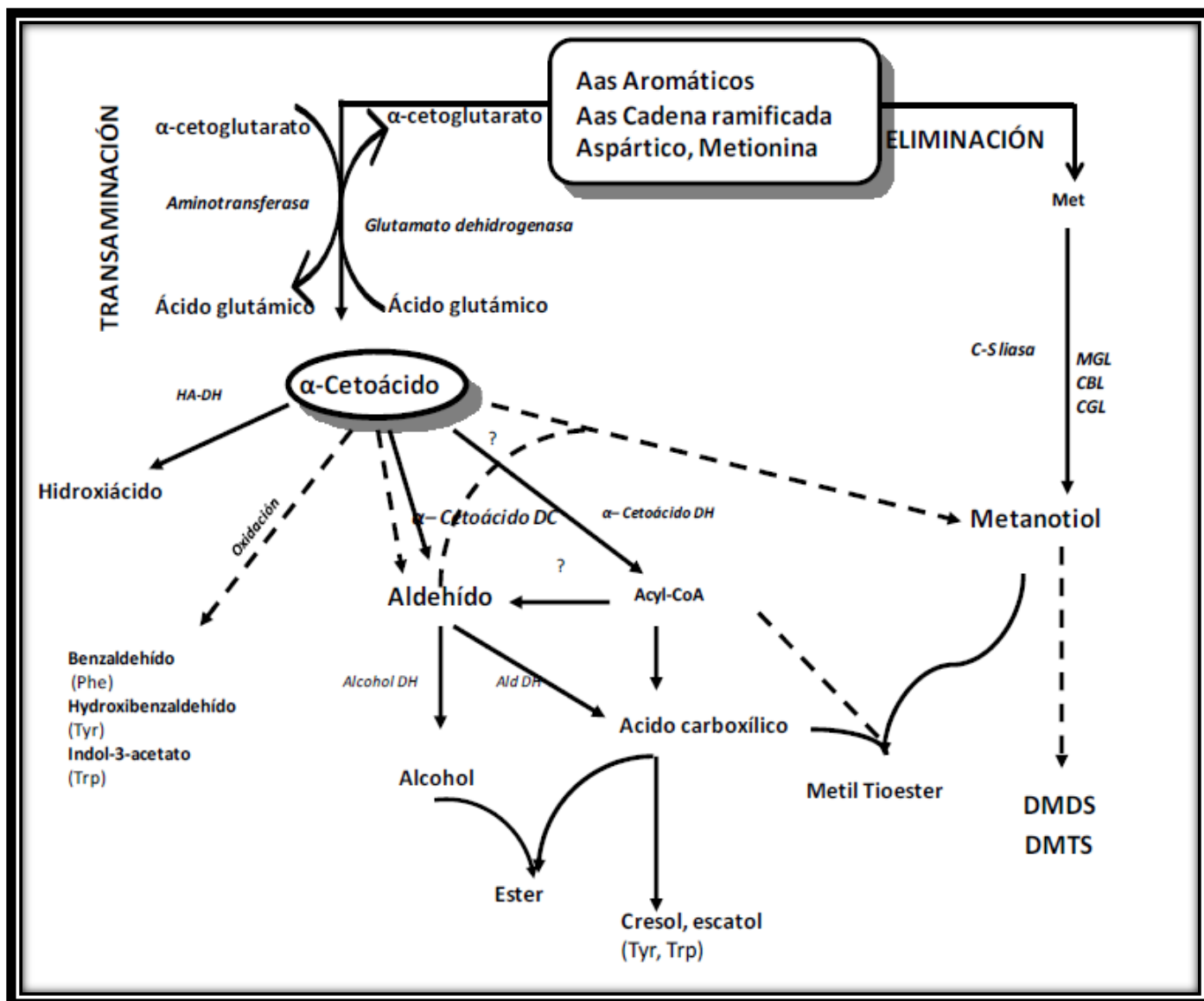
Específicamente por descriptores (figura 25), los quesos de las queserías 1, 3 y 6, fueron los que presentaron una mayor intensidad en fermentado; los quesos de las queserías 5 y 7, presentaron una mayor intensidad del olor a frutal; y el de la quesería 9 fue el superior en cremoso. Específicamente por quesería, los quesos de las queserías 1, 2, 3, 4, 6 y 8 se caracterizaron por presentar un olor más intenso a fermentado, los de la queserías 5 y 7 a frutal, y los de la quesería 9 a cremoso.

De acuerdo con Sabio *et al.* (1996), y Fox *et al.* (1996), las enzimas de ciertos microorganismos (principalmente bacterias del ácido láctico: BAL) como lactasa, lipasas y proteasas hidrolizan los componentes de la leche, principalmente, lactosa, carbohidratos (glicólisis) triglicéridos (lipólisis) y proteínas (proteólisis), respectivamente para liberar compuestos responsables del olor en quesos como alcoholes, esterres, aldehídos, cetonas, etc. Según Martínez- Cuesta *et al.* (2011), durante la glucólisis, la hidrólisis de la lactosa contribuye al aroma del queso al producirse mayoritariamente ácido láctico, junto con algunos ácidos volátiles, etanol y pequeñas cantidades de otros compuestos, precursores de aroma. Algunas BAL como *Leuconostoc spp.* y *Lactococcus lactis ssp. Lastis biovar diacetylactis* pueden a sí mismo metabolizar el citrato originando ácido

acético, acetaldehído, acetoína y diacetilo, compuestos que intervienen directamente en el aroma. Por su parte la lipólisis supone la conversión de los triglicéridos de la leche en ácidos grasos libres, mono y di-glicéridos, alguno de los cuales son volátiles y contribuyen en gran medida a la formación del aroma; además de que son precursores de otros compuestos como alcoholes, ésteres, aldehídos, metilcetonas y lactonas que contribuyen al aroma. La proteólisis es el proceso mediante el cual la caseína de la leche es hidrolizada a péptidos de menor tamaño molecular y finalmente a aminoácidos. La importancia de los aminoácidos radica en que son precursores de los compuestos responsables del aroma en queso (Fox y Wallace, 1997), pudiéndose demostrar en algunas rutas metabólicas (Figura 24). Esto podría darnos una idea de que, aunado a la composición de la leche y los procesos de elaboración del QCC, existe una compleja y diversa flora nativa en los quesos de estas queserías, que efectivamente fue comprobado por Rangel (2011) y que además pueden presentar una particular actividad enzimática.

Finalmente, las regiones Norte y Costa mostraron una intensidad de olor a fermentado significativamente iguales y superior a la región Frailesca; las regiones Norte y Frailesca mostraron una intensidad de olor a frutal significativamente iguales y superior a la Costa, pero esta última fue significativamente superior en olor cremoso. Estos resultados podrían deberse a la calidad y composición de la leche, ya que dependen en gran medida de la región de producción debido a la raza del ganado empleado en la producción de leche, la alimentación del ganado y condiciones ambientales); lo cual influye sobre las características organolépticas y sensoriales del QCC (Kosikowski, 1977), sobre todo si en el proceso de producción no se realiza la estandarización de la leche (en grasa y proteína) previamente al proceso de manufactura del queso.

No obstante, a pesar de que si se pudieron presentar diferencias significativas por regiones, los resultados mostraron una marcada influencia sobre la producción de olor dependiente de las queserías y no por las regiones de producción. Lo anterior sugiere, que más que la calidad o composición de la leche empleada como materia prima en la elaboración del QCC, el proceso de elaboración sería el factor de mayor impacto que define las características finales del QCC.



Abreviaciones: AAs, aminoácidos; Phe, felilalanina; Tyr, tirosina; Trp, triptófano; Met, metionina; DMDS, dimetildisulfuro; DMTS, dimetiltrisulfuro; C-S liasa, cistationina liasa; MGL, metionina- γ -liasa; CBL, cistationina- β -liasa; CGL, cistaationina- γ -liasa; HA-DH, hidroxiácido deshidrogenasa; Alcohol DH, alcohol deshidrogenasa; Ald DH, aldehído deshidrogenasa; α -cetoácido DH, α -cetoácido deshidrogenasa; acetoácido DC, α -cetoácido descarboxilasa.

Figura 24. Principales rutas del catabolismo de los aminoácidos durante el proceso de maduración (Adaptado de Yvon y Rijnen, 2001).

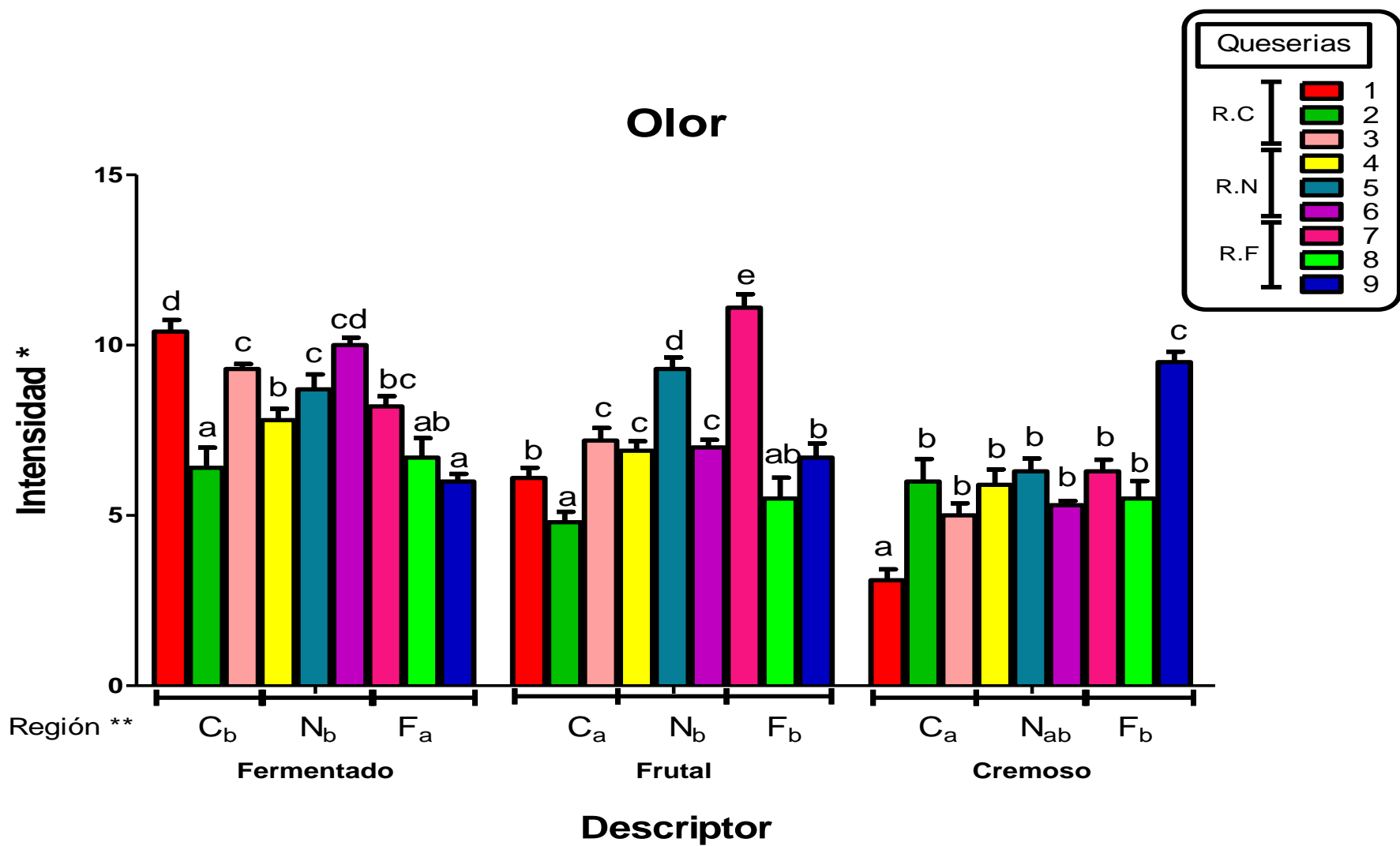


Figura 25. Intensidad de los descriptores de olor del QCC

*Promedio ± E.E. (n=3). Barras con diferente literal en cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

**Regiones de muestreo: C: Costa, N: Norte y F: Frailesca. Región con diferente literal (subíndice) indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

7.2.2.2.2 Sabor

De igual forma que para el olor, en el sabor no existió un descriptor de mayor importancia que tipificara al QCC, sino más bien todos los descriptores manifestaron intensidades variables que dependieron mayormente de las queserías de producción.

Por descriptor, de acuerdo a la figura 26, los quesos que presentaron una mayor intensidad a sabor ácido fueron los elaborados en las queserías 1, 4, 7 y 9; los que presentaron una apreciable mayor intensidad a frutal fueron los de las queserías 3, 7 y 9; en sabor salado fueron más intensos los de las queserías 1 y 7; y en sabor añejo, los elaborados en las queserías 1, 2, 4, 5 y 6.

Al analizar los resultados por quesería de muestreo, los elaborados en la quesería 4 se caracterizaron por una mayor intensidad a sabor ácido y añejo; los de las queserías 3, 7, 8 y 9 por un sabor a frutal; los de la quesería 1 se caracterizaron por un intenso sabor salado; y los elaborados en las queserías 2, 5, 6 y 9 se caracterizaron por presentar una mayor intensidad a sabor añejo.

Tomando en cuenta la región de muestreo, en sabor ácido la región Norte y Frailesca fueron significativamente iguales entre si y superiores a la región Costa; en sabor frutal, la región Frailesca fue significativamente superior a las regiones Costa y Norte; en sabor salado las regiones Costa y Frailesca fueron significativamente iguales entre si y superiores a la región Norte; finalmente, en el sabor añejo, las regiones Costa y Norte fueron significativamente iguales entre si y superiores a la región Frailesca.

Esta variabilidad puede depender (de igual forma que en los descriptores de olor), de la variabilidad en composición de los quesos, derivado de la heterogeneidad de los procesos de manufactura. Así como los compuestos responsables del aroma en los quesos, los responsables del sabor son debidos a los componentes propios del queso, como la proteína, grasa, lactosa y sal, y además de los compuestos formados en la degradación por reacciones enzimáticas de los mismos componentes (Kosikowski, 1977).

Si bien es cierto que se presentaron diferencias significativas en base a la región de muestreo que pudiera deberse a la composición de la leche empleada como materia prima, este no fue el factor que tuvo mayor impacto, ya que los resultados mostraron diferencias más importantes dependientes de las queserías que reflejan la falta de estandarización de procesos.

Por lo anterior, la diferencia en el sabor entre queserías y/o regiones de muestreo puede deberse principalmente a la forma en que fue elaborado el queso, que concuerda con lo reportado por Alais (1996), quien señala que así como las características iniciales de la leche, los detalles del procesamiento como cortado, agitado, calentado, drenado del suero, prensado y madurado, cambian en cada una de las queserías, cambiando por ende las características de sabor, cuerpo y textura peculiar en cada queso.

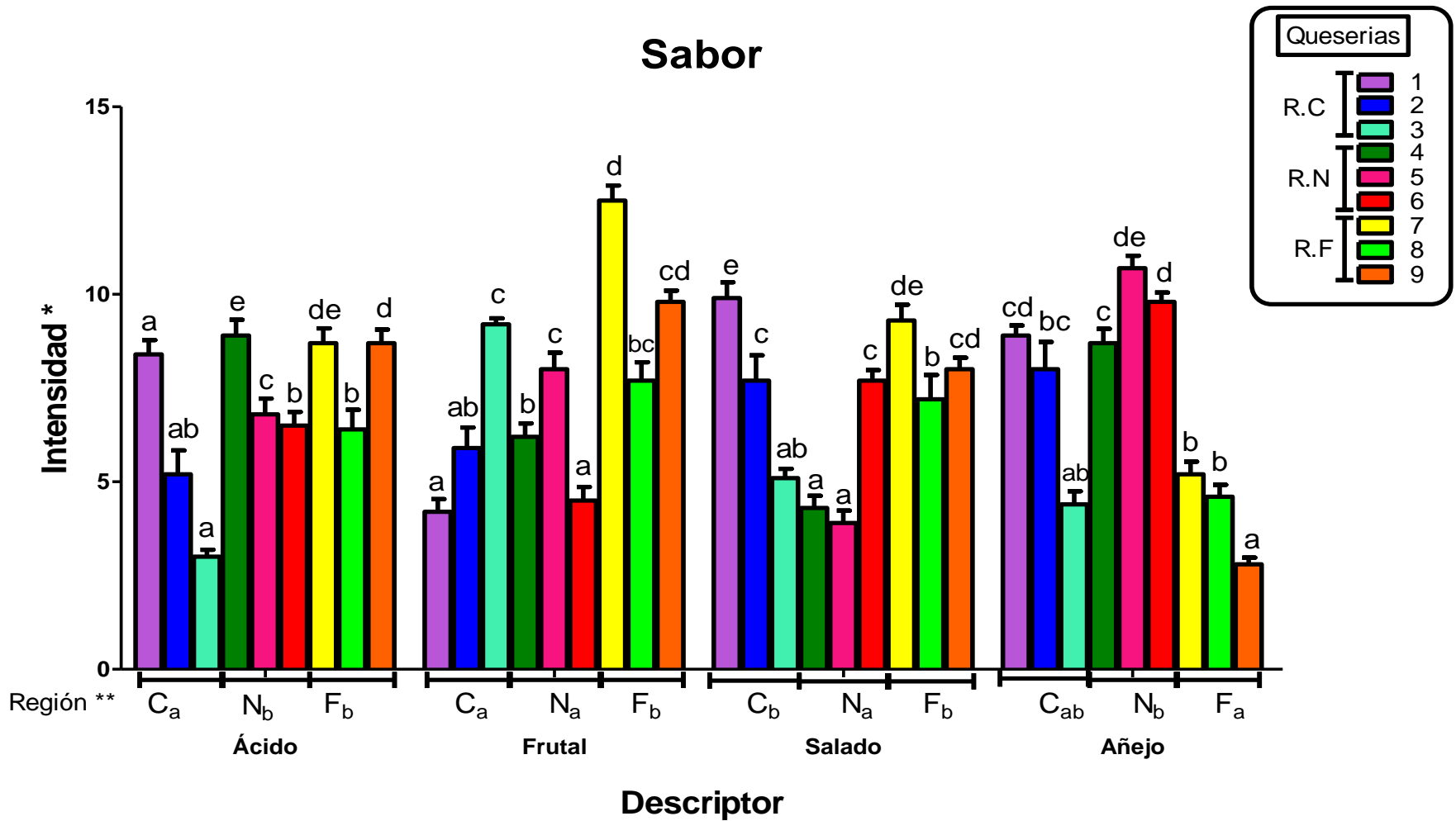


Figura 26. Intensidad de los descriptores de sabor del QCC

*Promedio ± E.E. (n=3). Barras con diferente literal en cada descriptor indican diferencia significativa (p≤0.05).

**Regiones de muestreo: C: Costa, N: Norte y F: Frailesca. Región con diferente literal (subíndice) indica diferencia significativa (p≤0.05)

7.2.2.2.3 Textura

Respecto a los dos descriptores de textura evaluados (figura 27), los quesos elaborados en las queserías 5, 7, 8 y 9 fueron significativamente superiores en textura cremosa a los de las demás queserías, y por otro lado, los de las queserías 1, 3, 4 y 6 fueron superior en granuloso a los de las demás queserías, sobresaliendo la quesería 1 con mayor intensidad con valores que se encontraron alrededor de las 13 unidades.

Según Fox *et al.* (1996), la proteólisis influye en gran medida sobre la textura en los quesos, mientras se dé una mayor proteólisis en los quesos, éstos tienden a reblandecerse debido a la hidrólisis de la matriz de la caseína a_{s1} encargada de otorgar firmeza a los quesos; cuando ésta es menor, se debe a que se genera una debilidad en la matriz de la caseína; y por lo tanto podría influir sobre las características sensoriales de textura pudiendo percibir una mayor sensación de suavidad y/o cremosidad en los quesos. Lo anterior podría explicar la textura cremosa percibida por los panelistas en los quesos de las queserías 5, 7, 8 y 9, ya que se trata de quesos elaborados a partir de leche cruda que han demostrado presentar un complejo consorcio microbiano (Rangel, 2011) que podría reflejarse en una mayor proteólisis.

Por otra parte, se ha reportado en queso Crema (tipo Neufchatel) que la granulosidad puede depender de la temperatura de cuajado de la leche (44-63 °C/30min) y puede ser debido a la interacción entre proteínas séricas con la caseína y algunos ingredientes empleados en la elaboración de los quesos como estabilizantes y espesantes (Sainani *et al.*, 2004); sin embargo, en el QCC no se realizan dichas operaciones, por lo que habría que pensar en otras posibilidades. Probablemente el contenido de grasa, acidez de la leche o cuajada, o el prensado, pueden influir en la textura final del queso. Lo anterior, debido a que en este estudio, los quesos de la quesería 1 presentaron una menor cantidad de grasa, mayor acidez, humedad y cenizas; y coincidentemente, fueron significativamente más granuloso que los demás. Sin embargo, esto habría que confirmarse posteriormente en la correlación de los datos instrumentales con los de la percepción sensorial.

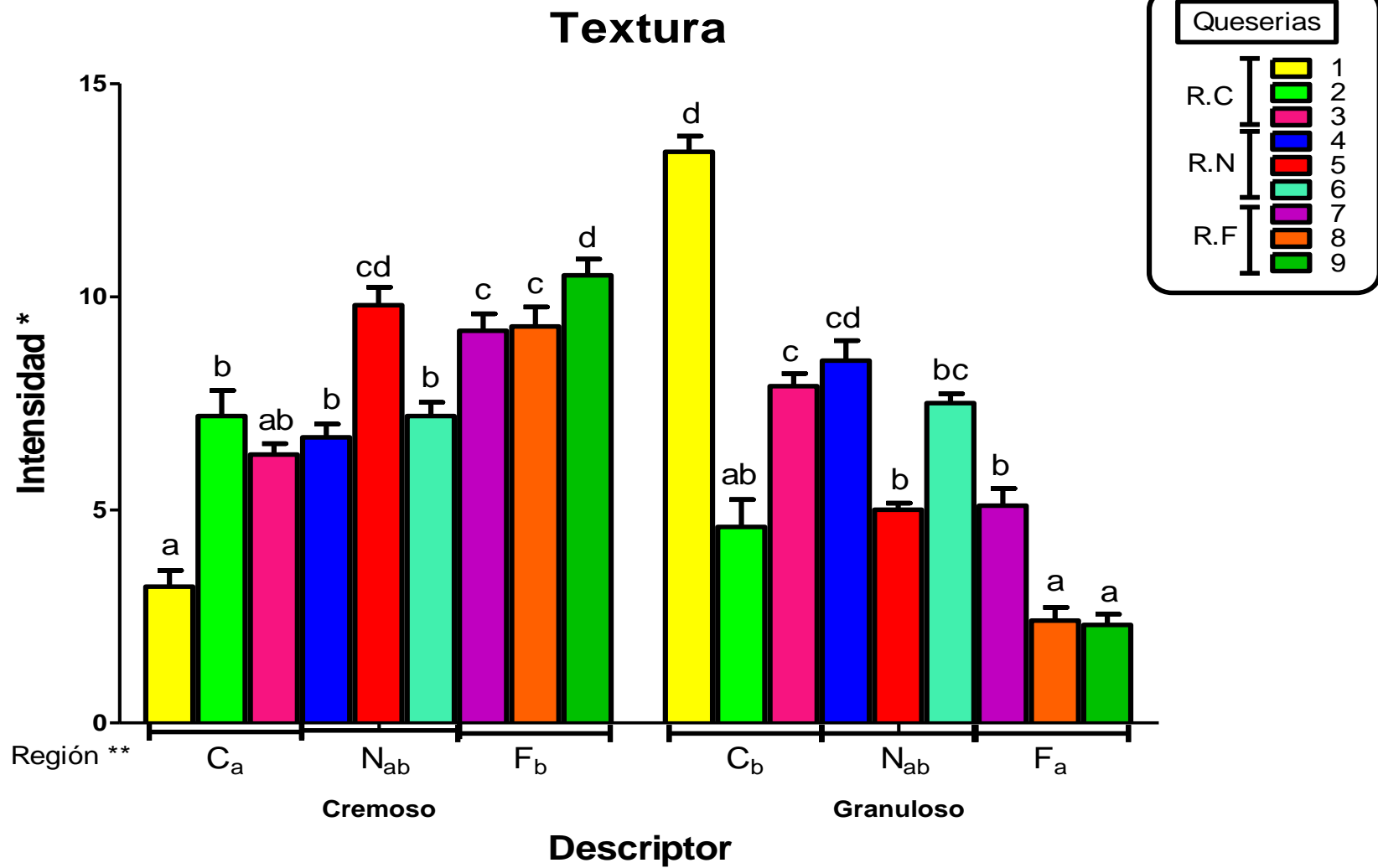


Figura 27. Intensidad de los descriptores de textura del QCC

*Promedio \pm E.E. (n=3). Barras con diferente literal en cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

**Regiones de muestreo: C: Costa, N: Norte y F: Frailasca. Región con diferente literal (subíndice) indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

7.2.2.2.4 Color

Respecto al color de los quesos, aunque presentaron medias muy similares, si se presentaron diferencias significativas en la percepción sensorial respecto a la región de muestreo. La región Norte (queserías 4, 5 y 6) fue la que presentó una mayor tendencia al color crema, seguida de la región Frailesca (queserías 7, 8 y 9), la cual fue significativamente igual a la región Costa (queserías 1, 2 y 3); sin embargo, esta última tuvo una mayor tendencia hacia el color blanco a excepción de los quesos de la quesería 2, la cual presentó un valor superior a todos.

El color crema puede ser atribuido a los cambios bioquímicos que se dan en el queso, especialmente en la grasa contenida, lo cual concuerda con Potter (1978) quien reporta que cuando las partículas de grasa llegan a aglomerarse la blancura se reduce, dando una tonalidad amarillenta, observándose fácilmente en el color que adquiere la crema de la leche; sin embargo, en el queso de la quesería 2 se observa un valor muy alto (figura 28), esto puede deberse a la cantidad de carotenoides en la leche o bien, a la adición de algún colorante en el procesado del queso; que si es así, probablemente lo hagan para que sus quesos sean más distintivos entre los de las demás queserías.

Lo anterior sugiere que, sin tomar en cuenta la posible adición de colorantes, la región de muestreo si puede influir en la coloración final del queso que podría deberse precisamente al contenido de grasa de la leche que a su vez depende de las razas del ganado empleadas en la producción de la leche y de su alimentación. Precisamente la región Norte presentó una mayor tendencia en contenido en grasa (cuadro 6) de los quesos y coincidentemente, también una mayor tendencia a color crema.

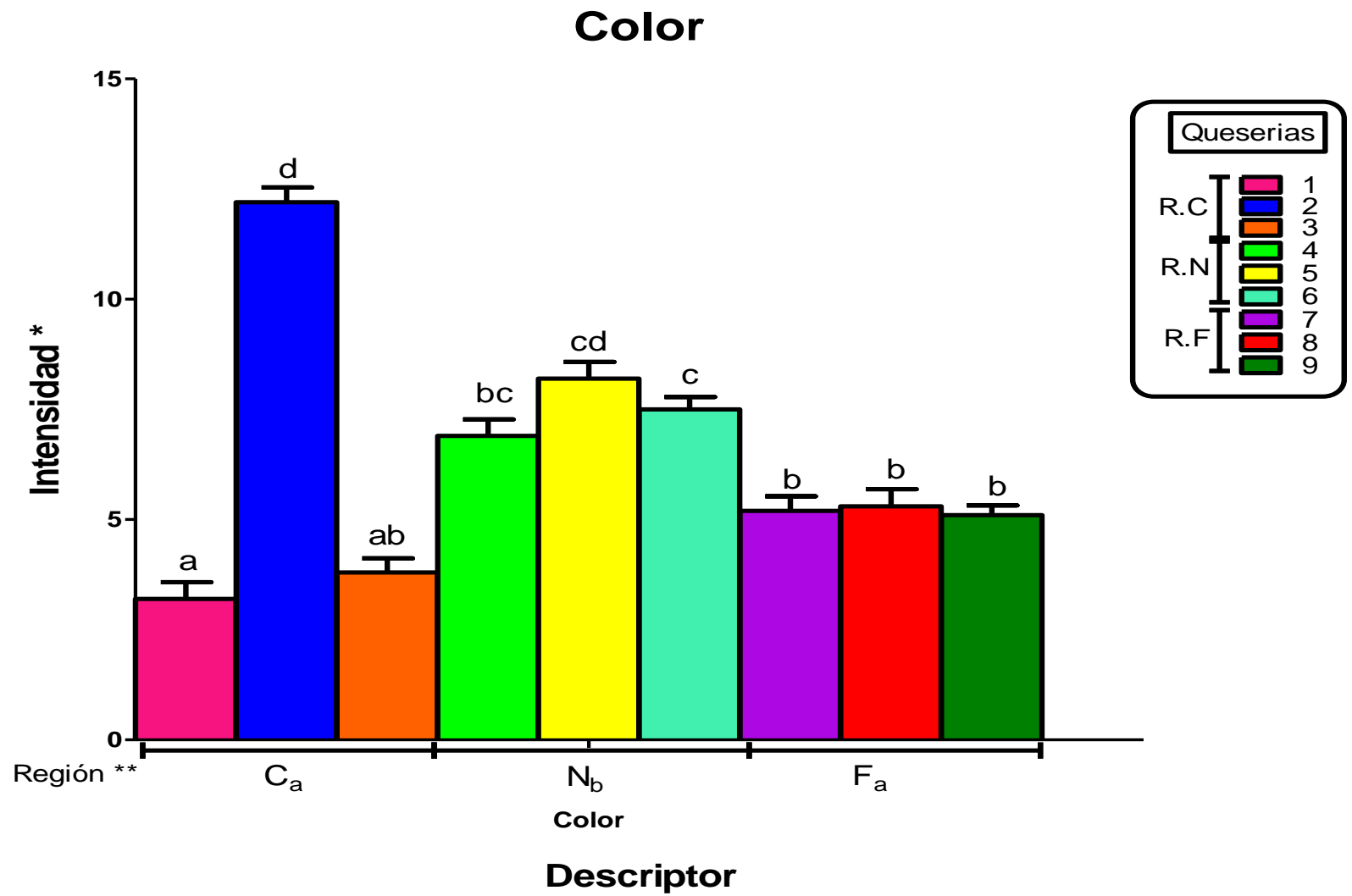


Figura 28. Intensidad de los descriptores de color del QCC

*Promedio ± E.E. (n=3). Barras con diferente literal en cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

**Regiones de muestreo: C: Costa, N: Norte y F: Frailesca. Región con diferente literal (subíndice) indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

7.3 Medición de color

El cuadro 8 detalla las características de color obtenidas al evaluar el QCC empleando un colorímetro.

Los quesos evaluados tuvieron una alta luminosidad (L^*), de los cuales destaca la quesería 9 (de la región frailesca) con un valor de 93.58, convirtiéndolo en el queso mas luminoso; esto se le atribuye al alto contenido de humedad (Álvarez *et al.*, 2007) comprobado de los resultados del análisis fisicoquímico expuestos en el cuadro 6. Por otro lado se presentaron valores muy bajos de a^* , lo cual es casi imperceptible a una coloración verde, a excepción de la quesería 2 (de la región costa) que obtuvo el valor más alto de 7, lo cual puede deberse a la posible adición de algún colorante en el proceso del queso.

En las queserías 2, 4, 5 y 6 se obtuvieron valores muy altos de b^* (14 – 23), lo cual nos indica una coloración amarilla, y que coincide con los resultados de la percepción sensorial de los panelistas, esto puede deberse al alto contenido de carotenoides en la leche debida al alto contenido de grasa; esto puede reafirmarse con los resultados obtenidos por el índice de cromaticidad $*C$, los cuales presentaron un valor significativamente superior a los demás quesos. En el ángulo de tonalidad H^* la mayoría de los quesos se encuentran muy cercanos a 100° , que es la zona del amarillo al verde, color que casi no es perceptible en el queso debido a la alta luminosidad y a la poca saturación (C^*) del color. Según Álvarez *et al.* (2007), esto puede deberse a que los quesos con alto contenido de humedad tienden a ser mas luminosos y menos saturados, como representa la quesería 9 (de la región frailesca) de acuerdo a los resultados obtenidos reflejados en el cuadro 7.

A pesar de que en general se presentaron diferencias significativas en los resultados del análisis del color por medio del colorímetro, sin tomar en cuenta los quesos elaborados en la quesería 2, los resultados fueron muy próximos entre todas las queserías y regiones de muestreo, lo cual nos indica, que el parámetro de color, no es un factor importante en base al cual se pudieran definir diferencias que tipifiquen a los quesos provenientes de diferentes queserías o regiones.

Cuadro 8. Resultados de parámetros del perfil de color del QCC

		Parámetro de color									
Región	Quesería	L*		a*		b*		C*		H*	
			[*]		[*]		[*]		[*]		[*]
Costa	1	87.75±2.61 ^a		0.32±0.17 ^c		14.73±1.07 ^a		14.74±1.07 ^a		88.72±0.56 ^b	
	2	89.04±0.79 ^{ab}	A	7.00±0.22 ^d	B	23.74±1.08 ^d	A	24.75±1.09 ^d	A	73.55±0.38 ^a	A
	3	88.56±2.96 ^a		-0.15±0.14 ^{ab}		18.07±0.58 ^b		18.08±0.58 ^b		90.49±0.46 ^{cd}	
Norte	4	90.78±1.24 ^c		0.47±0.08 ^c		20.55±0.96 ^c		20.55±0.96 ^c		88.69±0.25 ^b	
	5	91.56±0.43 ^{cd}	AB	0.39±0.15 ^c	A	21.98±0.56 ^{cd}	B	21.98±0.56 ^{cd}	B	88.99±0.38 ^b	B
	6	89.27±2.44 ^b		0.33±0.39 ^c		19.00±1.16 ^{bc}		19.00±1.16 ^b		89.06±1.06 ^b	
Frailesca	7	92.82±0.35 ^{de}		0.26±0.11 ^c		18.81±0.77 ^b		18.81±0.77 ^b		89.21±0.37 ^b	
	8	91.83±0.76 ^d	B	-0.01±0.14 ^b	A	18.39±0.50 ^b	A	18.39±0.50 ^b	A	90.04±0.44 ^c	B
	9	93.58±0.56 ^e		-0.51±0.18 ^a		18.03±0.73 ^b		18.03±0.73 ^b		91.63±0.61 ^d	

Promedio ± D.E. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Medias con diferente literal en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). L*: variación en la luminosidad (variando desde 0% para negro y 100% para blanco), a*: variación entre verde (-a) y rojo (+a), b*: variación entre azul (-b) y amarillo (+b), C*: saturación del color, H*: ángulo de tonalidad.

[*]: Diferencias significativas por región: diferente literal (mayúscula) en una columna para cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

7.4 Medición de textura

En el cuadro 9 se muestran los resultados del perfil de textura (ATP) del QCC. En general, en todos los parámetros de textura determinados mediante el texturómetro, los resultados mostraron que si hubo una marcada tendencia de características dependientes de la región de muestreo, ya que los quesos de la región Costa (queserías 1, 2 y 3) siempre presentaron valores superiores a los mostrados en los quesos de la región Frailesca (queserías 7, 8 y 9), en todos los parámetros; es decir, los quesos de la región Costa (queserías 1, 2 y 3) fueron significativamente más duros, fracturables, adhesivos, elásticos, cohesivos y con mayor masticabilidad que los de la región Frailesca (queserías 7, 8 y 9). Respecto a los quesos de la región Norte (queserías 4, 5 y 6), estos fueron significativamente iguales a los de la región Costa (queserías 1, 2 y 3) en los parámetros de dureza y fracturabilidad; así mismo, fueron iguales en los parámetros de adhesividad, elasticidad, cohesividad y masticabilidad a los de la región Frailesca (queserías 7, 8 y 9).

Específicamente por quesería, los de la quesería 5 resultaron ser los de mayor dureza, esto puede estar relacionado con su composición fisicoquímica, de acuerdo con el cuadro 6, es el queso que tiene menor humedad. Según Adda *et al.* (1982), la humedad es un factor determinante en la textura, donde bajos contenidos de ésta se relacionan con los quesos duros y poco elásticos. Lo anterior se comprueba por los resultados en los quesos de las queserías 8 y 9, ya que, contrario a los de la quesería 5, presentaron una alta humedad y resultaron con la menor dureza.

Por otro lado, el contenido de grasa también participa en la dureza de los quesos. Küçüköner *et al.* (2006) y Theophilou *et al.* (2007), reportan que la grasa, cuando está presente en alto porcentaje, brinda mayor elasticidad y menor firmeza, obteniéndose quesos más duros y rígidos al bajar este porcentaje; esto se demuestra con los quesos de la quesería 1, que al contener poca grasa, resultaron con una mayor dureza; sin embargo, esto no sucedió con los quesos de las queserías 8 y 9, ya que al tener poca grasa se esperaba una mayor dureza y no fue así, incluso también fueron menos fracturables. Probablemente existan otros factores que también influyan en la dureza de los quesos,

como por ejemplo la proteólisis (Fox *et al.*, 1996), que podrían explicar dichos comportamientos.

Los bajos valores de elasticidad obtenidos en los quesos, pueden ser debido a que son elaborados con leche cruda, según Serafín (1999), este tipo de quesos tienen una menor cantidad de cadenas proteicas de bajo peso molecular, las cuales se producen con el tiempo debido a diversos factores como la acción de microorganismos, y que por su pequeño tamaño, no pueden interactuar de igual forma con las cadenas de mayor tamaño, lo cual genera una disminución de la elasticidad, y ello podría explicar la poca elasticidad que presentaron todos los QCC evaluados, ya que los valores se encontraron entre 0.21 y 0.44.

Según Álvarez *et al.* (2007), la cohesividad y el contenido de humedad presentan una correlación positiva en quesos de cabra canarios, donde a mayor contenido acuoso, mayor es la fuerza ejercida por enlaces internos del queso. Sin embargo, estos resultados no presentaron dicho comportamiento en el QCC, ya que si es cierto que en algunos quesos con alta humedad como los de la quesería 1 si presentaron una alta cohesividad, otros como los de las queserías 8 y 9 contrariamente fueron menos cohesivos.

En los datos del cuadro 9 es visible que conforme va aumentando la elasticidad va aumentando la cohesividad, según Muller (1977) aumenta la resistencia a la deformación del alimento por la flexibilidad de los enlaces internos.

En la dureza, fracturabilidad y masticabilidad presentaron algunos quesos valores muy altos, esto puede deberse a que en el proceso probablemente le dan mayor tiempo de prensado, por lo tanto son más duros y secos a la vez, ésto aumenta conforme al tiempo de maduración y disminuye con el contenido de humedad. Al contrario, los quesos con menor valor de adhesividad, elasticidad y cohesividad, resultaron ser los quesos más suaves y cremosos, lo cual podría estar relacionado al contenido de humedad y grasa resultante del tiempo de prensado que cada quesería le da en su proceso.

Debido a la gran variabilidad en composición del QCC es difícil predecir un comportamiento en el perfil de textura; sin embargo, los quesos elaborados en las queserías 8 y 9, si presentaron un comportamiento de textura relativamente bajos y similares, que al parecer dependieron de los principales componentes, ya que estos quesos se caracterizaron por tener una alta humedad y menor concentración de sólidos totales, principalmente grasa y proteína.

Cuadro 9. Resultados de los parámetros del perfil de textura del QCC

Región	Quesería	PARÁMETRO EVALUADO					
		<i>Dureza (kg*m/s²)</i> *	<i>Fracturabilidad (N)</i> *	<i>Adhesividad (kg*m²/s²)</i> *	<i>Elasticidad</i> *	<i>Cohesividad</i> *	<i>Masticabilidad (Kg)</i> *
Costa	1	12949.05±441.79 ^{bc}	1258.44±111.55 ^{cd}	-248.13±21.90 ^c	0.39±0.04 ^a	0.22±0.01 ^b	1096.04±136.14 ^{bc}
	2	11684.83±620.75 ^{bc} B	1069.00±40.00 ^{bc} B	-362.71±28.46 ^{ab} B	0.41±0.03 ^a B	0.22±0.00 ^b B	1047.81±55.83 ^{bc} B
	3	10266.52±776.28 ^b	1077.57±76.71 ^{cd}	-166.85±16.29 ^d	0.44±0.04 ^b	0.26±0.01 ^c	1191.69±156.79 ^c
Norte	4	9454.09±1142.65 ^b	1172.01±166.70 ^{cd}	-342.43±12.92 ^{abc}	0.36±0.05 ^a	0.16±0.01 ^a	507.32±33.22 ^{ab}
	5	13598.77±789.21 ^c B	1439.36±73.37 ^d B	-328.03±31.47 ^{bc} A	0.41±0.08 ^a A	0.21±0.00 ^b A	1164.60±239.10 ^c A
	6	11684.66±690.75 ^{bc}	828.15±77.88 ^{bc}	-358.46±17.65 ^{abc}	0.31±0.02 ^a	0.18±0.01 ^a	651.51±81.01 ^{abc}
Frailasca	7	11085.01±750.58 ^{bc}	611.99±153.80 ^{ab}	-205.55±25.17 ^d	0.38±0.05 ^a	0.21±0.00 ^b	880.32±139.61 ^{bc}
	8	5451.12±423.54 ^a A	239.84±93.50 ^a A	-448.61±22.48 ^a A	0.21±0.02 ^a A	0.15±0.00 ^a A	172.44±16.11 ^a A
	9	5893.29±670.34 ^a	330.14±68.32 ^a	-337.85±28.04 ^{bc}	0.26±0.02 ^a	0.18±0.00 ^a	282.75±49.18 ^a

Promedio ± D.E. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Medias con diferente literal en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

* Diferencias significativas por región: diferente literal (mayúscula) en una columna para cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

7.5 Correlación entre resultados analíticos y sensoriales para la construcción de un modelo predictor del perfil de color y textura del QCC.

En los cuadros 10 y 11 se muestran los modelos establecidos para cada descriptor de textura y color, que relacionan los resultados de la percepción de los atributos sensoriales de los panelistas con los instrumentales (texturómetro y colorímetro). Para la selección del mejor modelo en la regresión múltiple, se dio prioridad a la significancia estadística ($p < 0.05$), seguido de un mayor coeficiente de determinación (R^2), buscando que el modelo explicara la mayor varianza posible del descriptor en cuestión.

Respecto a la percepción sensorial de textura, el descriptor cremoso fue explicado por el modelo reportado en el cuadro 10, el cual explica alrededor del 90% de la variabilidad de la percepción sensorial a cremoso. De los seis parámetros detectados en el texturómetro, sólo la elasticidad participó en la construcción del modelo y se relacionó de forma negativa. Por otro lado, la composición en acidez, humedad y proteína del QCC también participaron en la construcción de este modelo y se relacionaron de forma negativa; es decir, que la percepción sensorial de textura cremosa siempre va a ser superior cuando estos valores sean inferiores.

En el caso del descriptor a granuloso percibido sensorialmente, el modelo se reporta en el cuadro 10, el cual alcanzó a explicar más del 98% de la variabilidad de la percepción sensorial a granuloso. En este caso, la adhesividad, cohesividad y elasticidad determinados por el texturómetro participaron en la construcción del modelo, así como la composición en humedad y proteína del QCC. En este caso, todos los parámetros se relacionaron de forma positiva, a excepción de la cohesividad, es decir, la percepción sensorial de granulosidad en el QCC va a ser superior mientras presente mayores valores de adhesividad, elasticidad, humedad y proteína y menores valores de cohesividad.

Finalmente, analizando los resultados de relación de color, de los cinco parámetros obtenidos en el espectrofotómetro, cuatro fueron los más importantes (a^* , b^* , C^* , h^*), ya que fueron los que participaron en el modelo de predicción y que alcanzaron a explicar

poco más del 95% de la variabilidad de la percepción sensorial del color del QCC, reportado en el cuadro 11. Todos se relacionaron de forma positiva con la variable de interés, a excepción del parámetro saturación de color (C^*). Es decir, que el color cremoso del QCC percibido sensorialmente va a ser superior cuando el queso presente valores superiores en los parámetros instrumentales a^* , b^* y h^* y menores valores de C^* .

Cuadro 10. Modelos de predicción para cada descriptor del perfil de textura del QCC

	Descriptor	Modelo de predicción por parámetros instrumentales	p	R ²
Percepción sensorial de textura	Cremosa	$40.58 - 1.82*Ac - 17.11*E - 0.26*H - .54*P$	0.02	0.90
	Granular	$-41.97 + 0.019*A - 87.94*C + 43.24*E + 0.56*H + 1.42*P$	0.0061	0.9850

p: Nivel de probabilidad del modelo, *R*²: Coeficiente de determinación

A, C, E: Parámetros detectados en el texturómetro (Adhesividad, Cohesividad y Elasticidad).

Ac, G, H y P: Parámetros detectados en el análisis fisicoquímico (Acidez, Grasa, Humedad, Proteína).

Cuadro 11. Modelo de predicción para el descriptor del perfil de color del QCC

	Descriptor	Modelo de predicción por parámetros instrumentales	p	R ²
Percepción sensorial de color	Blanco -Crema	$-1194.54 + 44.18*a + 78.36*b - 78.75*C + 13.41*h$	0.0055	0.9556

p: Nivel de probabilidad del modelo, *R*²: Coeficiente de determinación

*a, b, C, *h*: Parámetros detectados en el espectrofotómetro (*a*: variación entre verde (-*a*) y rojo (+*a*), *b*: variación entre azul (-*b*) y amarillo (+*b*),

C: saturación del color, *h*: ángulo de tonalidad).

8. CONCLUSIONES

La evaluación sensorial del queso Crema de Chiapas, permitió determinar los principales descriptores que lo tipifican, encontrándose que se caracteriza por un olor a fermentado, frutal y cremoso; de sabor ácido, frutal, salado y añejo; de textura a cremosa y granulosa; y de color blanco-crema.

La gran variabilidad en composición fisicoquímica del QCC pone en evidencia la falta de estandarización de los procesos entre las queserías, independientemente de las regiones de producción, sugiriendo la necesidad del cuidado en los pasos importantes del proceso como la estandarización de la leche, acidificación de la leche y cuajada, corte de cuajada, desuerado, salado y prensado.

En este estudio se logró construir los modelos estadísticos para predecir cada descriptor de color y textura, los cuales permitieron identificar a los parámetros responsables de la percepción sensorial de cada uno de ellos con un alto coeficiente de determinación ($R^2 > 0.90$), donde la composición fisicoquímica tuvo gran influencia, sobre todo en la percepción sensorial de textura.

Los modelos matemáticos de predicción construidos en este estudio, permitirán determinar indirectamente la percepción sensorial de color y textura del QCC a partir del análisis instrumental, así como su composición fisicoquímica.

9. RECOMENDACIONES

- ✚ Si bien es cierto que las técnicas de evaluación sensorial son objetivamente muy acertadas, éstas se deben realizar de manera cuidadosa y bien aplicadas, tratando de atender hasta el mínimo detalle metodológico, ya que son técnicas muy sensibles que dependen de muchos factores, desde el cómo se presentan las muestras a evaluar, hasta el número suficiente de panelistas, su adecuado entrenamiento y el control de sus estados de ánimo. Tomando en cuenta lo anterior, se recomienda que al aplicar estas técnicas en la evaluación de quesos, las muestras deben ser preparadas lo más próximo posible al momento de la evaluación, ya que pueden cambiar sus características de un día a otro o incluso en un mismo día. Se debe contar con el mayor número de panelistas posible para evitar pérdida de datos en caso de inasistencias o incluso para disminuir el error experimental. Asimismo, para asegurar el buen desempeño y permanencia de los panelistas, se debe mantener animado al panel, con buen trato, incentivos (al final de cada sesión de prueba) y dar reconocimientos de participación con valor curricular.
- ✚ Se recomienda hacer las pruebas sensoriales e instrumentales de las muestras de queso, lo más próximo posible para descartar diferencia en percepción y/o determinación debidas a tiempos de medición.
- ✚ Para complementar el presente trabajo, se sugiere realizar estudios correlacionando la percepción sensorial del olor y sabor con métodos instrumentales como la utilización de una lengua electrónica y nariz electrónica, o mediante la determinación de compuestos responsables del sabor y aroma por cromatografía de gases (CG) y cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

10. BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C., (2002). *Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists*. Keneth Helrich.(Ed). I y II.

Adams, M. R., & Moss, M. O. (1998). *Microbiología de los alimentos* . Zaragoza, España: ACRIBIA.

Adda, J. (1982), *The chemistry of flavour and texture generation in cheese. Food Chemistry, IX*, 115-129.

Alais, C. (1996). *Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera*. 2da. Edición, Reverté, Barcelona, 872.

Alvarado, C., Chacón, Z., Otoniel, J., Guerrero, B., & López, G. (2007). *Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas de un queso venezolano ahumado andino artesanal*. Su uso como cultivo iniciador. *Revista científica universidad del Zulia*. XVII, 301- 308.

Álvarez, S., Rodríguez, V., Argüello, A., Ruiz, M., & Fresno, M. (2003). *Análisis del perfil de textura instrumental en quesos de cabra palmera en relación al tipo de dieta suministrada*. *Unidad de producción animal*, 406-412.

Álvarez, S., Rodríguez, V., Ruiz, M. E., & Fresno, M. (2007). *Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios*. *Archivos de zotecnia*. 56, 663 - 666.

Amiot, J. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche*. Zaragoza, España: ACRIBIA, 440- 462.

Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: Acribia, S.A.

Aranda, Y., & Combariza, J. (2007). *Las marcas territoriales como alternativa para la diferenciación de productos rurales*. *Agronomía Colombiana*. 25, 367-376.

Ares, J. L., Aranda, M. D., Rivera, E. M., & Aparicio, D. (2010). *Caracterización composicional y sensorial del queso de cabra de la variedad tradicional de Sierra Morena*. Sevilla, España: INFAPA. I, 1 y 2.

Arteaga-Márquez (2004). *Evolución de la maduración del queso chanco elaborado con adición de suero en polvo*. Tesis de maestría en ciencia y tecnología de la leche. Valdivia, Chile, 4-40.

Axelsson, L. T. (1993). *Lactic acid bacteria: clasification and physiology*. In *Lactic Acid Bacteria* (eds. Salminen, S. and von Wright, A.), Marcel Dekker, Inc., New York, 1-63.

Ayad, E., Nashat, S., El-Sadek, N., Metwaly, H., (2004). *Selection of wild lactic acid bacteria isolated from traditional Egyptian dairy products according to production and technological criteria*. *Journal Food Microbiology*. XXI, 715-725.

Baduí, D. S. (1999). *Química de los alimentos*. México: Longam de México. México D.F. 15- 39 y 581- 610.

Bayarri, S., González, T. L., & Costell, E. (2008). *Influencia de la grasa en la liberación y percepción del sabor de postres lácteos gelificados*. *Alimentación, nutrición y salud*. XV, 63-71.

Bedolla-Bernal, (2004). *Introducción a la tecnología de alimentos*. México Linusa. Noriega, ed. 2, 148.

Bertrand-Harb , C., Ivanova, I., Dalgarrondo, M., Haertllé, T., (2003). *Evolution of β -lactoglobulin and α -lactalbumin content during yoghurt fermentation*. *International Dairy Journal*. XIII, 39-45.

Beuvier, E., Grappin, R., (1997). *Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese*. *International Dairy Journal*. VII, 751-761.

Bourne, M. C. (2002). *Food texture and viscosity*. Academic Press. New York: Geneva.

Bylund, G. (2003). *Cultures and Starter manufacture. Dairy Processing Handbook*. 2da. ed. Tetra Pak Processing AB. 247-254.

Bouix, M. & Levecio (2000). *Microbiología Industrial : Los Microorganismos De Interes Industrial. Ed. Acribia, 608*.

Bylund, G., (2003). *Cultures and Starter manufacture. Dairy Processing Handbook*, 2da. ed.

Cabezas, L., Sánchez, I., Poveda, J., Seseña, S., (2007). *Comparison of microflora, chemical and sensory characteristics of artisanal Manchego cheeses from two dairies. Journal Food control. XVIII, 11- 17*.

Cabeza, E., Osorio, M., Zumalacárregui, J., Figueira, A., Mateo, J., (2008). *Effect of rearing system on some meat quality traits and volatile compounds of suckling lamb meat. Journal Small Ruminant Researc. LXXVIII, 1- 12*.

Casassa, F., Sari, S. (2006). *Aplicación del sistema Cie-Lab a los vinos tintos, Correlación con algunos parámetros tradicionales. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agrarias, 56-62*.

Calvo, M. (2003), *Ventajas e inconvenientes de elaborar queso con leche sometida a tratamientos térmicos. Journal Alimentación, Equipos y Tecnología, 57-60*.

Caspia , E. L., Coggins, P. C., Schilling, M. W., Yoon, Y., & White, C. H. (2005). *The relationship between consumer acceptability and descriptive sensory attributes in cheddar cheese. Journal Sensory studies. XXI, 112-127*.

Castañeda, R; Cañameras, C; Aranibar, G; Montero, H. (2005). *La textura del queso Goya. Comparación entre el método sensorial y métodos reológicos. X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos CYTAL, 18 al 20 de mayo, Mar del Plata*.

Cervantes, E., Villegas de Gante, Caseín Vargas, & Espinoza Ortega. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse*. México, D.F.: Mundi-prensa, 53- 59.

Chabancea, B., Marteaub, P., Rambaubd, J. Migliore-Samourc, D., Boynardd, M., Perrotind, P., Guilletd, R., Jollèse, P., Fiat, A. (1998), *Casein peptide release and passage to the blood in humans during digestion of milk or yogurt*. *Journal Biochimie*, LXXX, 155-165.

Chacón & Pineda (2009). *Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "crottin de chavignol"*. *Agronomía Mesoamericana*, 297-309.

Chapman, K. W., Lawless, H. T., & Boor, K. J. (2001). *Cuantitative Descriptive Analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk*. *Journal Dairy Science*, 12-20.

Cheftel, J., Cheftel, H., Besancon, P. (1982). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia. II.

Chombo-Morales P. (2008). *El queso Cotija Región de Origen (MC): un caso especial*. En: *Los Quesos Mexicanos Genuinos*. Ed. Mundi. Prensa. México.

Codex Alimentarius Commission. (2008). *Codex General Standard for Cheese*. CODEX STAN, 283-1978.

Costel, E., Fizman, M. S., & Duran, L. (1997). *Propiedades Físicas I. Reología de sólidos y textura*. *Técnicas en Tecnología de Alimentos*. México, D.F: Materiales educativos Tresguerras, 1- 26.

Daeschel, M., McFeeters, R., Fleming, H., Klaenhammer, T. & Sanozky. R. (1984). *Mutation and Selection of Lactobacillus plantarum Strains That Do Not Produce Carbon Dioxide from Malate*. *Applied Environ. Microbiology*. XLVII, 419- 420.

Daeschel, M., Harris, L., Stiles, M. & Klaenhammer, T., (1989). *Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Against Listeria Monocytogenes*. *Journal of Food Protection*. LII, 384-387.

Del Campo, M., Gómez, H., E., H., & de la O, A. (2008). *Bacterías ácido lácticas con capacidad antagónica y actividad bacteriocinogénica aisladas de queso frescos*. *e-Gnosis*. 6, 1-17.

Del Nobile, M. A., Chillo, S., Falcone, P. M., Laverse, J., Pati, S., & Baiano, A. (2007). *Textural changes of Canestrello Pugliese cheese measured during storage*. *Journal of Food Engineering*. 83, 621-628.

Dobrogosz, W., Lindgren, S. (1990) . *Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations*. *Journal FEMS Microbiology Letters*. LXXXVII, 149- 163.

Durán, H. (1978), *Evaluación de pasturas para producción de leche mediante el uso de registros de pastoreo*. *CIAAB Miscelánea, XVIII*, 223-236.

Early, R., (1992). *The technology of dairy products*. New york, ed. VCH Publishers. 81-85.

Early, R. (2000), *Technology of Dairy Products*. Edición 2, Editor Springer, 446.

Eck, A. (1987). *Cheesemaking. Science and technology*. Technique et Documentation-Lavoisier.

Erich, L., Martin J. (1995), *Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effects*. Edición 1, ilustrada Editor Springer. II, 260.

FAO. (1998). *Producción de leche y productos lácteos*.

Fox, M., (1993). *Contribution of the indigenous microflora to the maturation of Cheddar chesse*. *Journal Dairy Science*. 3, 113-134.

Fox, O'Connor, Mesweeney, Guinnee & O'Brien. (1996). *Cheese Physical, Biochemical y Nutritional Aspects. Advances in food and Nutrition Research*. 39, 163-328.

Galicia-Garnica, J. C. (2005). *Atributos sensoriales de algunos quesos menonita producidos en la zona noroeste del estado de Chihuahua*. Tesis de Maestria en Ciencias. Chihuahua, Chihuahua, México. Universidad Autonoma de Chihuahua. 26-74.

García-Islas, (2006). *Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hgo. con el fin de proponer normas de calidad*. Tesis de licenciatura en ingeniería agroindustrial. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Universidad Autonoma del estado de Hidalgo. 4-33.

Gautier, M., Barcelona, R., Fritz, S., Grohs, C., Druet, T., Boichard, D., Eggen A., & Meuwissen, T., (2006), *Fine Mapping and Physical Characterization of Two Linked Quantitative Trait Loci Affecting Milk Fat Yield in Dairy Cattle on BTA26*. *Journal Genetics*.

Gómez, T., Hernández, M., López, J., Santiago, R., Ramón, L., Juaréz, B. (2010). *Caracterización sensorial del queso fresco "cuajada" en tres localidades de Oaxaca, México, differences in sensory perception*. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. I, 127-140.

Gutiérrez-Oropeza, Y., Pérez-Cabrera, L., Bon Rosas, F., & Valdivia Flores, A. "Caracterización fisicoquímica y sensorial de quesos análogos comerciales". En segundo congreso estatal, la investigación en el posgrado, (Aguascalientes 21-24 de Noviembre del 2006). ISBN: 970-728-053-0, 123.

Gutiérrez-Méndez, N., Vallejo-Cordoba, B., González-Córdova, A., Nevárez-Moorillón, G., Rivera-Chavira, B. (2008). *Evaluation of Aroma Generation of Lactococcus lactis with an Electronic Nose and Sensory Analysis*. *Journal of Dairy Science*. XCI, 49- 57.

Heredia-Castro, P. (2011). *Caracterización del proceso de producción del queso cocido artesanal y de las principales bacterias ácido lácticas generadoras de aroma*. Tesis

de Maestría en Ciencias. Hermosillo, Sonora, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. 3-20.

Herrero-Martínez, J., Simó-Alfonso, F., Ramis-Ramos, G., Gelfi, C., Righetti, P. (2000), *Determination of cow's milk and ripening time in nonbovine cheese by capillary electrophoresis of the ethanol-water protein fraction. Electrophoresis*, XXI, 633-640.

Hernández-Alarcón, (2005). E. *Guía didáctica evaluación sensorial*. 1era. edición, Bogotá D.C: Universidad Nacional abierta y a distancia. 12-23.

Hernández-Montes, (2007). *Evaluación sensorial de productos agroalimentarios*. 1era. edición. Texcoco, estado de México. Impresos gama. 49-145.

Hernández-Morales, C., Hernández-Montes, A., Aguirre-Mandujano, E., & Villegas de Gante, A. (2010). *Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. International Journal of Dairy Technology*, 63, 552–560.

Hunterlab. (2008). *CIE L* C* h color scale. Applications*, Note 8(11): 1-4.

Hutchings, J. (1994). *Food colour and appearance*. London: Blackie, 513.

Jaramillo-Bustos, D. P. (2007). *Aptitud quesera de la leche de oveja guirra y efecto de la dieta sobre las características tecnológicas de las leche y del madurado del queso. Tesis de Doctorado en Ciencias y Tecnología de los Alimentos*. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 20-43.

Jay, J., (1992). *Microbiología moderna de los alimentos*. Ed. Acribia. S. A. Zaragoza, España.

Jellinek, G., (1985). *Sensory Evaluation of Food theory and practice*. 1era edición, Gran Bretaña. Ed: VCH. 58-80.

Johnson, E., Nelson, J., & Johnson, M. (1990). *Microbiological safety of cheese made from heat - treated milk, part II. Microbiology. Journal of Food Protection*. 53, 519-540.

Kandler, O. (1983). *Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria*. *Journal Antonie van Leeuwenhoek*. XLIX, 209-224.

Kerry ingredients. (2001), kerrygroup.com/page.asp?pid=91

Kindsdetd, P. (2005) "*American Farmstead Cheese: The Complete Guide to Making and Selling Artisan Cheese*" en *Chelsea Green Publishing*. Vermont, Estados Unidos de América.

Konica Minolta sensing, I. (1998). *Comunicación precisa del color*.

Kosikowski, F. V. (2011). *Cheese and fermented milk foods*. 3era. edición. New York ed. Universidad de Wisconsin Madison. 30-58.

Küçüköner, E., Haque, Z. (2006), *Physicochemical properties of low-fat and full-fat Cheddar cheeses*. *International Journal of Dairy Technology*, LIX, 166-170.

Laws, A. & Marshall V. (2001). *The relevance of exopolysaccharides to the rheological properties in milk fermented with ropy strains of lactic acid bacteria*. *International Dairy Journal*. XI, 709- 721.

Lebecque, A., Laguet , A., Devaux , M. & Dufour, E. (2001). *Delineation of the texture of Salers cheese by sensory analysis and physical methods*. LXXXI, 609- 624.

Lobato-Caballeros, C., Sosa-Pérez, A., Rodríguez-Tafoya, J., Sandoval-Castilla, O., Pérez-Alonso, C., & Vernon-Carter, E. J. (2008). *Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products made from W1/O/W2 emulsions and skim milk*. *Food Science and technology*. 41, 1847-1856.

Londoño-Ospina. (2009). *Caracterización del queso momposino y comparación con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores*. Tesis de maestría en ciencia y tecnología de alimentos. Medellín, Colombia. Universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias agropecuarias. 4-6, 26-30.

Lucey, J., Johnson, M., Horne, D. (2003), *Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese*. *Journal of Dairy Science*, LXXXVI, 2725-2743.

Lund, Sweden: Tetra Pak Processing AB. 247-254

Luquet, M. F. (1993). *Leche y productos láteos Vaca-Oveja-Cabra*, 1era. Edición, Zaragoza España. Acribia, S.A. 14-60.

Madrid, J., Megías, M., Hernández, F. (1999). *Determination of short chain volatile fatty acids in silages from artichoke and orange by-products by capillary gas chromatography*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. LXXIX, 580- 584.

Marino, M., Maifreni, M., & Rondinini, G. (2003). *Microbiological characterization of artisanal Montasio cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria*. *FEMS Microbiol. Lett.* CCXXIX, 133-140.

Martínez-Cuesta, M., De La Plaza, M., Rodríguez, A., Fernández, P., Peláez, T. (2006), *Discrepancies between the phenotypic and genotypic characterization of Lactococcus lactis cheese isolates*. *Letters in Applied Microbiology*, XLIII, 637- 644.

Martínez-Cuesta, M., Peláez, C., Requena, T. (2011), *Formación de aroma en queso por bacterias lácticas. Principales rutas metabólicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Mayer, H., Rockenbauer, Ch., Mlcak, H. (1998), *Evaluation of proteolysis in Parmesan cheese using electrophoresis and HPLC*. XLVIII, 425–438.

Mayorga Castañeda, F. J., Martínez de Leo, M. E., & Palacio Fernández, J. M. (2010). *El queso Crema de Chiapas: un acercamiento a su caracterización*. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación* , 33-38.

Meilgaard, M., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1991). *Sensory evaluation techniques*. USA: CRC Press, 43-78.

Molina E., Ramos M., Leocadio A., & López-Fandiño, (1999). *Contribution of low molecular weight water soluble compounds to the taste of cheeses made of cows', ewes' and goats' milk. International Dairy Journal. IX, 613-621.*

Montero, H., Aranibar, G. F., Cañameras, C., & Castañeda, R. (2005). *Metodología para la caracterización sensorial de quesos argentinos. Jornadas de análisis sensorial. Tendencias actuales y aplicaciones, 1-10.*

Moskowitz, G., Noelck, S. (1987), *Enzyme-Modified Cheese Technology. Journal of Dairy Science, LXX, 1761- 1769.*

Muller, L., W. Harper J. (1979) *J. Agric. Food Chem., XXVII, 662–664.*

Muñoz, P., Yagnam, A., García, E., Mauro, H., (1995). *Elaboración de variedades de queso de cabra por procesamiento mecanizado.*

Muset, G; Montero, H; Castañeda, R; Aranibar, G; Nosedá, D; Rodríguez, A; Rodríguez, G; Murphy, M. (2002). *Caracterización Queso Reggianito. Póster presentado en las 4º Jornadas de Innovación y Desarrollo. INTI*

Nagaoka, S., Miwa, K., Eto, M., Kuzuya, Y., Hori, G., & Yamamoto, K. (1999), *Soy Protein Peptic Hydrolysate with Bound Phospholipids Decreases Micellar Solubility and Cholesterol Absorption in Rats and Caco-2 Cells, The American Society for Nutritional Sciences, CXXIX, 1725-1730.*

Neira, M., Samar, M., Resnik, S. & Pacin, A. (2001). *Effect of fermentation on naturally occurring deoxynivalenol (DON) in Argentinean bread processing technology. Food Additives and Contaminants. XVIII, 1004- 1010.*

NOM-243-SSA1-2010., N. O. (s.f.). *Secretaría de salud. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos*. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario oficial de la federación.

Norma FIL-IDF 99C:1997. "Sensory Evaluation of Dairy Products". Bruselas, Bélgica. 1997.

Nutrición, A. L. (2008). *Formación de péptidos bioactivos por BAL (Bacterias ácido lácticas) en quesos y suero de quesería*. *Mundo Lácteo y Cárnico*, 1-3.

Olvera, C., Goldberg, J., Sánchez, R. & Soberón-Chávez, G. *The Pseudomonas aeruginosa algC gene product participates in rhamnolipid biosynthesis*. *FEMS Microbiology Letters*. CLXXIX, 85- 90.

Ondetti, M., & Cushman, D. (1982), *Enzymes of the Renin-Angiotensin System and their Inhibitors*. *Annual Review of Biochemistry*, LI, 283-308.

Osorio-Tobón, J., Ciro-Velásquez, H., & Mejía Restrepo, L. (2004). *Caracterización textural y fisicoquímica del queso edam*. *Facultad nacional de agronomía*. 57, 3-9.

Otterstätter, G. (1999), *Coloring of food, drugs, and cosmetics*. *Get cited*, 385.

Ouwehand, A., & Vesterlund, S. (2004). *Antimicrobial components from lactic acid bacteria*. *Journal Food Science and Technology*. New York, marcel dekker, CXXXIX, 375-396.

Parra-Huertas, (2010). *Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos*. *Magister en Ciencia de los Alimentos*. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 1-13.

Partidario, A. M., Barbosa, M., & Boas, L. V. (1998). *Free fatty acids triglycerides and volatile compounds in serra - Cheese changes throughout ripening*. *Journal Dairy*. VIII, 863-881.

Pastor, L., Mellado, B., Ramírez, A., & Dolores, R. (2008). *Evaluación sensorial de queso de leche de cabra tipo Boursin sabor natural y ceniza*. *Revista electrónica de Veterinaria*. IX, 1-8.

Pedrero F., D. L., & Marie P, R. *Evaluación sensorial de los alimentos, métodos analíticos*. México, D.F. Ed. Alhambra Mexicana. (1989), 40-63.

Pedrero, D. L. (1994). Evaluación sensorial como instrumento de la investigación analítica y mercadológica. *Notitec- Pual*. 42, 23-28.

Potter, N., (1978). *Food Science*. 3ª ed. The AVI publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. (2004), *Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of "Terrincho" Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison*. *Journal of Dairy Science*, LXXXVII, 249-257.

Ramírez, C., & Barry, T. (2005). *Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants*. *Animal Journal Feed Science and Technolog*. CXX, 179- 201.

Ramírez-Cuenca. (2005). *Actividad inhibitoria de cepas de bacterias ácido lácticas frente a bacterias patógenas y deterioradoras de alimentos*. Tesis de licenciatura en químico en alimentos. Pachuca de Soto, Hidalgo. Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. 3-19.

Ramírez-Navas, J. S. (2010). *Espectrocolorimetría en caracterización de leche y quesos*. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 61, 52-58.

Ramírez, T. (2008). *Manual de metodología para el seguimiento de los procesos de fermentación*. Cali, Colombia.

Rangel-Ortega. (2011). *Identificación y caracterización de los consorcios microbianos del queso Crema Tropical*. Tesis de Maestría en Ciencias. Hermosillo, Sonora, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. 6-30.

Robinson, P., Chalupa, W., Sniffen, C., Julien, W., Sato, H., Fujieda, T., Ueda, T., & Suzuki, H., (1996). *Influence of abomasal infusion of high levels of lysine or methionine, or both on ruminal fermentation, eating behavior, and performance of lactating Dairy Cows. J. Anim. LXXVIII, 1067–1077.*

Rodríguez, V., Ruiz, M., & Álvarez, S. (2007). *Comparación de pruebas instrumentales y visuales en la percepción del color de quesos ahumados. Archivos de Zootecnia. I, 699-704.*

Romero-Castillo, P., Leyva-Ruelas, G., Cruz-Castillo, J., & Santos-Moreno, A. (2009). *Evaluación de la calidad sanitaria de quesos Crema Tropical de la región de Tonalá, Chiapas. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 8, 111-119.*

Rutherford-Markwick, Moughan, P. (2005), *Bioactive Peptides Derived from Food, LXXXVIII, 955-966.*

Sabio, E., & Vidal- Aragón, M. C. (1996). *Análisis de la fracción volátil del queso ibores. Alimentaria. 278, 101-103.*

Sánchez-Ponte, M. D. (2003). *Maduración acelerada de queso con bacterias lácticas atenuadas térmicamente. Revista científica, FCV-LUZ. XIII, 299-306.*

Santini, Z., Alsina, D., Athaus, R., Meinardi, C., Freyre, M., Díaz, J., (2007). *Evaluación de la textura en quesos de oveja. Aplicaciones del análisis factorial discriminante. FAVE-Ciencias Agrarias. 6, 1-2.*

Serafin, A. (1999). *Use of a vibration technique to monitor the textural properties of cheese. Tesis M.S.C. Faculty of graduate studies, University of Guelph. Ontario, 98.*

Scott, R., (1991). *Fabricación de queso. Zaragoza, España. Ed. Acribia. XXIV, 520.*

Scott, R., (1998). *Cheesemaking practice. New York, ed. Kluwer academics. 11-14, 37-38,123-127, 224, 277-279, 281-284 & 359-361.*

Siriori C., Lovati M., Manzoni C., Monetti M., Pazzucconi F., Gatti E. (1995). *Soy and cholesterol reduction: Clinical experience. Journal Nutrition*, CXXV, 598-605.

Smit G., Smit, B., Wim, J., (2006). *Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. Journal FEMS Microbiology Reviews*. XXIX, 591-610.

Sundaram-Gunasekaran, & Mehmet-Ak, (2003). *Cheese Rheology and Texture*. 1era. edición, Washington, D.C., editorial CRC press. 437.

Steffe, J., (1996). *Rheological methods in food process engineering*. Michigan, 418.

Theophilou, P., Wilbey, R. (2007), *Effects of fat on the properties of halloumi cheese. international Journal of Dairy Technology*, LX, 1-4.

Torres-Llenez, Vallejo-Cordoba, González-Cordova, (2005), *Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche / Bioactive peptides derived from milk proteins. Journal LILACS*, LV, 111-117.

Tunick, M. H., & Van Hekken, D. L. (2010). *Reology and texture of commercial queso fresco cheeses made from raw and passteurized milk*. *Food Quality*. 33, 204-215.

Veisseyre, R. (1988). *Lactología técnica. 2da. edición*. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 629.

Villegas de Gante, A. (1993). *Los quesos mexicanos. 1era. edición*. México, D.F. Ed. CIESTAAM. 251.

Villegas de Gante, A. (2004). *Tecnología quesera. 1era. edición*. México, D.F. Ed. Trillas. 398.

Villegas de Gante, A. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos (Necesidad de su rescate y valoración)*. México, D.F.: Carnilac Industrial. III, 1-8.

Villegas de Gante, A., Santos-Moreno & Hernández-Montes. (2011). *Caracterización del queso Crema de Chiapas (aspectos socioeconómicos y tipicidad del producto)*. 1era edición. México, D.F. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. 29-74.

Venéreo-Gutiérrez, J. (2002), *Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes*, *Revista Cubana de Medicina Militar*. XXXI.

Vuyst, L. & VANDAMME, E. (1994). *Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Applications*. Department of Biochemical and microbial technology. 91-142.

Walstra, P. (1999). *Principles of milk properties and processes*. Dairy technology. Ed. CRC Press. 90.

Yang, W., Beauchemin, K., & Rode, L. (2000), *Effects of Barley Grain Processing on Extent of Digestion and Milk Production of Lactating Cows*¹. *Journal of Dairy Science*, LXXXIII, 564- 568.

Yates, M.D. & Drake, M.A. (2007), *Texture properties of gouda cheese*. *Journal of Sensory Studies*, XXII, 493–506.

Yvon, M., Rijnen, L. (2001), *Cheese flavour formation by amino acid catabolism*. *International Dairy Journal*, XI, 185-201.

Zúñiga-Hernández, Ciro-Velázquez, & Osorio-Saraz, (2007). *Estudio de la dureza del queso edam por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera*. Facultad Nacional de Agronomía. 60, 3797-3811.

11. ANEXOS

11.1 Intensidad de descriptores para el queso Crema de diferentes regiones del estado de Chiapas.

Cuadro 12. Intensidad de descriptores para los quesos de diferentes regiones del estado de Chiapas.

Región	Quesería	Descriptores																			
		OLOR						SABOR						TEXTURA				COLOR			
		Fermentado	*	Frutal	*	Cremoso	*	Ácido	*	Frutal	*	Salado	*	Añejo	*	Cremoso	*	Granular	*	---	*
Costa	1	10.4±0.34 ^d		6.1±0.30 ^b		3.1±0.32 ^a		8.4±0.38 ^d		4.2±0.34 ^a		9.9±0.42 ^e		8.9±0.27 ^{cd}		3.2±0.38 ^a		13.4±0.37 ^d		3.2±0.38 ^a	
	2	6.4±0.59 ^a	B	4.8±0.31 ^a	A	6.0±0.66 ^b	A	5.2±0.64 ^{ab}	A	5.9±0.55 ^{ab}	A	7.7±0.67 ^c	B	8.0±0.73 ^{bc}	A B	7.2±0.06 ^b	A	4.6±0.64 ^{ab}	B	12.2±0.34 ^d	B
	3	9.3±0.15 ^c		7.2±0.37 ^c		5.0±0.36 ^b		3.0±0.19 ^a		9.2±0.16 ^c		5.1±0.25 ^{ab}		4.4±0.35 ^{ab}		6.3±0.25 ^{ab}		7.9±0.3 ^c		3.8±0.32 ^{ab}	
Norte	4	7.8±0.33 ^b		6.9±0.28 ^c		5.9±0.45 ^b		8.9±0.42 ^e		6.2±0.36 ^b		4.3±0.33 ^a		8.7±0.38 ^c		6.7±0.31 ^b		8.5±0.47 ^{cd}		6.9±0.37 ^{bc}	
	5	8.7±0.44 ^c	B	9.3±0.34 ^d	B	6.3±0.37 ^b	A B	6.8±0.42 ^c	B	8.0±0.44 ^c	A	3.9±0.33 ^a	A	10.7±0.33 ^{de}	B	9.8±0.42 ^{cd}	A B	5.0±0.16 ^b	A B	8.2±0.38 ^{cd}	A B
	6	10±0.22 ^{cd}		7.0±0.22 ^c		5.3±0.13 ^b		6.5±0.36 ^b		4.5±0.36 ^a		7.7±0.28 ^c		9.8±0.25 ^d		7.2±0.32 ^b		7.5±0.22 ^{bc}		7.5±0.28 ^c	
Frilesca	7	8.2±0.30 ^{bc}		11.0±0.40 ^e		6.3±0.34 ^b		8.7±0.39 ^{de}		12.5±0.4 ^d		9.3±0.42 ^{de}		5.2±0.34 ^b		9.2±0.4 ^c		5.1±0.4 ^b		5.2±0.33 ^b	
	8	6.7±0.57 ^{ab}	A	5.5±0.61 ^{ab}	B	5.5±0.51 ^b	B	6.4±0.52 ^b	B	7.7±0.49 ^{bc}	B	7.2±0.65 ^b	B	4.6±0.32 ^b	A	9.3±0.36 ^c	B	2.4±0.41 ^a	A	5.3±0.39 ^b	A
	9	6.0±0.22 ^a		6.7±0.42 ^b		9.5±0.31 ^c		8.7±0.36 ^d		9.8±0.3 ^{cd}		8.0±0.31 ^{cd}		2.8±0.18 ^a		10.5±0.38 ^d		2.3±0.25 ^a		5.1±0.22 ^b	

Promedio ± E.E. (n=3). Medias con diferente literal (minúscula) en una columna para cada descriptor son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

* Diferencias significativas por región: diferente literal (mayúscula) en una columna para cada descriptor indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).