



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y MÉTODO DE  
ELABORACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS,  
VISCOELÁSTICAS Y SENSORIALES DEL QUESO CREMA DE CHIAPAS**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

PRESENTA:

**GUSTAVO LOZANO VÁZQUEZ**



Diciembre, 2011

Chapingo, Estado de México.



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y MÉTODO DE ELABORACIÓN  
SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, VISCOELÁSTICAS Y  
SENSORIALES DEL QUESO CREMA DE CHIAPAS

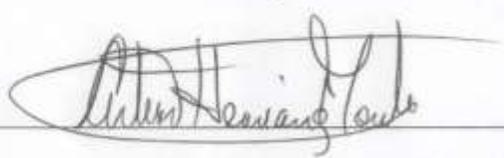
Tesis realizada por Gustavo Lozano Vázquez bajo la dirección del Comité Asesor  
indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado  
de:

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA**

DIRECTOR: \_\_\_\_\_

  
DR. ELEAZAR AGUIRRE MANDUJANO

CODIRECTOR: \_\_\_\_\_

  
DR. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

ASESOR: \_\_\_\_\_

  
DR. JUAN GUILLERMO CRUZ CASTILLO

©

Marysol Rojas Pabón:

*Mi compañera, mi amiga y mi amor.*

©

Mi familia:

*Mis orígenes, mi tronco y mi orgullo.*

©

Mi convicción:

*“Desarrollo y crecimiento con otros, nunca sobre otros”*

## AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Chapingo, por la oportunidad de haber sido parte de esta institución.

A los profesores Eleazar A., Arturo H., Armando S., Abraham V. y Guillermo C., por su apoyo y enseñanza, todos ellos pertenecientes al posgrado de Ciencia y Tecnología Agroalimentaria.

A la Asociación de Procesadores de Queso Crema Chiapas. S.P.R. de R.L., particularmente al Sr. Efraín Prado (Quesería “San Juan”), líder de la asociación, quien como representante brindó todo su interés y apoyo para bien de la investigación; así como también a los representantes de las queserías: Alfonso Mendosa (Quesería “San Bartolo”), Sebastián Cortázar (Quesería “Seyry”), Francisco Trejo (Quesería “Diprolac”), Alfredo Aguilar Pérez (Quesería “La neblina”), Beatriz Zenteno Urbina y Joel Zenteno (Quesería “Real de Moctezuma”), Daniel Zenteno Zenteno (Quesería “Zenteno”), Manuel Solís (Quesería “El mapache”), a Hernán Corso Jiménez, con su hijo Luis Corso (Quesería “Santa Elena”) y a Doña Fancica Mendoza (Quesería “La orquídea”); a todos ellos, junto con todo su personal, muchas gracias por la dedicación y apoyo brindado.

A los responsables de los laboratorios: Salvador Martínez, coordinador de la línea curricular tecnológica del D.I.A. y Adalberto Gómez Cruz del laboratorio de microbiología; así como a los laboratoristas que siempre mostraron la mayor disponibilidad ante el trabajo: Mauricio (laboratorio de tecnología en lácteos, del D.I.A., UACH) e Indalesio (laboratorio de nutrición animal, del departamento de zootecnia, UACH)

A Pilar Corchado, por la repartición de labores y sacar este trabajo de gran magnitud.

A los integrantes del panel de evaluación sensorial: Rocío, Jorge, Angy, Ricardo, Alma, José, Lety, Melbys y Bety; en verdad, muchas gracias por la disposición a tantas horas invertidas en el laboratorio de evaluación sensorial.

A mis compañeros del proyecto Q.C.Ch., pero muy en particular a Jaz por la empatía generada y a Carlos, por los datos de su trabajo compartidos que fueron base de la discusión de esta tesis, así como a todos mis compañeros de maestría, en especial a Nancy, Ana, Rosy, Alma y Chuy, con quienes logré establecer gran simpatía.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

**Gustavo Lozano Vázquez.** Químico en alimentos, egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, obtuvo su grado con tesis relacionada con la productividad del maíz, en bioquímica vegetal. Su experiencia laboral ha estado relacionada con el sector agrícola, especializado en la calidad del café de cierta región del Nor-orienté del estado de Hidalgo; desarrolló e implementó trabajos de inocuidad en campo en una de las principales agroindustrias de hortalizas en el estado de Sinaloa. En docencia ha impartido la cátedra de química de alimentos en la Facultad de Química de la UNAM y colaboró elaborando material base para la impartición de las nuevas materias creadas: química de alimentos de origen animal y química de alimentos de origen vegetal, esto durante la transición del cambio de planes de estudio de esta entidad; a su vez, se ha especializado en distintas metodologías para el análisis de los alimentos. A la fecha de impresión de este trabajo, era estudiante del Doctorado en Biotecnología de la Universidad Autónoma Metropolitana, en sistemas dispersos.

## **Efecto de la composición de la leche y método de elaboración sobre las propiedades fisicoquímicas, viscoelásticas y sensoriales del queso crema de Chiapas**

Effects of milk's composition and method of elaboration on the physicochemical, viscoelastic, and sensorial properties of CreamCheese Chiapas.

**Gustavo Lozano Vázquez. Maestría en ciencia y tecnología agroalimentaria.**

**Universidad Autónoma Chapingo.**

### **RESUMEN**

El Queso Crema de Chiapas, es un producto tradicional cuyo origen se remonta aproximadamente al año 1890, proviene de la actual zona de Bochil, Chiapas. Éste se consideró para generar una carta descriptiva y así contribuir con su preservación. El presente estudio tiene por objetivo caracterizar las variaciones de las propiedades químicas, físicas, fisicoquímicas, reológicas, sensoriales y microbiológicas de este queso, en relación a la composición de la leche obtenida, tanto en dos épocas del año, cómo en dos zonas de producción; así como el efecto de las queserías. Se determinó que la mezcla final de leches presentó diferencias en su composición, y con estas, cada quesería elaboró su producto y por consecuencia, influyó en la composición del queso, en sus propiedades y atributos finales. Fue caracterizado sensorialmente mediante pruebas descriptivas. No existió diferencia estadística en la aceptabilidad global de los quesos, pero sí la hubo en la aceptabilidad de atributos específicos. Estas descripciones, establecen un rango amplio con intervalos definidos, creando un expediente que engloba sus características que permiten al Q.C.Ch. otorgarle una identidad y descripción de su tipicidad.

**Palabras clave:** atributos reológicos y sensoriales de identidad, variación de componentes por temporada, quesos mexicanos tradicionales.

### **ABSTRACT**

Cream Cheese Chiapas, is a traditional product whose origin dates back to around 1890, and it comes from the current zone of Bochil, Chiapas. This cheese was selected to generate a descriptive letter and doing so contributing to its preservation. This research aims to characterize variations in the chemical, physical, physicochemical, rheological, sensorial and microbiological characteristics of this cheese, in relation to the composition of the milk produced in two seasons, and in two different production areas as well as the effect of cheese factories. It was determined that the final mixture of milk showed differences in composition; and so, each cheese factory produced its own product and therefore influenced the composition of cheese on its properties and final attributes. When characterizing it on sensory basis through descriptive tests. There was no statistical difference in overall acceptability of the cheese, but there was it in the acceptability of specific attributes. These descriptions set a wide range with defined intervals, creating a record that encompasses its features that allow the C.C.Ch. to provide a description of its identity and typicality.

**Keywords:** rheological and sensory attributes of identity, seasonal variation of components, traditional Mexican cheeses

## CONTENIDO

DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DATOS BIOGRÁFICOS	iv
RESUMEN Y ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
<b>1.-INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1.-Clasificación de los quesos	1
1.2.-Quesos tradicionales de México	2
1.3.-Adversidades a superar en los quesos tradicionales	3
1.4.-Algunos trabajos previos	5
<b>2.- REVISIÓN DE LITERATURA</b>	7
2.1.- Leche	7
2.2. Quesos	9
2.2.1. Quesos tradicionales Mexicanos	9
2.3.- Características de la industria quesera nacional	11
2.4.- Características de tipicidad	12
2.5.- Marca colectiva y Denominación de Origen	14
2.6.- El estado de Chiapas	20
2.7.- Queso Crema	21
2.8.- Normatividad para la calidad del queso	23
2.9.- Atributos importantes en el queso	23
2.10.-Trabajos previos en relación a la caracterización de quesos	26
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	28
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	30
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b>	30
<b>HIPOTESIS</b>	31
<b>3.- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	32
3.1.- Descripción de la zona de estudio	32
3.2.-Descripción de la investigación	33

3.3.- Materiales de estudio: Leche y Queso Crema del Estado de Chiapas (Q.C.Ch.)	33
3.4.- Selección de queserías, muestreo del Queso Crema de Chiapas (Q.C.Ch.) y su recolección	34
3.5.- Métodos	36
3.5.1.- Análisis químico proximal y fisicoquímicos de leche	36
3.5.2.- Análisis fisicoquímicos del queso	36
3.5.3.- El análisis químico proximal del queso (AQP)	37
3.5.4.- Análisis de perfil de textura	38
3.5.5.- Análisis reológico	38
3.5.6.- Análisis microbiológico del queso	39
3.5.7.- Análisis sensorial	39
3.5.8.- Análisis estadístico	41
<b>4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	43
4.1.-Análisis químico proximal y fisicoquímicos de la leche	43
4.2.-Unidades de producción (U.P.) - procesos de elaboración del Q.C.Ch.	47
4.2.1.- Efectos durante las operaciones, en el Q.C.Ch	49
4.2.1.1.- pH del Queso Crema de Chiapas durante el proceso	51
4.2.1.2.-Desarrollo de las características físicoquímicas, mecánicas y sensoriales del Q.C.Ch. durante el proceso	52
4.3.-Análisis del Queso Crema de Chiapas	62
4.3.1.-Análisis físicoquímico del queso	62
4.3.1.1.- Actividad acuosa (Aw) y pH	62
4.3.1.2.-Análisis Colorimétricos: Luminosidad, índice de amarillamiento, pureza del color y tonalidad	64
4.3.2.- Análisis químico proximal del queso.	68
4.3.2.1.- Porcentaje de humedad, grasa y proteína	68
4.3.2.2.- Minerales: Cenizas, calcio y sal (cloruro de sodio)	70
4.3.3.- Efecto de los componentes de leche sobre las características del Q.C.Ch.	71
4.3.4.-Propiedades mecánicas y sensoriales	72
4.3.4.1.-Análisis de perfil de textura: Firmeza, resorteo, cohesividad, adhesividad y masticabilidad	72
4.3.4.2.-Análisis reológico	75
4.3.5.-Efecto en las propiedades mecánicas en el Q.C.Ch. con respecto a la relación de macrocomponentes y el calcio	84
4.3.6.-Análisis microbiológicos del queso	95
4.3.6.1.-Efecto de la actividad acuosa, la humedad y el pH, sobre la vida de anaquel del queso	98
4.3.7.- Integración de rangos de variaciones de cada parámetro	99
4.3.8.- Evaluación sensorial	99
4.3.8.1.-Caracterización sensorial	100
4.3.8.2.-Análisis descriptivo	103
4.3.8.3.-Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)	105
4.3.8.4.-Prueba de aceptabilidad sensorial del Q.C.Ch.	109
4.3.8.5.- Correlación de los atributos de aceptabilidad, con respecto a la aceptabilidad global del consumidor en cada queso	109

4.3.8.6.- Efecto de la variación de componentes con respecto a atributos sensoriales.	113
4.3.8.7.- Correlación del análisis instrumental con respecto a análisis sensorial	113
Análisis de perfil de textura.	
4.4.-Atributos de tipicidad	114
4.5.- Recomendaciones para los productores	116
5.-CONCLUSIONES	119
6.- BIBLIOGRAFÍA	125
Anexo 1. Diagramas	135
Anexo 2.Cuadros. Intervalos y promedios	137
Anexo 3. Operaciones durante el proceso de elaboración	143
Anexo 4. Programa en SAS. Parcelas divididas con arreglo anidado	145

## LISTA DE CUADROS

<b>Número de cuadro y nombre:</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Composición del queso crema tropical, con diferentes edades	22
Cuadro 2. Criterios de selección de queserías para el estudio del Q.C.Ch.	35
Cuadro 3. Análisis químico de la leche utilizada en las diferentes queserías	45
Cuadro 4. Análisis fisicoquímico de la leche utilizada en las diferentes queserías	45
Cuadro 5. Condiciones durante el proceso de elaboración del Q.C.Ch.	48
Cuadro 6. Resumen de los factores determinantes en la formación del gel durante el cuajado y reposo de la cuajada	55
Cuadro 7. Propiedades fisicoquímicas de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	63
Cuadro 8. Propiedades físicoquímicas del queso: Color de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en dos temporadas del año	65
Cuadro 9. Propiedades químicas de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	69
Cuadro 10. Porcentaje de cenizas y minerales de los tratamientos de Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	71
Cuadro 11. Parámetros texturales del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	74
Cuadro 12. Parámetros reológicos de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	80
Cuadro 13. Relación proporcional entre el cociente Proteína/humedad con respecto a la cantidad de grasa del Q.C.Ch. en ambas épocas del año	87
Cuadro 14. Efectos del cuajado sobre la firmeza y G' del Q.C.Ch. durante la E.Ll.	93
Cuadro 15. Cuenta total y coliformes de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año	96
Cuadro 16. Definición de atributos por jueces entrenados, método de evaluación y referencia con la intensidad asignada	101
Cuadro: 17. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, en cada uno de los atributos de apariencia	103
Cuadro 18. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, en cada uno de los atributos de textura en mano y en boca	104
Cuadro 19. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, para cada uno de los atributos de olor y sabor	105
Cuadro 20. Prueba de aceptabilidad del Queso Crema de Chiapas, en la época de lluvias.	111

## LISTA DE FIGURAS

<b>Número de figura:</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Localización del Estado de Chiapas en la República Mexicana.	20
Figura 2. Municipios incluidos en las zonas productoras en el en el estado de Chiapas.	32
Figura 3. Variaciones en el proceso de elaboración del queso en las diferentes queserías.	50
Figura 4. Módulo de almacenamiento del Q.C.Ch de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro en ambas épocas del año	77
Figura 5. Módulo de pérdida del Q.C.Ch de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro en ambas épocas del año	78
Figura 6. Factor de cedencia del Q.C.Ch. de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro. en ambas épocas del año	79
Figura 7. Variación de los macrocomponentes y del calcio en cada U.P. y su efecto sobre las propiedades mecánicas en el Q.C.Ch.	85
Figura 8. Relación de la grasa y del cociente proteína/humedad con el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) en época de lluvias y en época de secas	88
Figura 9. Variación de los parámetros de cuajado en cada U.P. y los efectos sobre la firmeza y $G'$ del Q.C.Ch. durante la E.Ll.	92
Figura 10. Correlación positiva del calcio sobre la cohesividad en E.Ll. y E.Se.	95
Figura 11. Análisis descriptivo cuantitativo de los atributos de apariencia, textura, olor y sabor, realizado en época de lluvias.	106
Figura 12. Análisis de componentes principales de los descriptores determinados por los jueces entrenados en cada uno de los quesos de ambas zonas durante la época de lluvias.	108
Figura 13. Correlación de cada atributo en la prueba de aceptabilidad, con respecto a la aceptabilidad global del consumidor en cada U.P.	112

## LISTA DE FIGURAS

<b>Número de figura:</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Localización del Estado de Chiapas en la República Mexicana.	
Figura 2. Municipios incluidos en las zonas productoras en el en el estado de Chiapas.	
Figura 3. Variaciones en el proceso de elaboración del queso en las diferentes queserías.	
Figura 4. Módulo de almacenamiento del Q.C.Ch de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro en ambas épocas del año	
Figura 5. Módulo de pérdida del Q.C.Ch de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro en ambas épocas del año	
Figura 6. Factor de cedencia del Q.C.Ch. de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro. en ambas épocas del año	
Figura 7. Variación de los macrocomponentes y del calcio en cada U.P. y su efecto sobre las propiedades mecánicas en el Q.C.Ch.	
Figura 8. Relación de la grasa y del cociente proteína/humedad con el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) en época de lluvias y en época de secas	
Figura 9. Variación de los parámetros de cuajado en cada U.P. y los efectos sobre la firmeza y $G'$ del Q.C.Ch. durante la E.Ll.	
Figura 10. Correlación positiva del calcio sobre la cohesividad en E.Ll. y E.Se.	
Figura 11. Análisis descriptivo cuantitativo de los atributos de apariencia, textura, olor y sabor, realizado en época de lluvias.	
Figura 12. Análisis de componentes principales de los descriptores determinados por los jueces entrenados en cada uno de los quesos de ambas zonas durante la época de lluvias.	
Figura 13. Correlación de cada atributo en la prueba de aceptabilidad, con respecto a la aceptabilidad global del consumidor en cada U.P.	

## LISTA DE ABREVIATURAS

Q.C.Ch.	Queso Crema Chiapas.
U.P.	Unidades de Producción o queserías
No.	Zona Norte del estado de Chiapas
Ce.	Zona Centro del estado de Chiapas
EA.	Época del año
E.Ll.	Época de Lluvias
E.Se.	Época de Secas
COLIF.	Microorganismos coliformes
MESOF.	Microorganismos mesófilos
PTAI	Presa de tornillo de acero inoxidable
PTM	Prensa de tornillo de madera
PMP	Prensa de madera con piedras
BPA	Buenas prácticas agrícolas
BPM	Buenas de manufactura
QDA	Análisis Descriptivo Cuantitativo
PLS 1 y 2	(Del inglés) Regresión Mínimos Cuadrados Parciales 1 y 2
IMPI	Instituto Mexicano de Protección Industrial
DO	Denominación de Origen
MC	Marca Colectiva
DGN	Dirección General de Normas

## CÓDIGO DE QUESERÍAS/MUNICIPIO

CeQ1	“El mapache”/ Villacorzo
CeQ2	“Santa Elena” / Villaflores
CeQ3	“Real de Moctezuma”/ Ocozococuautila
CeQ4	“Zenteno” / Ocozococuautila
NoQ1	“Diprolac” / Rayón
NoQ2	“La neblina” / Rayón
NoQ3	“Seyry” / Juárez
NoQ4.	“San Bartolo” / Reforma

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, como en muchos países, existe una gran variación en cuanto a calidades y atributos de la leche, esto se explica básicamente a condición de los dos tipos de sectores de producción: por un lado están los grandes corporativos, que representan un número mínimo del total de empresas constituidas; por otro lado, las medianas y pequeñas empresas, así como un sin número de micro establecimientos dispersos en todo el territorio nacional que representan el grueso de la producción; para éste último sector existe un gran margen de variaciones cualitativas, generalmente no estandarizadas, tales como sus texturas, formas, sabores, entre otros, esto depende de muchos factores, tales como el nivel de tecnificación, tipo de infraestructura, capital, así como el grado de capacitación o profesionalización (Caballero *et al.*, 2009).

La mayor parte de leche que se produce en el país se canaliza como leche fluida; sin embargo, una parte considerable circula como leche cruda para derivados artesanales, tales como los quesos (aproximadamente un 10% de un total de 28 millones diarios en promedio); mientras que otra porción, se usa hirviéndola para su consumo casero; el resto, es para obtener leche pasteurizada y de larga vida (por ejemplo, UHT), así como otras leches industrializadas y derivados de mayor valor agregado, tales como el yogur (Álvarez-Macías *et al.*, 2007). En lo que se refiere a los quesos, se estima que en el año 2007 se produjeron en el mundo 18,794 434 toneladas de queso de todos los tipos; de las cuales, México contribuye con tan solo 49,166 toneladas. En el 2003, se reporta un

consumo de quesos en el mundo de 2 kg/cápita/día; por supuesto, éste correspondió a un promedio generalizado. Los países con mayor consumo per cápita fueron: Grecia: 25, Francia y Dinamarca: 24, Austria e Italia: 22, Suiza: 20; entre otros; los de consumo intermedio, bajo e incluso considerado como nulo; fueron por mencionar algunos: EUA: 15, Canadá: 11, Argentina: 8, Belice y Chile: 3, Colombia y Guatemala: 1 y China: 0; para el caso particular de México, correspondió a 2 kg (FAO, 2008)

### **1.1. Clasificación de los quesos**

Debido a la gran diversidad de quesos que existen, resulta atrevido realizar una clasificación; sin embargo, una forma de hacerlo es mediante criterios técnicos, tales como: por su contenido de humedad, por el método de coagulación, por los microorganismos utilizados en la maduración y por la textura del queso (Alfa-laval, 1990). Adicionalmente, existen otros elementos que deben considerarse; tales como los procesos globales de elaboración, quienes, a su vez dependen de la infraestructura y la tecnología con la que cuenta; también es valioso saber si se usan ingredientes originales o ingredientes sustitutos, adicionalmente, hay quesos que son clasificados por la región en donde se elaboran y por ende, los que siguen o no los procedimientos marcados por usos y costumbres. Para los productos, cuyos procesos tienden a imitar a ciertos quesos, es necesario anteponer la palabra “Tipo”; mientras que para aquellos productos que son elaborados con ingredientes originales, con forme a las ideas, normas o costumbres del pasado, se les puede considerar como quesos tradicionales.

### **1.2. Quesos tradicionales de México**

En nuestro país, hablar de quesos tradicionales, en muchos casos, es hablar de la elaboración de quesos de manera artesanal, donde a su vez, hay casos en los que no existe un aseguramiento de calidad estricto y en ocasiones existe una supuesta carencia de inocuidad; en varias ocasiones, para la elaboración, no se sigue un proceso estándar; la composición de la leche es variable y no hay controles técnicos; pero sí empíricos. Es importante considerar lo anterior, debido a que el consumidor exige cada vez más alimentos que no pongan en riesgo su salud (Marshall, 2003)

### **1.3. Adversidades a superar en los Quesos tradicionales.**

La globalización, a pesar de las bondades que pueda presentar, tiene una tendencia hacia la homogeneización, lo cual genera y reacomoda nuevos mercados con desventajas para ciertos sectores, ya que se crea una competencia no equitativa en cuanto a recursos se refiere (costos, volumen, distribución, mercadotecnia, entre otros), entendiéndose así, que dicha competencia no está limitada a sólo la calidad del producto. Las desventajas se potencian al contar con ciertas políticas de Estado en la que se favorece la entrada a productos de importación más económicos, sumado a los rechazos de los quesos tradicionales mexicanos por parte del consumidor por asumir que los productos extranjeros son mejores (Herrera, 2002); el resultado de todo lo anterior es que los productos artesanales finalmente pueden quedar marginados. Es muy fácil observar como ciertos productos ajenos a determinados sectores, al ser favorecidos con las desventajas de los productos regionales, se convierten en sustitutos de los que originalmente existían en tal lugar; es decir, se ha provocado la desvinculación de ciertos alimentos en su propio territorio.

No sólo en este sentido la tradición quesera mexicana está gravemente amenazada; en las últimas décadas, la necesidad de muchas industrias de este ramo es aplicar nuevas tecnologías al elaborar productos de menor costo para aumentar los volúmenes de venta, esto ha favorecido el acomodo en el mercado de los llamados “quesos de imitación”, los cuales son elaborados usando en parte leche de vaca y en parte grasa vegetal, o aquellos que ya no utilizan leche fluida, que son fabricados utilizando leche en polvo, caseína o caseinatos, incluso proteínas de alta pureza, almidones y grasa vegetal; mismos que otorgan beneficios en la vida de anaquel, cambia las propiedades sensoriales y en algunos casos, disminuye el valor nutritivo (por ejemplo, sustituir almidón por proteína); todo esto evidentemente representa una gran adversidad para los quesos tradicionales genuinos, debido a que éstos quesos naturales, al ser elaborados con leche pura de vaca o cabra y con el empleo mínimo de aditivos como cuajo, colorante, cloruro de calcio o sal, no pueden competir en un mercado en el que el precio es un aspecto importante que considera el consumidor al momento de adquirir este alimento.

Hoy en día, existen más de 30 variedades tradicionales genuinas que no son conocidas, y por ende valoradas por la mayoría de la población, debido a que no existe una investigación que las rescate de su confinamiento regional antes de que desaparezcan totalmente (1). En este sentido, el reto de los productores no es sólo evitar desaparecer, más bien sobresalir; por lo que la incorporación de conceptos de calidad también ha jugado un papel importante en la introducción o permanencia del mercado de los alimentos elaborados con métodos tradicionales, para ello se deben considerar estos tres enfoques: el de inocuidad, el nutricional y el de los atributos de valor; donde para éste último, se debe de seguir una estrategia social-comercial, en la que hay incursionar en

temas tales como las Marcas Colectivas, o bien, las Denominaciones de Origen, dichas formas están más vinculadas con una visión industrial y comercial de diferenciación en el mercado para obtener ventajas competitivas y mejor aún, buscan el desarrollo endógeno y territorial y de valorización de una calidad específica relacionada con el origen. Uno de los primeros pasos para lograr lo anterior, consiste en la caracterización global del queso crema; factor clave y requisito indispensable, para tan solo considerar como una opción viable, a dicha estrategia. Es necesario mencionar que no sólo la cuestión técnica es la solución única para alcanzar este propósito, se requiere ser creativo, se debe de asumir una actitud de organización colectiva, que comparta los beneficios de esta misma forma, incluyendo el conocimiento, dirigirlo a todas los integrantes, donde la herramienta clave es la *información*; ésta es elemental para el desarrollo, debe de cuidar su flujo, la forma en que debe de ser transmitida y enriquecida, es esencial lograr que todos la posean y la dominen más allá de una cuestión técnica y hasta donde sea posible, es vital regular las oportunidades y los estímulos para direccionar los esfuerzos según los objetivos de estas pequeñas empresas (Aboites, J., y Dutrénit, G., 1998)

#### **1.4. Algunos trabajos previos**

Villegas y Cervantes (2008) hacen un llamado para el rescate y protección del queso como patrimonio cultural de México; plantean que hay alrededor de 33 clases distintas de quesos genuinos; por mencionar algunos está el queso Chapingo realizado en la UACh, el queso bola de Ocosingo, de Chiapas, el tetilla de Nayarit, el tipo asadero de Oaxaca, el criollo asadero de Morelos, el queso crema de Chiapas y Tabasco, el de poro de Tabasco, el Cotija de Michoacán y Jalisco, así como el queso sierra de Jalisco, de

Guanajuato y Michoacán. Entre los tipos de quesos que se recopilan en el libro existen por lo menos 10 con potencialidades de calidad para lograr una denominación de origen. Los investigadores detectaron quesos en peligro de extinción. Ellos comentan: *“La pérdida de un queso genuino artesanal es un despojo cultural irreversible, porque se pierde el conocimiento de la elaboración de un producto; eso es lo que debemos evitar”*. A la fecha ya se han realizado varias investigaciones en éste sentido: El Queso Cotija, elaborado en la sierra de “Jalmich”, que desde el 2005 el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial le otorgó a la asociación la “Marca Colectiva del queso Cotija con Región de Origen”; en el caso de Chiapas está el Queso Bola de Ocosingo, donde la Universidad Tecnológica de la Selva realizó la caracterización fisicoquímica y evaluó desde el punto de vista microbiológico con vías a estandarizar la calidad del queso; además se hizo una valoración sanitaria del mismo; se ha estudiado al Queso Añejo de Zacazonapan producido en el Estado de México, caracterizándolo desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico, reológico y sensorial; se encontró que estos parámetros varían entre los productores y se encuentran asociados a los diferentes procedimientos de manufactura y la composición de la leche de proceso (Hernández, 2007); por otro lado, también se tienen avances significativos con Queso Poro, del estado de Tabasco, en donde se ha caracterizado dicho queso (González, 2009). El presente estudio tiene por objetivo determinar los cambios en las propiedades fisicoquímicas, viscoelásticas, microbiológicas y sensoriales del Queso Crema de Chiapas, en relación a la composición de la leche utilizada cuando se produce en condiciones distintas y también cuando existen ciertas diferencias en el proceso de elaboración de cada quesería en dos zonas y en dos épocas el año.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Leche

*Es la secreción de las glándulas mamarias que se desencadena con el parto de las hembras de mamífero, es el primer alimento para el individuo que acaba de nacer y el mejor adaptado a sus necesidades fisiológicas. Las características de esta secreción varían los primeros días tras el nacimiento y según las especies animales (Badui, 1999).*

La leche es secretada por la glándula mamaria por células epiteliales que tapizan los alveolos (actinis), conectados por medio de canales (canales galactóforos) que permiten la conducción de leche a la cisterna de la ubre. Las células epiteliales se desarrollan durante la gestación y su actividad, controlada por hormonas peptídicas y esteroideas, se expresa desde el parto. La mayoría de los constituyentes de la leche (lactosa, materia grasa, caseínas, lactoglobulina- $\beta$  y lactoalbúmina- $\alpha$ ) son sintetizados en la ubre a partir de precursores de origen sanguíneo. Los precursores provienen en gran parte de la bioconversión de los elementos que constituyen el alimento (celulosa, almidón, proteínas y lípidos) (Mahuautet *al.*, 2003)

Ocho países concentran más del 50% de producción de leche; el mercado mundial es dominado por pocas naciones y empresas. La producción mundial en el 2006 fue de 549.7 millones de toneladas. En el 2005, el principal país productor de leche fue E.U.A. con un volumen de 74.5 millones de toneladas promedio anual de leche fluida, lo cual representa un 15%, seguido de la India y la Federación Rusa, ambos con un 6.7 %; en

tanto que Alemania y Francia produjeron alrededor del 5.7 y 5.0%, respectivamente. Continuando con Brasil (4.2%), Reino Unido (3.0%), Ucrania (2.8%), Nueva Zelanda (2.5%), Polonia (2.4%), Italia (2.3%), Países bajos (2.2%), Australia (2.0) y México (1.8%), que en el 2006 ocupó el lugar 15. (2)

#### La producción de leche en México

En el 2006, fue un total de 10.1 miles de millones de toneladas y para el 2012 se estimaba un crecimiento acumulado de un 19.2 %, lo que representaría doce mil millones de toneladas. Para el 2007, la producción nacional se estimó de *10, 345.982 toneladas, a un precio promedio por litro de \$4.03, con un valor en la producción de \$41,720,669 (pesos);* mientras que para el 2008 la producción nacional fue de *10,754.678 toneladas.*

Según el servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA, los principales productores de leche en México, en el 2005, con una elevada producción en miles de litros por año, fueron Jalisco: 1,793,579, Coahuila: 1,286,281, Durango: 1,019,227, Chihuahua: 817,919; los de mediana producción fueron: Veracruz: 692,754, Guanajuato: 674,660, Aguascalientes: 375,401, México: 478,211, Hidalgo: 460,773, Chiapas: 353,085, Michoacán: 328,185; y el resto tuvo una producción menor a este número. Se debe considerar que el total de población nacional de bovino para leche fue de: 2, 197,346 cabezas (2). Si contrastamos los datos anteriores, se explica el hecho de que México es uno de los principales importadores de leche en el mundo, ocupando el segundo lugar después de China.

## **2.2. Quesos**

El término “queso” está reservado al producto, fermentado o no, afinado o no, obtenido a partir de las siguientes materias de origen exclusivamente lácteo: leche, leche parcialmente o totalmente desnatada, nata, materia grasa, suero de leche; utilizadas solas o mezcladas y coaguladas totalmente o en partes antes del desuerado, tras la eliminación parcial de la parte acuosa (Mahuautet *al.*, 2003). El queso es el nombre genérico que se le da a una serie de productos lácteos fermentados producidos alrededor del mundo con una gran diversidad de sabores, texturas y formas (Fox *et al.*, 2000).

En general, la fabricación de los quesos comprende cuatro grandes etapas: la estandarización de la leche, la coagulación enzimática y/o láctica (gel), el desuerado, obteniendo cuajada por un lado y por otro el lactosuero y finalmente el afinado o maduración del queso. El queso es el resultado de la concentración de los principales componentes de la leche, (proteínas y materia grasa principalmente) por acción de la acidificación y/o una enzima, siendo la más frecuente, el cuajo, extraído del cuajar de los bovinos jóvenes antes del destete. La preparación de las leches (estandarización) para un producto determinado se basa en referentes definidos por los tecnólogos, según los planos fisicoquímicos y bacteriológicos. La transformación del estado gel (coagulación) difiere por el pH o por enzimas coagulantes. Tras la separación de fases (desuerado), la cuajada sufre o no un afinado específico para cada tipo de queso.

### **2.2.1. Quesos tradicionales mexicanos**

Si bien el queso es un producto, herencia de la transculturización a la llegada de los conquistadores; cuando los monjes mostraban entre sus debilidades el aspecto culinario,

elaboraban quesos en sus monasterios y posteriormente, debido a que los productos que llegaban de España eran pocos y caros, los habitantes de la Nueva España manufacturaban en sus hogares la mayoría de los alimentos que consumían, tales como dulces, conservas, manteca y quesos. Conforme se expandían y crecía su producción, para ese entonces ya motivo de comercio, aumentaba la aceptación mediante la adaptación de nuevas fórmulas sugeridas por las condiciones del lugar, materiales e insumos, influyendo seguramente sobre el largo proceso de adaptación del paladar de los nuevos comensales. Así se sugiere que se haya logrado la transmisión de costumbres cimentadas desde el pasado, de generación en generación lográndose construir una tradición de elaboración de ciertos quesos en nuestro país.

Conforme se consolidó la aceptación del queso, a la par del incremento poblacional, la demanda aumentó y comenzó la industrialización de las queserías, modificándose así la concepción del queso que se tenía, ya que esta nueva modalidad buscaba (y aún busca) disminuir costos para aumentar ingresos. Es aquí donde la tradición más antigua rompe con la visión más predominante; la visión comercial contra la visión de los quesos tradicionales, donde, para estos últimos es importante preservar los métodos ancestrales, evidenciando así un gran contraste entre estos dos.

Actualmente, el tipo de agroindustrias que podrían catalogarse tanto en México como en el mundo, hace referencia a el volumen de leche que se procesa diariamente; considerándose pues como pequeña empresa, aquella que transforma un volumen de 2000 L/día, la mediana 2000-15000 L/día y la gran industria, trata volúmenes mayores a 15000 L/día.

Sin duda hay diferencias; mientras las grandes elaboran un producto bien presentado, homogéneo todo el año, estandarizado en composición y dentro de las normas legales sanitarias vigentes, los pequeños enfrentan problemas constantes de vida de anaquel, presentación, heterogeneidad y sanidad, además en algunos casos, dificultades para la comercialización de su producto.

Evidentemente, los quesos tradicionales mexicanos, en su mayoría, se ubican dentro de la pequeña y mediana industria quesera, los cuales cubren con las siguientes características: son plantas transformadoras de bajo volumen, son innumerables en el país, algunas solo trabajan en forma estacional, disponen de menor nivel tecnológico (equipo obsoleto, predomina el conocimiento empírico, deficiente organización empresarial), incluye la elaboración de productos con leche cruda o bronca; emplean el menor número de aditivos, el control de calidad en materia prima, proceso y productos es muy limitado o inexistente, se enfrenta a mayores problemas de abastecimiento debido a: la escasa organización de productores; presencia de ganado de doble propósito; disponibilidad de forraje dependiendo de la estación; deficientes vías de colecta, es más conservadora; poco sensible a innovaciones y recibe escasa o nula atención por parte del Estado.

El reto es eliminar los elementos que ponen en desventaja a la micro y pequeña industria con respecto a la grande, sin perder la esencia del concepto de queso tradicional.

### **2.3. Características de la industria quesera nacional**

Según una investigación realizada por Álvarez–Macías (2007), algunos rasgos notables de la agroindustria quesera en México son los siguientes:

- Se utiliza la leche para su transformación en queso; tanto bronca (antes de 6 horas a partir de su ordeño), como enfriada y pasteurizada (menos de 24 horas).
- La producción de leche está fuertemente influenciada por la estacionalidad, lo que provoca un cambio de alimentación en las vacas y estrés ante el cambio del clima; esto trae como consecuencia algunos problemas de producción, por un lado la escasez y por otro, el “exceso” de leche durante el año; lo anterior repercute en cómo se utilizan las plantas, la mano de obra, la venta de los productos, etc. La influencia estacional es tanto más marcada cuanto más extremo es el clima. Por ejemplo, en el Trópico mexicano se produce entre dos o tres veces más leche en temporada de lluvias que la de sequía, lo cual acarrea problemas de abasto y de costos de producción.
- Labora paralelamente a la actividad productora de leche durante todo el año a nivel de hato, siendo una actividad muy intensa que requiere mucha dedicación y persistencia, sobre todo para los pequeños productores.
- El acopio de leche proviene de diversos pequeños productores de vacas de la región en cuestión, lo que representa que la leche se homogeneiza al llegar a la planta.

#### **2.4. Características de tipicidad**

Según Caldentey (1996): *“Para considerar típico a un producto, éste debe hallarse ligado espacialmente a un territorio y culturalmente a unas costumbres o modos, con un mínimo de permanencia en el tiempo o antigüedad, y debiendo poseer algunas características cualitativas particulares que la diferencien de otros productos”*; de tal

forma que se puede decir que son necesarios tres factores que pueden articular la tipicidad: *calidad, diferenciación y territorio*”.

Donde la calidad significa carácter, conjunto de propiedades de un producto que permitan identificarlo y distinguirlo de otro producto, sin que tenga que tener necesariamente una connotación de excelencia; en un lenguaje económico; específicamente de mercadotecnia, el elemento determinante de la calidad es la funcionalidad o aptitud, es decir, la adecuación al uso que se vaya a dar al producto

La diferenciación es lo opuesto a la estandarización. Desde el punto de vista del productor, la diferenciación permite la obtención de precios más elevados. Desde el punto de vista del consumidor, la diferenciación produce mayor agrado de satisfacción al adaptarse mejor a los productos a distintos segmentos del mercado: Tanto desde la producción, como desde el reconocimiento de los consumidores, la diferenciación cualitativa que supone la base de la tipicidad parece estar en una gran medida ligada al origen del producto, es decir, al territorio; y con mayor precisión, al *terruño*, el cuál involucra sentidos culturales y afectivos. Se trata de valorar lo local frente a lo global; lo rural, frente a lo urbano; lo endógeno, frente a lo exógeno, lo personal, frente a lo anónimo, lo artesano, frente a lo industrial, en su triple dimensión geográfica, histórica y cultural. (Caldentey, 1996).

Dicho lo anterior, se entiende por queso típico, al queso de calidad, que es característico o representativo de un tipo, con historia y en un contexto cultural de un grupo, país o región; en México se estima que haya alrededor de 30 quesos que cumplen muy bien con este adjetivo, todos ellos genuinos; es decir, que no utilizan ingredientes sustitutos. El número de tipos elaborados con leche pasteurizada es muy limitado, la mayor parte se

elabora con leche bronca o cruda, considerando pues, las características de la industria nacional quesera previamente mencionadas. Algunos tipos de queso son de cobertura ya nacional; como es el caso del queso Cotija o regionales, como lo es el queso crema de Chiapas-Tabasco.

Se puede sugerir como ejemplo de algunos parámetros que le den esta característica de tipicidad al queso: el área de producción, formato y peso, tipo de pasta, tipo de maduración, la microflora característica, proporciones de sus componentes y/o concentraciones específicas de ciertas moléculas provenientes de la dieta de las vacas, así como ciertas características reológicas, fisicoquímicas y sensoriales que diferencien a *tal queso*.

## **2.5. Marca colectiva y Denominación de Origen**

De acuerdo a Granados (2004), la designación de productos agroalimentarios con el nombre de un lugar de producción, en la distribución y venta es una práctica tan antigua como la existencia de los mercados en los que se producían tales transacciones. Al hacerlo, se les confería un valor especial o un mérito particular, reconociéndose implícitamente, la fuerte unión entre el medio natural, a través de factores como suelo, geografía, topografía, clima y cultivos, y el hombre y sus especificidades históricas y culturales expresadas en métodos de producción y transformación, que en conjunto configuran las características propias y la calidad de los productos.

De este modo, el nombre geográfico de la región determinada llega a confundirse con el producto que ahí se originó y es en ese momento cuando se dan las condiciones para su protección y nace el concepto de denominación de origen como una realidad histórica,

cultural, económica y social, que, aunque no haya sido reconocido desde el punto de vista legal hasta entrado el siglo XX, tiene una larga tradición en muchos países, pero especialmente en el mediterráneo europeo.

Las más antiguas de estas designaciones geográficas empezaron con el vino y el aceite de oliva; en el transcurso histórico del desarrollo económico y comercial de la humanidad, su establecimiento físico en un lugar determinado, al igual que el de sus negocios o establecimientos, el aprovisionamiento de materias primas en los propios lugares de fabricación, generaron la necesidad a los artesanos de individualizar sus productos con marcas, generalmente formadas por los nombres geográficos del lugar de fabricación, y siendo dichas marcas con frecuencia propiedad del conjunto de fabricantes de un producto determinado de una misma ciudad o región.

Sin embargo, en esta evolución económica no sólo fue necesario individualizar y diferenciar productos, sino que fue necesario establecer mecanismos de protección y orden, que permita regular los conflictos entre, *“aquellos que deseaban conservar un derecho adquirido gracias a las condiciones climáticas particulares, al tipo de suelos, a las formas de cultivar los productos o de fabricarlos y, por otra parte, aquellos que se esforzaban, sin razón ni derecho, para utilizar injustamente las denominaciones usurpadas a fin de sacar un provecho ilegítimo”*.

Estos productos conocidos como *denominaciones de origen (DO)*, frecuentemente se enmarcan dentro de un concepto más amplio: las *indicaciones geográficas (IG)*, que ya tienen todo un contexto legal bien sustentado.

Las función que cumplen las llamadas Indicaciones de Origen Geográfico (IOG) como elemento dentro de las alternativas de desarrollo rural principalmente para las regiones más desfavorecidas. De esta manera se les reconoce su capacidad para favorecer la

distribución equitativa de los recursos; de contribuir al rescate, valoración y protección de recursos endógenos (patrimonio gastronómico, materias primas, *saberes* y técnicas tradicionales y mano de obra local); de promover las economías regionales por su capacidad de coordinar la cadena de valor agregado a través de pequeñas y medianas empresas a partir de una región geográfica determinada y en torno a un proceso, a un producto y a una calidad. Además colaboraran reforzando los lazos de identidad regional y cultural y en la preservación de tradiciones.

Tal es el caso en la Unión Europea (UE) donde las denominaciones de origen son consideradas como un factor de desarrollo rural y tiene una importancia central dentro las políticas de promoción de calidad de productos agroalimentarios, particularmente de la protección de la especificidad de los alimentos de calidad.

En cuanto a normativas específicas puede decirse que el sistema legal más desarrollado lo tiene la UE, donde tuvo origen el concepto, específicamente en los países mediterráneos, como España, Portugal, Francia, Italia y Grecia, en los que existe una extensa tradición en la valoración y protección de los productos tradicionales y con origen geográfico identificable y los que representan comúnmente signos de identidad cultural (Granados, 2004).

En México, se pueden extrapolar muchas de estas prácticas, no así en aspectos legales; primero se deben de generar las mínimas condiciones a lo interno, para intentar ser favorecido por los apoyos externos y hacer uso de estos conceptos desarrollados bajo condiciones y políticas completamente distintas a las nuestras, sin dejar de considerar las limitantes propias que se generan con los vecinos comerciales, que sin duda, ejercen influencia en muchos de estos aspectos.

Comercialmente, las características diferenciales de dichos productos, junto a los estándares de calidad que con frecuencia deben cumplir, han favorecido su acceso a ciertos segmentos de mercado, en un momento en que la demanda por alimentos y bebidas regionales específicas está en crecimiento. En este sentido, se ha observado que a pesar de la tendencia a la estandarización de los productos agroalimentarios, un importante y creciente sector de los consumidores prefieren los productos artesanales, locales, de sabores y olores particulares y que encierran en sí mismos la tradición del territorio donde se originaron.

Se busca promover el mejoramiento de la calidad de los productos y la aplicación de sistemas de gestión de calidad y trazabilidad. Aunque el factor calidad no está siempre presente en estos casos, cuando estas se conciben dentro de las políticas de mejoramiento de la calidad agroalimentaria, se constituyen en un sinónimo de calidad, que frecuentemente va más allá de la calidad básica referida a la sanidad e inocuidad, para convertirse en una “calidad superior” que se ofrece voluntariamente. Son un medio de otorgar confianza a los consumidores, en cuanto a garantías de origen, tradición, características y calidad (Granados, 2004). Aun así, para lograr aceptación en nuestro país y eliminar elementos que limitan el desarrollo de estos objetivos, es necesario reforzar los puntos que merecen atención: calidad e inocuidad. De ahí la importancia y la necesidad de lograr primero la caracterización del Queso Crema de Chiapas; ya que de no contar con estas características, será muy difícil llegar tan solo al primer punto alcanzable, correspondiente a la marca colectiva.

La experiencia de nuestro país, es que México fue uno de los primeros países en reconocer y fomentar las indicaciones geográficas a través de las denominaciones de origen (DO) y las marcas colectivas (MC), las cuales protegen comercialmente los

productos cuya calidad se vincula con el origen. Por ejemplo, los productores de Queso Cotija, típico de los ranchos de la sierra de Jalmich, realizaron un proceso de certificación con el fin de obtener una DO para lo cual debieron motivar, movilizar e integrar a muchos actores.

En este proceso de certificación se obtuvieron varios logros: el reconocimiento del Queso Cotija, el mejoramiento de la situación de los productores y la coordinación de los actores que intervienen en la cadena productiva. El Queso Cotija de la Sierra de Jalmich obtuvo la M.C. “Cotija Región de Origen” en el 2005, pero no se logró cumplir con la meta final de conseguir la DO y esto debido al conflicto de intereses creado por la existencia de un queso tipo Cotija muy difundido en todo México.

Si bien en México existe un marco legal e institucional para las IG y las DO, éste no es completo y hace falta desarrollarlo más alrededor de los mecanismos de protección de las DO como lo reconoce el mismo Instituto Mexicano de Protección Industrial (IMPI).

Como se mencionó antes, el objetivo de la protección de las DO en México está más vinculado con una visión industrial y comercial de diferenciación en el mercado para obtener ventajas competitivas, lo que predomina sobre la visión que vincula al desarrollo endógeno y territorial y de valorización de una calidad específica relacionada con el origen; esto se debe a que México tiene más del 80% de sus intercambios comerciales con los Estados Unidos, país que no reconoce las DO; lo que obliga a concentrarse al mercado interno.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) definen las características y las condiciones de producción y de elaboración de diversos productos; dichas normas son elaboradas por la Dirección general de Normas (DGN), pertenecientes a la Secretaría de Economía y son consideradas por la Ley de Propiedad Industrial de 1994, como un instrumento idóneo

pero no explícitamente obligatorio para apoyar la definición y la protección de las DO. Existe una NOM para el tequila y otra para el mezcal. En el caso de las DO, se prevé que la aplicación de la norma y la certificación de los productores y procesadores estén a cargo de un Consejo Regulador (CR) que deberá ser acreditado como organismo de verificación y certificación por un servicio del gobierno.

Por otro lado, la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial define el concepto de M.C. como “aquel signo visible que distingue en el mercado los productos y servicios de las asociaciones, sociedades de productores, fabricantes, comerciantes o prestadores de servicios, legalmente constituidas, respecto de los productos o servicios de terceros”; esto según el IMPI (2006).

Aun cuando la M.C. no está explícitamente destinada a la protección de productos con calidad territorial, en la práctica, así se aplica. La ley detalla los procedimientos para su concesión y uso; y los titulares de las M.C. son los grupos de productores o procesadores que las solicitan, quienes además definen sus reglas.

El otorgamiento de las DO y de las M.C. corresponde al Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI), creado en 1993. En el caso de las DO, el IMPI se encarga de su reconocimiento y registro internacional.

De alguna manera podemos decir que sólo las DO de Tequila y Talavera funcionan realmente en la práctica y se manejan según la ley, de hecho, ninguno de los productos registrados con una DO utiliza la mención Denominación de Origen.

En el caso de las M.C., no se especifica nada sobre los procesos de control y certificación, únicamente se obliga a la elaboración de reglas de uso sin más detalles (FAO-IICA, 2008).

## 2.6. El estado de Chiapas

La entidad se ubica en la base del sureste de la República Mexicana (Figura 1), sus coordenadas son 17°59', 14°32' de latitud norte 90°22', 94°14' de longitud oeste, limitando al norte con el estado de Tabasco, al este con la República de Guatemala, al sur con el océano Pacífico y al oeste con los estados de Oaxaca y Veracruz. El estado de Chiapas cuenta con 73,724 kilómetros cuadrados de superficie lo que representa el 3.8 % de la superficie del país. (INEGI, 2007).



Figura 1. Localización del Estado de Chiapas en la República Mexicana.

Su territorio presenta un relieve sumamente variado y prolífico, clasificado en tres provincias fisiográficas:

- La llanura costera del Golfo, al norte del Estado, donde predominan lomeríos con llanuras de reciente formación.
- La sierra de Chiapas y Guatemala, que incluye la Sierra del Norte, la Sierra Lacandona, las Sierras Bajas del Peten, los Altos de Chiapas y la Depresión

Central. Estas zonas están caracterizadas por sierras con vistosas mesetas, cañadas, llanuras y valles.

- La Cordillera Centroamericana, al sur del estado, que comprende las Sierras del Sur, la Llanura Costera y las zonas Frailesca, Sierra, Soconusco e Istmo, Costeña, con sierras altas y laderas escarpadas. Aquí se ubica el volcán Tacana.

Debido a su ubicación y la heterogeneidad de su relieve, Chiapas presenta una gran riqueza de Climas. Varía desde un cálido húmedo al norte del Estado, con lluvias todo el año y una temperatura media de 20° C, hasta los Altos de Chiapas, la zona más fría con un clima templado subhúmedo, lluvias en verano y una media de 14° C. En la vertiente del Pacífico el clima es deliciosamente cálido, con temperaturas de hasta 28° C y abundantes lluvias en verano. (Enríquez, 2010).

## **2.7. Queso Crema**

Es un producto tradicional, cuyo origen se aproxima hacia 1890. Villegas (2003) considera a este queso como “tropical”, lo refiere como *“aquel producto que pertenece al grupo de quesos de pasta blanda, fresca y prensada; se elabora con leche cruda o bronca de vaca (por lo general procedente de ganado de doble propósito, cebú-pardo suizo), entera o parcialmente descremada. En el mercado se presentan piezas de formato pequeño (250 g o 1 kg). Los estados de Chiapas y Tabasco se disputan la “paternidad” de éste producto; su origen se remonta a varias décadas, pero no se tiene precisión de cuánto tiempo tiene presente este producto. La presentación del queso es rectangular, muy atractiva (tres capas de papel; el interior: encerado, la intermedia:*

*estaño y la externa es celofán (rojo o amarillo); existe otra presentación menos común, es de forma cilíndrica con una capa de parafina roja o amarilla”.*

Es importante aclarar que es distinto el queso crema que se elabora en la zona centro y norte del país y el queso crema tropical; a diferencia del primero, éste es de microflora natural y presenta una vida de anaquel que puede prolongarse a varios meses en refrigeración. Se ha hecho un trabajo previo sobre la composición del queso crema, en relación con el tiempo que puede dejarse madurar (cuadro 1).

Se destaca el pH bajo entre 4.5 y 5.0, producto de la prolongada acidificación de la cuajada por acción de la microflora de la leche cruda; motivo por el cual tiene una elevada conservación del queso, aún como en climas tan difíciles como el tropical. La discrepancia en la composición del queso crema refleja, en última instancia, la falta de estandarización de la leche y en el proceso de elaboración.

Cuadro 1. Composición del queso crema tropical, con diferentes edades.

Queso	Edad	H <sub>2</sub> O	Sólidos	Grasa total	Proteína	Cenizas	Sal	pH
		%	%	%	%	%	%	%
1	Menos de 1 mes	48.1	51.8	24.5	21.8	2.6	2.4	4.9
2	Menos de 1 mes	48.1	50.6	22.8	20	3.3	3	4.6
3	2.5 meses	49.6	50.4	20	26.5	3.9	3.1	4
4	2.5 meses	35.5	64.5	35.5	25.8	2.9	2.1	4.2

Fuente: (Villegas, 2003).

El proceso de elaboración del queso crema de Chiapas, se lleva a cabo siguiendo las operaciones: Recepción de la leche cruda, reposo (maduración de la leche), cuajado, corte (rayado) de la cuajada, reposo de la cuajada, levantado de la cuajada, drenado o

desuerado, amasado y salado, moldeado, prensado, desmolde, empacado, etiquetado y conservación.

## **2.8. Normatividad para la calidad del queso**

Desde el punto de vista de la composición, es importante considerar indicadores de calidad, tales como la tasa butírica, sólidos totales, tasa proteica y algunos parámetros fisicoquímicos: como son la densidad y acidez titulable. Se observa que en general, los quesos tropicales no son considerados como tal; sin embargo se toman como punto de referencia para la calidad a la norma NMX-F-092-1970, “Calidad para quesos procesados”, la norma NMX-F-099-1970, que contiene el método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados y la NMX-F-111-1984 “alimentos - lácteos - determinación de sólidos totales en quesos; para cuestiones sanitarias” y también está la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Tampoco contempla como tal al Queso Crema, aun así deben de cumplir con lo que se especifica; incluyendo el hecho de que la leche deberá esta pasteurizada; elemento que no concuerda con los hechos reales.

## **2.9. Atributos importantes en el queso**

El color. De acuerdo a Backhaus y colaboradores (1998), la reflexión en las superficies (colores sustractivos), indica que cuando la luz incide sobre un objeto, su superficie absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras. Sólo las longitudes de onda reflejadas podrán ser vistas por el ojo y por tanto en el cerebro sólo se percibirán esos colores. Es un proceso diferente a luz natural que tiene todas las longitudes de onda, allí todo el proceso nada más tiene que ver con luz, ahora en los colores que percibimos en un objeto hay que tener en cuenta también el objeto en sí, que tiene capacidad de absorber

ciertas longitudes de onda y reflejar las demás. Esto está en función de la concentración de los componentes y su arreglo molecular.

Textura. Este atributo se refiere a una sensación humana de los alimentos, derivada de un comportamiento reológico durante la masticación y la deglución, que involucran a todos aquellos elementos de olor y sabor (Foegeding and Drake, 2007). A pesar de lo complejo, la prueba de doble compresión es el medio instrumental más reconocido para caracterizar la textura de los alimentos sólidos y semisólidos; intenta reflejar la percepción humana de la textura en dos ciclos, los cuales representan a una primera y segunda mordida (Steffe, 1996). Los parámetros estudiados fueron: Firmeza, dureza, resorteo, cohesividad, adhesividad y masticabilidad (Giese, 2003); todos ellos están muy relacionados entre sí. La firmeza es la fuerza a la máxima compresión; es una característica básica, ya que de ésta se derivan otros atributos de textura, tales como la gomosidad y la masticabilidad; la dureza se relaciona con el grado de arreglo o el orden de la estructura; entre más ordenada sea la red proteica y menos fase interdispersa presente (como la grasa), será más dura; o bien, a estas mismas proporciones de fase interdispersa, pero, según el tamaño de partícula, será el comportamiento de dicho atributo. Coloquialmente se interpreta como el grado de “dureza” o de “suavidad”. En cuanto a la propiedad de resorteo, también conocida como plasticidad o elasticidad, se refiere a la capacidad del cuerpo de regresar a su forma original, después de aplicarles una fuerza; describe el carácter viscoelástico de los cuerpos, esto obedece a las diferentes proporciones de los macrocomponentes (Alzagtat, 2002), en cada época del año. Por otro lado, la cohesividad, indica la fuerza de atracción que se da entre todas las macromoléculas; es decir, a nivel molecular, es el equilibrio entre las fuerzas de

atracción y de repulsión que se dan; por lo que una matriz alimentaria, entre más interacciones positivas tengan entre sus macromoléculas, es más cohesiva. En cuanto a la gomosidad y masticabilidad, son atributos que dependen de todos los anteriores; ya que para el primer caso, la gomosidad es el múltiplo de la dureza por la cohesividad; puede ser interpretada coloquialmente como el grado pastoso o harinoso o gomoso; y la masticabilidad es el producto de la gomosidad por la elasticidad. Todos los anteriores explican principalmente el tipo de arreglo final de la red proteica que atrapa al resto de los componentes. Finalmente, la adhesividad, es algo independiente, más bien ésta representa el trabajo necesario para retirar al queso adherido y separarse del plato paralelo, a causa de la fuerza de tensión; se da en ambos ciclos. Habitualmente se identifica como que tan “pegajosa” puede ser una muestra.

Reología. Se sabe que la estructura del gel puede ser vista como una red proteica continua, que es interrumpida por glóbulos de grasa interdispersos. Se considera, desde el punto de vista científico, como una estructura de material bifásico, que se compone de una fase continua gel-proteínica (agua, proteína y sólidos solubles) y de una fase grasa interdispersa (grasa, vitaminas liposolubles, pigmentos, entre otros); esto es conocido como el “Relleno de gel” o “gel lleno” (Filled gel), este modelo explica el papel de la grasa en quesos duros y semiduros. Podemos decir que los valores de los módulos de almacenamiento ( $G'$ ) de los quesos (o bien, redes del gel de relleno), son determinados por: (1) La elasticidad de la red del gel y el volumen de la fase  $\phi$  gel, (2). La elasticidad de las partículas de relleno y el volumen de la fase  $\phi$  de relleno. (3). Las interacciones (o la falta de éstas) entre las partículas de relleno y las redes del gel (Rogers, 2010).

Evaluación sensorial. El análisis sensorial es un método que mide las respuestas humanas ante estímulos externos. Esta ciencia involucra áreas físicas, fisiológicas y psicológicas. Dada la complejidad de ésta área, los análisis instrumentales no siempre tienden a correlacionarse tan fácilmente con las evaluaciones con jueces entrenados; sin embargo, el uso de ambas herramientas permite describir de mejor forma a sistemas tan complejos como los alimentos; en la medida que se logre un mejor entrenamiento con jueces calificados, éstos serán capaces de fungir como instrumentos complejos de medición (Foegeding y Drake, 2007).

#### 2.10. Trabajos previos en relación a la caracterización de quesos

En el caso de los quesos tradicionales en México, la caracterización está enfocada a diferenciar a estos productos por las características originales que definan su tipicidad (IMPI, 2006); en el caso de otras partes del mundo, son otras instancias las que califican esta tarea. En general ha habido diversos estudios que han tenido distintos enfoques en la caracterización de los quesos, desde una perspectiva de evaluación sensorial, reológica, de textura, color y microbiológica; por mencionar varios casos se tiene el estudio sobre las preferencias del consumidor de quesos españoles tradicionales y su relación con las propiedades sensoriales (Bárcenas *et al.*, 2001), también el elaborado por González-Viñas (2001), quien publicó su estudio sobre la evaluación química y sensorial del queso manchego y otras variedades de queso disponibles en el mercado español. Posteriormente, Bárcenas *et al.*, (2003), usaron la evaluación sensorial para medir los cambios sensoriales durante la maduración del queso de cabra elaborado con y sin adición de cultivos iniciadores. También se han hecho estudios reológicos en queso Gouda tratado con altas presiones (Messens, 2000), así como con quesos suaves (Karoui

and Dafour, 2003). Durante el 2007, se realizaron estudios del queso Chihuahua elaborado con leche cruda y pasteurizada (Van Heken *et al.*, 2007) y el efecto de la estacionalidad (Tunick *et al.*, 2007). En cuanto a estudios de textura, se realizó su evaluación con respecto a la composición de determinados quesos franceses (Antoioiu *et al.*, 2000), así como también el análisis de perfil de textura a quesos tratados o no, con alta presión hidrostáticas (Serrano *et al.*, 2005). Por otro lado, se han hecho estudios sobre los cambios del color correlacionados con el cambio de textura del queso Terrincho durante la maduración (Pinho *et al.*, 2004). En lo que se refiere a análisis microbiológico ya se han comparado y caracterizado diversos tipos de quesos; Di Cagono *et al.* (2003) realizaron una caracterización de quesos italianos con Denominación de Origen Protegido y posteriormente se compararon nueve quesos italianos, elaborados a partir de leche de oveja (Coda *et al.*, 2006).

## JUSTIFICACIÓN

Según Cervantes (2008), los quesos mexicanos genuinos, un saber-hacer que se debe rescatar y preservar, poseen una larga tradición, son productos alimentarios que expresan diversidad geográfica y cultural del país y requieren ser REVALORADOS y PROTEGIDOS por que varios de ellos tienden a desaparecer al no poder integrarse a los mercados cada día más competidos. El lograr una protección legal para el Queso Crema de Chiapas, fomentaría la imagen tradicional y auténtica de este producto, jugaría un papel importante en los consumidores, favoreciendo la creación de mercados crecientes y coadyuvaría en incentivar el consumo de dicho queso. La investigación puede beneficiar a los productores integrados en una asociación, ya que al contar con rangos o escalas de las propiedades de sus quesos, podrían pugnar por una protección legal (marca colectiva y/o una denominación de origen) ya que todo lo anterior impacta en la preferencia del consumidor.

Actualmente los productores de Q.C.Ch. se enfrentan a diversas desventajas para lograr una caracterización de su producto, esto por contar con diferencias en la composición de las leches, debido a que su producción se realiza en distintas épocas del año y en diferentes zonas; sumado a ello, también existen ciertas variaciones en los procesos; lo anterior trae como consecuencia que, al contar con propiedades muy dispersas, puede tener una interpretación negativa en la percepción del cliente, esto en términos de inocuidad, calidad y apreciaciones sensoriales. Dicho esto y por la alta variabilidad en su producto, ha sido necesario realizar un estudio que permita caracterizar los amplios

intervalos de los componentes y de las características del queso; de tal forma que a través del análisis de estos elementos, se pueden hacer propuestas que favorezcan las operaciones generales previamente identificadas y clasificadas; siempre respetando los matices de cada proceso, buscando exaltar la calidad y determinando la propiedades de identidad con el fin de explotar los atributos de tipicidad que se identifiquen. La estrategia global de este proyecto para incentivar el consumo del Q.C.Ch. y motivar su permanencia en el mercado, es mediante una protección legal, para lo cual es necesario realizar una carta descriptiva del producto que de elementos para escribir las “reglas de uso” de lo que podría ser una marca colectiva. Es por eso que se debe de fortalecer el expediente que incluya más elementos para documentar la descripción del queso, debiéndose caracterizar las variaciones de las propiedades del Queso Crema de Chiapas en relación a la composición de la leche, misma que depende de la épocas del año y de la zonas en que se produce; observando también el efecto que pueda tener las variaciones de los procesos entre queserías.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los cambios en las propiedades fisicoquímicas, viscoelásticas y sensoriales del Queso Crema de Chiapas (Q.C.Ch.), en relación a la composición de la leche utilizada, al proceso de elaboración de cada quesería en dos zonas y dos épocas del año.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Comparar los quesos provenientes de distintas queserías, de dos zonas de producción de Chiapas, para establecer el rango de variación de sus componentes, en dos épocas del año.
2. Caracterizar al Queso Crema de Chiapas para proveer de información más completa a los productores, que les permita realizar cambios o ajustes en los procesos de elaboración, con el fin de obtener quesos de mejor calidad microbiológica y sensorial. Así como brindar información que les permita explotar los atributos de valor detectados, exaltando su tipicidad y así poder gestionar una protección jurídico-comercial (marca colectiva o denominación de origen).

## **HIPÓTESIS**

La determinación de las variaciones en las propiedades viscoelásticas, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del Q.C.Ch., utilizando diferentes leches, métodos de elaboración en dos zonas y en dos épocas del año, permitirá obtener criterios para la optimización de los diferentes procesos; donde, a través de su análisis, se logrará contribuir con elementos que favorezcan la homologación de ciertas operaciones generales, respetando los matices de cada proceso, exaltando la calidad y ciertas propiedades de identidad, para explotar los atributos de tipicidad observados.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio

Se realizó esta investigación en el estado de Chiapas en algunas de las principales regiones productoras de este queso; el proyecto global consideró tres zonas (figura 2) con los siguientes municipios:

- A) Norte: Reforma, Juárez y Rayón.
- B) Centro: Ocozucuaula de Espinoza, Villa flores y Villacorzo
- C) Costa: Pijjiapan

De las cuales, este estudio abarcó sólo a las zonas norte y centro del estado.

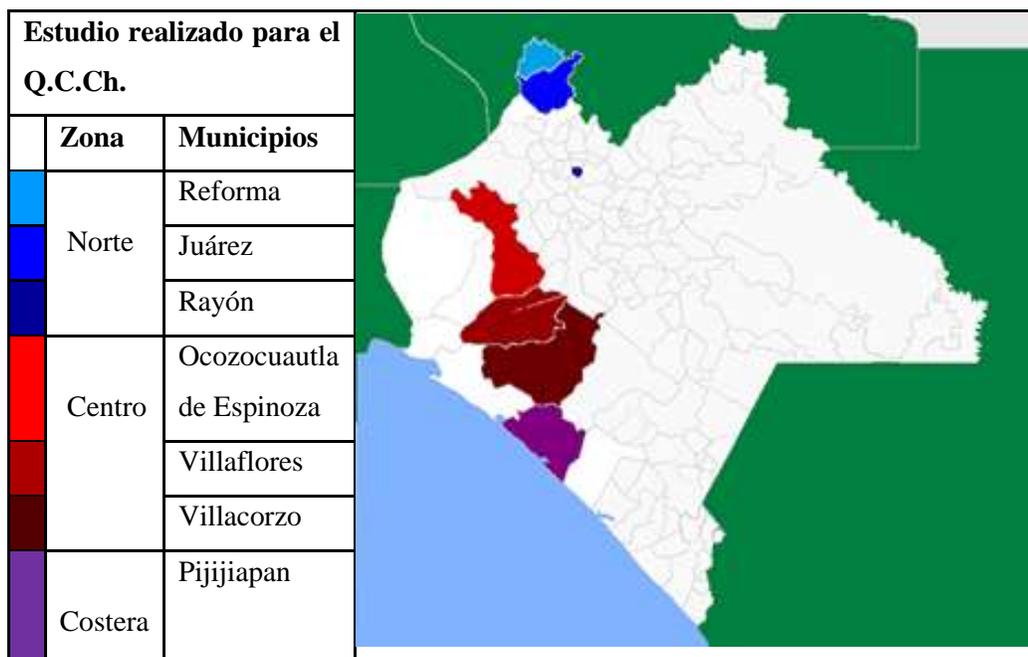


Figura 2.-Municipios incluidos en las zonas productoras en el en el estado de Chiapas.

### 3.2. Descripción de la investigación

➤ Las variables independientes fueron:

a) Factores intrínsecos:

Los componentes y propiedades de la leche utilizada para elaborar Q.C.Ch., mismos que influyeron en la composición final de este queso.

b) Factores extrínsecos:

1.- Tanto las Unidades de Producción (U.P.), que involucra todas las operaciones durante el proceso de elaboración del queso.

2.- Época del año (E.A.): Época de Lluvias (E.Ll.) y Época de Secas (E.Se.)

3.- Zona de Producción: Zona Centro (Ce) y Zona Norte (No).

➤ Por otro lado, las variables dependientes corresponden a las propiedades y características del Q.C.Ch.: fisicoquímicas, químicas, viscoelásticas, microbiológicas y sensoriales.

### 3.3. Materiales de estudio: Leche y Queso Crema del Estado de Chiapas (Q.C.Ch.)

La leche provino de distintos ranchos, con proveedores perfectamente identificados laborando desde hace varios años, avalados por cada unidad de producción; es decir, los queseros usualmente monitorean la leche de sus proveedores, con algunas pruebas muy básicas, tales como la densidad, hacen revisiones ocasionales del tipo sensorial que califican el aspecto, olor y sabor; así como la limpieza de los contenedores. De esta forma empírica, en su mayoría logran detectar algún inconveniente de calidad. Esto se lleva a cabo mediante una logística que involucra diariamente la recolección de la leche a través de un recorrido por rutas y rangos de horarios definidos por cada uno de los

ranchos productores de la leche. Esta colecta termina en cada quesería, donde existen áreas de recepción que bombean el líquido hacia un tanque de acero inoxidable, el cual es debidamente filtrado y mezclado; con esta leche se elaboró, bajo los métodos tradicionales y ordinarios, al Q.C.Ch. Las muestras de queso utilizadas en el presente trabajo fueron seleccionadas de manera aleatoria de uno de los lotes de producción de cada una de las queserías, el procedimiento de muestreo se llevó a cabo de la misma manera en la temporada de lluvias y la de secas, considerando las mismas queserías.

#### **3.4. Selección de queserías, muestreo del Queso Crema de Chiapas (Q.C.Ch.) y su recolección**

A principio del año 2010, en el mes de enero, se efectuó un viaje de 10 días para recopilar la información que permitió contextualizar el objetivo y seleccionar a las queserías (unidades de producción); para ello fue necesario considerar lo siguiente: Características de la zona de interés (localización, geografía, clima, uso de suelo, hidrografía, entre otros), contacto con productores (formas de organización, comunicación, contactos, entre otros), organizaciones existentes que se relacionan con el proyecto (tipo de colaboración, aportación, tratos, papeles que desempeñan, entre otros) así como también las características de las queserías (Enríquez, 2010).

Los productores de queso seleccionados fueron aquellos que utilizaron volúmenes de producción superiores a 90 litros de leche, que tuvieran por lo menos 10 años de tradición en la producción del queso y que pertenecieran a la Asociación de Procesadores de Queso Crema Chiapas. S.P.R. de R.L. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Criterios de selección de queserías para el estudio del Q.C.Ch.

<b>Quesería/ Código</b>	<b>Zona/ Municipio</b>	<b>Años produciendo</b>	<b>Volumen de producción (L/día) Secas/Lluvias</b>
CeQ1	Centro/Villacorzo	11	500
CeQ2	Centro/Villaflores	25	500
CeQ3	Centro/Ocozococuatla	50	125-200
CeQ4	Centro/Ocozococuatla	50	165-300
NoQ1	Norte/Rayón	70	100-150
NoQ2	Norte/Rayón	17	90-160
NoQ3	Norte/Juárez	10	3000-4000
NoQ4	Norte/Reforma	40	250-300

Donde Ce; denota a la zona centro y No, a la zona norte y  $Q_n$ , corresponde al queso elaborado en “n” unidad de producción. El productor más joven tiene 11 años produciendo y el más antiguo cuenta con 70 años de tradición familiar. Todos corresponden a la clasificación de *pequeños productores* con gran tradición en el ramo del Q.C.Ch.

De esa forma el estudio se hizo mediante un muestreo dirigido, con un total de ocho queserías distribuidas en dos zonas del estado; siendo la denominada “Zona Norte” (No), que incluyó a los municipios de Reforma, Juárez y Rayón; mientras que en la llamada “Zona Centro” (Ce), incluyó a los Municipios de Villacorzo, Villaflores y Ocozocuatla. La investigación se llevó a cabo en dos épocas distintas: la correspondiente a la de “Época de Lluvias” (E.Ll.), en Agosto 2010 y la “Época de Secas” (E.Se.), en abril 2011. Las muestras representativas de cada quesería, como se mencionó anteriormente, se obtuvieron de manera aleatoria a partir de leche trazable desde los ranchos, hasta la tina de recepción, con la respectiva manufacturación del queso identificado por dicho lote. Al término de la producción de cada uno de éstos, de acuerdo a las formulaciones y procesos de cada quesería, los quesos contaban con el mismo tiempo de elaboración y

las muestras fueron colectadas en el menor tiempo posible, con guantes, cubre boca, bata, torundas con desinfectante y bolsas para guardar cada una de las muestras por separado; el contenedor se mantuvo perfectamente limpio y los quesos con su empaque original, en lo posible se evitó tener contacto con la luz, las muestras se transportaron y se mantuvieron, de acuerdo a las condiciones usuales en las que se encontrarían antes y después de su venta. Debido a que queso es consumido en un tiempo menor a 15 días, su caracterización fisicoquímica, reológica, textural, microbiológica y sensorial, fue realizada en ese mismo periodo; mientras que la caracterización con el análisis químico proximal se hizo con muestras congeladas.

### **3.5. Métodos**

#### **3.5.1. Análisis químico proximal y fisicoquímicos de leche**

Se determinaron los siguientes componentes: % de proteína, caseína, grasa y lactosa; y de las propiedades físicoquímicas se determinó: el punto de congelación y la densidad; esto mediante el equipo MilkoScan FT120, tipo 71200, Dinamarca y el análisis de datos con el software Milkoscan FT 120. Donde la leche se conservó con 0.07 g  $K_2Cr_2O_7$ /L de leche.

#### **3.5.2. Análisis fisicoquímicos del queso**

- Actividad acuosa, ( $A_w$ ): Esta propiedad termodinámica se determinó con el equipo AcuaLab®, Decagón, WA, EE.UU.
- pH: se determinó con potenciómetro (Hannainstruments, Italia; Microprocessorlogging pH meter, HI 98230), calibrado con buffer (perphect®) pH 4 y 7.

- Análisis colorimétrico

Se realizó con un espectrofotómetro MiniScan 45/0 LAV (HunterLab, Hunter Associates Laboratory, EE.UU.). Para calcular el tono y pureza del color; se midieron los valores de Luminosidad,  $a^*$ ,  $b^*$  y el índice de amarillamiento (YI D1925/C) utilizando la escala CIELAB, con  $D_{65}$  como iluminante y un ángulo del observador de  $10^\circ$ .

### 3.5.3. El análisis químico proximal del queso (AQP)

Se determinó a cada una de las muestras el porcentaje de: 1) humedad, por el método de secado en estufa Isotemp<sup>®</sup> oven, modelo 615F, EE.UU. (Nielsen, 2003), 2) de grasa, por el método Soxhlet, usando el equipo Xoxtecsystem HT 1043, ExtractionUnit, Tecato<sup>®</sup> (James, 1999), 3) de proteína cruda por el “método de Kjeldahl”; método AOAC, OfficialMethod 2001.11 y 4) de cenizas, por el método cenizas totales o calcinación, con horno Wisconsin, EE.UU (Kirk *et al.*, 1996). Utilizando las cenizas obtenidas previamente, se determinó la concentración de minerales de  $Ca^{2+}$  y  $Na^+$ , mediante espectrofotometría de absorción atómica, con un equipo Perkin Elmer<sup>®</sup>, intensitron TM lamp (Calcio y Sodio), EE.UU., se usó gas acetileno para la combustión. Para el caso del  $Ca^{2+}$ , se tomaron lecturas en muestras de la E.Ll. a una dilución 1:500 (v/v), en una  $\lambda=425.9$  nm. y para el ión  $Na^+$ , la dilución fue de 1: 5000 (v/v), en una  $\lambda = 589$  nm.; mientras que para la E.Se., en ambos casos, la dilución fue de 1:5000 (Fick; *et al.*, 1979).

#### **3.5.4. Análisis de perfil de textura**

Se determinaron los siguientes parámetros de perfil de textura: Firmeza, adhesividad, cohesividad, resorteo, y masticabilidad del queso; esto fue con un texturómetro TA-XT2i (Stable Micro Systems; Surrey, U.K.), con una celda de carga de 5 kg y el software *TextureExpert versión 7.15 H*. Para ello fue necesario obtener una muestra de forma cilíndrica de 2 cm de diámetro y 1 cm de altura; donde las muestras fueron comprimidas uniaxialmente a una deformación de un 50%, utilizando un disco de acrílico de 35 mm de diámetro, controlando las velocidades de pre-ensayo, ensayo y post-ensayo del cabezal de  $1 \text{ mm s}^{-1}$ . (Anexo 1. Diagrama 1).

#### **3.5.5. Análisis reológico**

Se cortaron muestras cilíndricas de queso de 50 mm de diámetro, con 0.5 mm de altura; a partir de ello, se llevaron a cabo mediciones dinámicas oscilatorias de baja amplitud en un reómetro PaarPhysica MCR 301 (PhysicaMesstechnik, Stuttgart, Alemania), con una geometría rugosa de plato paralelo de 50 mm de diámetro. Con objeto de controlar la fuerza ejercida por la geometría sobre las muestras de queso, se ajustó la fuerza normal a  $0.5 \pm 0.01 \text{ N}$ . Para determinar la zona viscoelástica lineal, se llevaron a cabo barridos de amplitud de 0.01 a 100 % de deformación, a una frecuencia de 5 Hz y barridos de frecuencia desde 0.001 a 100 Hz, con una amplitud de 0.1 %.

Se determinaron los módulos de almacenamiento ( $G'$ ), módulo de pérdida ( $G''$ ) y el factor de pérdida ( $\tan \delta$ ) de cada uno de los quesos (Anexo 1, Diagrama 2).

### **3.5.6. Análisis microbiológico del queso**

Cuenta total de mesófilos aerobios y cuenta de coliformes totales: Estas pruebas se llevaron a cabo en placas Petrifilm™-3M-; cada uno realizado con su respectivo medio de cultivo. La muestra se preparó a partir de 10 g de queso recientemente desempacado, los cuales fueron depositados en frascos previamente esterilizados con 90 mL de agua. A partir de ésta disolución, se tomó una alícuota de 1 mL, y se colocó en un tubo que contenían 9 mL de agua estéril; de la misma manera se hicieron hasta cinco diluciones decimales más. Para la siembra, se inoculó un mililitro de cada dilución en las respectivas placas. (Metodología no publicada, propuesta por el M.C. Armando Santos, departamento de Agroindustrias, U.A.Ch. México-Texcoco. 2011). Las placas con bacterias mesófilas aerobias, se incubaron por 48 h a 33 ° C, la cuenta en placa fue con un intervalo de sensibilidad de 25 a 250 colonias/placa; mientras que para las bacterias coliformes totales fueron incubadas durante 24 h a 33 °C .con un intervalo de sensibilidad: 15 a 150 UFC/placa. El reporte correspondió a log UFC g<sup>-1</sup> de muestra.

Nota: Tanto para los quesos seleccionados de la época de lluvias y de estiaje, todas las pruebas se realizaron por triplicado.

### **3.5.7. Análisis sensorial**

Análisis descriptivo. Selección y entrenamiento de panelistas. Se realizó una convocatoria para los estudiantes de origen chiapaneco, en la Universidad Autónoma de Chapingo, para conformar a un grupo de jueces entrenados y así describir al Q.C.Ch., asistieron un total de 30 personas, de las cuales fueron seleccionadas 9 panelistas (6 mujeres y 3 hombres, con edades de 21 a 24 años).

La elección de los jueces se hizo mediante pruebas triangulares y el análisis secuencial correspondiente, considerando a un  $\alpha = 0.05$ ,  $\beta = 0.05$ ,  $p_0 = 0.333$ ,  $p_1 = 0.666$  y  $p_d = 0.5$ . Una vez conformado el panel de jueces, se programaron sesiones de entrenamiento con una duración aproximada de 30 h; en estas, lograron familiarizarse con la metodología, se definieron y consensuaron los atributos de estudio, homogeneizaron el lenguaje, se seleccionaron los productos que fungieron como referencias y en algunos casos sus concentraciones, acordando las magnitudes y escalas respectivas de cada atributo. Durante todo el proceso se procuró trabajar bajo condiciones uniformes. A pesar de que inicialmente se identificaron un número muy amplio de atributos de apariencia; sabor, aroma, sensaciones y textura en boca, se logró reducir el número de variables, al identificar a aquellos atributos que mostraron elevadas correlaciones, identificadas por un análisis de componentes principales; también se eligieron aquellos que, aunque presentaron baja correlación, mostraron una diferenciación notoria entre los tres quesos de prueba presentados y también fueron seleccionados aquellos atributos que resultaron ser evidentemente característicos en todos los quesos.

Una vez terminado el entrenamiento se hizo la evaluación de muestras, usando las escalas previamente definidas de 15 cm, donde 0 representó la ausencia del atributo y 15 refirió al atributo extremadamente fuerte.

Prueba afectiva. Para determinar la quesería y la zona de mayor aceptación de este queso, se realizaron pruebas de aceptación con consumidores, usando

escalas hedónicas para determinar el nivel de agrado, tanto de cada atributo, como el de la aceptación global.

En todas las evaluaciones antes mencionadas, fueron de acuerdo a las metodologías presentadas por Hernández (2007) y en cada una de ellas, se procuró la homogeneidad de las muestras en lo que se refiere a presentación, dimensiones, codificación con tres dígitos de forma aleatoria, en horarios similares, entre otros.

### **3.5.8. Análisis estadístico**

La unidad experimental fue una pieza de queso crema de Chiapas de 1 kg, proveniente de cada unidad de producción (U.P.). Para los resultados químicos, fisicoquímicos y microbiológicos se ajustaron a un diseño de parcelas divididas (Martínez, 1994), con arreglo anidado (Lawson, 1992), se realizó un análisis de varianza para identificar diferencias estadísticas con una  $p \leq 0.5$ , el cual abarcó la comparación de medias de cada parámetro con las cuatro unidades de producción en las dos zonas en cada época del año; también permitió comparar las medias entre regiones; esto se realizó con el paquete estadístico SAS ® versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC). Para ello se utilizó el programa presentados en el Anexo 4, aplicado en ambas épocas del año. Es necesario mencionar que cuando se usan parcelas divididas, con arreglo anidado, la comparación de medias entre regiones no es directa, por lo que se aplicó la prueba de hipótesis usando el cuadrado medio (MS) Tipo III para muestra (región) como un término de error.

En cuanto al análisis sensorial el monitoreo y selección definitiva de los panelistas, se realizó mediante un análisis de componentes principales (ACP)

(Vega, 2010) y una vez que se contó con dichos jueces, durante el entrenamiento se utilizó éste mismo método, ahora para reducir el número de atributos que fueron usados para el análisis descriptivo. Para éste último, se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo de parcelas divididas (Lawson, 1992), con 8 unidades de producción, con 9 panelistas (bloques) y tres repeticiones. Se usó el programa SAS.

- Para la prueba de aceptabilidad, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde los bloques fueron los panelistas (Martínez, 1994). La comparación de medias se realizó mediante la diferencia mínima significativa (DMS).
- Las correlaciones entre ciertas combinación de grupos, se llevó a cabo mediante la regresión de cuadrados mínimos parciales (RCMP o en sus siglas en inglés PLS); inicialmente de tipo 2, para identificar y elegir a las variables con elevada correlación y posteriormente se aplicó a estas la regresión de cuadrados mínimos parciales de tipo 1 (Vega, 2010), esto mediante el programa Unscrambler V9.8.

## 4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis químico proximal y fisicoquímicos de la leche

En los cuadros 3 y 4 se presenta el análisis químico y fisicoquímico de la leche utilizada en las diferentes queserías. Se observó que las leches provenientes de las distintas U.P., en cada una de las épocas del año, presentan diferencias significativas en su composición. En el Cuadro 3, se observa que para los componentes de las leches, en época de lluvias, la proteína mostró diferencias entre sus medias, excepto por las leches NoQ2 y NoQ3; quien presentó menor proporción de proteína fue la leche CeQ1 y de mayor fue el NoQ1; de esta proteína se cuantificó la caseína, al comparar las leches, se presentaron los siguientes pares de leches CeQ2- CeQ3, NoQ2 - NoQ3 y CeQ4 y NoQ4, donde no hubo diferencias significativas dentro de cada par, pero si la hubo entre éstos y con el resto de los quesos. La NoQ1 fue la leche quien presentó mayor magnitud y las leches NoQ2 - NoQ3 fueron las que presentaron la menor. Por otro lado, la grasa, también presentó gran variabilidad entre leches, aunque entre los pares CeQ2-NoQ4 y NoQ2-NoQ3 no hubo diferencias significativas, si las hubo entre éstas y el resto de los quesos; fue a leche NoQ1 quien presentó mayor magnitud y la de menor fue la CeQ1. Finalmente, en cuanto a la lactosa se refiere, se muestra que también hubo diferencia entre sus medias, excepto entre el par CeQ3 – CeQ4; quien presentó mayor valor entre todos las leches, fue la CeQ2 y la de menor fue la NoQ1. Con respecto a la época de secas, la cantidad de proteína mostró diferencias significativas entre cada leche de cada U.P. ( $p \leq 0.05$ ); siendo la leche CeQ3 - CeQ4 - NoQ1 - NoQ3 con mayor proteína y el par de leches CeQ1 - CeQ2 que no presentó diferencias entre sus medias, fueron quienes contenían la menor cantidad; en cuanto a la cantidad de caseína, se presentó una mayor

variabilidad entre cada leche, donde se formaron los siguientes grupos: CeQ1 –CeQ2; CeQ3 – NoQ1, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue el de la quesería CeQ4 y el par CeQ1 - CeQ2, quienes no mostraron diferencias significativas entre ellas, fueron los que presentaron el valor más pequeño. Para la cantidad de grasa, las leches CeQ1, CeQ2, CeQ3, CeQ4, NoQ1, NoQ3 y NoQ4 no mostraron diferencias significativas entre ellas, pero mostraron magnitudes mayores con respecto al par CeQ1 y NoQ2, quienes a su vez no presentaron diferencia significativa. En cuanto a la lactosa, las leches de las queserías CeQ4, NoQ1, NoQ2 y NoQ4 no presentaron diferencias significativas y éstas a su vez fueron mayores con respecto al par CeQ1 - CeQ3, quien no presentó diferencia significativa entre sí. Al comparar los contenidos de proteína, grasa y caseína entre las zonas norte y centro, no presentaron diferencias, pero sí la hubo en la lactosa, en la cual E.Ll. tuvo el valor más alto. Al confrontar los parámetros entre épocas y considerando ambas zonas; para E.Ll. se observó en todos y cada uno de los componentes, que los valores fueron mayores en E.Se. (Anexo 2, Cuadro 1) esto sugiere que en épocas de estrés, el metabolismo del animal ajusta a un mínimo necesario de producción de estos macrocomponentes (Álvares–Macías, 2007); esto se debe a la mayor disponibilidad de alimento, ya que la mayoría se alimenta por libre pastoreo, lo cual favorece al metabolismo e incrementa las cantidades de nutrientes que serán destinados para la síntesis de leche. Hablar de distintas épocas de producción, representa diferencias en la humedad relativa dada por las lluvias, lo que trae como consecuencia un ambiente más fresco, de menor temperatura y con pastos abundantes, lo que se traduce en mayor alimento disponible y de mejor calidad para el ganado.

Cuadro 3. Análisis químico de la leche utilizada en las diferentes queserías en las dos temporadas del año. (medias  $\pm$  desviación estándar).

	Lluvias				Secas			
Tratamiento	Composición de leche ( $\mu \pm \sigma$ )				Composición de leche ( $\mu \pm \sigma$ )			
Leche	Proteína %	Caseína %	Grasa %	Lactosa %	Proteína %	Caseína %	Grasa %	Lactosa %
CeQ1	3.12 $\pm$ 0.01 a	2.55 $\pm$ 0.0 a	3.04 $\pm$ 0.05 a	4.90 $\pm$ 0.01 a	3.12 $\pm$ 0.06 a	2.42 $\pm$ 0.07 a	2.74 $\pm$ 0.30 a	4.59 $\pm$ 0.15 a
CeQ2	3.36 $\pm$ 0.01 b	2.75 $\pm$ 0.01 b	3.65 $\pm$ 0.05 b	4.92 $\pm$ 0.01 b	3.15 $\pm$ 0.02 a	2.49 $\pm$ 0.01 a	3.58 $\pm$ 0.02 b	4.65 $\pm$ 0.04 b
CeQ3	3.40 $\pm$ 0.01 c	2.74 $\pm$ 0.01 b	3.54 $\pm$ 0.02 c	4.81 $\pm$ 0.0 c	3.42 $\pm$ 0.01 b	2.70 $\pm$ 0.01 b	3.96 $\pm$ 0.02 b	4.6 $\pm$ 0.09 a
CeQ4	3.53 $\pm$ 0.02 d	2.85 $\pm$ 0.02 c	4.01 $\pm$ 0.07 d	4.82 $\pm$ 0.01 c	3.44 $\pm$ 0.01 b	2.74 $\pm$ 0.01 c	3.68 $\pm$ 0.05 b	4.72 $\pm$ 0.02 c
NoQ1	3.63 $\pm$ 0.01 e	2.90 $\pm$ 0.01 d	4.17 $\pm$ 0.07 e	4.72 $\pm$ 0.01 d	3.39 $\pm$ 0.01 b	2.73 $\pm$ 0.0 b	3.68 $\pm$ 0.12 b	4.79 $\pm$ 0.02 c
NoQ2	3.27 $\pm$ 0.01 f	2.61 $\pm$ 0.01 e	3.44 $\pm$ 0.02 f	4.80 $\pm$ 0.01 f	3.37 $\pm$ 0.01 c	2.67 $\pm$ 0.01 d	3.04 $\pm$ 0.02 a	4.72 $\pm$ 0.07 c
NoQ3	3.26 $\pm$ 0.01 f	2.60 $\pm$ 0.0 e	3.39 $\pm$ 0.02 f	4.73 $\pm$ 0.0 d	3.40 $\pm$ 0.13 b	2.66 $\pm$ 0.10 e	3.62 $\pm$ 0.67 b	4.6 $\pm$ 0.1 b
NoQ4	3.56 $\pm$ 0.01 g	2.84 $\pm$ 0.01 c	3.67 $\pm$ 0.01 b	4.76 $\pm$ 0.01 g	3.28 $\pm$ 0.01 d	2.61 $\pm$ 0.01 f	3.65 $\pm$ 0.10 b	4.7 $\pm$ 0.05 c
Intervalo:	[3.12 - 3.63]	[2.55-2.90]	[3.04 - 4.17]	[4.72 - 4.92]	[3.12 - 3.44]	[ 2.42 - 2.74 ]	[2.74 - 3.96 ]	[4.6 - 4.79]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Cuadro 4. Análisis fisicoquímico de la leche utilizada en las diferentes queserías en las dos temporadas del año. (medias  $\pm$  desviación estándar).

	E.A. Lluvias		E.A. Secas	
Tratamiento	Propiedades		Propiedades	
Leche	P. Cong. (-) $^{\circ}$ C	$\delta$ (g/mL)	P. Cong. (-) $^{\circ}$ C	$\delta$ (g/mL)
CeQ1	0.54 $\pm$ 0.0 a	1.031 $\pm$ 0.0 a	0.55 $\pm$ 0.01 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
CeQ2	0.57 $\pm$ 0.0 b	1.032 $\pm$ 0.0 b	0.53 $\pm$ 0.0 b	1.03 $\pm$ 0.0 a
CeQ3	0.56 $\pm$ 0.0 c	1.031 $\pm$ 0.58 a	0.54 $\pm$ 0.01 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
CeQ4	0.57 $\pm$ 0.0 b	1.031 $\pm$ 0.0 a	0.56 $\pm$ 0.0 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
NoQ1	0.56 $\pm$ 0.0 c	1.031 $\pm$ 0.0 a	0.55 $\pm$ 0.0 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
NoQ2	0.55 $\pm$ 0.0 d	1.031 $\pm$ 0.0 a	0.55 $\pm$ 0.01 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
NoQ3	0.55 $\pm$ 0.0 d	1.030 $\pm$ 0.0 c	0.55 $\pm$ 0.02 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
NoQ4	0.56 $\pm$ 0.0 c	1.031 $\pm$ 0.0 a	0.55 $\pm$ 0.1 a	1.03 $\pm$ 0.0 a
Intervalo:	[0.54 - 0.57]	[1.030 - 1.032]	[0.53-0.56]	[ 1.03 ]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Por otro lado, referente a las propiedades fisicoquímicas, punto de congelación y densidad de la leche (Cuadro 4), se observó que los valores corresponden a los intervalos ordinarios de la leche entera de vaca (Madrid, 1990) teniendo, para ambas épocas, los puntos de congelación muy bajos con respecto al límite inferior reportado.

En términos generales, al comparar la leche de cada U.P., se observó que el punto de congelación presentó un mínimo de diferencias entre las leches de las queserías; tanto en época de lluvias, como en secas; de la misma forma se comportó la densidad; aunque sólo para la época de lluvias, ya que en secas, fue muy constante; los resultados anteriores pueden estar relacionados con el comportamiento del metabolismo de las vacas, el cual ajusta la proporción de sólidos totales sobre el volumen de la leche, factor determinante tanto para la densidad, como para el punto de congelación; siendo más estricto en época de estrés (menor cantidad de alimento).

No se presentó diferencia significativa en las propiedades, tanto del punto de congelación, como en las densidades al compararse entre ambas zonas; esto aplicó tanto para la E.Ll., como para la E.Se. Entre épocas, tampoco hubo diferencia alguna de los valores de las propiedades, considerando ambas zonas (Anexo 2, Cuadro1).

Las variaciones en la composición de la leche y sus propiedades fisicoquímicas de las distintas unidades de producción se deben a que cada quesería tiene proveedores diferentes, los cuales cuentan con diferente infraestructura, distintos formas de procesar la leche, diferentes tiempos de entrega (lo cual influye en la acidez y cuenta microbiana (Enriquez,2010); así como factores tales como la estacionalidad (Álvares–Macías, 2007), la ubicación geográfica, tipo de suelo, humedad, tipo de raza (cebú, cebú-suizo

americano, suizo americano, cebú-holstein-friesian) y en cuanto a la alimentación del ganado, este es abastecido por libre pastoreo; y en algunos casos, como en la quesería NoQ4, donde se hace la combinación con ciertas fuentes de nitrógeno, tales como la “pollinasa” durante el ordeño, la cual podemos decir, que se trata de una práctica generalizada.

Todo lo anterior sin duda repercute en la composición de la mezcla final de leches con la que cada quesería elaboró su producto e influyó en la composición del queso, en sus propiedades y atributos finales. Estas diferencias, establecerán un rango amplio de propiedades que finalmente describirán al Q.C.Ch. (Alvares *et al.*, 2010).

#### **4.2. Unidades de producción (U.P.) - procesos de elaboración del Q.C.Ch.**

Las Unidades de Producción, como se reporta en el trabajo realizado en el viaje de sondeo (Enríquez, 2010), cuentan con distinta infraestructura y recursos, lo que les favorece, o no, al intercambio de información para la innovación, materiales, equipo, entre otros. Sin embargo, el “saber hacer” del queso tradicional permanece, ya que el procedimiento en esencia es el mismo para todas las queserías; sólo que cada una varía las condiciones en cada parámetro. A continuación, en el Cuadro 5, se presentan las operaciones que se llevan a cabo durante el proceso de elaboración del Q.C.Ch. y un análisis de los efectos de las condiciones que se tienen en cada una de ellas.

Cuadro 5. Condiciones durante el proceso de elaboración del Q.C.Ch.

<b>Etapa</b>	<b>Condiciones para obtenerlo</b>
<b>Maduración de leche</b>	0 a 3 h No.: 25 - 35 °C Ce.: 33 – 38 °C
<b>Cuajado</b>	Cuajo líquido de origen microbiano: (varias marcas) 50 a 100 x 10 <sup>-3</sup> ppm, pH = (6.3 – 6.5), Acidez 16 a 24 °D y Temperatura de 30 a 34 °C
<b>Reposo de cuajada, dormido o chedarización</b>	8.5 a 15 h a Temperatura ambiente
<b>Cortado o quebrado</b>	Con cuchillo o pala fina de madera: T <sub>cuajada</sub> : 28 - 32°C Dimensión del corte: 5 –17.5 cm
<b>Manteado</b>	En mantas o bolsas de algodón o costales de rafia. Con tiempo de levantado: 13 – 22 h T: 26 – 32 °C pH: 4.1 – 5.1
<b>Desuerado</b>	Por drenado y auto compresión, entre 2 a 6 h. El suero final dio una acidez de: 54 a 87 °D.
<b>Amasado y salado</b>	Con 7-10 % de sal en cuajada húmeda, a una T de 23 a 32 °C y un pH desde 4.3 a 4.7; existiendo dos U.P con pH's extremos en 3.9 y 5.1.
<b>Moldeado</b>	En moldes cuadrados o rectangulares de madera o en algunos casos de acero inoxidable. T: 23 a 32 °C y pH desde 3.9 hasta 5.1
<b>Prensado</b>	En presas: a) Tornillo de acero inoxidable (PTAI), b) Prensa de tornillo de madera (PTM) o c) Prensa con tabla de madera y piedras (PTM) Desde 1.5 h hasta 22 h.
<b>Desprensado y desmolde</b>	Se descompresiona el queso transcurridas 41.5 a 46 h , a partir del inicio de elaboración del queso. Un caso excepcional lo hizo a 20 h. A T: 21 a 27°C y un pH 4.1 a 4.8
<b>Acondicionado</b>	Desbordado, se hace con cuerda fina de acero inoxidable o con hilo plástico fino.
<b>Envuelto</b>	En zona No y zona Ce. Se envuelve en una película plástica todo el queso y posteriormente se deposita la etiqueta sin que tenga contacto directo, asegurándola con otra capa del mismo material plástico. En zona Costera, se hace con tres capas: papel encerado, estaño y celofán
<b>Empacado</b>	En cajas de cartón o plástico.
<b>Conservación</b>	En lugar fresco o refrigeración
<b>Maduración "involuntaria"</b>	En anaquel

Los intervalos de los parámetros medidos fueron proporcionados por Ing. AI. Carlos Suárez M. (Posgrado CyTAI-UACH. 2011, datos no publicados).

De acuerdo al cuadro anterior y con base a las variables medidas durante el trabajo de Suárez, 2010 (Anexo 3. Operaciones durante el proceso de elaboración), al comparar cada operación, se hace evidente que existe un amplio rango de cada uno de estos parámetros; lo que significa que, al seguir la historia del proceso de cada quesería, se observó que cada una tiene sus propios matices; por mencionar los más evidentes está la cantidad de cuajo adicionado, el tiempo de chedarización, el tiempo en el cuál se levanta la cuajada y la acidez del suero, ésta última depende de las operaciones anteriores, entre otras (Figura 3); estas diferencias repercuten en las variaciones de las propiedades y atributos finales del queso.

#### **4.2.1. Efectos durante las operaciones, en el Q.C.Ch.**

Considerando que en cada lugar, las condiciones ambientales no son iguales (temperatura y humedad relativa), existen diferencias en las formas y rutas de recolección, en los tiempos de maduración, de reposo de la leche, reposo de la cuajada, levantado, los diferentes momentos en el que se realiza el amasado, el desmolde; así como el tipo y cantidad de cuajo, las diferencias en el tamaños del corte, el hecho de pasar o no a través de una malla para afinar la masas, el tipo de prensa y cantidad de presión aplicada, entre otros (Figura 3) ; todas y cada una de estas diferencias, con sus combinaciones, repercuten en cada uno de las magnitudes de los parámetros fisicoquímicos, viscoelásticos y sensoriales.

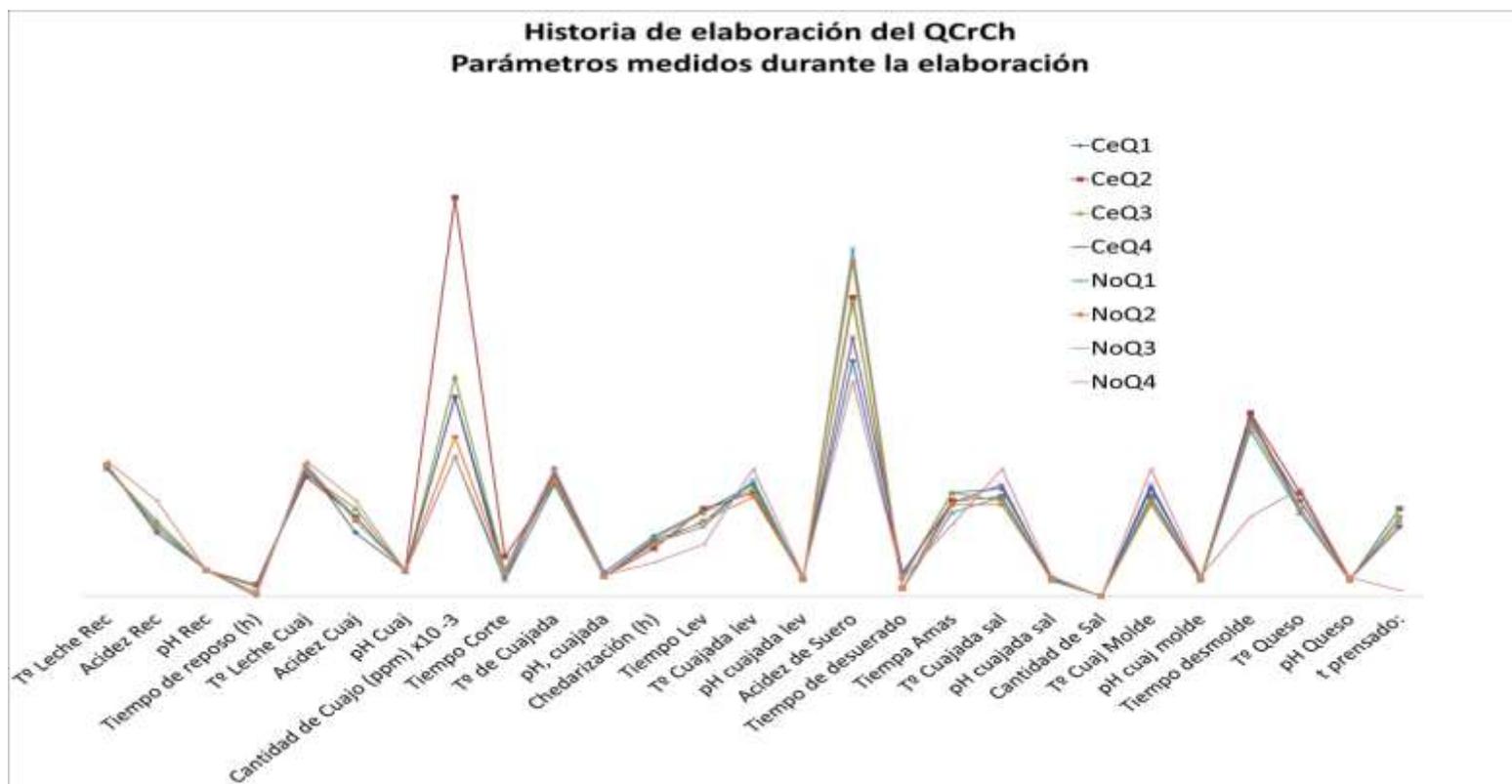


Figura 3. Variaciones en el proceso de elaboración del queso en las diferentes queserías. El ajuste de datos se hizo de manera arbitraria considerando todas las variables y de forma adimensional, sólo para evidenciar de manera cualitativa la diferencia de las magnitudes en cada parámetro, mismas que se observan al trazar una línea vertical para cada uno de éstos. Elaboración propia, con información proporcionada por Suárez, 2011 (datos no publicados).

#### **4.2.1.1. pH del Queso Crema de Chiapas durante el proceso**

Debido a que la acidez es generada por un conjunto de ácidos orgánicos producidos por las bacterias acidolácticas (BAL); y estos ácidos influyen en el pH de queso; para este último, al seguir la historia de elaboración del Q.C.Ch., se observó que quien invirtió mayor tiempo durante el proceso no fue necesariamente quien obtuvo el menor pH. En cuanto a la acidez, como se observa en el Anexo 3. Operaciones durante el proceso de elaboración, se observó que, durante los procesos de recolección, de maduración de la leche y del cuajado, a mayores temperaturas ( $T \leq 34$  °C) presentó los niveles de acidez más elevadas; no así para el suero, donde se dio el efecto contrario.

Quienes definieron estas propiedades fisicoquímicas durante el proceso y en el producto terminado, fueron las BAL; por ello, se describen a continuación las variables que las favorecieron, recordemos que no se ha hecho un estudio que caracterice a dichas bacterias en este queso, sin embargo, cualquiera que estas sean, se desarrollaron tomando en cuenta los siguientes factores: externos: a) condiciones ambientales o culturales, que por ser microorganismos mesófilos, se desarrollaron en el rango de temperatura de (22 – 34) °C, en presencia de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>; y en el rango de pH generado durante todo el proceso fue de 4.0 a 6.7 (Anexo 3); y en el queso, con un rango de actividad acuosa (Aw) de (0.92 – 0.98); b) también se consideraron las condiciones nutricionales, que en todos los casos fueron abundantes. Por otro lado, los factores internos, toman en cuenta, tanto la cantidad de BAL, así como su capacidad metabólica. De esta forma, tanto los factores externos, como internos, son elementos que determinan la aptitud de estas bacterias para entrar en competencia con el resto de microorganismos.

#### **4.2.1.2. Desarrollo de las características físicoquímicas, mecánicas y sensoriales del Q.C.Ch. durante el proceso**

Debido a que todas las operaciones de elaboración del queso son muy importantes para contextualizar las propiedades del queso, a continuación se hace un desglose de cada una de ellas, lo que servirá como base de discusión posterior.

Maduración de leche. El rango de pH fue superior al pH óptimo de las proteasa del cuajo (6.4 a 6.7), lo que implica que el Q.C.Ch. es coagulado enzimáticamente en un inicio, ya que para lograr una coagulación química, hubiese sido necesario llegar hasta un pH de 4.6. La coagulación simple, repercute de una manera diferente a las coagulaciones mixtas, ya que esta última, si se llevara a cabo primero una coagulación por ácido, tendría más disponible a la proteína y posteriormente la enzima actuaría sobre más sitios disponibles, porque habría una desnaturalización mayor, obteniéndose un gel con características distintas.

Cuajado y reposo de cuajada. Al respecto, se sabe que el cuajo, es una secreción que se produce en forma de un precursor inactivo, la pro-renina, que en medio neutro no tiene actividad enzimática pero que en medio ácido se transforma rápidamente en renina activa. Como es bien sabido, el cuajo contiene dos enzimas: la quimosina, que es el componente principal y la pepsina. Para el uso comercial, se preparan soluciones purificadas de fuerza estandarizada en las que se ajusta el pH, la sal, el color y se añaden agentes para conservarlo.

La actividad proteolítica del cuajo, se ejerce a varias proteínas, pero principalmente sobre la caseína; realiza dos acciones fundamentales: la primera acción es la de provocar

la desestabilización de las micelas de caseína rompiendo las caseína  $\kappa$  en un punto determinado de su molécula, el enlace peptídico entre el aminoácido fenilalanina y su vecino, que es una metionina; generalmente la fuerza del cuajo se mide por la eficacia al romper este enlace, esta acción produce la coagulación de la leche. En la caseína  $\kappa$  hay unos 164 enlaces peptídicos que pueden ser atacados, además de los que hay en las otras fracciones de las micelas. La quimosina actúa directamente en un punto delimitado de la  $\kappa$ -caseína con calcio. Al alterar dicha molécula se inicia la formación de un gel que atrapa la mayoría de los componentes sólidos de la leche; este gel se contrae poco a poco ayudado por la acidificación previa y al hacerlo va expulsando suero. La segunda acción, se comentará posteriormente, pero es importante porque favorece la maduración del queso (Wiseman, 1985). Por otro lado, también existen enzimas coagulantes de origen microbiano; hoy en día es muy común aplicar en gran escala en queserías este tipo de enzimas. Ejemplos de aplicación industrial son las de la *Endothia parasítica*, *Mucorpusillus L.* y *Mucormiehei*, cuya enzima es la *renilasa*. éstas se caracterizan por tener poca actividad de proteasa. Esto es importante para evitar la formación de péptidos de sabor amargo durante la maduración posterior del queso. (Illanes, 1991). Los factores en común, tanto para el cuajo, como para las enzimas de origen microbiano, es que en ambos casos, las redes se conforman según las condiciones ambientales que favorezcan la efectividad del cuajo, misma que se ve reflejado en el tiempo de coagulación; todo ello depende de la marca, cantidad agregada, los cuidados que se le den las proteasas (condiciones de almacenamiento), la acidez, temperatura, calidad general y cantidad de la leche, así como del contenido de calcio. Para fortalecer la cuajada, es común agregar la sal de cloruro de calcio.

Dicho lo anterior, a continuación se exponen criterios generales que direccionan las propiedades mecánicas del Q.C.Ch durante el cuajado y el reposo de la cuajada (Cuadro 6): (1) Es importante considerar a proporción de la cantidad cuajo en la leche (Madadlouet *al.*, 2005), que está representada mediante la relación: de la porción de cuajo agregado/ porción de cuajo sugeridor por el proveedor (Pa/ps); este es un índice referencial, que muestra la subutilización o sobreutilización del cuajo, dicha relación se presentó en el rango de (0.175 hasta 5.0) veces sobre utilizada, (2) también se considera el pH de leche; entre más bajo, implica mayor absorción de cuajo por la paracaseína, lo que trae como consecuencia una mayor disponibilidad de proteína desnaturalizada para la formación de la red, el rango presentado en el momento del cuajado fue desde 6.3 hasta 6.5, se sabe que el pH aproximadamente de 5.5 es el óptimo para que actúe el cuajo. Las enzimas del cuajo degradan rápidamente la caseína  $\alpha_1$  y más lentamente en las caseínas  $\beta$ , dependiendo del contenido de sal. La actividad proteolítica de las enzimas del cuajo aumentan la cantidad de compuestos nitrogenados solubles formados principalmente de péptidos de bajo peso molecular; menor a 1400. (Roser *et al.*, 2004). (3) Otro factor a considerar es la temperatura de cuajado, la óptima corresponde a los 40 °C, aunque se obtienen buenos resultados entre los 30-35 °C; el uso de temperaturas inferiores a este rango, permite la utilización de una mayor proporción de cuajo (20 a 30 mililitros por cada 100 de leche) que es beneficioso para la maduración, además de producir un coágulo no demasiado duro (Cenzano, 1992). El rango de temperatura en las U.P. abarcó desde 30 °C hasta 34 °C. Y finalmente, (4) el cuajo actúa entre los 0.18% de acidez titulable hasta los 0.46% (Godfrey.,1996). El rango entre todas las U.P. fue de 0.16 hasta 0.24 %. (Anexo 3. Operaciones durante el proceso de elaboración). El tiempo total está en función de las condiciones óptimas y de las concentraciones de los

componentes; esto a su vez, probablemente repercute sobre Capacidad de Retención de Agua (CRA).

Todo lo anterior, influye en los distintos grados de estabilidad al gel a lo largo del tiempo o reposo; para este estudio fue desde 8.5 hasta 15 h. Para saber cómo afecta cada uno de los factores mencionados en el comportamiento mecánico, es necesario considerar la composición de los quesos, lo cual se abundará posteriormente.

Cuadro 6. Resumen de los factores determinantes en la formación del gel durante el cuajado y reposo de la cuajada.

U.P.	Marca	Tipo de cuajo	T <sub>inicial</sub> (°C)	pH <sub>inicial</sub>	Reposo de la cuajada(h)	Cantidad Sugerida (ppm)	Cantidad agregada (ppm)	(Pa/ps)
CeQ1	Shymar	Doble fuerza, enzima de origen microbiano: <i>Mucormiehei</i> .	33	5.5	15	0.4569	0.05	1.09
CeQ2	Villamex	Enzima de origen microbiano: <i>Mucormiehei</i> . Potencia 1:2000	30	6.5	12	0.044	0.1	2.27
CeQ3	Cuamex. Cuajo XXX/20 g sal	No da información(enzimas coagulantes de la leche bovina)	31	6.3	14.5	0.125	0.055	0.44
CeQ4	Cuamex. Cuajo XXX	No da información(enzimas coagulantes de la leche bovina)	31	6.3	14	0.125	0.050	0.4
NoQ1	Batalla	No da información	32	6.3	13.5	0.2	0.035	0.175
NoQ2	Batalla	No da información	33	6.6	13	0.2	0.040	0.2
NoQ3	Lactyme	Doble fuerza y no da más información	31	6.4	14.5	0.01	0.05	5.0
NoQ4	Villamex	Enzima de origen microbiano: <i>Mucormiehei</i> .Potencia 1:2000	34	6.44	8.5	0.044	0.035	0.79

Cortado o quebrado. Terminada la coagulación, se procedió a cortar la cuajada dentro de la misma cuba, con lo que el suero atrapado pudo escapar. El corte reduce las partículas de coágulo a las dimensiones que se quiera. Si se pretende que el queso tenga poca humedad, se cortan partículas de coágulo pequeñas. Si se quieren quesos con mayor humedad, se dejan partículas grandes en cuyo interior quedará retenida una cantidad importante de suero. Al cortar el gel en cubitos, se logra separar entre un 50 y un 90 % del contenido inicial del suero de la leche. A diferencia del Q.C.Ch., un queso de pasta muy firme se obtiene controlando la agitación para favorecer la compactación de los granos, aumento de temperatura, lo que trae como consecuencia una mayor cantidad de deserción; nada de esto se hace, por lo que se retiene una mayor cantidad del líquido, aumenta la humedad y le da una consistencia mucho más suave al Q.C.Ch. (Cenzayo, 1992). A continuación se sugieren criterios generales que explican las propiedades mecánicas del Q.C.Ch: 1) A mayor área de corte (cuadrícula más grande), menor liberación de suero., 2) A menor área de corte (cuadrícula más chica), mayor liberación de suero. El rango en que eran cortadas las cuajadas en todas las quesería fue grande, abarcando desde 5 cm hasta 17.5 cm lo que trajo como consecuencia un queso de elevada humedad (41.06 – 56.2) % (Anexo 2, Cuadro 2), factor importante en las propiedades mecánicas del queso, ya que como se verá posteriormente, las proporciones de los microcomponentes y el arreglo logrado durante todo el proceso, determinan las propiedades mecánicas del queso (Boers, 1994).

Desuerado. En esta etapa, las condiciones siguieron siendo aún más favorables para la conformación de las “redes del gel relleno”, ya que el pH continuó disminuyendo; durante el cuajado fue de (6.3 -6.5) y bajó en la cuajada levantada hasta el rango de (4.1-

5.1). La acción de unir los trozos en un mismo volumen, junto con la auto-compresión, permite la creación de nuevas fuerzas atractivas y repulsivas, favoreciendo nuevas interacciones entre las macromoléculas-iones-microcomponentes-agua-, definiéndose la cantidad de agua libre excedente, que será expulsada junto con las proteínas de lacto suero y los demás componentes hidrosolubles que lo conforman.

Tomando en cuenta los 4 criterios generales mencionados anteriormente, sobre los elementos que direccionan las propiedades mecánicas del Q.C.Ch., se presenta un resumen considerando las principales condiciones que influyeron sobre la cuajada durante el proceso de elaboración del Q.C.Ch en cada U.P. Al analizar punto por punto, se observó que en la relación: cuajo agregado/cuajo sugerido por el proveedor (Pa/ps) (1), se tiene que las queserías:  $NoQ3 > CeQ2 > CeQ1$  están por arriba del valor sugerido por el proveedor; mientras que quienes están por debajo son:  $NoQ4 > NoQ3 \geq CeQ4 > NoQ2 \geq NoQ1$ . Se esperaría que al agregar mayor cantidad de cuajo, habría mayor firmeza; siempre y cuando se cuenten con el resto de las condiciones. Para el caso (2) referente al pH, al momento del cuajado, a pesar de que todas las U.P. presentaron pH's ácidos y muy homogéneos, ninguna contaba con el pH óptimo para las enzimas del cuajo, lo que significa que al inicio su acción no fue con su máxima eficiencia; sin embargo, con el tiempo se alcanzó; todo lo anterior muestra como cada U.P. generó su propia historial en la reducción del pH hasta el momento de cortar la cuajada, para este tiempo, todas las U.P. ya habían alcanzado el punto de mayor eficiencia, excepto la CeQ1; el pH continuó disminuyendo, incluso, por debajo del óptimo (5,5); ya que durante el manteado, amasado y salado, todas las U.P. estaban en el rango de 3.9 a 5.1. Referente al punto (3), se puede decir que todas las U.P. contaban con la temperatura

adecuada para el buen funcionamiento de la enzima; quien presentó mayor temperatura fue NoQ4 principalmente durante todo el proceso, el resto de las queserías variaba con forme a cada etapa y finalmente, en cuanto a la acidez titulable (4), debido a que el límite de esta acidez, para que actúen las enzimas del cuajo es de 0.46 %, se puede decir que al momento de ser agregado el cuajo, contó con las condiciones adecuadas para que actuara óptimamente; sin embargo, perdió eficiencia durante el proceso hasta el mantado, ya que el suero supera por mucho la acidez límite (0.54 -0.87)%.

Amasado, salado y afinado. El amasado, favorece la distribución homogénea de todos los componentes, tanto intrínsecos (proteína, grasa, minerales, agua, entre otros), como el de la sal que se agrega. Un amasado constante, promueve por fractura mecánica, la disminución de tamaño de las macromoléculas más grandes, como las de la grasa y por ende, la liberación de pigmentos, así como también la del re-arreglo de las proteínas desnaturalizadas; lo anterior permite homogeneizar a dichas macromoléculas y a su vez distribuir las; hecho que se refuerza al hacer pasar la masa a través de una malla plástica muy fina, de apenas unos milímetros. La sal, también es un factor desnaturalizante, la cual interactúa iónicamente con la proteína caseína que previamente fue desnaturalizada; lo que induce a interacciones más fuertes con el agua, esto se traduciría en una mayor capacidad de retención de agua (CRA). A continuación se exponen criterios generales que direccionan las propiedades mecánicas del Q.C.Ch: 1) Técnica del amasado, que involucra tiempo, forma y fuerza, el objetivo es lograr la fractura de algunos glóbulos grasos y la consecuente liberación de pigmentos, también se trata de lograr la mayor homogeneidad del tamaño entre macromoléculas, y la mejor incorporación de éstas dentro de toda la red del gel. 2) Cantidad de sal para saborizar: A mayor cantidad,

mayor desnaturalización proteica y mayores interacciones, lo que repercutiría en una mayor CRA; y a la inversa. El rango adicionado abarcó desde 2.5% hasta 5.7%. (Badui, 2006).

Moldeado. La forma de incorporar la masa al molde es importante, esta se debe distribuir homogéneamente en el contenedor, si no se tiene control, se forman “bolsas de aire”, esto se considera un defecto mecánico (Chamorro, 2006), lo que repercute determinadamente en el aspecto visual justo cuando se realiza un corte al producto y por supuesto, de presentarse, tiene un efecto en las propiedades mecánicas del queso por no ser una pasta uniforme.

Prensado. En lo que se refiere a las prensas, las de tornillo es posible que presentan menor variabilidad en cuanto a la distribución del peso con respecto a las prensas de tabla y piedras, ya que se usan piedras de diferentes formas, pesos y tamaños, lo que implica que algunos quesos pueden recibir mayor o menor presión. Eso no fue cuantificado y se considera que esta operación unitaria es determinante en las propiedades mecánicas del queso.

De cualquier forma, un prensado eficiente eliminaría la cantidad de agua libre residual de la matriz alimentaria y favorece las posibles interacciones: Proteína-proteína, Proteína-NaCl, Proteína-Ca-P, -Proteína-grasa, Grasa-minerales y las interacciones del agua con todos los anteriores (Belitz, 2000). A continuación se exponen criterios generales que direccionan las propiedades mecánicas del Q.C.Ch: 1) A mayor eficiencia de prensado (mayor peso y distribución de éste sobre los quesos), mayor eliminación de suero residual.

Descompresión. En el momento de esta operación se obtiene la nueva y terminante “red de gel de relleno”, en la que ya estarán finalmente definidas las cantidades de los componentes, su distribución y sus interacciones entre sí (Proteína-Proteína, Proteína-Agua, Proteína- lípidos, lípido- lípido, Agua-Calcio-Proteína, entre otras). Por otro lado, el pH siguió disminuyendo (4.1 a 4.5); aunque en menor grado y a una velocidad menor, lo que indica que sigue habiendo presencia y actividad de BAL, pero que están llegando a su equilibrio (Grosch, 2000).

Maduración “involuntaria”. Ésta se refiere a la continuación del proceso metabólico de las bacterias lácticas que continúan con la transformación de las propiedades físicas y sensoriales del queso, ya que nunca hubo eliminación de la de la flora nativa, ni de las enzimas participantes, aunque ambas, se inhiben a bajas temperaturas; recordamos que el cuajo tiene un segundo papel; éste consiste en seguir hidrolizando enlaces peptídicos, siguiendo un orden específico y que es característico de la enzima empleada. Esta acción secundaria sobre las proteínas comienza lentamente después de la coagulación y continúa durante la maduración del queso; esto junto con la de las proteasas nativas de la leche, las proteasas de la flora original y las del fermento, contribuye al desarrollo de algunas de las características de textura y sabor del queso (Wiseman, 1985).

Sobre las propiedades hidrodinámicas del queso. Es importante destacar, que durante el proceso de elaboración del Q.C.Ch. se promueve la desnaturalización de las proteínas; principalmente las caseínas; a continuación se menciona aquellos factores desnaturalizantes que estuvieron presentes mientras se elaboró el queso; por un lado, destacó el cuajado, del cual ya se abundó anteriormente; la acidez, quien determina el

pH; y finalmente, la adición de sal; todos ellos ponen disponible a la proteína a nuevas interacciones y otorgan estas propiedades gelificantes (Fennema, 1999) .

Si bien, ya se habló anteriormente de la acidez y del pH; es importante resaltar que el efecto que nos interesa, es el de la proteína que genera nuevas interacciones con el sistema, por la presencia de los iones hidronio  $H_3O^+$ , quienes llegan a neutralizar las cargas negativas y también, pudieran cargar positivamente ciertos dominios que anteriormente eran neutros o incluso negativos, lo que promueve nuevos arreglos espaciales y como consecuencia, la proteína queda expuesta; por otro lado, tanto la cantidad de agua, como de la sal, están en proporciones adecuadas para no desequilibrar al sistema; es decir, para la primera, aunque exista un exceso, la cantidad, calidad y estado de desnaturalización de la proteína, definen la capacidad para capturar al líquido, sin dejar de considerar, la contribución de ciertas operaciones mecánicas (desuerado y presado), que son las que eliminan el exceso que pudiera presentarse; en cuanto a la sal, las cantidades con respecto a la proteína son mínimas y son intencionales, de tal forma que ésta no compite drásticamente por el agua con los polipéptidos extendidos, por el contrario, establecen nuevas interacciones iónicas (agua- proteína-ión mineral) (Damodaran,1997). Las bajas concentraciones salinas (fuerza iónica  $< 0.1$  -0.15), tienden a aumentar la solubilidad de la mayor parte de las proteínas, dicha solubilización es consecuencia del efecto de las sales sobre las interacciones electrostáticas. Los iones interaccionan con las contracargas de la molécula proteica, disminuyen la energía potencial de las interacciones ion – ion y por ende, aumenta la solubilidad de la proteína. De manera paralela, los iones salinos positivos interactúan con la carga negativa del oxígeno del agua y los iones salinos negativos, interactúan con los hidrógenos de esta

última (Wong, 1990). Todo lo anterior promueve la formación de redes elásticas que explican las propiedades mecánicas.

### **4.3. Análisis del Queso Crema de Chiapas**

#### **4.3.1. Análisis físicoquímico del queso**

##### **4.3.1.1. Actividad acuosa ( $A_w$ ) y pH**

A continuación, en el Cuadro 7, se muestran los valores obtenidos de  $A_w$  y pH, donde al comparar los quesos entre todas las U.P. En la época de lluvias, se observa que el  $A_w$  de los quesos CeQ1, CeQ2, y NoQ1 muestran diferencias entre sus medias; mientras que para el resto no; el valor más alto correspondió al queso NoQ1 y el más pequeño al CeQ1; para el caso del pH, existió también variabilidad, excepto en las queserías CeQ3, CeQ4 y NoQ4, quienes no mostraron diferencias entre sus medias, el valor más alto correspondió al queso CeQ2 y el más pequeño al NoQ3. En la época de secas, con respecto a la variable  $A_w$ , fueron los quesos: CeQ2, NoQ1 y NoQ2 quienes no mostraron diferencias entre sus medias, así como también el par CeQ4 y NoQ3 no lo hizo. El valor más elevado correspondió al queso NoQ4 y el más pequeño al queso CeQ1. En lo que al pH se refiere, fueron varios grupos los que no mostraron diferencias entre ellos, el primero corresponde al par CeQ3 – NoQ4, el segundo grupo corresponde a CeQ4 – NoQ3 y el tercero a NoQ1 – NoQ2; cada uno de estos grupos fue diferente entre sus medias, al igual que el resto de los quesos. El valor más grande correspondió al segundo grupo, y el más pequeño al queso CeQ1.

Se observó que los pH's mayores se dan en los quesos de las U.P.'s de la zona centro, cuya temperatura oscila entre los 33 – 38 ° C en la E.Ll; y luego se observó que en la

E.Se. predominan los pH's altos en la zona norte, donde la temperatura oscila entre los 25 - 35 ° C., lo que sugiere que el pH producido por las bacterias lácticas está influenciado por la temperatura.

Cuadro 7. Propiedades fisicoquímicas de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (media ± desviación estándar). En un intervalo de temperatura de 18- 22 °C.

Tratamiento	PARÁMETROS			
	Lluvias		Secas	
	Aw (%)	pH	Aw (%)	pH
	CeQ1	0.953±0.012 a	4.33±0.0 a	0.915±0.016 a
CeQ2	0.959±0.009 b	4.58±0.09 b	0.960±0.000 b	4.45±0.02 b
CeQ3	0.974±0.008 c	4.21±0.03 c	0.955±0.005 c	4.38±0.05 c
CeQ4	0.974±0.008 c	4.22±0.04 c	0.930±0.008 d	4.6±0.01 d
NoQ1	0.983±0.006 e	3.82±0.04 d	0.956±0.004 b	4.52±0.07 e
NoQ2	0.969±0.001 c	4.06±0.05 e	0.959±0.003 b	4.53±0.13 e
NoQ3	0.973±0.008 c	3.79±0.07 f	0.936±0.006 d	4.63±0.02 d
NoQ4	0.972±0.006 c	4.26±0.03 c	0.969±0.003 e	4.36±0.13 c
<b>Intervalo:</b>	<b>[ 0.95-0.98]</b>	<b>[ 3.79-4.58 ]</b>	<b>[0.92-097 ]</b>	<b>[4.16 - 4.63]</b>

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $P \leq 0.05$ )

Al comparar entre Zonas y para cada época: no se presentó diferencias para cada uno de los parámetros, en ambas zonas, tanto para lluvias, como para secas. Y al comparar entre E.A., considerando las dos zonas se observó que el Aw resultó ser ligeramente mayor en la época de lluvias, con respecto a la época de secas; en el Anexo 2, Cuadro 2, se hace evidente que el porcentaje de materia seca es mayor en E.LL., con respecto a la E.Se., se puede sugerir que, que al contar con mayor proporción de materia seca, implica una mayor proporción de componentes que son capaces de ligar más agua libre y en consecuencia aumenta el Aw en ésta época. Por otro lado, en cuanto al pH, éste se comporta a la inversa; es decir, es menor en época de lluvias, con respecto a secas, muy

probablemente se deba a que al concentrar la mayor cantidad de iones hidronio (mayor cantidad de materia seca), en menor volumen (menor porcentaje de humedad), trae como consecuencia mayor concentración de iones hidronio y por lo tanto, hay una disminución del pH.

#### **4.3.1.2. Análisis Colorimétricos: luminosidad, índice de amarillamiento, pureza del color y tonalidad**

A continuación, en el cuadro 8, se muestran los valores obtenidos del análisis colorimétrico, se observa que al compararse entre quesos de cada U.P., para la época de lluvias: la luminosidad no presentó diferencia entre sus medias, excepto en los quesos CeQ1, CeQ2, y NoQ3; el valor mayor correspondió al NoQ3 y el menor al CeQ2, el índice de amarillamiento presentó a los grupos CeQ1 – CeQ3 y CeQ4, NoQ1 – NoQ2 – NoQ4, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa; el valor mayor fue del CeQ2 y el menor fue el NoQ3. La Pureza del color presentó diferencia entre sus medias excepto por los quesos CeQ4, NoQ1 y NoQ2; el valor más alto es el queso CeQ1 y el más bajo es el NoQ3. La tonalidad presentó los siguientes grupos: CeQ1 – CeQ2 – CeQ3 y NoQ1 – NoQ2; dentro de estos grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa; el valor mayor fue del NoQ3. En lo que se refiere a la época de secas se observó lo siguiente: Luminosidad: cuenta con los siguientes grupos: CeQ1 – CeQ3 y NoQ2 – NoQ3, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa; el valor mayor fue del CeQ2 y el menor fue del NoQ4. El índice de amarillamiento y la pureza del color

Cuadro 8. Propiedades físicoquímicas del queso: Color de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en dos temporadas del año. (Media  $\pm$  desviación estándar).

Q.C.Ch.	PARÁMETROS							
	Lluvias				Secas			
Tratamiento	Físicos: Color ( $\mu \pm \sigma$ )				Físicos: Color ( $\mu \pm \sigma$ )			
Queso	Luminosidad	Índice de Amarillamiento	Pureza del Color	Tonalidad (°)	Luminosidad	Índice Amarillamiento	Pureza del Color	Tonalidad (°)
CeQ1	93.18 $\pm$ 0.1 a	36.52 $\pm$ 0.98 a	20.46 $\pm$ 0.59 a	85.84 $\pm$ 0.37 a	94.71 $\pm$ 0.34 a	32.49 $\pm$ 1.96 a	18.29 $\pm$ 1.1 a	86.47 $\pm$ 0.5 a
CeQ2	92.63 $\pm$ 0.26 b	37.88 $\pm$ 0.29 b	21.21 $\pm$ 0.1 b	85.70 $\pm$ 0.69 a	96.25 $\pm$ 0.15 b	24.81 $\pm$ 1.14 b	13.86 $\pm$ 0.78 b	87.32 $\pm$ 0.77 b
CeQ3	93.25 $\pm$ 0.36 c	35.77 $\pm$ 0.30 a	19.97 $\pm$ 0.18 c	85.72 $\pm$ 0.06 a	94.79 $\pm$ 0.28 a	32.13 $\pm$ 0.75 a	10.18 $\pm$ 0.32 a	87.37 $\pm$ 0.61 c
CeQ4	93.56 $\pm$ 0.39 c	33.44 $\pm$ 1.06 c	18.89 $\pm$ 0.72 d	87.69 $\pm$ 0.60 b	95.17 $\pm$ 0.23 c	33.02 $\pm$ 1.94 a	19.09 $\pm$ 1.28 a	88.70 $\pm$ 0.24 d
NoQ1	93.38 $\pm$ 0.42 c	33.57 $\pm$ 0.86 c	18.77 $\pm$ 0.43 d	86.73 $\pm$ 0.31 c	95.54 $\pm$ 0.54 d	30.05 $\pm$ 1.98 c	17.07 $\pm$ 1.2 c	87.46 $\pm$ 0.35 e
NoQ2	93.61 $\pm$ 0.33 c	33.70 $\pm$ 0.13 c	18.91 $\pm$ 0.14 d	86.82 $\pm$ 0.23 c	95.55 $\pm$ 0.17 e	29.30 $\pm$ 0.79 c	16.72 $\pm$ 0.51 c	88.23 $\pm$ 0.23 f
NoQ3	93.81 $\pm$ 0.29 d	31.89 $\pm$ 0.69 d	17.93 $\pm$ 0.42 e	87.78 $\pm$ 0.25 d	95.58 $\pm$ 0.19 e	28.63 $\pm$ 0.25 c	16.27 $\pm$ 0.17 c	88.30 $\pm$ 0.26 g
NoQ4	93.39 $\pm$ 0.39 c	34.68 $\pm$ 0.63 c	19.31 $\pm$ 0.28 f	86.88 $\pm$ 0.90 e	94.29 $\pm$ 0.23 f	29.81 $\pm$ 2.71 c	16.67 $\pm$ 1.81 c	87.21 $\pm$ 0.75 b
Intervalo:	[92.63 - 93.81]	[ 31.89-37.88 ]	[17.93 - 21.21]	[85.70 - 87.78]	[94.29 - 96.25]	[24.81 - 33.02]	[10.18 - 19.09]	[86.47 - 88.70]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

mostraron que en la zona norte no hubo diferencias entre quesos y en la zona centro ocurre lo mismo, excepto por el queso CeQ2. El valor máximo para estos dos parámetros coincidió en ser el CeQ4; mientras que los valores mínimos fueron; por un lado, para el índice de amarillamiento fue el CeQ2 y por otro lado, para la pureza del color, fue el CeQ3. Y finalmente la tonalidad, todos los quesos fueron diferentes, excepto los quesos CeQ2 y NoQ4.

Las tendencias que se observó fue que la luminosidad, presentó magnitudes mayores en la mayoría de los quesos de las U.P. de la zona centro, en la E.Ll. y en la E.Se., es la zona norte; por otro lado, tanto índice de amarillamiento, como pureza del color, presentaron mayores magnitudes en la zona centro, esto en ambas E.A., pero la tonalidad, en la zona norte, es quien presenta mayores valores; en ambas épocas.

Entre zonas y para cada época, no existió diferencia alguna entre zonas, para cada época en ninguno de los parámetros de luminosidad, índice de amarillamiento, pureza del color y tonalidad. Entre E.A., considerando las dos zonas, el índice de amarillamiento y la pureza del color, resultaron ser más altos, en la E.Ll., con respecto a la de secas, lo cual coincide con la mayor cantidad de grasa y proteína en queso en esta época; mientras que la luminosidad es mayor en E.Se.; en cuanto a la tonalidad, no presenta diferencia entre las dos épocas.

De acuerdo a Fox y McSweeney (1998), la concentración de carotenoides en el queso, está fuertemente influenciada por el contenido de estos pigmentos en los alimentos del ganado; de tal forma que la leche procedente de animales abastecidos con pasto, contiene niveles más altos de carotenos que la de animales alimentados con fórmulas alimenticias; en verano, la leche contiene un promedio de 62 mg de retinol y 31 mg de

caroteno por cada 100 g, mientras que los valores de invierno son de 41 mg y 11 mg respectivamente. La raza de la vaca también tiene una influencia sobre la concentración de vitamina A en leche. En nuestros quesos se presenta este comportamiento en lo que respecta al índice de amarillamiento y la pureza del color, esto concuerda también con la revisión de González (2011); que adicionalmente, identificó que existe un efecto regional y estacional en los valores del retinol total y  $\beta$ - caroteno en la leche, debido al régimen de alimentación; en nuestros quesos, sólo se presentó el efecto estacional del pigmento, mas no regional. Al aplicar un análisis de componentes principales, PLS2, componentes del queso, con respecto a los parámetros del color, se mostró una correlación entre el porcentaje de materia seca, el porcentaje de humedad, la cantidad de grasa y de proteína con respecto al índice de amarillamiento y la pureza del color; posteriormente se aplicó el análisis PLS 1, encontrándose una correlación entre el porcentaje de grasa y el índice de amarillamiento, el cual explica un 44 % de la variabilidad; recordemos que en la grasa van dispersos los pigmentos que dan esta coloración. Esto significa que las diferencias que presentan cada uno de los parámetros de color (Cuadro 8), están en función de las proporciones de las macromoléculas que tiene cada queso (Cuadro 9) y el arreglo estructural que logró a lo largo del proceso, lo cual absorberá y reflejará ciertas longitudes de onda que definieron dicha coloración; por lo que también, es necesario considerar las diferencias que corresponden a la mayor cantidad de materia seca y menor contenido de humedad que se dio en la época de lluvias, con el efecto inverso en la época de secas, sin dejar de considerar la variación de los porcentajes de la cantidad de proteína y grasa que hubo en estas dos temporadas (Anexo 2, Cuadro 3) y por supuesto, de las variaciones durante el proceso entre cada quesería (Cuadro 5).

### **4.3.2. Análisis químico proximal del queso**

#### **4.3.2.1. Porcentaje de humedad, grasa y proteína**

A continuación, en el Cuadro 9, se muestran los valores obtenidos del análisis químico proximal, donde al comparar los quesos de todas las U.P., en la época de lluvias, la humedad, presentó diferencia en todos los quesos, excepto con NoQ2 y NoQ4; quien presentó el mayor valor fue el queso NoQ1 y el de menor fue el queso CeQ4. El contenido de grasa mostró los siguientes grupos: CeQ1 – NoQ1, CeQ2 – CeQ3 y NoQ2 – NoQ4, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor mayor fue del CeQ4 y el menor fue del CeQ1. El porcentaje de proteína presentó diferencias entre sus medias; excepto por los grupos CeQ3 – NoQ2 – NoQ3 y CeQ2 – CeQ4; dentro de estos grupos no hubo diferencias, pero entre grupos y el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa; el mayor valor correspondió al queso NoQ4 y el menor al NoQ1. En época de secas, en lo que se refiere a la humedad, se observó que todos los quesos mostraron diferencia, excepto los grupos: CeQ3 - NoQ4 y CeQ2 – NoQ1, dentro de estos grupos no hubo diferencias, pero entre grupos y el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa; el valor más grande fue del queso CeQ2 y el menor fue el de CeQ1.

La grasa formó los siguientes grupos: CeQ3 – NoQ3 – NoQ4 y CeQ4 – NoQ1, dentro de estos grupos no hubo diferencia, pero entre éstos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor más grande fue del CeQ1 y el menor fue del NoQ2, y finalmente la proteína mostró los siguientes grupos: CeQ1 – NoQ2, CeQ4 – NoQ1 y NoQ3 – NoQ4, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el

resto de los quesos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue del NoQ2 y el menor fue del CeQ2.

En general, se mostraron las siguientes tendencias: se observó que los más altos porcentajes de humedad, corresponden a la mayoría de los quesos de las U.P's de la zona centro durante la E.LL.; pero después, en la E.Se., los valores mayores correspondieron a la zona norte, en cuanto a la grasa, se observó que en la E.Ll., son los quesos de las queserías de la zona norte quienes tienen mayor porcentaje de este componente. En época de secas, no se observó una tendencia definida y la proteína no mostró ninguna tendencia en ninguna de las E.A.

Cuadro 9. Propiedades químicas de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (media  $\pm$  desviación estándar).

	PARÁMETROS							
	Lluvias				Secas			
Tratamiento	Químico proximal ( $\mu \pm \sigma$ )				Químico proximal ( $\mu \pm \sigma$ )			
Queso	% Materia Seca	% Humedad	% Grasa	% Proteína	% Materia Seca	% Humedad	% Grasa	% Proteína
CeQ1	49.19 $\pm$ 0.13 a	50.81 $\pm$ 0.13 a	23.61 $\pm$ 0.73 a	16.6 $\pm$ 0.96 a	57.93 $\pm$ 2.02 a	42.07 $\pm$ 2.02 a	27.65 $\pm$ 4.74 a	17.35 $\pm$ 0.44 a
CeQ2	51.48 $\pm$ 0.50 b	48.52 $\pm$ 0.5 b	26.19 $\pm$ 0.39 b	23.51 $\pm$ 3.28 b	43.98 $\pm$ 3.19 b	56.02 $\pm$ 3.19 b	20.71 $\pm$ 1.55 b	13.06 $\pm$ 0.30 b
CeQ3	52.78 $\pm$ 0.26 c	47.22 $\pm$ 0.26 c	25.21 $\pm$ 0.17 b	21.89 $\pm$ 1.00 c	51.96 $\pm$ 1.31 c	48.04 $\pm$ 1.31 c	25.33 $\pm$ 0.18 c	16.48 $\pm$ 0.31 c
CeQ4	58.94 $\pm$ 0.11 d	41.06 $\pm$ 0.11 d	30.11 $\pm$ 1.42 c	23.60 $\pm$ 1.75 b	53.25 $\pm$ 2.56 d	46.75 $\pm$ 2.56 d	23.73 $\pm$ 0.79 d	15.04 $\pm$ 1.33 d
NoQ1	47.60 $\pm$ 0.31 e	52.40 $\pm$ 0.31 e	23.70 $\pm$ 0.82 a	15.62 $\pm$ 0.36 d	46.5 $\pm$ 4.47 b	53.5 $\pm$ 4.47b	21.96 $\pm$ 1.51 d	14.51 $\pm$ 0.96 d
NoQ2	56.86 $\pm$ 0.14 f	43.14 $\pm$ 0.14 f	28.2 $\pm$ 0.57 d	22.08 $\pm$ 1.41 c	48.41 $\pm$ 1.70 e	51.59 $\pm$ 1.70 e	19.6 $\pm$ 0.40 e	17.55 $\pm$ 0.41 a
NoQ3	57.84 $\pm$ 0.38 g	42.16 $\pm$ 0.38 g	28.88 $\pm$ 0.81 e	21.56 $\pm$ 3.81 c	54.66 $\pm$ 2.44 f	45.34 $\pm$ 2.44 f	25.6 $\pm$ 0.82 c	15.43 $\pm$ 0.44 e
NoQ4	56.88 $\pm$ 0.32 f	43.12 $\pm$ 0.32 f	28.64 $\pm$ 1.10 d	26.38 $\pm$ 3.04 e	51.71 $\pm$ 1.06 c	48.29 $\pm$ 1.06 c	24.87 $\pm$ 3.07 c	15.56 $\pm$ 1.18 e
Intervalo:	[47.6 - 58.94]	[41.06 - 52.40]	[23.61-30.11]	[15.62-26.38]	[43.98 - 57.93]	[42.07 - 56.02]	[19.6 - 27.65]	[13.06 - 17.55]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

Al comparar entre zonas y para cada época, se observó que no hubo diferencia significativa en humedad, grasa y proteína de los quesos elaborados por las queserías en las dos épocas del año, ni en las dos zonas. Entre E.A., considerando las dos zonas: Se

observa que en E.LI., la humedad del queso fue menor que en la E.Se. y la cantidad de grasa y proteína, fueron mayores. Esto ocurre debido a un balance en las proporciones de los componentes, lo cual será abordado posteriormente con mayor profundidad.

#### **4.3.2.2. Minerales: Cenizas, calcio y sal (cloruro de sodio)**

A continuación, en el Cuadro 10, se muestran los valores de los minerales obtenidos, donde al comparar los quesos de todas las U.P. se observó que en época de lluvias: el contenido de cenizas muestra diferencias significativas entre cada queso, excepto entre el CeQ4 y NoQ1, la mayor magnitud correspondió para CeQ1 y el menor para NoQ3. El calcio presentó los siguientes grupos: CeQ1 – NoQ4, CeQ2 – CeQ3 – NoQ1 – NoQ2 y CeQ4 – NoQ3; donde la mayor magnitud correspondió al primer grupo (CeQ1) y la menor correspondió a los quesos del tercer grupo. Para el NaCl, todos los quesos fueron distintos, excepto el CeQ3, NoQ2 y NoQ4, cuyas medias no presentaron diferencias significativas. En cuanto al periodo de secas, se muestra en el contenido de cenizas que los quesos mostraron diferencias, excepto en CeQ3, NoQ3 y NoQ4, la mayor magnitud correspondió al queso CeQ1 y la menor al queso NoQ2. El calcio, particularmente fue muy homogéneo entre todos los quesos y el NaCl mostró diferencias entre los quesos, excepto entre el CeQ3 – NoQ2 y CeQ4 – NoQ3, siendo el NoQ1 quien presentó la magnitud mayor y el CeQ2 el de menor.

Se detectan una tendencia; para el caso del porcentaje de cenizas y de NaCl; la zona centro es quien muestra mayores magnitudes en la E.LI.; no así en la E.Se. Para el % calcio, ocurre lo mismo, siendo la zona centro la que presentó los valores más elevados.

Al comparar entre Zonas y para cada época, se observó que no existe diferencia alguna entre zonas, para cada época en alguno de los parámetros de porcentaje de cenizas,

calcio y sal. Entre E.A, considerando las dos zonas, sí se presentaron diferencias en los tres parámetros; siendo mayor en E.Ll. el porcentaje de cloruro de sodio y calcio; mientras que cenizas fue menor en esta época.

Es necesario mencionar que el contenido de estos minerales es añadido de manera arbitraria por cada productor.

Cuadro 10. Porcentaje de cenizas y minerales de los tratamientos de Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (media  $\pm$  desviación estándar).

Q.C.Ch.	PARÁMETROS					
	Lluvias			Secas		
Tratamiento	Minerales			Minerales		
Queso	%Cenizas	% Ca	% NaCl	% Cenizas	% Ca	%NaCl
CeQ1	4.76 $\pm$ 0.02 a	0.13 $\pm$ 0.02 a	5.68 $\pm$ 0.40 a	8.77 $\pm$ 1.43 a	0.21 $\pm$ 0.00 a	4.01 $\pm$ 0.89 a
CeQ2	3.1 $\pm$ 0.12 b	0.09 $\pm$ 0.01 b	4.16 $\pm$ 0.65 b	6.06 $\pm$ 0.72 b	0.17 $\pm$ 0.03 a	1.94 $\pm$ 0.35 b
CeQ3	2.47 $\pm$ 0.12 c	0.09 $\pm$ 0.0 b	3.19 $\pm$ 0.40 c	6.07 $\pm$ 0.5 c	0.19 $\pm$ 0.03 a	2.16 $\pm$ 0.16 c
CeQ4	2.39 $\pm$ 0.06 d	0.05 $\pm$ 0.0 c	3.59 $\pm$ 0.31 d	8.19 $\pm$ 0.88 d	0.21 $\pm$ 0.04 a	3.41 $\pm$ 0.29 d
NoQ1	2.36 $\pm$ 0.15 d	0.11 $\pm$ 0.01 b	2.87 $\pm$ 0.24 e	7.08 $\pm$ 0.38 e	0.18 $\pm$ 0.02 a	2.63 $\pm$ 0.64 e
NoQ2	2.30 $\pm$ 0.02 e	0.09 $\pm$ 0.02 b	3.17 $\pm$ 0.17 c	4.94 $\pm$ 0.07 f	0.20 $\pm$ 0.1 a	2.17 $\pm$ 0.47 c
NoQ3	1.87 $\pm$ 0.05 f	0.05 $\pm$ 0.01 c	2.51 $\pm$ 0.15 f	6.67 $\pm$ 0.37 c	0.17 $\pm$ 0.02 a	3.09 $\pm$ 0.16 d
NoQ4	2.12 $\pm$ 0.02 g	0.12 $\pm$ 0.02 a	3.20 $\pm$ 0.16 c	6.63 $\pm$ 0.32 c	0.18 $\pm$ 0.01 a	2.89 $\pm$ 0.47 f
Intervalo:	[1.87 - 4.76]	[0.05 - 0.13]	[2.51 - 5.68]	[4.94 - 8.77]	[0.17 - 0.21]	[1.94 - 4.01]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3.3. Efecto de los componentes de leche sobre las características del Q.C.Ch

Ya se ha mencionado, que los componentes originarios de la leche, repercuten directamente sobre las propiedades del queso elaborado. Por un lado, se observó que las épocas del año repercutieron sobre las cantidades de grasa y proteína de la leche; ya que la época de lluvias presentó mayores concentraciones, con respecto a la de secas y esta misma tendencia fue reflejada en los quesos elaborados en cada quesería; otro factor

importante que afectó las propiedades del queso, fueron las diferentes maneras en que las queserías elaboran su queso (Guinee, 2006); y en este mismo sentido, hablando de procesos, si todas las U.P.'s contaran con las todas sus operaciones estandarizadas, si controláramos ciertas condiciones arbitrariamente elegidas como óptimas de temperatura, acidez, pH, Aw y minerales para obtener ciertos atributos definidos, entonces se esperaría que las U.P. que cuentan con mayor cantidad de caseína, serían las que ofrecerían mayor rendimiento, carácter sólido y capacidad para entrapar al resto de las macromoléculas, principalmente al agua y la grasa (Lobato, 2009); si esto se hubiera cumplido, entonces, quienes se hubieran comportado de esta forma, hubieran sido los quesos NoQ1 y NoQ4 = CeQ4 durante la E.Ll. y en E.Se. los quesos CeQ4 y CeQ3= NoQ1; para un efecto contrario hubieran sido: NoQ3=NoQ2 y CeQ1 en E.Ll. y NoQ4 y CeQ1 = CeQ2 en E.Se.; sin embargo no resulta tan simple la predicción, ya que hay muchas variables que influyeron en el resultado final; por lo que para comprenderlo, es necesario considerar, además de la composición inicial de la leche, los efectos de todo el proceso de elaboración sobre el Q.C.Ch. en cada U.P y a su vez, los efectos que se dan de acuerdo a la composición final del queso.

#### **4.3.4. Propiedades mecánicas y sensoriales**

##### **4.3.4.1. Análisis de perfil de textura: Firmeza, resorteo, cohesividad, adhesividad y masticabilidad**

A continuación, en el Cuadro 11, se muestran los valores obtenidos del de perfil de textura, donde al comparar los quesos de todas las U.P se tiene que en la época de lluvias, la firmeza mostro diferencias entre los quesos, excepto en CeQ2 – NoQ1

yCeQ3 – NoQ2, el queso que presentó mayor firmeza fue el NoQ3 y el de menor fue el CeQ1. El resorteo presentó dos grupos: CeQ1 –CeQ2 –NoQ1 –NoQ2 – NoQ4 y CeQ3 – CeQ4 – NoQ3, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue del CeQ3 y el de menor fue el CeQ1. La cohesividad no presentó diferencias, excepto en CeQ1, CeQ3 y CeQ4, donde la mayor magnitud fue del CeQ1 y la menor fue del CeQ3, la adhesividad, mostró diferencias en sus medias, excepto en los grupos de CeQ2 – NoQ1 – NoQ3 y CeQ4 – NoQ2; dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue del CeQ3 y el menor fue del CeQ1 y la masticabilidad, presentó los siguientes grupos: CeQ1 –CeQ2 –NoQ1, CeQ3 – CeQ4 – NoQ2, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor mayor fue del NoQ2. En cuanto a la época de secas se tiene que la firmeza presentó los siguientes pares: CeQ1- NoQ2, CeQ3 – NoQ1 y CeQ4 – NoQ4; dentro de los pares no hubo diferencia, pero entre pares y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor mayor fue del CeQ1, en el resorteo, entre quesos no hubo diferencias, excepto en el CeQ1, CeQ3 y NoQ4, donde el mayor fue el CeQ2 y el menor fue el CeQ1, la cohesividad, fue muy homogénea ya.que no hubo diferencias entre quesos excepto por el CeQ3, la adhesividad presentó diferencias significativas, excepto en los quesos CeQ1, CeQ3 y NoQ4, el valor más alto fue del queso NoQ3 y el menor fue el CeQ4 y finalmente la masticabilidad presentó los siguientes grupos. CeQ1 – CeQ2, CeQ4 – NoQ3 –NoQ4, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue del NoQ2 y el menor fue el CeQ3.

Cuadro 11. Parámetros texturales del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (media ± desviación estándar).

Q.C.Ch.	PARÁMETROS									
	Lluvias					Secas				
Tratamiento	Textura ( $\mu \pm \sigma$ )					Textura ( $\mu \pm \sigma$ )				
Queso	Firmeza (N)	Resorteo	Cohesividad	Adhesividad(Ns-1)	Masticabilidad (N)	Firmeza (N)	Resorteo	Cohesividad	Adhesividad(Ns-1)	Masticabilidad (N)
CeQ1	9.93±0.74 a	0.36±0.05 a	0.47±0.01 a	-0.12±0.06 a	1.64±0.39 a	17.0±1.09 a	0.34±0.03 a	0.31±0.05 a	(-0.36)±0.1 a	1.86±0.53 a
CeQ2	11.07±0.98 b	0.45±0.05 a	0.34±0.13 b	-0.54±0.19 b	1.75±0.80 a	8.47±0.98 b	0.57±0.01 b	0.36±0.03 a	(-0.42)±0.11 b	1.74±0.27 a
CeQ3	20.47±1.01 c	0.77±0.02 b	0.23±0.01 c	-1.34±0.11 c	3.58±0.08 b	6.81±0.71 c	0.40±0.04 c	0.28±0.03 b	(-0.22)±0.05 a	0.76±0.09 b
CeQ4	17.66±1.5 d	0.73±0.18 b	0.31±0.01 d	-0.76±0.57 d	3.94±0.70 b	10.37±0.25 d	0.52±0.05 b	0.30±0.08 a	(-0.16)±0.02 c	1.66±0.57 c
NoQ1	12.14±1.02 b	0.45±0.04 a	0.39±0.07 b	-0.5±0.43 b	2.09±0.33 a	7.14±0.47 c	0.52±0.11 b	0.31±0.03 a	(-0.50)±0.16 d	1.14±0.29 d
NoQ2	21.43±1.58 c	0.49±0.04 a	0.35±0.08 b	-1.05±0.52 d	3.59±0.30 b	16.61±0.15 a	0.56±0.03 b	0.30±0.01 a	(-0.34)±0.05 e	2.78±0.01 e
NoQ3	36.15±1.25 e	0.71±0.11 b	0.38±0.04 b	-0.53±0.27 b	9.78±1.63 c	9.69±0.77 e	0.56±0.13 b	0.30±0.04 a	(-0.64)±0.31 f	1.65±0.60 c
NoQ4	28.39±1.02 f	0.40±0.01 a	0.37±0.03 b	-0.75±0.34 d	4.27±0.49 b	10.47±0.72 d	0.47±0.03 d	0.33±0.03 a	(-0.35)±0.07 a	1.59±0.15 c
Intervalo:	[9.93 - 36.15]	[0.36 - 0.77]	[0.23 - 0.47]	[(-1.34) - (-0.12)]	[1.64 - 9.78]	[6.81 - 17.0]	[0.34 - 0.57]	[0.28 - 0.36]	[(-0.64) - (-0.16)]	[0.76 - 2.78]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

También se observó la siguiente tendencia: la mayoría de los quesos de la zona norte, presentaron mayor firmeza y masticabilidad; esto sólo aplica para la E.Ll. ya que no se reproduce esto para la E.Se; en lo que respecta a la masticabilidad, son la mayoría de U.P's del centro, quien cuentan con magnitudes mayores en la E.Se.

Al comparar entre zonas y para cada época, se observó que no existe diferencia alguna entre zonas, para cada época todos los parámetros de resorteo, cohesividad, adhesividad y masticabilidad; sin embargo, si existió diferencia entre zonas en el parámetro de firmeza, durante la E.Ll.; no así, en E.Se. Comparando entre E.A., considerando las dos zonas: se observó que todos los parámetros: firmeza, resorteo, cohesividad, adhesividad y masticabilidad, mostraron diferencias en cada época del año, presentando siempre valores mayores en la E.Ll. con respecto a la E.Se.

Por otro lado, el queso “poro” del estado de Tabasco, es un producto elaborado con leche cruda de ganado similar al Q.C.Ch. y cuyas características corresponden al de una pasta blanda y la maduración llega a ser inferior a un mes; todo lo anterior lo hace comparable con los datos de textura a 10 días de maduración involuntaria, mismos que fueron reportados por Gonzales, (2009), donde en E.Ll. y E.Se, la dureza, el resorteo, la cohesividad y la masticabilidad son mucho mayores con respecto al queso crema; sin embargo, éste último presentó una mayor adhesividad. En ambos quesos, las magnitudes de todos los valores disminuyeron en la E.Se.

#### **4.3.4.2. Análisis reológico**

El comportamiento viscoelástico de los quesos de las dos regiones, en las dos épocas del año se presentan en las gráficas de los espectros mecánicos obtenidos al realizar los

barridos de amplitud, en mediciones dinámicas oscilatorias (figuras 4, 5 y 6). En cada caso se determinó la variaciones del módulo de almacenamiento  $G'$  (Figura 4), del módulo de pérdida  $G''$  (Figura 5) y del factor de cedencia ( $\tan \delta$ ), con respecto al porcentaje de deformación ( $\% \gamma$ ). Los valores del módulo de almacenamiento de todos los quesos fueron mayores que los de  $G''$ , el cual es un comportamiento típico de materiales viscoelásticos (Liu *et al.*, 2008). En las gráficas de  $G'$  y  $G''$  se puede observar que existió una región viscoelástica lineal en un intervalo de  $\gamma < 1\%$ , en esta zona la matriz del queso soportó el esfuerzo aplicado sin modificar su estructura (Vélez, 2005). A valores de deformación superiores a 1%, existe una ruptura de los enlaces que mantienen rígida la estructura del queso, provocando un debilitamiento y algunas porciones empiezan a fluir. En este punto se observa una disminución drástica de los valores de ambos módulos, relacionados con un comportamiento viscoelástico líquido, donde grandes estructuras de los quesos fluyen unas contra otras. Esta disminución en los valores de los módulos se presentó de manera diferenciada entre los quesos de las épocas de lluvias con respecto a los de secas. Los valores de porcentaje de deformación donde hubo una caída drástica de los valores de  $G'$  fueron intervalos de (0.33 – 0.54) y (0.065 – 1.11) en época de lluvias y secas, respectivamente y la disminución drástica de los valores de  $G''$  estuvieron en (0.33 – 0.87) y (0.051 – 3.64) para lluvias y secas, respectivamente (figuras 4 y 5). En general, los quesos de la época de secas presentaron una mayor estabilidad y resistencia a la deformación cuando se les aplicaron esfuerzos. Por otro lado, los valores del factor de cedencia para los quesos Crema de Chiapas estuvieron dentro de los intervalos siguientes de porcentaje de deformación en época de lluvias de 0.34 a 2.25 y en época de secas de 0.065 a 15.1 y a valores más altos de deformación, todas las curvas de  $\tan \delta$  aumentaron (Figura 6).

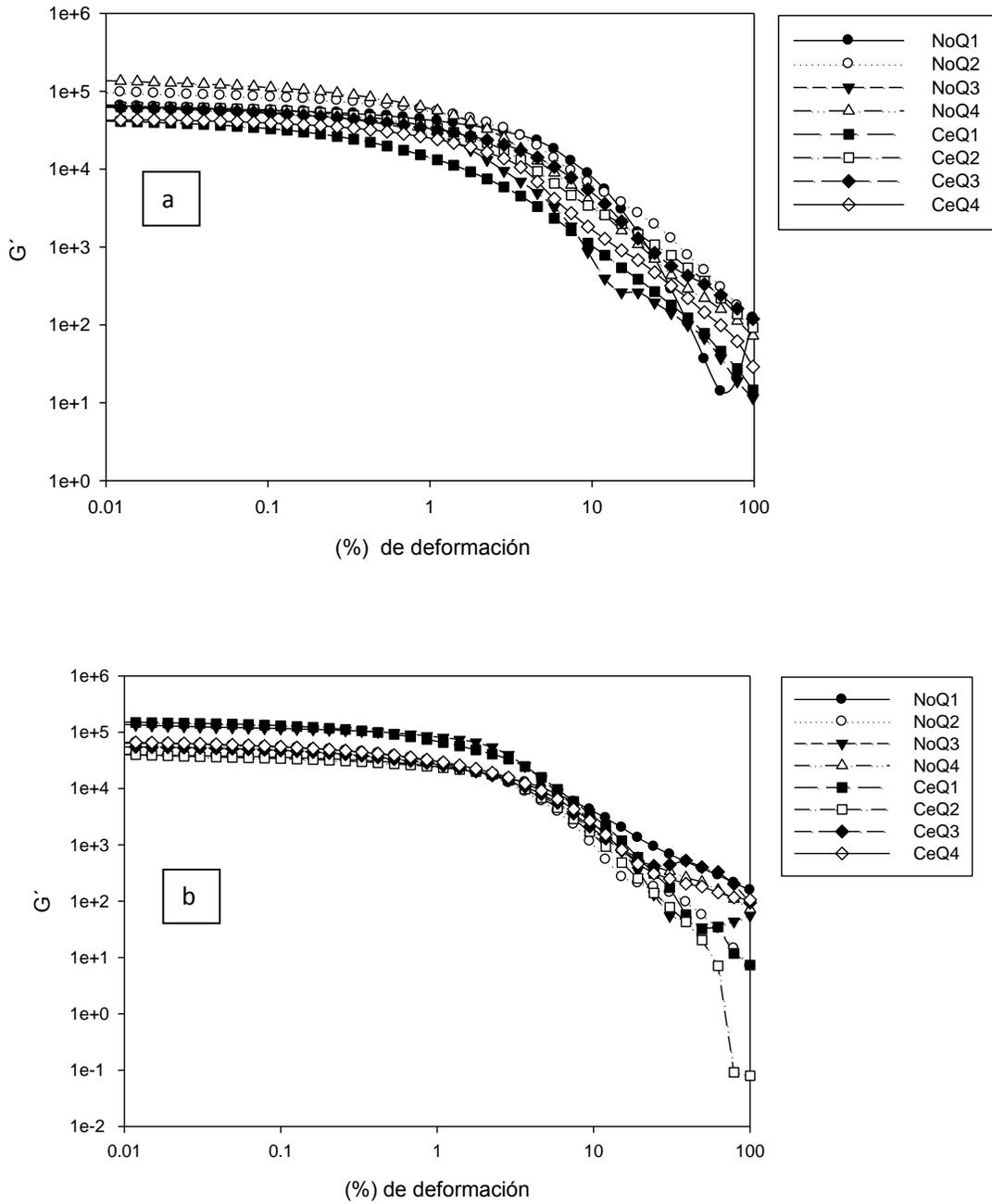


Figura 4. Módulo de almacenamiento ( $G'$ ) del Q.C.Ch de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro. a) Época de lluvias y b) Época de secas.

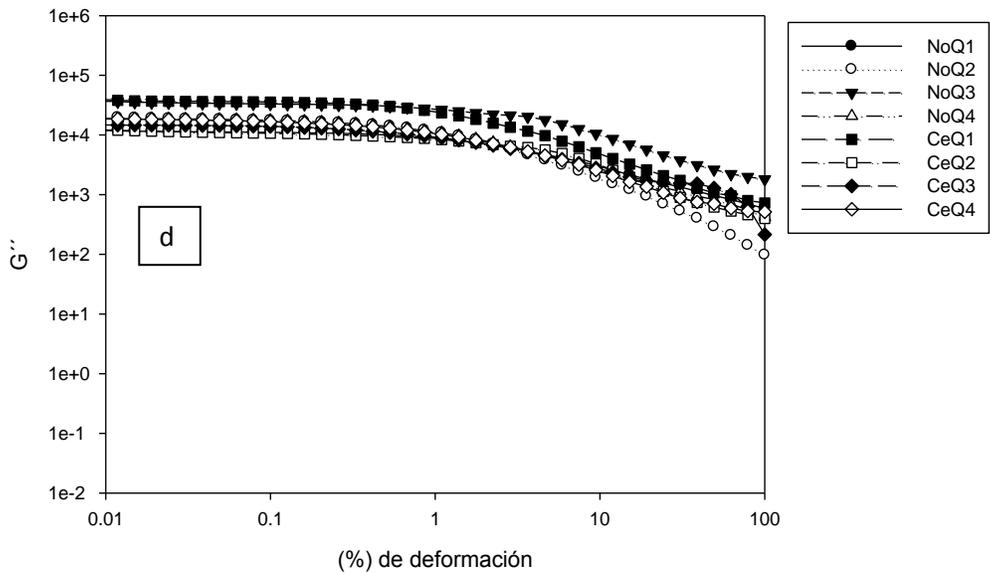
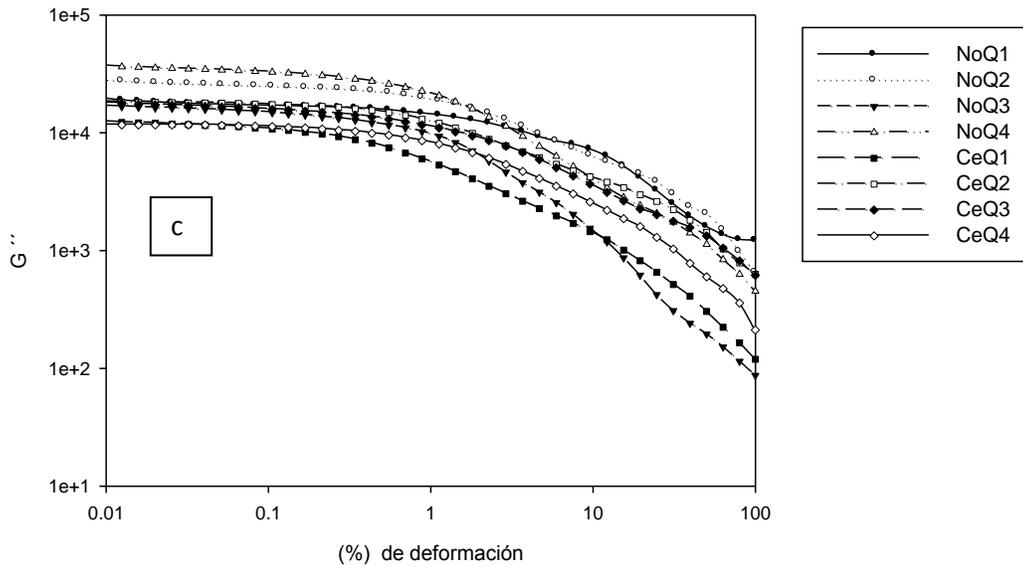


Figura 5. Módulo de pérdida del Q.C.Ch ( $G''$ ) de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro. c) Época de lluvias y d) Época de secas

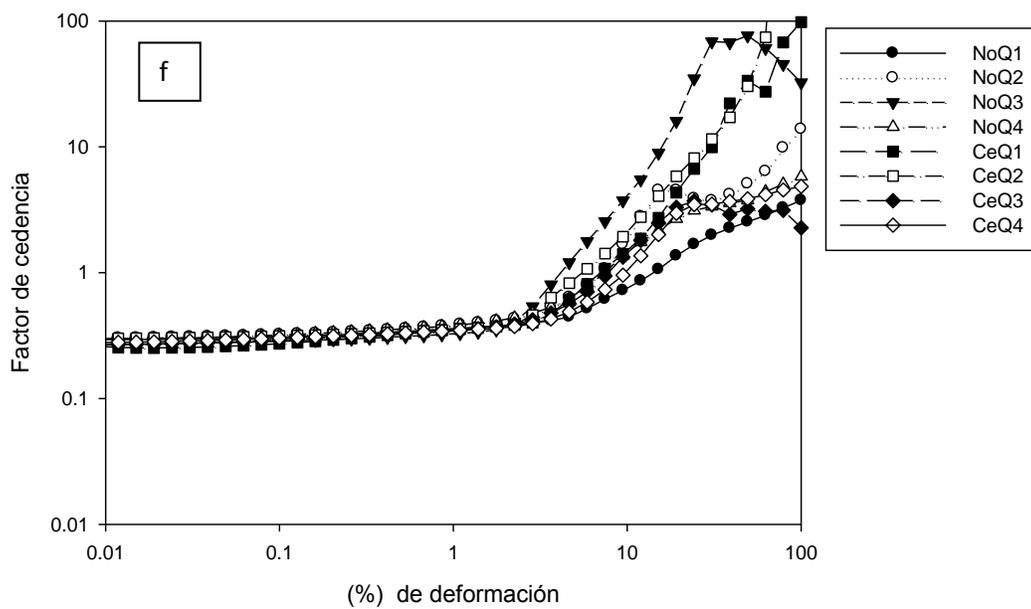
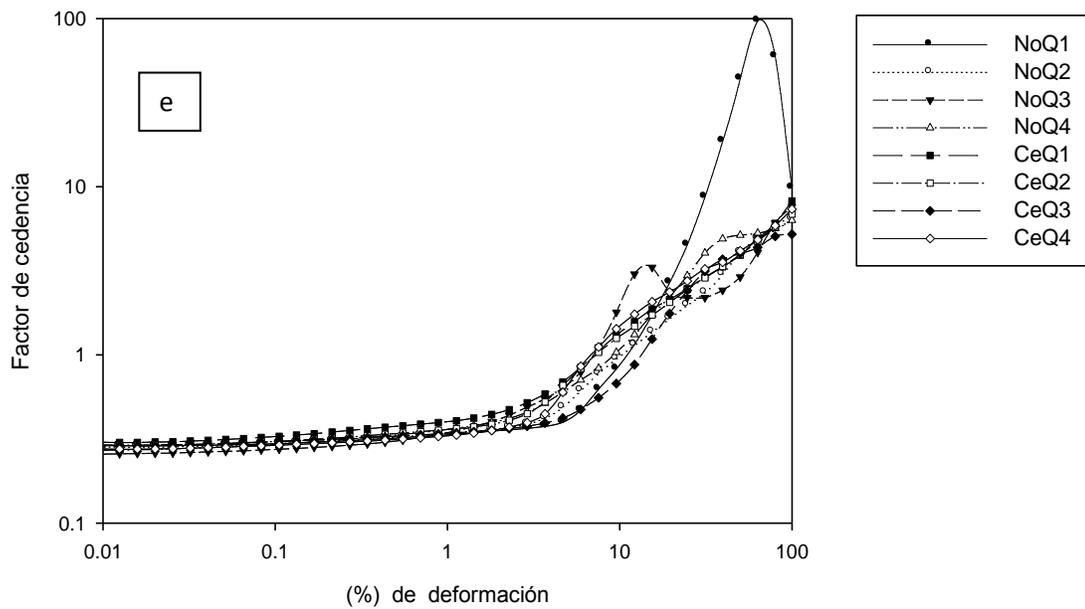


Figura 6. Factor de cedencia del Q.C.Ch. de todas las unidades de producción de las Zonas Norte y Centro. e) Época de lluvias y f) Época de secas.

A partir de las gráficas de  $G'$ ,  $G''$  se determinaron los valores de los parámetros reológicos al final de la zona viscoelástica lineal, justo antes de que exista un cambio de pendiente en la curva de cada módulo, relacionado con el punto donde el queso resiste el máximo esfuerzo, antes de que su estructura se destruya e incremente su comportamiento viscoso. En el Cuadro 12 también se presentan los valores de % de deformación en los cuales los valores de los módulos de almacenamiento y de pérdida se cruzan  $G' = G''$  (punto donde se lleva a cabo un cambio de comportamiento de viscoelástico sólido a viscoelástico líquido); y para el caso de  $\tan \delta$ , se determinó el valor del parámetro en el punto donde se da un cambio drástico en el valor de este parámetro, el cual indica el punto de destrucción de la estructura por efecto de la aplicación del esfuerzo y la ruptura de la estructura del queso, los valores se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Parámetros reológicos de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (Media  $\pm$  desviación estándar).

Q.C.Ch.	PARÁMETROS							
	Lluvias				Secas			
Tratamiento	Reología ( $\mu\pm\sigma$ )				Reología ( $\mu\pm\sigma$ )			
Queso	$G'$ (kPa)	$G''$ (kPa)	$\tan \delta$	$G' = G''$	$G'$ (Pa)	$G''$ (Pa)	$\tan \delta$	$G' = G''$
CeQ1	34.58 $\pm$ 2.0 a	10.12 $\pm$ 0.87 a	0.33 $\pm$ 0.01 a	1.68 $\pm$ 0.06 a	47.35 $\pm$ 1.35 a	16.30 $\pm$ 0.50 a	0.28 $\pm$ 0.01 a	2.10 $\pm$ 0.78 a
CeQ2	54.09 $\pm$ 1.39 b	10.13 $\pm$ 0.02 a	0.32 $\pm$ 0.02 a	5.17 $\pm$ 0.33 b	37.40 $\pm$ 4.04 b	9.50 $\pm$ 0.53 b	0.31 $\pm$ 0.0 b	6.13 $\pm$ 0.97 b
CeQ3	39.25 $\pm$ 4.59 c	12.52 $\pm$ 1.34 b	0.34 $\pm$ 0.02 b	2.44 $\pm$ 0.74 a	35.03 $\pm$ 1.16 b	11.2 $\pm$ 0.3 c	0.61 $\pm$ 0.04 c	3.15 $\pm$ 0.12 a
CeQ4	44.77 $\pm$ 9.91 c	14.28 $\pm$ 3.82 b	0.36 $\pm$ 0.04 b	3.89 $\pm$ 0.29 c	106 $\pm$ 3.0 c	14.5 $\pm$ 1.51 a	0.29 $\pm$ 0.01 d	8.55 $\pm$ 0.83 c
NoQ1	39.44 $\pm$ 2.18 c	14.64 $\pm$ 0.36 b	0.37 $\pm$ 0.01 b	6.32 $\pm$ 1.04 a	25.25 $\pm$ 0.45 d	7.46 $\pm$ 1.70 d	0.33 $\pm$ 0.01 b	3.82 $\pm$ 1.69 a
NoQ2	66.62 $\pm$ 4.60 d	20.93 $\pm$ 0.26 c	0.36 $\pm$ 0.01 b	7.05 $\pm$ 0.25 d	25.40 $\pm$ 1.10 d	11.51 $\pm$ 2.74 c	0.32 $\pm$ 0.02 b	2.76 $\pm$ 2.22 a
NoQ3	70.30 $\pm$ 6.56 d	23.93 $\pm$ 0.85 d	0.36 $\pm$ 0.02 b	3.58 $\pm$ 0.52 e	84.97 $\pm$ 12.45 e	16 $\pm$ 0.72 a	0.28 $\pm$ 0.01 a	13.82 $\pm$ 0.98 d
NoQ4	73.10 $\pm$ 4.37 d	25.81 $\pm$ 2.08 e	0.35 $\pm$ 0.01 b	4.39 $\pm$ 0.11 f	69.25 $\pm$ 2.05 f	15.6 $\pm$ 0.30 a	0.31 $\pm$ 0.01 b	12.58 $\pm$ 0.13 d
Intervalo:	[34.58 - 73.10]	[10.12 - 25.81]	[0.32 - 0.37]	[1.68 - 7.05]	[25.25 - 106]	[7.46 - 16.3]	[0.28 - 0.61]	[2.10 - 13.82]

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

\*( $G' = G''$ ) es el punto de coincidencia entre el módulo de almacenamiento y el módulo de pérdida.

Se observó un comportamiento diferenciado de los quesos en cada época del año; siendo las queserías NoQ4, NoQ3 y NoQ2 los que tienen los mayores valores del módulo de almacenamiento, mientras que el queso CeQ1 presentó el menor valor de  $G'$ , en época de lluvias. En la época de secas, el tratamiento que presentó el valor más alto del módulo fue el queso CeQ4 y los de menor magnitud fueron los quesos NoQ1 y NoQ2. Al comparar los quesos de todas las U.P se tiene que en la época de lluvias, el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) formó dos grupos: el primer grupo integrado por CeQ3, CeQ4, NoQ1 y un segundo grupo integrado por NoQ2, NoQ3 y NoQ4. Se presentaron diferencias en los valores del módulo de almacenamiento entre grupos, pero dentro de cada uno de los grupos no hubo diferencia significativa. Los valores de  $G'$  del queso NoQ4, del segundo grupo fueron los más grandes. Todos los quesos que presentaron los valores más grandes del módulo de almacenamiento presentan estructuras más elásticas y complejas, y son los quesos que tuvieron mayor resistencia a la deformación por efecto del esfuerzo aplicado, sus estructuras fueron capaces de almacenar la mayor cantidad de energía antes de deformarse; esto coincide con Barnes (1989), quien menciona que el arreglo espacial de la matriz de estudio, entre más ordenado esté, más carácter sólido presenta y se requiere más energía para su deformación. Se sabe que el carácter elástico, está dado por la cantidad y naturaleza de las proteínas; mientras que el carácter viscoso por la cantidad y naturaleza de la grasa y suero (de Wijk, 2006 y Jellema, 2006); sin embargo, en el Cuadro 9, se muestra que, tanto la cantidad de proteínas, de grasa, así como el cociente proteína/grasa (datos no mostrados), no son proporcionales al módulo de almacenamiento, lo que significa que para este caso, cada uno de estos parámetros de forma independiente no es determinante, esto significa que  $G'$  está en función sobre todo de la naturaleza de la proteína; donde dicha naturaleza fue adquirida durante el proceso.

El factor de pérdida o de cedencia ( $\tan \delta$ ) es el punto donde existe el cambio de pendiente y ocurre la ruptura de la estructura firme, hacia una estructura fracturada y fluida del queso; es el cociente entre  $G''$  y  $G'$ , en todos los casos  $G'' < G'$ , por lo que los valores  $\tan \delta$  fueron menores a la unidad, debido a que también hubo un comportamiento diferenciado de los quesos en cada época de elaboración, los valores de  $\tan \delta$  estuvieron distribuidos en los siguientes intervalos: de 0.32 a 0.37 en época de lluvias y de 0.28 a 0.61 en época de secas (Cuadro 12), estos valores indican que los quesos tienen un carácter viscoelástico predominantemente elástico o de sólido. Los mayores valores del factor de cedencia de los quesos en la época de lluvias los presentaron los quesos NoQ4, NoQ3, NoQ2, NoQ1, CeQ4 y CeQ3, mientras que los menores valores fueron de los tratamientos CeQ2 y CeQ1; para la época de secas, los valores fueron ligeramente menores, pero el queso con  $\tan \delta$  mayor fue CeQ3, seguido por los quesos NoQ4, NoQ2, NoQ1, CeQ2 y CeQ4; los menores valores los tuvieron CeQ1 y NoQ3. Por lo anterior se puede establecer que los quesos de los tratamientos CeQ2 y CeQ1, en lluvias y NoQ3 en secas, son los que tienen estructuras más débiles. En cuanto al valor del % de deformación donde coinciden los módulos  $G' = G''$ , indica el punto donde la estructura del queso se debilita por el esfuerzo aplicado, los enlaces e interacciones, que le dan el carácter viscoelástico sólido, se rompen y provocan que el queso se comporte ahora como un sistema predominantemente viscoelástico líquido, favoreciendo tanto la fluidez como la pérdida del suero (Bhaskaracharya, 2001). En época de lluvias, fue el queso NoQ2 y en época de secas los quesos NoQ4 y NoQ3, quienes mostraron valores de % de deformación más altos donde  $G' = G''$ , y por ende representaron a un queso más estructurados, ya que se requirió más esfuerzo para deformar y romper la microestructura. Los quesos con estructuras más débiles fueron aquellos en los que el

punto de cruce de las curvas del módulo de almacenamiento y de pérdida se presentaron a % de deformación menores: NoQ1, CeQ3, CeQ1 y NoQ2 (en época de lluvias) y NoQ1, CeQ3 y CeQ1 (en época de secas). Al comparar los valores de los parámetros mencionados entre zonas y para cada época del año, se observó que para la E.Ll. se presentaron diferencias de las medias entre la zona norte y la zona centro, tanto para el módulo de pérdida que fue muy marcada; como para el módulo de almacenamiento, con una diferencia muy moderada, para esta misma época, el resto de los parámetros no mostró diferencia entre zonas. En cuanto a E.Se., ningún parámetro mostró diferencia alguna en ambas zonas; y al comparar entre E.A., considerando las dos zonas se observó que todos los parámetros reológicos presentaron diferencias entre cada época del año; para  $G'$ , en general se observan rangos muy amplios al comparar los valores de cada queso, en donde se esperaría por la mayor cantidad de macrocomponentes, que los valores fueran mayores en E.Ll., sin embargo, fueron ligeramente mayores en la E.Se., la explicación no resulta tan simple. Se observa que los valores de  $G''$ ,  $\tan \delta$ , resultaron ser mayores en la E.Ll., con respecto a la E.Se.; contrario a esto, las magnitudes del punto de coincidencia  $G' = G''$  fueron mayores en E.Se.; según Tunick *et al* (1990), las propiedades reológicas del queso son afectadas por la composición. En primera instancia las propiedades mecánicas incrementan con el decremento del contenido de grasa; y por el contrario, el queso se vuelve más suave si el contenido de humedad es elevado; en el cuadro 2, anexo 2, se observa que al comparar el % de humedad, resulta que E.Ll. < E.Se., el % de grasa: E.Ll. > E.Se. y el % de proteína es: E.Ll. > E.Se.; dicho lo anterior, la época de secas debería de contar con los quesos más suaves por tener mayor contenido de humedad y grasa y menor contenido de proteína, sin embargo no ocurrió

así, lo que refuerza el efecto de las variantes en los procesos que se ha hablado anteriormente y se darán detalles posteriormente.

#### **4.3.5. Efecto en las propiedades mecánicas en el Q.C.Ch. con respecto a la relación de macrocomponentes y el calcio**

En la Figura 7 se muestra las proporciones de los macrocomponentes y el calcio en cada queso de las distintas U.P. Se observa que no todos los quesos que tienen más proteína, reflejan mayor firmeza, o mayor  $G'$ ; por ejemplo, se cumple para NoQ4 que tiene mayor cantidad de este macrocomponente y como consecuencia tiene mayor  $G'$ , sin embargo, no coincide este mismo hecho con las queserías NoQ2 – NoQ3, quienes no presentaron diferencias de  $G'$  con la NoQ4 y se resalta que éstos quesos, por el contrario, contaban con valores mucho menores de proteína; de la misma manera, se observó que los quesos CeQ3 – NoQ2 – NoQ3 no presentaron diferencias significativas en el porcentaje de proteína entre sus medias y como fue el caso de la CeQ3, tampoco coincidió el efecto en una igual firmeza, o igual  $G'$  con respecto a las otras queserías. A su vez, se esperaría que los valores de  $G'$  en los que no hubo diferencia significativa, partieran de quesos con composiciones similares, tales como los siguientes grupos de quesos: (CeQ3 - CeQ4 - NoQ1), (NoQ2 - NoQ3 - NoQ4 ) en E.Ll. y los pares (CeQ2 - CeQ3) y (NoQ1 - NoQ2) en E.Se., pero no ocurrió así.; también se calculó el cociente de proteína, con respecto a la cantidad de grasa que sería entrampada por la primera; y tampoco se encontró ninguna relación; lo anterior muestra que todo va más allá de estos simples análisis. Sin embargo, se encontró cierta correlación entre los macrocomponentes y las propiedades mecánicas; según estudios realizados por Bryant (1995) y Ginee (2000), quienes indicaron que la densidad de la estructura del queso puede ser vista desde dos perspectivas. La primera: (a) Fase de gel + fase de relleno = 1 y (b) La reducción de

grasa sin el incremento proporcional en agua, también incrementará la concentración de proteína en la fase gel.

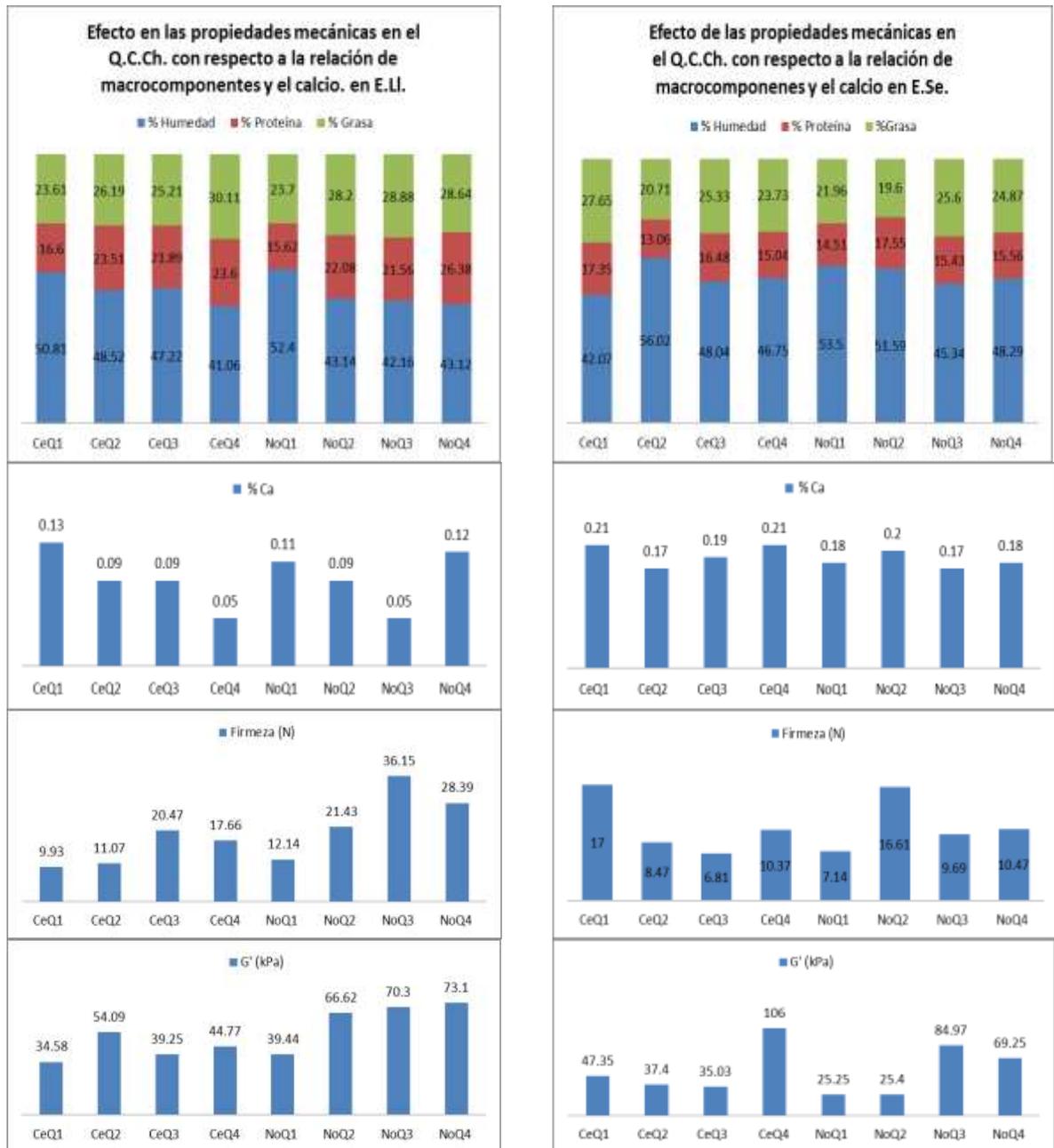


Figura 7. Variación de los macrocomponentes y del calcio en cada U.P. y su efecto sobre las propiedades mecánicas en el Q.C.Ch. a la izquierda, E.LI. y a la derecha E.Se.

Para la mayoría de las proteínas de geles, un incremento de la concentración de la proteína coincide con mayor rigidez (incremento de la elasticidad de la red del gel) y fuerza de la red, debido a que hay mayor densidad de las proteínas en la red., como se mencionó anteriormente, esto no coincidió del todo con nuestros resultados; sin embargo, también identificaron que el decremento del contenido de grasa coincide con el decremento de la relación proteína-humedad y con el incremento de la dureza del queso y en consecuencia, que aumente la  $G'$  de la red del “relleno de gel” (Rogers, 2010 y Lobato, 2009). En nuestra investigación no se controlaron las cantidades de grasa añadida, sin embargo, se observó por un lado, la relación del cociente proteína/humedad con respecto al contenido de grasa y se determinó que para ambas épocas del año, existió una relación proporcional entre el % grasa con respecto a % (proteína/humedad), en términos generales, a valores bajos de grasa, el cociente también disminuyó y a la inversa, lo cual coincide los autores antes mencionados y por otro lado, ya se discutió que las variaciones en el proceso de cada queso repercuten sobre las propiedades mecánicas, lo que explica que hay quesos que no siguen del todo este patrón, como ejemplo está el queso NoQ4 en E.Ll. y en E.Se. Fue el queso NoQ2. (Cuadro 13), el que presentó magnitudes mayores en el cociente proteína/humedad.

Para el caso de la firmeza, este patrón no ocurrió tan claramente; sin embargo, al realizar un análisis PLS 2 para correlacionar los componentes de % de materia seca, % de humedad, % de grasa y % de proteína, que explicaban un 99 % sobre las variables explicatorias de firmeza, adhesividad y masticabilidad, mismas que explicaban un 58 % de la variabilidad; posteriormente se realizó un análisis PLS 1 para correlacionar el % de humedad, de grasa y de proteína con solamente la firmeza y los componentes principales

explicaron el 55% de la variabilidad. Mientras que al realizar un análisis PLS 2 y correlacionar los valores de la proporción (proteína/agua) y grasa, con respecto a todos los parámetros reológicos, se obtuvo que tanto los componentes principales uno y dos explican el 20 % de las variables, siendo más para la variable  $G'$  y no para la de  $\tan \delta$ .

Cuadro 13. Relación proporcional entre el cociente Proteína/humedad con respecto a la cantidad de grasa del Q.C.Ch. en ambas épocas del año.

E.A.	E.Ll.		E.Se.	
	Proteína/humedad	% Grasa	Proteína/humedad	%Grasa
CeQ1	0.33	23.61	0.41	27.65
CeQ2	0.48	26.19	0.23	20.71
CeQ3	0.46	25.21	0.34	25.33
CeQ4	0.57	30.11	0.32	23.73
NoQ1	0.30	23.7	0.27	21.96
NoQ2	0.51	28.2	0.34	19.6
NoQ3	0.51	28.88	0.34	25.6
NoQ4	0.61	28.64	0.32	24.87

A valores bajos de grasa, disminuyen los valores de proteína/humedad.

En este mismo sentido, también se observó que los sistemas de dispersión del Q.C.Ch., en la relación con  $G'$  se comportan de distinta forma según la época del año; por ejemplo, en época de lluvias es evidente que es la porción lípido; así como la proporción proteína/agua, se relaciona con el módulo de almacenamiento, ya que al hacer el análisis de PLS 1 se encontró una correlación elevada (Figura 8, A y B); en cuanto a la época de secas, aunque, son algunos quesos de las U.P. que siguen este mismo comportamiento, la mayoría no lo hace (Figura 8 C y D). para ello, existen varias posibles explicaciones: la primera corresponde a que debido a que en época de lluvias, la cantidad de proteína y grasa es ligeramente mayor y la humedad es ligeramente menor, esto implica un tipo de

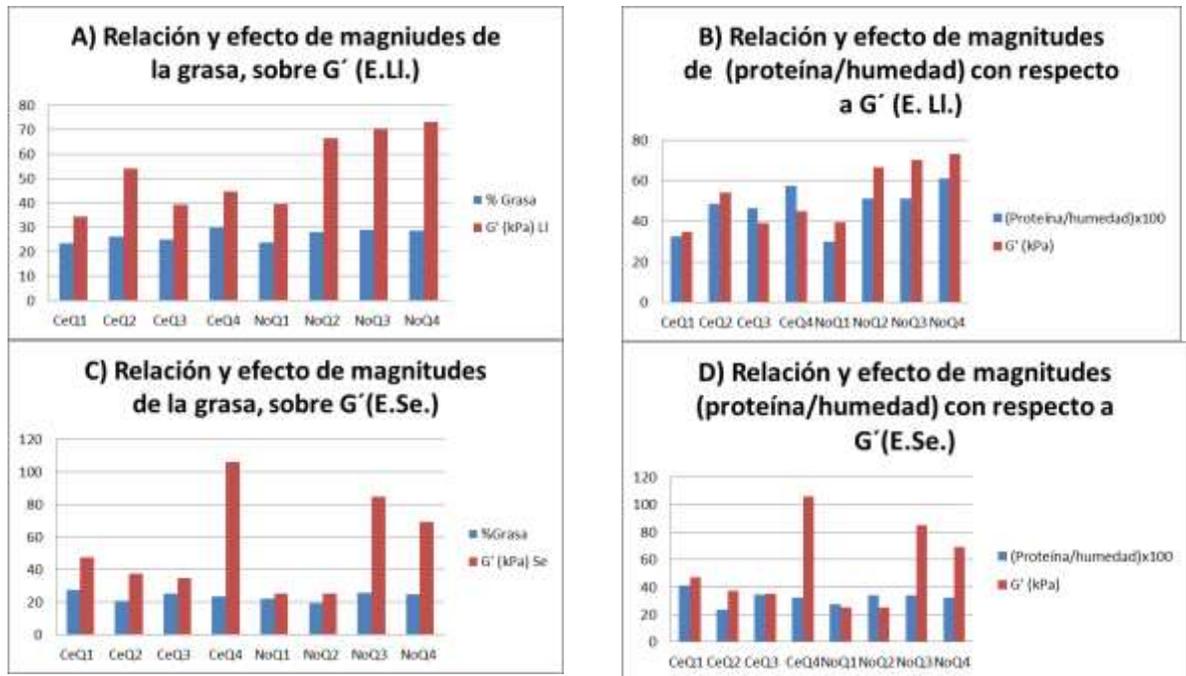


Figura 8. Relación de la grasa y del cociente proteína/humedad con el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) en época de lluvias (A y B) y en época de secas (C y D).

balance entre las interacciones se tiene una disminución de la cantidad de proteína y grasa y aumenta ligeramente la cantidad de agua (Anexo, Cuadro 2), creando otro tipo de equilibrio. Otra posible explicación está en función de las diferencias en los procesos, donde cada historia de cada queso determinó las diferencias en la elasticidad adquirida, tanto en la red del gel, como en las partículas de relleno, así como las diferencias en el volumen de la fase gel y de la fase de relleno, esto se construye a lo largo del proceso, en el cual se constituyeron y afianzaron de formas distintas las interacciones entre las partículas de ambas fases y estas a su vez, con el agua, lo que trae como consecuencia los diferentes arreglos estructurales y el efecto en sus características mecánicas (Alzgat, 2002). Un caso particular muy bien identificado durante las entrevistas con los productores, fue cuando se obtuvo información que pudiera explicar aquellos

comportamientos no esperados, como es el caso de la quesería CeQ4, quien presentó el valor más elevado de  $G'$  en E.Se. y no destacó mucho en la E.Ll.; el productor explicó que en esa ocasión se esforzó mucho por hacer un prensado muy fuerte; esto, a pesar de que la sugerencia era mantener los mismos procedimientos en ambas épocas. Por otro lado, se analizó el efecto que pudiera tener el cociente de proteína/grasa con respecto a la humedad y no se encontró una relación.

Otra evidencia de los efectos sobre la firmeza y  $G'$  del Q.C.Ch por las variantes en los procesos, corresponde al cuajado, el cuál se estudió sólo para la E.Ll. Como se había mencionado, se esperaría que a mayor temperatura ambiente, menor pH y mayor índice (Pa/ps) de cuajo, se obtendrían geles más firmes; es importante resaltar que ninguno de los parámetros antes mencionados, por sí solos, son determinantes; por ejemplo: los quesos de las U.P. que presentaron mayor temperatura fueron:  $NoQ4 \geq NoQ2 = CeQ1$ ; y la de menor temperatura fue CeQ2, esto coincide favorablemente para firmeza y  $G'$  en NoQ4, no así para NoQ2 ni CeQ1, por lo que la temperatura de forma aislada no es determinante. Ahora analicemos el pH, quien presentó el menor valor fue la quesería CeQ1 y el mayor  $NoQ2 \geq CeQ2$ ; análogamente, el pH, por sí solo y a ese rango no determinó ni la firmeza ni la el módulo de almacenamiento ( $G'$ ). Ahora, con respecto al índice (Pa/ps), quien presentó la mayor proporción de cuajo fue NoQ3; y la menor proporción:  $NoQ2 \geq NOQ1$ ; se observa que la mayor proporción corresponde notoriamente a una mayor firmeza, pero no a una mayor  $G'$ ; sin embargo, no es claro cuando se agrega una menor proporción; de tal manera que, nuevamente, la relación (Pa/ps) por sí sola, no es determinante. Esto motivó a buscar parámetros de comparación, así que se clasificó por marcas, de tal manera que pudimos comparar y

analizar a las unidades de producción que provinieran de la misma compañía, de acuerdo a aquellos parámetros que favorecen las variables, tanto de firmeza, como  $G'$ ; obteniéndose la siguiente comparación de pares, en los que se indica quien logró mayores o menores magnitudes:

- a) Marca Villamex: Se comparó a los quesos CeQ2 y NoQ4; donde el CeQ2 presentó mayor índice (Pa/ps), mayor tiempo de reposo de la cuajada y un pH muy ligeramente mayor, con respecto al queso NoQ4; sin embargo el CeQ2 presentó menor cantidad de calcio y temperatura inicial con respecto al queso NoQ4, el resultado final fue que el CeQ2 presentó menor firmeza y  $G'$ , con respecto a NoQ4.
- b) Marca Cuajo XXX: Al comparar al queso CeQ3 (con sal) con el CeQ4; se observó que el CeQ3 presentó mayor cantidad de calcio, con respecto al CeQ4; pero en cuanto a los parámetros del índice (Pa/ps), reposo de la cuajada, pH y temperatura inicial, estos fueron iguales tanto para CeQ3, como para CeQ4; el resultado fue que el queso CeQ3 fue igual al CQ4 en  $G'$ ; y el CeQ3 muy ligeramente mayor al CQ4 en firmeza; donde, se muestra que la combinación de la sal y calcio influyeron en esta variable.
- c) Marca Batalla; dicha marca fue utilizada para elaborar a los quesos NoQ1 y NoQ2, donde NoQ1 adicionó mayor cantidad de calcio que en el queso NoQ2; además el queso NoQ1, presentó menores valores de pH, con respecto al NoQ2; pero ambos fueron iguales en el índice (Pa/ps), tiempo de reposo de la cuajada y temperatura; el resultado fue que  $NoQ1 < NoQ2$ , tanto en  $G'$ , como en firmeza.

Con el objeto de acotar el análisis y de acuerdo a los resultados de firmeza, al comparar los quesos de las U.P. que tuvieron las magnitudes predominantes en cada uno de los siguientes pares: **NoQ4** > **CeQ2**, **CeQ3** = **CeQ4** y **NoQ2** > **NoQ1**; independientemente de la marca de cuajo utilizado, pero, considerando los factores de temperatura inicial, cantidad de calcio, el índice (Pa/ps), pH inicial y tiempo de reposo de la cuajada (Walstra,1984) quedando finalmente con la relación de magnitudes de firmeza en este orden: **NoQ4** > **NoQ2** = **CeQ3** > **CeQ4**. De acuerdo a la Figura 9 y al Cuadro 14, los factores que determinaron una magnitud mayor de este atributo, fueron: una temperatura y concentración de calcio ligeramente mayor, mayor proporción agregada de cuajo y menor tiempo de reposo. Al parecer, la relación de pH y porción de cuajo agregada es importante, ya que a concentraciones iguales de calcio, pudiera influir; pero con estos resultados no se ve con mucha claridad, sin embargo, el calcio es determinante, que a mayor cantidad, mayor firmeza, incluso a iguales proporciones de cuajo añadidas.

Análogamente, para la  $G'$ , se tiene la siguiente relación: **NoQ4** = **NoQ2** > **CeQ3** = **CeQ4**, los factores que la determinaron un valor más alto fueron: la temperatura, pH y calcio ligeramente mayores y un menor tiempo de reposo de la cuajada; aparentemente la porción de cuajo agregado es importante, pero no determinante. Se esperaría que la **CeQ3** tuviera valores más elevados porque su porcentaje de calcio es mayor, sin embargo, el hecho de agregar sal a la par del cuajo, aparentemente compiten los iones y el efecto es que se ve ligeramente disminuida el módulo de almacenamiento, aunque estadísticamente no presentaron diferencia, sin embargo sería interesante ver los efectos que se dan bajo las mismas condiciones, variando la presencia o no de sal, justo al adicionar el cuajo.

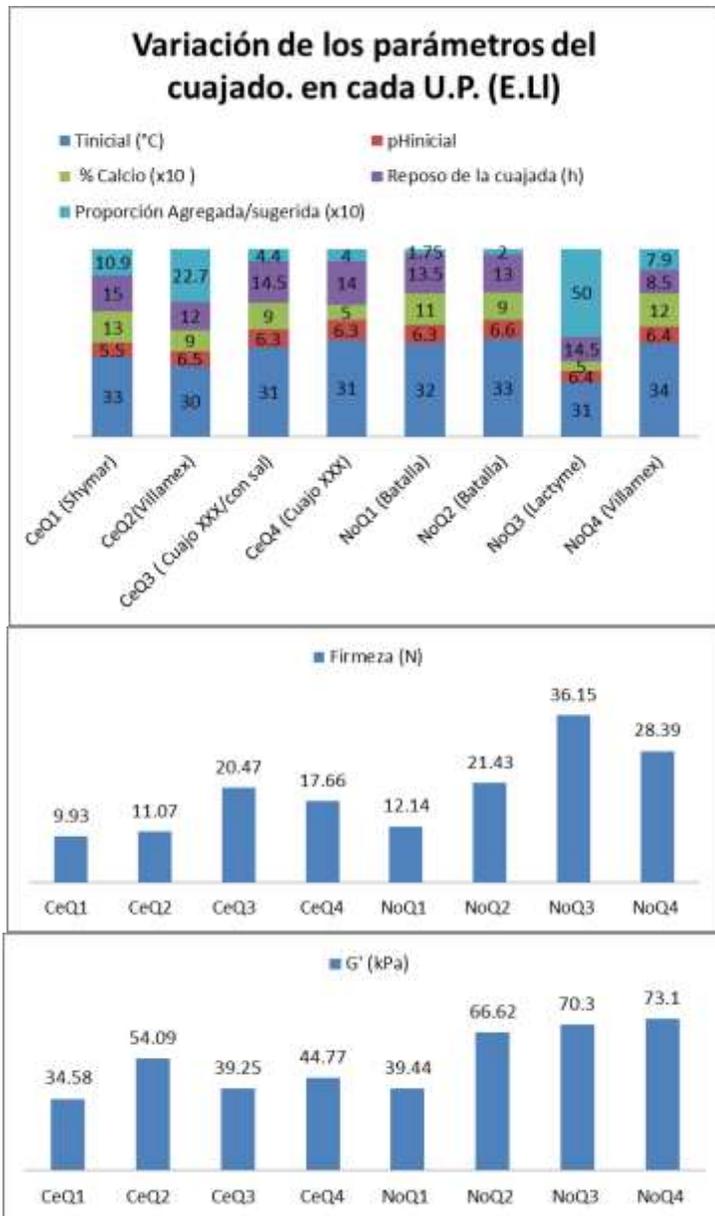


Figura 9. Variación de los parámetros de cuajado en cada U.P. y los efectos sobre la firmeza y  $G'$  del Q.C.Ch. durante la E.LI. En el cuadro superior se muestran las condiciones de temperatura inicial, el pH inicial, el tiempo de reposo de la cuajada, % de calcio y el índice de proporción agregada sobre la proporción sugerida, estos dos últimos fueron estandarizados para presentarse en la gráfica y en la parte posterior se muestra el comportamiento de estas dos variables de acuerdo a las condiciones específicas de cada U.P.

Cuadro 14. Efectos del cuajado sobre la firmeza y  $G'$  del Q.C.Ch. durante la E.Ll.

U.P.	Tinicial (°C)	pH inicial	% Calcio	Reposo de la cuajada (h)	índice (Pa/ps)	Firmeza (N)	$G'$ (Kpa)
NoQ4 (Villamex)	34	6.4	0.12	8.5	0.79	28.39 A	73.1 A
NoQ2 (Batalla)	33	6.6	0.09	13	0.2	21.43 B	66.62 A
CeQ3 (Cuajo XXX/con sal)	31	6.3	0.09	14.5	0.44	20.47 B	39.25 B
CeQ4 (Cuajo XXX)	31	6.3	0.05	14	0.4	17.66 C	44.77 B

Al comparar las U.P. que usaron la misma marca del cuajo, fueron elegidas aquellas queserías con magnitudes mayores de firmeza y  $G'$ , y entre estas se analizó el efecto de las distintas condiciones.

Por otro lado y de acuerdo a los resultados obtenidos, la temperatura que estuvo en el rango de 30–34 °C, con un rango de pH de 6.3–6.6, mostró que entre más elevados, mayor firmeza y  $G'$ ; en cuanto al pH, esto fue contrario a lo que se suponía en cuanto a que los pH menores favorecerían mayores magnitudes de estos atributos, esto se observa en las condiciones de proceso en la quesería CeQ1, quien a pesar de que tenía el pH óptimo de 5.5 para el cuajado, presentó los valores más bajos de firmeza y  $G'$ . En cuanto al calcio, a mayor cantidad, mayor firmeza y  $G'$ , siempre no compita con los iones de la sal, ya que se reduce la  $G'$ , y finalmente agregar mayor cantidad de porción de cuajo agregada, no se obtienen mayores valores de firmeza o  $G'$ , para ello se debe de considerar el resto de las variables de T, pH, % calcio que las favorecen; si todas estas son ligeramente mayores, de acuerdo a los rangos antes citados y combinándolo con un menor tiempo de reposo, se obtienen mayores valores de firmeza y  $G'$  (Lobato, 2000).

Se puede decir que entre las marcas del cuajo Villamex, Batalla y Cuajo XXX fueron muy similares entre sí y aunque puede influir la marca en sí, no son determinantes por sí solas sobre el resultado final, siempre y cuando se consideren las cantidades agregada, y se haga el tratamiento bajo las mismas condiciones. Esta idea se refuerza con el cuajo Lactyme, ya que al comparar a la quesería NoQ3, quien lo usó, con la quesería CeQ4; y

partiendo del hecho de que ambos queso fueron sometidas a condiciones muy similares, tanto de reposo de la cuajada, cantidad de calcio, pH y temperatura iniciales, donde la diferencia se enfocó en la cantidad de cuajo agregada, siendo en NoQ3 mucho mayor, para este caso, la gran diferencia de cuajo añadido, fue determinante sobre la mayor firmeza y  $G'$ . Por otro lado, para el caso del cuajo de Shymar, se exalta la influencia del tiempo de reposo de la cuajada; ya que a pesar de que para el queso de la quesería CeQ1, las condiciones de mayor temperatura, calcio y proporción de cuajo eran mucho mayores y el pH era el óptimo para el cuajo, y no necesariamente para el gel, se observó que tanto la firmeza, como la  $G'$  fueron bajas; esto se debe a que el tiempo de reposo de la cuajada fue mucho mayor, con respecto al resto de las U.P. (Figura 9). Por otro lado, se analizó la influencia del calcio: Al parecer, es utilizado en un rango muy pequeño, donde las pequeñas variaciones que se dan entre las U.P. en E.Ll., favorecen el efecto de cohesionar a los quesos, que por haber muy poca cantidad del este catión, debido a la desmineralización del proceso, la fuerza resultante fue muy débil en todos los casos, lo que implica que no se observó un efecto determinante sobre la firmeza ni la  $G'$ , como ocurrió con el queso Cheddar, que al contar con suficiente cantidad de este mineral, influía directamente sobre los atributos reológicos (Lucey *et al.*, 2005). Sin embargo, si se encontró una correlación directa entre la cantidad de calcio y la cohesividad, donde al aplicar un análisis PLS1, se observó que explicaba un 14 % de la variabilidad; lo anterior fue más evidente en la E.Ll. (Figura 10, A) y con algunas variantes en la E.Se. (Figura 10, B), como se observó en la quesería CeQ2 y NoQ1. A pesar de que en E.Ll., la cantidad de calcio fue mucho mayor, no se observó diferencia en la cohesividad al compararse entre las dos épocas, lo que indicaría que a las cantidades menores al 0.05 % de calcio, ya no impacta determinadamente en una mayor cohesividad en los quesos.

Dicho lo anterior podemos asegurar que las propiedades mecánicas y por ende, sensoriales del queso, se definen por la relación en las proporciones de los macrocomponentes, (y no de las cantidades por sí solas), así como también por las variantes en el proceso; éste último es quien determina las características elásticas de la red del gel y de las partículas de relleno, y el volumen de fase de ambos; así como las interacciones que hay entre éstos, mismas que fueron constituidas durante todas las operaciones.

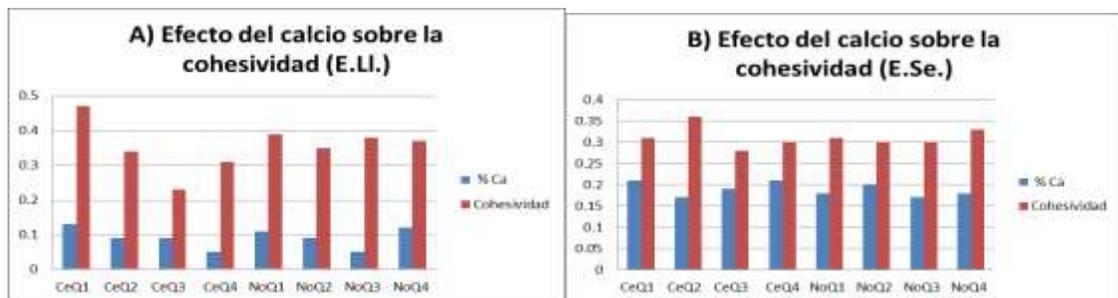


Figura 10. Correlación positiva del calcio sobre la cohesividad en A) E.Ll. y B) E.Se.

#### 4.3.6.-Análisis microbiológicos del queso

A continuación, en el Cuadro 15, se muestran los valores de los análisis microbiológicos, donde al comparar los quesos de todas las U.P. se observó que en época de lluvias: los microorganismos mesófilos formaron los siguientes grupos: CeQ1 – NoQ3, CeQ2 – NoQ2 – NoQ4, dentro de los grupos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor mayor fue del segundo grupo y el menor fue el queso NoQ1. Los coliformes estuvieron ausentes en todos los quesos, por lo que no hubo diferencia significativa en esta variable. En época de secas, los microorganismos mesófilos presentaron los siguientes grupos: CeQ2 – CeQ4 – NoQ2 – NoQ4 y CeQ3 – NoQ1 – NoQ3, dentro de los grupos no hubo

diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa, el valor mayor fue del primer grupo (NoQ4) y el menor fue del segundo (NoQ3) y finalmente, los microorganismos coliformes formaron los siguientes grupos: CeQ1 – CeQ3 – NoQ1, en el cual no hubo presencia del microorganismo y el siguiente grupo fue CeQ2 – NoQ3, dentro de éstos no hubo diferencia, pero entre grupos y con el resto de los quesos, si hubo diferencia significativa., el valor mayor fue del NoQ4.

Al comparar entre Zonas y para cada época, se observó que no se presentó diferencia entre zonas para ninguno de los microorganismos estudiados

Comparando entre E.A., considerando las dos zonas: se observó que la población de los microorganismos mesófilos resultó ser ligeramente mayor en E.Se., con respecto a la E.Ll. En cuanto a los microorganismos patógenos, fue evidentemente presente sólo durante la E.Se.

Cuadro 15. Cuenta total y coliformes de los tratamientos del Queso Crema de Chiapas en las dos temporadas del año. (medias  $\pm$  desviación estándar).

Q.C.Ch.	PARÁMETROS			
	Lluvias	Microbiológicos ( $\mu \pm \sigma$ )	Secas	Microbiológicos ( $\mu \pm \sigma$ )
Tratamiento	Mesófilos	Coliformes	Mesófilos	Coliformes
Queso	log 10 (UFC/g)	log 10 (UFC/g)	log 10(UFC/g)	log 10(UFC/g)
CeQ1	5.87 $\pm$ 0.18 a	Ausente a	6.59 $\pm$ 0.44 a	Ausente a
CeQ2	7.74 $\pm$ 0.19 b	Ausente a	6.75 $\pm$ 0.41 b	3.45 $\pm$ 0.74 b
CeQ3	3.84 $\pm$ 0.14 c	Ausente a	6.14 $\pm$ 0.54 c	Ausente a
CeQ4	5.06 $\pm$ 0.09 d	Ausente a	7.01 $\pm$ 0.28 b	3.9 $\pm$ 0.03 c
NoQ1	3.36 $\pm$ 0.16 e	Ausente a	6.38 $\pm$ 0.56 c	Ausente a
NoQ2	7.65 $\pm$ 0.32 b	Ausente a	6.85 $\pm$ 0.04 b	4.16 $\pm$ 0.09 d
NoQ3	5.65 $\pm$ 0.16 a	Ausente a	5.84 $\pm$ 0.13 c	3.61 $\pm$ 0.18 b
NoQ4	7.53 $\pm$ 0.33 b	Ausente a	7.33 $\pm$ 0.35 b	5.61 $\pm$ 0.25 e
<b>Intervalo:</b>	<b>[3.36 - 7.74]</b>	<b>Ausente</b>	<b>[5.84 - 7.33]</b>	<b>Presente en algunas U.P.</b>

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ ).

Por otro lado, se observó que los rangos de microorganismos mesófilos fue de log [3.36 a 7.74] UFC g<sup>-1</sup> en época de lluvias, mientras que en época de secas fue de log [5.84 -

7.33] UFC g<sup>-1</sup>, en general aumentó muy ligeramente en la zona centro y no en la zona norte. Esto sólo arroja información preliminar de la microflora nativa; pero en relación a la marca colectiva, es indispensable que se caracterice ya que este elemento repercute determinadamente en la identidad y rasgos típicos que caracterizan al Q.C.Ch (Bricker , 2005) Por otro lado, es evidente que no existen planes estrictos que mantengan un control de inocuidad en cada U.P., ya que, como se observa, los productores son capaces de mantener sus plantas en muy buenas condiciones para el aseguramiento sanitario del producto, efecto que se ve reflejado en la temporada de “lluvias”; donde ninguna U.P. contó con la presencia de los microorganismo indicadores patógenos, sin embargo, varias unidades de producción disminuyeron sus controles en sus procedimientos a lo largo del tiempo, lo que trajo como consecuencia que las queserías Ce Q2 ,Q4 y No Q2; Q3 y Q4 contaran con la presencia de microorganismos coliformes, hecho que no beneficia en nada en la acreditación de este producto, por lo que esto se convierte en una oportunidad de mejora.

Es importante mencionar, que en el catálogo de normas oficiales mexicanas, por parte de la dirección general de normas, de la secretaría de economía, no mostró registros para el control del queso; sin embargo, al revisar las normas mexicanas, específicamente en la NMX-F-092-1970-*Calidad de quesos procesados*, especifica y es muy clara que, todos los quesos deben de estar exentos de microorganismos patógenos. En cuanto al número total de bacterias (cuenta estándar), aunque el método usado en este trabajo fue el de cuenta en placa *petrifilmy* no es del todo comparable con el método tradicional propuesto por la norma, se toma como referencia, en ella se indica que el límite permitido es de log 10 (5 colonias g<sup>-1</sup>) en Gelosa-Triptosa-Agar., que al ser comparado

con el rango descrito en ambas épocas (Anexo 2, cuadro 6 ) fue de  $\log_{10}$  [3.36 – 7.74] UFC g<sup>-1</sup> y se hace evidente que todos los quesos de todas las U.P.'s rebasan dicho parámetro, con excepción de la quesería NoQ1, en E.LI. Esto no tiene mayor implicación, siempre y cuando, no se incluya en esta población a los microorganismos patógenos.

#### **4.3.6.1. Efecto de la actividad acuosa, la humedad y el pH, sobre la vida de anaquel del queso**

Al realizar un análisis PLS 2, se encontró una elevada correlación del efecto del pH y de la humedad del queso, sobre la cantidad de microorganismos mesófilos y coliformes, explicando un 23 % de la variabilidad de los datos; por otro lado, la actividad acuosa ( $A_w$ ), al ser muy elevada, clasifica al queso como un alimento con elevada disponibilidad de agua (Fennema, 1999); es decir, lo convierte en un producto muy susceptible al ataque de cualquier microorganismo que altere las propiedades y calidad sanitaria del queso, sin embargo, su gran carga de BAL y el bajo pH, favorecen hasta cierto punto, la competencia de los microorganismos benéficos contra el desarrollo de microorganismos patógenos; aun así, por los elevados rangos de la actividad acuosa en el momento del estudio que oscilaron entre los 0.92 a 0.98 y a pesar de los bajos pH's (3.79 a 4.58), se determinó que esto no es suficiente para evitar la presencia de microorganismos patógenos, lo cual contrasta con lo sugerido por Villegas (2003); esto implica que la inocuidad del alimento, está en función desde las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de manufactura (BPM) para fijar los criterios que se deban cumplir ante las normas y determinar los lineamientos sobre la higiene de las prácticas de ordeña, producción y manejo del queso (Álvarez, 2010).

#### **4.3.7. Integración de rangos de variaciones de cada parámetro**

Debido a la dispersión en los valores de todas las propiedades medidas en los quesos, se logró integrar rangos de variación de cada una de éstas. Al considerar los efectos, tanto de los factores intrínsecos, como los extrínsecos, sobre cada uno de los parámetros fisicoquímicos, químicos, físicos, mecánicos y microbiológicos analizados del Q.C.Ch, donde para obtener el perfil del queso, se obtuvo el promedio y el intervalo representativo de la siguiente combinación de factores: a) Dos Zonas, sólo época de lluvias, b) Dos Zonas, sólo época de Secas, c) Sólo Zona Norte en época de lluvias, d) Sólo Zona Centro, en época de lluvias, e) Sólo Zona Norte, en época de Secas f) Sólo Zona Centro, en época de Secas, g) Dos épocas, Ll y Se, en la Zona Centro, h) Dos épocas, Ll y Se, en la Zona Norte, i) Dos Zonas, Dos épocas; éste último conforma un intervalo “representativo” de la “Gran Zona: Norte-Centro” (Anexo 2, cuadros 1 a 6). Todo lo anterior, está sirviendo para iniciar un expediente que englobe las características del Q.C.Ch, dar los elementos de una protección jurídico-comercial y establecer las “reglas de uso” de lo que sería la Marca Colectiva (Álvarez, 2010).

#### **4.3.8. Evaluación sensorial**

Es necesario mencionar que el estudio se hizo paralelamente a la investigación de tesis de maestría de la Ing. Pilar Corchado Navarro, quien está realizando un estudio homólogo al presente trabajo, ella comparó la misma Zona Centro (Z.Ce.), con la zona costera que abarca el municipio de Pijijiapan. Esta evaluación, se realizó únicamente en la época de lluvias y consideró a la Zona Costa para la definición de los atributos de los quesos.

#### **4.3.8.1. Caracterización sensorial.**

Para el estudio del Q.C.Ch., nuestro panel de jueces entrenados generó trece atributos para caracterizar la apariencia, textura, olor y sabor de este queso. En el Cuadro16 se muestran los atributos, su definición, cómo fueron evaluados, así como la referencia y valores asignados en la escala definida. Al aplicar un análisis de componentes principales, se encontró que existían varias correlaciones; la primera se dio entre las variables humedad-cremosidad y adhesividad-cremosidad (que se resume como: humedad-cremosidad-adhesividad); la segunda fue entre firmeza-friabilidad en boca, seguramente interpretadas por los jueces para ser evaluadas de la misma forma, pero con magnitudes contrapuestas; en cuanto a la tercera; el olor-sabor, la correlación fue con picante-metálico y finalmente en sabor-olor, fue entre amargo-picante ( que se sintetiza como: metálico-picante-amargo); esto demuestra lo complejo que resulta reducir un atributo a su mínima expresión, ya que usualmente sería el resultado de las percepciones trigeminales, la explicación posible es que, en la naturaleza ninguno de las moléculas o bien, conjunto de ellas a quien se les atribuya tales características, se encuentra de forma aislada.

**Cuadro 16. Definición de atributos por jueces entrenados, método de evaluación y referencia con la intensidad asignada**

**(A) Definición de atributos en el análisis descriptivo del Q.C.Ch.**

Concepto	Correlación	Definición	Método de evaluación	Referencia e intensidad
<b><u>Apariencia</u></b>				
<b>Humedad</b>	Creмосidad	Cantidad de líquido presente en la muestra	Observar la muestra y evaluar el brillo en la superficie.	Cascara de plátano = 7
<b>Granulosidad</b>		Tamaño de partícula formada al desmoronar la muestra,	Presionar la muestra entre los dedos índice, pulgar y medio.	Mazapán = 8.6
<b>Compactación</b>		Grado de unión de partículas	Presionar la muestra entre los dedos índice y medio contra el pulgar.	Mantecadas Bimbo = 4.1
<b><u>Textura en mano</u></b>				
<b>Friabilidad</b>		Facilidad para desmoronar la muestra	Desmoronar la muestra con los dedos aplicando una fuerza constante.	Mazapán (Dulces de la Rosa) = 4
<b><u>Textura en boca</u></b>				
<b>Adhesividad</b>	Creмосidad	Grado en que la masa se pega a las superficies de la boca al masticar.	Masticar la muestra haciendo presión con la lengua, evaluar la masa durante la masticación.	Relleno de galleta Emperador (Gamesa) = 6.3
<b>Recubrimiento</b>		Grado de espesor de la película suave, que envuelve la lengua y al paladar, después de expectorar la muestra.	Masticar la muestra 5 veces, expectorar y evaluar el residuo en la boca.	Nesquik-bebida (Nestle) = 6
<b>Gomosidad:</b>		Fuerza requerida, al morder con las muelas, para reducir la muestra a estado necesario para expectorar.	Masticar completamente la muestra usando los molares.	Mantecada (Bimbo)= 3
<b>Firmeza</b>	Friabilidad en boca	Fuerza aplicada en la primera mordida para comenzar la deformación de la muestra.	Masticar completamente la muestra usando los molares.	Yema de huevo cocido = 2.5
Descriptores sensoriales definidos por el panel de jueces entrenados; su referencia e intensidad. (Continua siguiente página...)				

<b>(B) Definición de atributos en el análisis descriptivo del Q.C.Ch.</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Correlación</b>	<b>Definición</b>	<b>Método de evaluación</b>	<b>Referencia e intensidad</b>
<b><u>Olor</u></b>				
Picante	Metálico	Sensación de irritación en la nariz	Acercar la muestra a 5cm de la nariz, aspirar y evaluar la sensación.	Solución de clavo (0.025 g*mL-1 de alcohol) = 3
Establo		Intensidad del olor de establo o excremento	Acercar la muestra a 5cm de la nariz, aspirar y evaluar la sensación.	Solución de estiércol (0.02 g*mL-1)= 6
<b><u>Sabor</u></b>				
Dulce		Sabor suave y agradable al paladar, como el azúcar.	Masticar la muestra 5 veces y evaluar la masa masticada.	Solución de azúcar 0.45%= 2.2
Acido		Contenido de ácido láctico.	Masticar la muestra 5 veces y evaluar la masa masticada.	Solución de ácido láctico 0.09% = 8
Amargo	Sabor picante	Sabor característico de la cafeína	Masticar la muestra 5 veces y evaluar la masa masticada.	Solución de cafeína 0.02% = 3

#### 4.3.8.2. Análisis descriptivo

Para los atributos de apariencia (Cuadro 17), en cuanto a la comparación de medias de los quesos de todas las U.P., se observó que existió mayor variabilidad en el atributo de compactación; quien le siguió fue la humedad y quien mostró mayor homogeneidad entre los quesos, fue el atributo de granulosidad; sobre todo en la Z.No. El único atributo que presentó con mejor claridad la mayor magnitud, fue el de compactación, con las U.P. NoQ3 = CeQ4.

Cuadro 17. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, en cada uno de los atributos de apariencia.

U.P.	Apariencia		
	COMPACTACION	HUMEDAD	GRANULOSIDAD
<b>Zona Centro</b>			
CeQ1	5.47 c	7.22 a	10.73 a
CeQ2	5.97 b	7.09 a	10.72 a
CeQ3	6.38 b	6.82 a	10.03 b
CeQ4	7.0 a	6.25 b	10.11 b
<b>Zona Norte</b>			
NoQ1	5.49 d	7.49 a	10.03 a
NoQ2	6.2 c	7.09 b	10.25 a
NoQ3	8.12 a	6.33 c	11.66 a
NoQ4	7.28 b	6.44 c	8.83 a

En cuanto a la textura en mano, la Z.Ce. resultó más homogénea, con respecto a la Z.No., quién mostró mayor variabilidad entre sus medias; para la textura en boca (Cuadro 18); todos los quesos de las U.P. mostraron diferencias entre sus medias., tanto la adhesividad, el recubrimiento y la gomosidad, mostraron una mediana variabilidad, mientras que la firmeza no mostró tanta. Los únicos atributos que presentaron con mejor claridad la mayor magnitud, fue el de adhesividad, con los quesos CeQ2 =

NoQ1= NoQ4 y de menor magnitud fue la CeQ4, en cuanto a la gomosidad, los quesos de mayor magnitud, fueron CeQ4 = NoQ1 y las de menor fueron CeQ3 = NoQ4.

Cuadro 18. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, en cada uno de los atributos de textura en mano y en boca.

U.P.	Textura en mano	Textura en boca			
	FRIABILIDAD	ADHESIVIDAD	RECUBRIMIENTO	GOMOSIDAD	FIRMEZA
<b>Zona Centro</b>					
CeQ1	5.75 b	5.34 ab	5.94 b	4.33 b	3.54 b
CeQ2	6.31 b	5.53 a	5.85 bc	4.51 bc	3.36 a
CeQ3	4.94 b	4.89 cb	5.52 c	4.09 c	3.5 c
CeQ4	5.78 a	4.56 c	6.31 a	4.93 a	3.96 b
<b>Zona Norte</b>					
NoQ1	5.18 a	5.44 a	5.27 a	5.52 a	5.4 b
NoQ2	5.65 b	5.16 ab	5.54 a	4.58 b	4.46 a
NoQ3	5.08 d	4.9 b	5.69 a	4.29 bc	3.29 b
NoQ4	5.8 c	5.5 a	5.24 a	4.04 c	4.11 a

Para los atributos de olor (Cuadro 19), la variable picante no presentó diferencia significativa para ninguno de sus quesos., mientras que la variable establo, presentó gran variabilidad, específicamente en la zona norte., ya que la zona centro fue muy homogénea entre sus medias. Con respecto a los atributos de sabor, tanto la variable dulce, como ácido láctico, presentaron mayor variabilidad en la Z.Ce. que con respecto a la Z.No., quien fue mucho más homogénea; y finalmente, la variable amargo, fue muy homogénea entre los quesos de cada quesería en ambas épocas. Los únicos atributos que presentaron mejor claridad, fueron: el olor a establo, con los quesos de las U.P. de mayor magnitud: CeQ1=CeQ2=CeQ3=CeQ4=NoQ1 y el de menor magnitud fue la NoQ3; en cuanto al sabor, fue el ácido láctico, en la unidad CeQ4 donde se presentó el menor valor.

Cuadro 19. Análisis descriptivo. Comparación entre unidades de producción de la zona norte y centro, para cada uno de los atributos de olor y sabor.

U.P.	Olor		Sabor		
	PICANTE	ESTABLO	DULCE	ÁCIDO LACTICO	AMARGO
<b>Zona Centro</b>					
CeQ1	0.15 a	0.32 a	0.8 c	6.37 a	0.22 a
CeQ2	0.17 a	0.47 a	1.0 c	5.07 b	0.19 a
CeQ3	0.18 a	0.36 a	1.84 a	4.64 c	0.2 a
CeQ4	0.23 a	0.32 a	1.4 b	3.82 d	0.17 a
<b>Zona Norte</b>					
NoQ1	0.15 a	0.35 a	1.11 a	5.69 a	0.25 a
NoQ2	0.17 a	0.23 b	0.82 a	4.81 b	0.22 a
NoQ3	0.21 a	0.13 c	0.76 a	4.64 b	0.32 a
NoQ4	0.15 a	0.2 bc	0.89 a	4.94 b	0.23 a

Por otro lado, al comparar los valores entre zonas, se encontró que únicamente los atributos que presentaron diferencias fueron el del el olor a establo, comportándose de esta forma: Zona Centro > Zona Norte, en los sabores, dulce y amargo, siendo la Zona Centro > Zona Norte y Zona Centro < Zona Norte respectivamente. Y finalmente en textura en boca, con la firmeza, que se comportó de esta manera: Zona Centro < Zona Norte.

#### 4.3.8.3. Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)

A continuación se presentan las gráficas que identifican al Q.C.Ch., en la zona centro y zona norte (Figura 11). Ambas pueden ser consideradas como la “huella digital” de atributos de éste queso, el cual se caracterizó por tener una elevada granulosidad, mediana humedad, friabilidad, compactación, adhesividad, recubrimiento y sabor láctico; con una gomosidad y firmeza bajas; con apenas notas desabor dulce y amargo; y con tenues aromas a establo y picante. Se observó que las dos zonas tienen el mismo patrón, sin embargo, se hace evidente los matices que puede presentar cada queso de cada U.P.

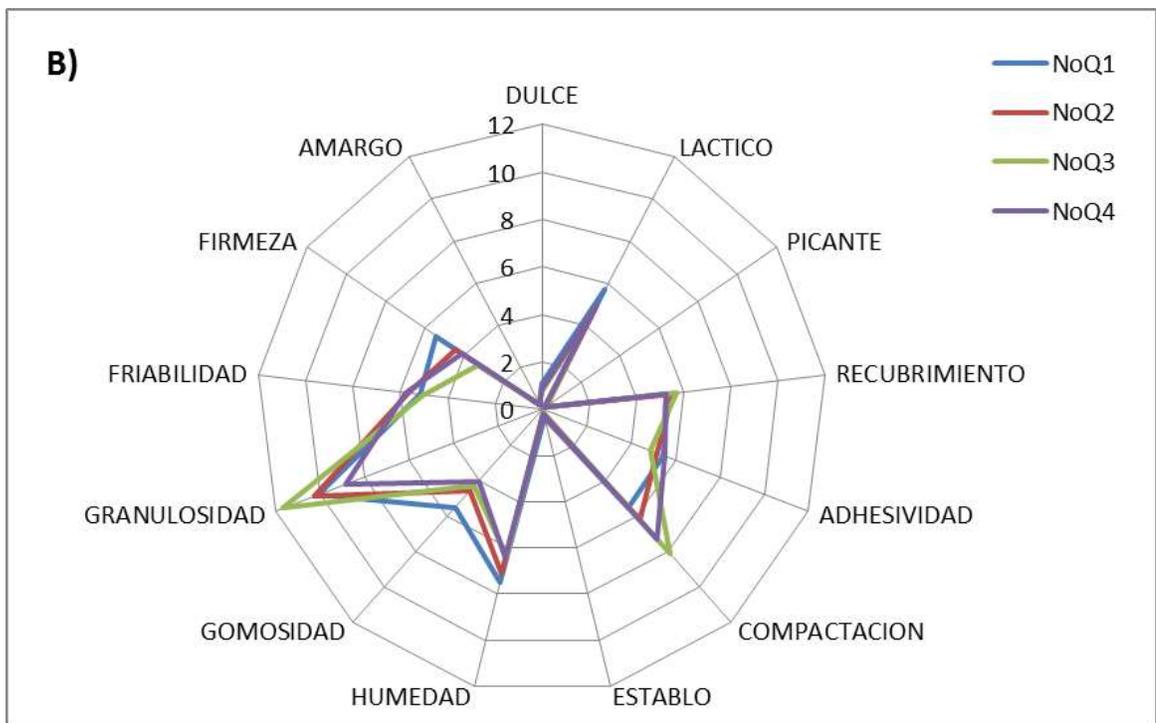
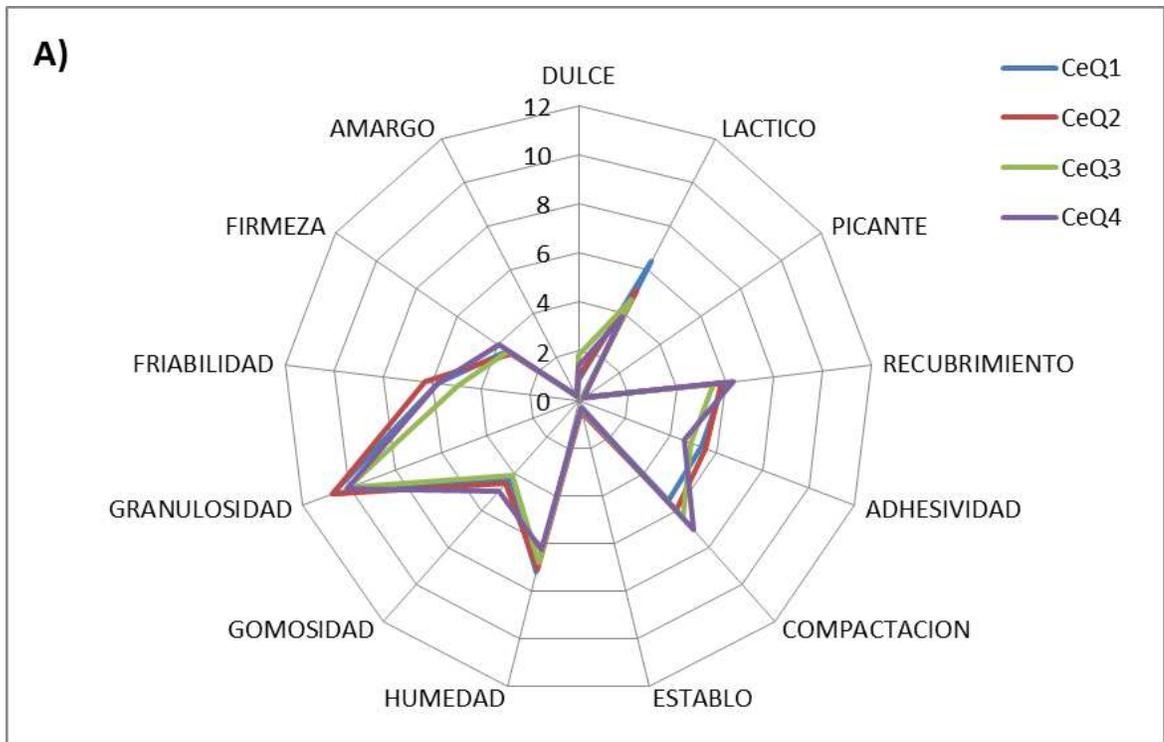


Figura 11. Perfiles descriptivos del queso crema de Chiapas en: (A) Zona Centro y (B) Zona Norte. Época de lluvias.

Sin duda, esto se debe a las variantes que se tienen desde el clima, suelo, alimentación del ganado, lo cual repercute sobre el balance de los componentes en la leche y en consecuencia, de los componentes finales del queso (Ritvanen *et al.*, 2005); considerando todo el proceso de elaboración, desde la recepción de la leche, hasta el producto terminado. En este mismo sentido se realizó el análisis de componentes principales de los descriptores que fueron determinados por los jueces entrenados (Figura 12), donde los dos primeros componentes principales (ACP) explicaron el 59 % de la variabilidad de los quesos; de los cuáles, el componente principal uno (CP1), explicó el 37 % de la variabilidad de estos datos y se correlacionó de forma positiva con el atributo de compactación, olor picante y con la sensación de recubrimiento; y de forma negativa con la humedad, el sabor a ácido láctico, la adhesividad en boca y en menor grado con el olor a establo y la firmeza; mientras que el componente principal dos (CP2), explicó el 22 % de la variabilidad y no hubo correlación positiva con ningún atributo, pero sí negativamente con los atributos de textura en mano con la friabilidad y textura en boca, con el recubrimiento; en esta misma figura, se muestra que los atributos de recubrimiento (textura en boca), olor picante se correlacionaron principalmente con el queso CeQ3 y en menor grado con el queso CeQ4; por otro lado, el olor a establo, la friabilidad (textura en mano), la gomosidad (textura en boca) y la humedad (apariencia), se correlacionaron con el queso CeQ1 principalmente; y en menor grado con el CeQ2; de manera análoga, los descriptores de firmeza y adhesividad (textura en boca), el sabor a ácido láctico, la humedad (apariencia) y el sabor amargo se correlacionaron con NoQ2 principalmente y en menor grado con el NoQ1; y finalmente, la compactación (apariencia) y el sabor amargo con la NoQ4 principalmente y en menor grado con la NoQ3.

### ACP. Análisis descriptivo

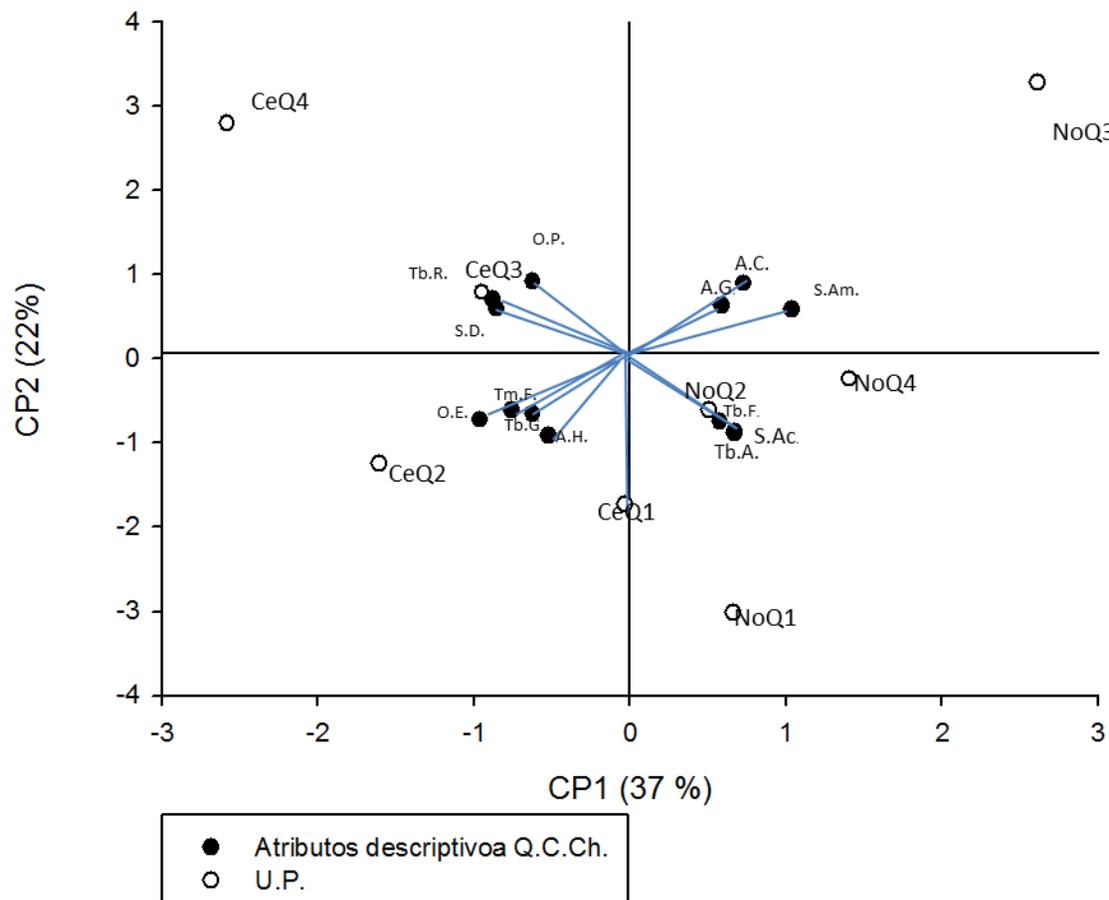


Figura 12. Análisis de componentes principales de los descriptores de cada uno de los quesos, en ambas zonas durante la época de lluvias. Apariencia (Compactación = A.C., humedad=A.H., granulosidad = A.G.), textura en mano (friabilidad = Tm.F.), textura en boca (adhesividad = Tb.A., recubrimiento = Tb.R., gomosis = Tb.G., firmeza = Tb.F.), olor (picante = O.P., establo = O.E.) y sabor (dulce = S.D., ácido láctico = S.Ac. y amargo = S.Am).

#### **4.3.8.4. Prueba de aceptabilidad sensorial del Q.C.Ch.**

En las pruebas de aceptabilidad, en términos generales se determinó que no hubo diferencia sensorial, ya que las medias entre todos los quesos de las diferentes U.P fueron estadísticamente iguales en los atributos de olor picante y a establo, en los sabores dulce y ácido láctico; en la friabilidad (textura en mano) y las variables de recubrimiento gomosidad y firmeza (en textura en boca); esto trajo como consecuencia que no hubiera tampoco diferencia estadística en la aceptabilidad global de los quesos. En los atributos que sí percibieron diferencia, fueron en la humedad (apariencia), donde se formaron los siguientes grupos:  $CeQ1 = NoQ1 > CeQ2 > CeQ3 = CeQ4 = NoQ2 = NoQ3 = NoQ4$  y con el sabor amargo, quien presentó mayor variación en la Z.Ce., ya que en la Z.No. fue muy homogénea; los grupos que se formaron fueron:  $CeQ3 = NoQ1 = NoQ2 = NoQ3 = NoQ4 > CeQ4 > CeQ1 = CeQ2$ . Por otro lado, al comparar entre zonas, sólo fue la humedad la que mostró una diferencia mínima, siendo zona centro > zona norte (Cuadro 20).

#### **4.3.8.5. Correlación de los atributos de aceptabilidad, con respecto a la aceptabilidad global del consumidor en cada queso**

En la Figura 13 se muestra el gráfico correspondiente al análisis de regresión de cuadrados mínimos parciales 1 (RCMP 1) o en sus siglas en inglés PLS 1 (Vega, 2010) en ella se describen los efectos de los resultados del análisis de aceptabilidad de cada uno de sus atributos (variable X), sobre la aceptabilidad global del consumidor (variable Y), las variables que explican que el queso sea aceptado fueron los sabores dulce, amargo y ácido, donde los dos primeros componentes principales explicaron el 90% de la

variación en la aceptación global, de los cuales el primero explicó el 83 % y el segundo el 7%; por el contrario las variables que explican porque el queso no es aceptado, son la gomosidad y la firmeza (CP1:-0.488 y CP2:0.275); de tal forma que en dicha gráfica (Figura 13) se observó que, estos dos atributos relacionados con la percepción de la textura en boca, mostraron ir en sentido contrario al vector de la aceptabilidad global. Los quesos que se caracterizaron por mostrar una mayor cercanía con estos atributos, fueron las queserías CeQ1 y CeQ2 con la gomosidad y los quesos NoQ4 y CeQ4 lo hicieron, tanto como con la gomosidad, como con la firmeza; y finalmente el queso NoQ2, quien únicamente lo hizo débilmente con la firmeza. Al parecer la quesería NoQ3 sería considerada de aceptabilidad media, sin destacar alguna correlación. El queso NoQ1, está fuertemente relacionada al olor picante, a la sensación de recubrimiento (textura en boca) y a la friabilidad (textura en mano). En cuanto a la aceptabilidad global, como mencionábamos anteriormente, esta se relacionó fuertemente y de manera positiva, con la aceptabilidad de los sabores dulce (CP1:0.740 y CP2:0.416), amargo (CP1:0.660 y CP2:0.412) y láctico (CP1:0.703 y CP2:0.513), y también, aunque en menor grado, con el olor a establo, el cual, muy probablemente evocó al queso, como un producto campirano y tradicional. La quesería que correspondió con estos atributos fue la CeQ3.

Cuadro 20. Prueba de aceptabilidad del Queso Crema de Chiapas, en la época de lluvias. (medias  $\pm$  desviación estándar).

U.P.	Apariencia	Olor		Sabor			Textura en mano	Textura en boca			ACEPTABILIDAD GLOBAL
	HUMEDAD	PICANTE	ESTABLO	DULCE	ÁCIDO LACTICO	AMARGO	FRIABILIDAD	RECUBRIMIENTO	GOMOSIDAD	FIRMEZA	
<b>Zona Centro</b>											
CeQ1	6.68 a	5.7 a	6.18 a	5.38 a	5.45 a	5.37 b	6.55 a	6.3 a	6.48 a	6.71 a	6.12 a
CeQ2	6.3 ab	5.68 a	6.08 a	5.82 a	6.05 a	5.41 b	6.2 a	6.3 a	6.1 a	6.36 a	6.45 a
CeQ3	6.17 b	5.98 a	6.56 a	5.8 a	5.96 a	5.93 a	6.52 a	6.4 a	6.5 a	6.46 a	6.71 a
CeQ4	5.92 b	5.47 a	5.93 a	5.6 a	5.82 a	5.52 ab	6.27 a	5.73 a	6.3 a	6.65 a	6.25 a
<b>Zona Norte</b>											
NoQ1	6.77 a	5.83 a	6.53 a	6.13 a	6.12 a	5.71 a	6.67 a	6.33 a	6.2 a	6.28 a	6.56 a
NoQ2	5.65 b	5.53 a	6.3 a	5.93 a	6.08 a	5.53 a	6.47 a	6.0 a	6.37 a	6.91 a	6.4 a
NoQ3	5.7 b	5.55 a	6.25 a	5.83 a	5.98 a	5.8 a	6.32 a	6.0 a	6.28 a	6.51 a	6.38 a
NoQ4	5.82 b	5.55 a	6.01 a	5.7 a	5.51 a	5.58 a	6.45 a	6.18 a	6.3 a	6.38 a	6.15 a

Medias con letras diferentes en columnas presentan diferencias significativas entre quesos ( $p \leq 0.05$ )

### PLS1 Prueba afectiva. Aceptabilidad global

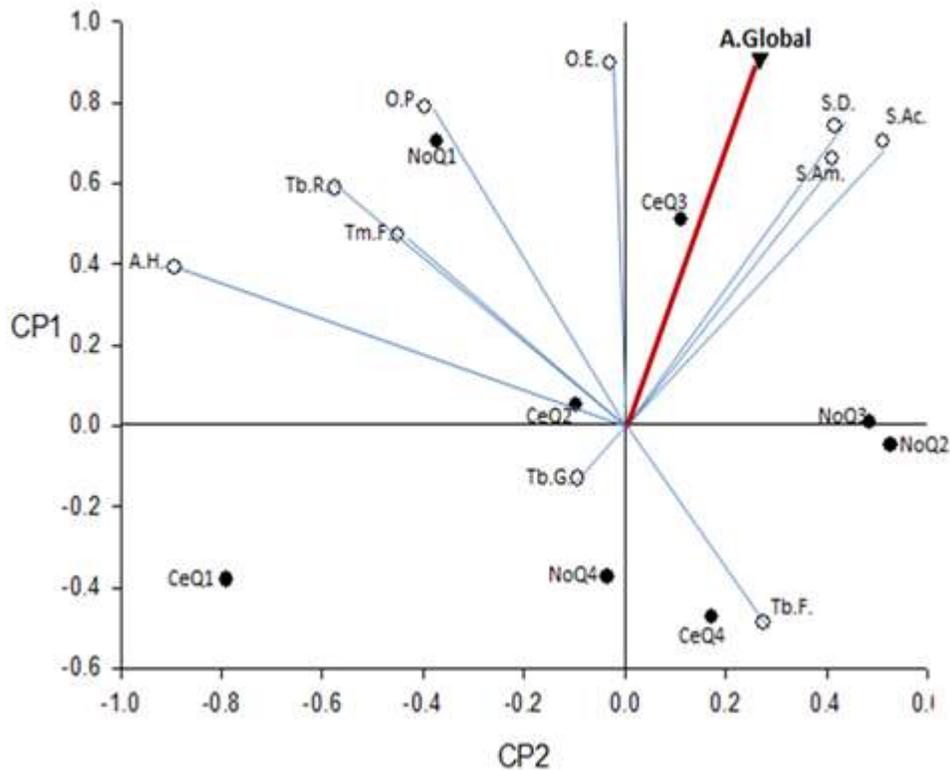


Figura 13. Correlación de cada atributo en la prueba de aceptabilidad, con respecto a la aceptabilidad global del consumidor en cada U.P.

(●) U.P. (puntuaciones), (○) Atributos (cargas) y (▼) Aceptabilidad global (vector resultante)

Nomenclatura: Apariencia (humedad = A.H., textura en mano (friabilidad = Tm.F.), textura en boca (recubrimiento = Tb.R., gomosidad = Tb.G, firmeza = Tb.F.), olor (picante = O.P., establo = O.E.), sabor (dulse = S.D., ácido láctico = S.Ac. y amargo = S.Am) y aceptabilidad global = A. Global.

CP1 (38%) + CP2 (36%) = 74 % de X; con CP1 (83%) + CP2 (7%) = 90% de Y.

#### **4.3.8.6. Efecto de la variación de componentes con respecto a atributos sensoriales**

A pesar de que sólo se realizó la evaluación sensorial en E.Ll., podemos inferir que las propiedades de los queso en época de secas hubiesen cambiado, ya que los resultados referentes a la relación de la composición sobre las propiedades del queso, coinciden con las investigaciones de Drake and Swanson, (1995) y Banks (2004), quienes afirmaron que la variación de la grasa en el queso repercute en la percepción sensorial; específicamente con la de textura, recordemos que la cantidad de este macrocomponente fue mayor en E.Ll. que en E.Se.

#### **4.3.8.7. Correlación del análisis instrumental con respecto a análisis sensorial:**

##### **Análisis de perfil de textura**

La obtención de una descripción cuantitativa de la textura usando datos experimentales es muy complicada debido a que lo instrumental no puede replicar las capacidades humanas, ya que la “maquinaria bucal” es un sistema sofisticado de retroalimentación controlada. Existen dos métodos para evaluar la textura: Sensorialmente e instrumentalmente; el primero desarrolló el perfil de textura con paneles humanos, donde es bien sabido que ningún método instrumental es capaz de igualarlo; sin embargo, el método instrumental favorece la disminución de tiempos y de costos (Steffe, 1996)

#### **4.4. Atributos de tipicidad**

Además de los intervalos de los parámetros obtenidos anteriormente (anexo 2, cuadros de 1-8), a continuación se describen los elementos descriptivos que permiten atribuirle la tipicidad al Q.C.Ch.

Los quesos pueden tener formas cúbicas o de prismas rectangulares, de distintas dimensiones; es generalmente de ½ kg y 1 kg aproximadamente. Los hay en distintas presentaciones; pueden o no estar envueltos con una o varias capas: papel celofán (exterior), bolsa de polietileno y papel encerado en el interior (en contacto con el queso) o simplemente con película plástica de uso alimenticio con su respectiva etiqueta.

Se percibe a la vista que el queso en sí, carece de corteza, sin embargo, la cara de la pasta, tanto exterior, como interior es de un color blanco, que en ciertos quesos se expresa una tonalidad, que va del marfil, hasta amarillenta; tiene un aspecto húmedo. En cuanto a las características de la textura se aprecia a la vista que en la superficie posterior a un corte, hay cavidades; estas en forma ojos granulares que están distribuidos de forma irregular; los cuáles son un efecto de carácter tecnológico (moldeado y presado). En lo que se refiere a la pasta, se puede describir, en diferentes niveles, de la siguiente manera: es compacta y prensada, friable, con pequeñas oquedades, blanda, granulada, nada elástica y frágil, puede o no presentar grietas; se observa que al hacer contacto dactilar en el producto; se percibe rugoso y húmedo en la superficie; que al ejercer fuerza en él, se comporta de forma poco plástica; es decir, se compacta sin regresar a la forma original; lo que da una sensación de cremosidad, misma que se

complementa con su baja adherencia. La textura en boca presenta las siguientes características: adhesividad y firmeza; en general son bajas, en lo que se refiere, gomosidad y friabilidad (fragilidad), son medianas y una granulosidad muy elevada. En lo que respecta al olor, los quesos presentan, en diferentes intensidades, la siguiente descripción: muy ligeramente picante y con una tenue nota al aroma “del rancho” (a establo). El sabor, con tintes apenas perceptibles de dulzor y amargor; predomina el láctico fermentado (incluye, entre otros, el sabor característico ácido); es necesario resaltar que se distingue fácilmente la mayor intensidad de dicho atributo en los quesos que corresponden a la costa (objeto de otra investigación complementaria en proceso), con respecto a los quesos de este estudio, ubicados en las zonas centro y norte del estado de Chiapas. Durante y al término del bocado, queda una sensación de recubrimiento ligero; el cual se interpreta como una película delgada que envuelve la lengua y el paladar, misma que es percibida después de la solubilización y deglución de la muestra; todo ello es producto del carácter fundente graso del queso (Chamorro, 2002).

Para clasificar al queso, según la NX-F-713 – COFOCALEC- 2005, el Queso Crema de Chiapas (Q.C.Ch.) se define como: el queso elaborado con leche de vaca, obtenido mediante una coagulación, integrada por la adición de cuajo; tanto de origen microbiano, como con ayuda de la enzima renina principalmente; así como ligeramente favorecida por la acidificación microbiana a través del proceso natural de acidificación de la leche con la flora nativa. Se considera un queso fresco, con alto contenido de humedad, textura blanda, sabor suave, no presenta corteza, los quesos que se ubican en la zona centro y

norte, requiere refrigeración; sin embargo, por usos y costumbres, los quesos de la costa cuentan con distintas características que le permiten ser o no ser refrigerados. Culturalmente se consumen en los primeros 20 días a partir de su fecha de elaboración; sin embargo, se sabe que hay quienes permiten su maduración a nivel de consumidor, lo que da una vida de anaquel muy extensa (mayor a ocho meses). En cuanto a las propiedades y apariencia, el queso se considera parcialmente fundible, de pasta friable o desmoronable; gran parte de los quesos pueden o no ser semi-untables; aunque se adhiere al objeto que lo esparce y su condición frágil no permite que se consolide dicha propiedad. En cuanto a su composición; por su contenido de grasa, expresado en GES -Grasa en el Extracto Seco-, se clasificó como un queso “extra graso”, por contener valores en el intervalo de [47.76 - 51.09] %. Y finalmente, en lo que respecta al contenido de humedad, expresada en HSMG -Humedad Sin Materia Grasa-, por presentar valores dentro del intervalo [58.77 - 68.68] %, tiene dos clasificaciones; los hay tanto “semiduros o firmes”; como también los hay “semiblandos”.

#### **4.4.5. Recomendaciones para los productores**

A primera vista, en los resultados de aceptabilidad, la ausencia de diferenciación de atributos en esta prueba evaluada por los consumidores hace notar que estos, en comparación con los jueces entrenados carecen de habilidad discriminativa, lo que muestra que el nivel de exigencia de los compradores no es nada estricto, partiendo del hecho que adquieren un producto de buena calidad, es decir, que cubre sus expectativas; aun así, esto debería de tomarse como una oportunidad para “educar” al consumidor

sobre las características de los productos que presentan, una sutil diferenciación en sus atributos y de esta manera, exaltar dichas cualidades. Sin embargo, al aplicar el método de mínimos cuadrados parciales, se observó que los atributos que se correlacionaron negativamente con la aceptabilidad global fueron la gomosidad y la firmeza, dado que la primera está en función de la segunda, nos referiremos únicamente a esta última. Ante este resultado, se sugiere que los productores consideren reducir las magnitudes de estos parámetros, y para lograrlo, es necesario referirse a su propio proceso de elaboración y tomar en cuenta la información generada a partir de los resultados obtenidos, pues ya sabemos cuáles fueron los factores que determinaron las magnitudes mayores de este atributo, de tal forma que para disminuirlo, se recomienda bajar la temperatura y la concentración de calcio, reducir la proporción agregada de cuajo y aumentar el tiempo de reposo de la cuajada; esto último, aumenta la cantidad de ácido láctico, atributo muy bien apreciado por el consumidor; en ese mismo sentido, referente al sabor dulce, es un atributo que difícilmente controlarán, ya que provienen de la composición original de la leche; el sabor amargo, es otro factor difícil de controlar a lo largo de la cadena productor-comerciante, ya que este atributo proviene de la maduración involuntaria por degradación de las cadenas polipeptídicas de las proteínas (Fénnema, 1999); y finalmente, en cuanto al olor a establo, éste permanecerá siempre y cuando se mantengan “el saber-hacer” con un carácter artesanal.

Por otro lado, se observó que durante las operaciones de prensado, existen variantes que acentúan la diferenciación de los quesos, sin embargo, con fines tecnológicos y para reducir la elevada variabilidad de los atributos de textura, se sugiere reducirla

estandarizando en cierto rango la fuerza y su distribución sobre los quesos, ya que esto sin duda ayudaría a definir en un intervalo más pequeño las propiedades mecánicas del queso, lo que traería como consecuencia una mayor identificación con las características del producto.

En cuanto a inocuidad se refiere, se recomienda la creación e implementación de protocolos de BPA y BPM, ya que el consumidor tiene varios criterios de compra; el de la calidad, el de que sea un producto tradicional diferenciado, que ayude a los pequeños productores; y siempre espera un producto que nunca ponga en riesgo su salud.

Adicionalmente, se observó que durante el proceso de la investigación, que en el Distrito Federal, en general los consumidores identificaban al Q.C.Ch. por la envoltura, tanto amarilla, como roja, por lo que se sugiere estandarizar dicha imagen para cuando se decida extender la comercialización más allá de su localidad; esto probablemente reforzaría la imagen de tipicidad del producto, incluso, dado que se observaron ciertos matices en cada región, podría elegirse un color característico que las identifique. Finalmente, se recomienda que elaboren un recetario para sugerir distintas formas de consumo y así incentivar su compra.

## 5. CONCLUSIONES

5.1. Se determinaron los cambios en las propiedades fisicoquímicas, viscoelásticas y sensoriales del Queso Crema de Chiapas, en relación a la composición de la leche utilizada, al proceso de elaboración de cada quesería en dos zonas y dos épocas el año.

- Los componentes originarios de la leche, repercuten directamente sobre las propiedades del queso elaborado; se observó que las épocas del año repercutieron sobre las cantidades de grasa y proteína de la leche; ya que la época de lluvias presentó mayores magnitudes, con respecto a la de estiaje; este mismo patrón, se reflejó en el queso.
- En relación al proceso, se determinó que en época de lluvias, los parámetros de temperatura ambiente dentro de la quesería (30–34) °C, pH (6.3–6.6), calcio (0.05 - 0.21) %, marca del cuajo, tiempo de reposo de la cuajada (8.5 – 15) h y el índice (Pa/ps) de cuajo (0.175-5.0), ninguno de éstos por sí solos, fue determinante en las propiedades mecánicas del queso.
- Para la firmeza los factores que determinaron una magnitud mayor de este atributo, fueron: una temperatura y concentración de calcio ligeramente mayor, mayor proporción agregada de cuajo y menor tiempo de reposo, el calcio es determinante, ya que a mayor cantidad, mayor firmeza, incluso a iguales proporciones de cuajo añadidas.

- Análogamente, para la  $G'$ , se tiene que los factores que determinaron un valor más alto fueron: La temperatura, pH y calcio ligeramente mayores y un menor tiempo de reposo de la cuajada; aparentemente la porción de cuajo agregado es importante, pero no determinante.
- Del calcio, a mayor cantidad, mayor  $G'$ , siempre que no compita con los iones de la sal, ya que se reduce la  $G'$ . Se encontró una correlación directa entre la cantidad de calcio y la cohesividad.
- También, el agregar mayor cantidad de porción de cuajo, no garantiza mayores valores de firmeza o  $G'$ , a menos que T, pH, % calcio sean mayores y con un menor tiempo de reposo, entonces sí se obtienen mayores valores de firmeza y  $G'$ .
- Se observó una relación proporcional (proteína/humedad) con respecto al contenido de grasa en ambas épocas del año; y esta relación conjuntamente con los diferentes métodos de elaboración del queso de las diferentes queserías, tuvieron efecto sobre las propiedades mecánicas del Queso Crema de Chiapas.
- El Análisis Descriptivo Cuantitativo de los Q.C.Ch. hizo evidentes las variaciones en las propiedades sensoriales de cada queso de las UP, durante la época de lluvias, esto se debe a la variación de la composición de la leche y los diferentes procesos de elaboración que cada UP utiliza; dichas variaciones no fueron percibidos por los consumidores en las pruebas de aceptabilidad global de los quesos, excepto por los atributos de humedad y sabor amargo.
- La firmeza y la gomosidad estuvieron correlacionadas negativamente con la aceptabilidad global, mientras que los sabores dulce, amargo, láctico y en menor

grado el olor a establo, lo hicieron de manera positiva. Este último evocó al queso como un producto campirano y tradicional. La quesería que correspondió con estos atributos fue la CeQ3.

- Aun cuando existe variaciones en las condiciones de los procesos, puede cumplirse que a mayor cantidad de caseína, mayor entrapamiento de componentes, aunque hay muchas variables que influyeron en el resultado final.

5.2. Se compararon los quesos provenientes de distintas queserías, de dos zonas de producción de Chiapas.

- Considerando que en cada lugar, las condiciones ambientales no son iguales (temperatura y humedad relativa), existen diferencias, tanto en la composición de sus leches, las combinaciones en todas y cada una de las operaciones durante el proceso de elaboración del queso, todas y cada una de estas diferencias, incluyendo la de la composición de los quesos, repercutieron en cada uno de las magnitudes de los parámetros fisicoquímicos, viscoelásticos y sensoriales en dos épocas del año.
- Las leches provenientes de las distintas U.P., en cada una de las épocas del año, presentaron diferencias significativas en su composición y en sus propiedades, excepto en la densidad y el punto de congelación.
- Tanto la leche, como el queso, entre la zona Norte y Centro, en general no presentaron diferencia significativas.

- Tanto la leche como el queso, en general, la época de lluvias presentó valores mayores con respecto a la de secas, no así con las propiedades de punto de congelación y densidad de la leche, donde no la hubo.
- Entre los quesos de las distintas U.P. se presentó una gran variabilidad entre medias; las excepciones fueron la cantidad de calcio, el índice de amarillamiento, el resorteo, la cohesividad, la gomosidad, la adhesividad y la masticabilidad, todos ellos tuvieron una menor variabilidad durante la época de lluvias; sin embargo, en cuanto a la época de secas, quienes presentaron una menor variabilidad entre medias fueron exactamente las mismas que en E.Ll., incluyendo a la pureza del color, pero excluyendo a la masticabilidad.
- Entre la zona norte y centro del estado de Chiapas, considerando ambas épocas del año, se observó en general que no hubo diferencia significativa en cada uno de los parámetros; excepto en la tonalidad, firmeza, en el módulo de almacenamiento ( $G'$ ) y en el módulo de pérdida ( $G''$ ); tanto en la Zona Norte, como la Zona Centro; y solamente durante la época de lluvias.
- Entre las épocas del año se tiene que en todos los casos se presentó diferencias significativas; excepto para la variable tonalidad y la adhesividad. Al comparar las magnitudes, se observó que las variables: actividad acuosa, cantidad de grasa, proteína, cloruro de sodio, calcio, índice de amarillamiento, pureza del color, firmeza, resorteo, cohesividad, gomosidad, adhesividad, la masticabilidad, en módulo de pérdida ( $G''$ ) y en la tangente  $\delta$ ; todos ellos fueron ligeramente mayores en la época de lluvias que en la de secas.

- Se resalta que el porcentaje de materia seca fue mayor en E.Ll., con respecto a la E.Se. y por tanto, la humedad se comportó a la inversa, es decir, ésta fue menor en E.Ll. que en secas; en el caso contrario, además de la humedad, los parámetros que fueron mayores en época de secas que en la de lluvias fueron: la cantidad de cenizas, la luminosidad, en el módulo de almacenamiento ( $G'$ ), en el punto de coincidencia  $G'=G''$ , en la cantidad de microorganismos mesófilos y coliformes.
- Se logró la integración de rangos de variaciones de cada parámetro en dos épocas del año, a pesar de la dispersión en los valores de todas las propiedades medidas en los quesos, el presente trabajo logró integrar intervalos de cada una de las propiedades del Queso Crema de Chiapas (Q.C.Ch.), con intervalos definidos.

5.3. Se logró caracterizar al Queso Crema de Chiapas en relación a su composición, propiedades texturales, reológicas, microbiológicas y sensoriales, lo cual permitirá proveer información a los productores, con objeto de evidenciar elementos que contribuyan en la optimización de los procesos de sanidad y calidad del producto, tipificar de acuerdo a las características estudiadas y brindar elementos para explotar los atributos de valor detectados.

- Los productores mostraron capacidad para mantener sus productos en condiciones higiénicamente favorables; sin embargo, fueron varias unidades de producción las que contaran con presencia de coliformes, siendo las queserías CeQ2, CeQ4 y NoQ2, NoQ3 y NoQ4.

- Debido a los elevados rangos de la actividad acuosa en el momento del estudio que oscilaron entre los 0.92 a 0.98 y a pesar de los bajos pH's, (3.79 a 4.58), se determinó que no es suficiente para evitar la presencia de microorganismos patógenos, lo que implica que la inocuidad del alimento, estará en función de la implementación y seguimiento de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de manufactura (BPM).
- Se logró obtener los elementos descriptivos que permiten atribuirle la tipicidad al Q.C.Ch. y también se realizaron recomendaciones para los productores, esto en relación a cuestiones tecnológicas que repercuten en atributos sensoriales de mayor aceptación, así como también para reducir el intervalo de variabilidad de los atributos de textura, de forma adicional, se sugieren estrategias para permanecer en la mente del consumidor. Todo lo anterior brinda elementos que impulsen la gestión de una protección jurídico-comercial (marca colectiva o denominación de origen).

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

Antoniou K., D., Petridis D., Raphaelides S., Ben Omar Z. y Kesteloot R. 2000. Texture assessment of french cheeses. *Journal of Food Science* 65 (1) 168 – 172.

Aboites J., y G. Dutrénit.1998. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Álvarez – Macías, F. Boucher, F. Cervantes E., A. Espinosa O. 2009. Agroindustria rural y territorio, Tomo II. Nuevas tendencias en el análisis de la lechería. UAEM-UAM\_X-Ciestam. México

Álvarez B., R., E. Barragán L., y P. Chombo M. 2010. Reglas de uso. Marca Colectiva. Queso Cotija de Origen. D.R. El colegio de Michoacán, A.C. Col. Las Fuentes59699 Zamora, Michoacán. p.25.

Alzagtat A., A. and A. Allí I., 2002, Protein – lipid interaction in food systems: a review. *International Journal Food Science. And Nutrition*, 53: 249 -260.

Madrid A., V. 1990. Manual de industrias lácticas - alfa-laval-; segunda edición. Mandi-Prensa libros, S.A. p. 284.

Badui D., S. 1999. Química de los alimentos. Cuarta edición. Pearson. Addison Wesley. Educación. p. 716.

Backhaus, Kliegl& Werner. 1998. Color vision, perspectives from different disciplines, pp.115-116, section 5.5.

Banks, J.M. 2004.The technology of low fat cheese manufacture.*Int. Journal Dairy Technol.* 57:199-207.

Barnes, H.A., Hutton, J.F., and Walters, K. (1989). An introduction to rheology. Amsterdam: Elsevier Applied Science.

Bárcenas P., Pérez de San Román R., Pérez-Elortondo E., J. y Albisu, M. 2001. Consumer preference structures for traditional spanish cheese and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*. 12: 269 – 279.

Bárcenas P., Pérez-Elortondo E., J., y Albisu, M. 2003. Sensory changes during ripening of raw ewes' milk cheese manufactured with and without the addition of starter culture. *Journal of Food Science*. 68 (8): 2572 – 2578.

Belitz H.D. and W. Grosch. *Food chemistry*. Springer Verlag. Berlin. Second Edition 2000.

Bhaskaracharya R., K. y P. Shan, N. 2001. Texture and microstructure of skin milk Mozzarella cheese made using gat replacers. *Australian of dairy Technology*. 56(1): 9 – 14.

Bowers J. 1994. *Food theory and applications*. 2nd. Edition. McMillan Pub Co.

Bricker A., L., Van Hekken D., I., Guerrero V., M. and Gardea A., A. 2005. Microflora isolated from Chihuahua cheese. *Food protection trends*. 25: 29-32.

Bryant, A., Z. Ustunol, and J. Steffe. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal Food Science*. 60:1216–1219.

Caballero M.A., J. Bambrilla., L. Hoyos. 2009. *Balance y perspectivas del campo mexicano*. Vol. II. México.

Caldentey P. y Gómez A.C. 1996. *Agricultura y sociedad*, n.º 80-81 (Julio-Diciembre). Universidad de Córdoba.

Chamorro C. y M. Lozada. *Análisis sensorial de los quesos*, 1ª. Edición. Mundi-Prensa. 1ª edición. 2002. p. 235.

Cervantes Escoto, F. y A. Villegas. 2006. “Los quesos mexicanos genuinos: un saber hacer que se debe rescatar y preservar” Universidad Autónoma Chapingo; Campus Puebla; Universidad Autónoma del Estado de México. Ponencia presentada en III Congreso Internacional de la Red SIAL “Alimentación y Territorios”.

Cenzano S., 1992. Los Quesos. Edit. Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid.

Coda R., Brechan, E., De Angelis M., De candia S., Di Cagono R. y Gobbetti M. 2006. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of nine italian ewes' milk cheese. *Journal of Dairy Science*. 89: 4126 - 4143.

Damodaran, S. 1997. Food proteins and their applications. Marcel Dekker Inc., P.p. 25-43

Di Cagno R., Banks J., Sheehan L., Fox F.,P., Brechany E.,Y., Corsetti A., y Gobbetti M. 2003. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of the Italian PDO ewes' milk cheeses. *International dairy Journal*. 13: 961 – 972.

Drake, M.A., and B. Swanson G. 1995. Reduced and low fat cheese technology. A review. *TrendsFoodScience. Technol*.

Enríquez. J., G. Lozano V., G Serrano L. y C. Suárez. 2010. Reporte de viaje de sondeo en el estado de Chiapas: sistema agroindustrial leche – queso crema de Chiapas. *Materia SAI. Biblioteca de Agroindustrias en UACH*.

Fennema Owen R. 1999. Food chemistry.Marcel Dekker Inc.3 Ed edicion.p.1236

Fick, K.,R., Mc Dowell L.,R., Miles H., P., Wilkinson S.,N., Funk J., D., y Conred J., H. 1979. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Segundaedición. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida Gainesville. Florida. EUA.

Foegeding E.A. and Drake M.A. (2007) Invited review: Sensory and mechanical properties of cheese texture. American Dairy Association. Journal Dairy Science. 90: 1611-1624.

Fox, P.F. and Mc Sweeney P, L, H, Cogan T., y Guinee, T.,P. 2000. Fundamentals of cheese Science. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, M.D.

Giese, J. 2003. Texture measurement in foods. Food Technol., 57 (3): 63-67

Granados L.G. 2004. Indicaciones geográficas y denominaciones de origen. Un aporte para su implementación en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consejo Nacional de Producción.

Guinee, T. P., M. A. E. Auty, and M. A. Fenelon. 2000. The effect of fat content on the rheology, microstructure and heat-induced functional characteristics of Cheddar cheese. International Dairy Journal. 10:277–288.

Gutiérrez- Oropeza. 2008. Identificación y caracterización fisicoquímica y nutricional de quesos asaderos análogos producidos en Jesús María y Pabellón Arteaga-Aguascalientes, Presentado en IX congreso de ciencia de los alimentos y V foro de ciencia y tecnología de los alimentos.

Godfrey T. 1996 .Industrial enzymology (second edition), Stuart West. EE.U.U. pp. 46-58.

Gonzales-Viñas, M.A. 2001. Sensory and chemical evaluation of Manchego cheese and other cheese varieties available in Spanish market. Journal of Food Quality. 24: 157 - 165

González C., 2009. Caracterización fisicoquímica, microbiológica, reológica y sensorial del queso poro, de la región del os ríos, Tabasco. Tesis de maestría, UACH. Estado de México.

Guinee T., P., O'Kennedy B., T. and Kelly, P., M. 2006. Effect of milk protein standardization using differences methods of the composition and yields of cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 89:468 – 482.

Hassan H. and A. Ashraf.2004. Microstructure and rheology of an acid-coagulated cheese (Karish) made with an exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strain and its exopolysaccharide non-producing genetic variant. En: *Journal of Dairy Research*. Reino Unido.

Hernández M., C. 2007, caracterización de queso añejo de Zacazonapan, Estado de México. UACH, México. Tesis de Maestría. UACH. Chapingo, Estado de México.

Hernández M., C. 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. UACH. Estado de México. Pp.- 49-68.

Herrera D., 2002. Competitividad con equidad en cadenas agroalimentarias. Consorcio Técnico del IICA. Área de políticas y comercio. San José, Costa Rica. Editorial AgroamerIICA.

Illanes, G. Schaffeld. (1991). Utilización de enzimas en la industria alimentaría. *Rev. alimentos* 6, 2, 35.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. 2006. Caracterización de quesos.

Jellema, R. H. Janssen, A.M., Terpstra, M.E.J., de Wijk, R.A. y Smilde, A.K. 2006. Relating the sensory sensation 'creamy mouth -feel' in custards to rheological measurements. *Journal of Chemometrics*, 19, 191-200.

Karoui R. and Dufour E. 2003. Dynamic testing rheology and fluorescence spectroscopy investigations of surface to centre differences in ripened soft cheeses. *International Dairy Journal*. 13.973 - 985.

Lawson J., J. Madrigal y J. Erjavec. 1992. Estrategias experimentales para el mejoramiento de la calidad en la Industria. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México D.F. pp. 295 – 297.

Liu H., Xu X., M. y Guo S., D. 2008. Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1581 - 1592.

Lobato C., 2009. Texture and microestructure of low-fat and low cholesterol panela type cheeses: different methodologies. Departamento de Preparatoria Agrícola y Departamento de Ingeniería Agroindustrial.UACH. Ingeniería Agrícola y biosistemas. Vol. 1, No. 1. Pp. 39-48.

Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., Vernon-Carter, E.J. y Sánchez-García, J. 2000. Viscoelastic properties of White fresh cheese filled with sodium caseinate. *J. Texture Studies*, 31: 379-390.

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

Madadlou A., Khosroshahi A., y Mousvi M., E. 2005. Rheology, Microestructure and functionality of low-fat iranian White cheese made with different concentration of rennet. *Journal Dairy Science*. 88: 3052 – 3062.

Mahuaut M., Jeantet R., Brulé G. 2003. Introducción a la tecnología quesera. Edit. Acribia, S.A., Zaragoza (España).

Marshall. K.R. 2005. Technical Challenges in world dairying. IDF Centenary Session. cDNAK Enterprises Limited, PP Box 55, Wellington, New Zealand.

Martínez G., A. 1992. Experimentación agrícola. Métodos estadísticos. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 64 – 66.

Ritvanen T., Lampolahti S., Lilleberg L., Tupasela T., Isoniemi M., Appelbye U., and Uusi-Rauva E. 2005 Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheese in Finnish market. *Food Quality and Preference*. 16: 479 - 492.

Rogers N. R., D. J. McMahon, C. R. Daubert, T. K. Berry, and E. A. Foegeding. 2010. Rheological properties and microstructure of Cheddar cheese made with different fat contents. *Journal Dairy Science*.93 :4565–4576.

Roser R. S., J. Mestres L. 2004. *Tecnología. Productos lácteos*. Edicions UPC.

Seijas, Martinez-Echevarría, Maria Victoria. 1992. Determinación de Selenio en Suero con espectro fotometría de absorción atómica. Memoria para obtener el grado de doctor en Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Serrano J., Velazquez G., Lopetcharat k., Ramirez J., A. y Torres A., J. 2005. Moderately High hydrostatic pressure processing to reduce production cost of shredded cheese: microstructure, texture and sensory properties of shredded milled curd cheddar. *Journal of Food Science*. 70: S286 – S293.

Steffe, J.F., 1996. *Rheological methods in food process engineering*, 2ª. Edición. Michigan State University. Freeman Press. USA.

Sunesen, L.O. 2002. “Development of Volatile Compounds in Processed Cheese during Storage”. *Lebensm. –Wiss. U- Technol.*, No. 35. Pp. 33-41

Pinho O., Mendes E., Alves M. y Ferreira I., 2004. Chemical, physical and sensory characteristics of “terríncho” ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*. 87: 249 - 257

Tunick, M.H., E. J. Nolan, J. J. Shieh, J. J. Basch, M. P. Thompson, B. E. Maleeff, and V. H. Holsinger (1990) Cheddar and Cheshire Cheese Rheology. *Journal of Dairy Science*. 73:7, 1671 -1675.

Tunick M. H.; Malin E.L.; Smith J.J. 1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheeses prepared from homogenized milk. *Journal of Dairy Science* 76: 3621-3628.

Tunick M., H., Van Hekken D., L, Call J., Molina-Corral F., J. y Gardea A. 2007. Queso Chihuahua. Effects of seasonality of cheesemilk on rheology. *International Journal of Dairy Technology*.60: 13 – 21.

Van Hekken D., L., Tunick M., H. y Park Y., W. 2005. Effect of frozen storage on the proteolytic and rheological properties of soft caprine milk cheese. *Journal of Dairy Science*. 88: 1966 – 1972.

Vázquez M., R. 2010. Diagnostico de la denominación de origen del queso de bola de Ocosingo, Universidad Tecnológica de la selva de México.

Vega V. J. y J. Guzmán. 2010. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*. Regresión PLS y PCA como solución al problema de multicolinealidad en regresión múltiple. 18(1): 9–20.

Veléz – Ruiz, J.F., González – Tomás, L., y Costell, E. 2005, Rheology of dairy custard model systems: Influence of milk and hydrocolloid type. *European Food Research and Technology*, 221, 342 – 347.

Villegas, 2006. *Tecnología quesera*. Ed. Trillas. México.

Villegas A. y Cervantes F., 2008. *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse*. Mundi-Prensa México, Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Walstra, P. and Jenness, R. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*, John Wiley.

deWijk, R.A., Terpstra, M. E.J., Janssen, A. M., y Prinz, J.F. 2006. Perceived creaminess of semi-solid foods. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 412-422.

Wiseman. (1985). *Manual de Biotecnología de enzimas*. Editorial Acribia S.A.

Wong D. W. S. 1990. *Mechanism and theory in food chemistry*. avi,

FAO-IICA, 2008. *Calidad de los alimentos vinculada al origen y las tradiciones en América Latina: estudios de casos* / Ed. por Hernando Riveros, Emilie Vandecandelaere, Florence Tartanac, Claudia Ruiz y Gina Pancorbo. Lima: ISBN13: 978-92-9039-963-6

COMUNICA on line Edición No. 3/Año II/ Segunda Etapa/ Julio – Diciembre 2006. ISSN 1814-0939. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. “Vías lácteas de desarrollo territorial”.

NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

NMX-F-092-1970 CALIDAD PARA QUESOS PROCESADOS. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Norma mexicana. Dirección General de Normas

NMX-F-099-1970 METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE pH EN QUESOS PROCESADOS Secretaria de Comercio y Fomento Industrial Norma Mexicana.

NMX-F-111-1984 ALIMENTOS - LACTEOS - DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES EN QUESOS Secretaria de Comercio y Fomento Industrial Norma Mexicana.

NMX-F-713-COFOCALEC-2005. SISTEMA PRODUCTO LECHE-ALIMENTOS-LÁCTEOS-QUESO Y QUESO DE SUERO- DENOMINACIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.

Sitios de internet:

1.-<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/191/ca191.pdf#page=29>.

Consultado en 2009

2.- <http://www.siap.gob.mx>. Consultado en septiembre 2009

3.-<http://www.chiapas.gob.mx/> INEGI (2010). Enciclopedia de los municipios de México. Consultado el 10 de abril.

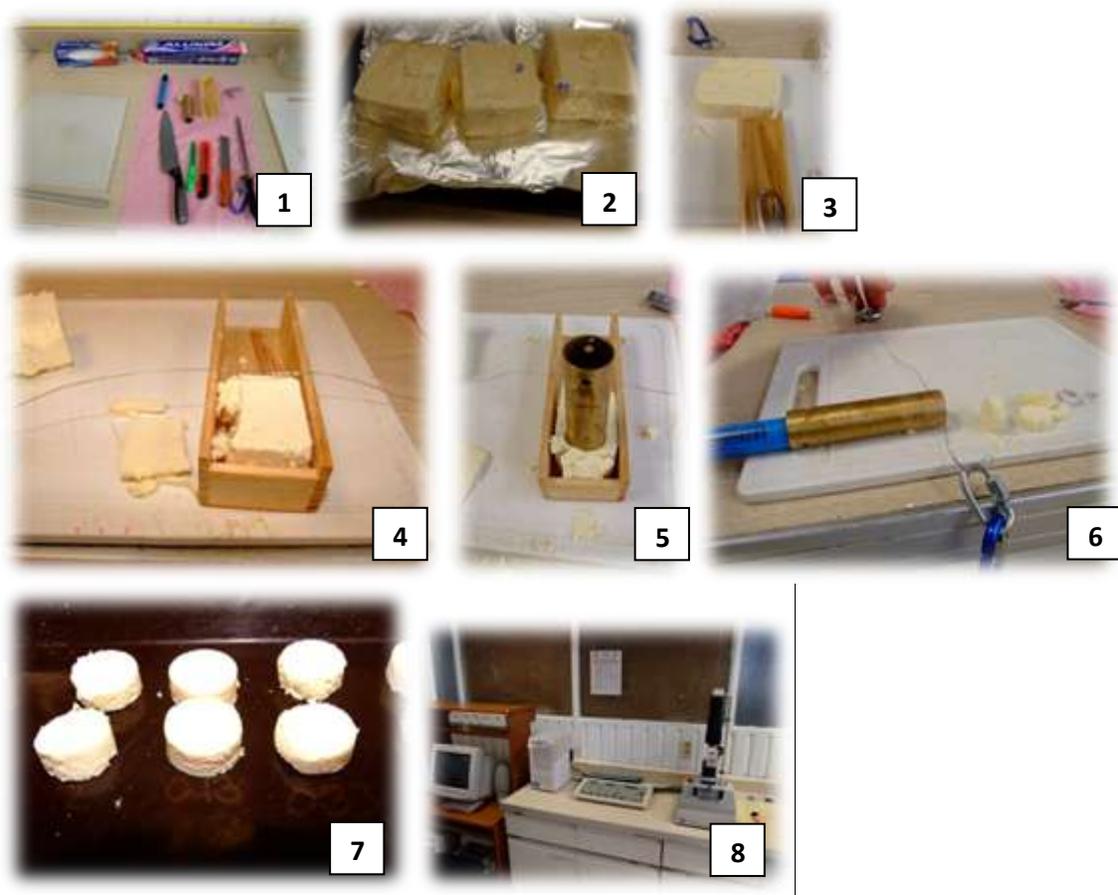
<http://faostat.fao.org/> <http://infoagro.net/shared/docs/a5/quesos%20mexico.pdf>

<http://www.jornada.unam.mx/2008/03/20/index.php?section=gastronomia&article=a08n1gas>

<http://www.lechebovino.gob.mx>

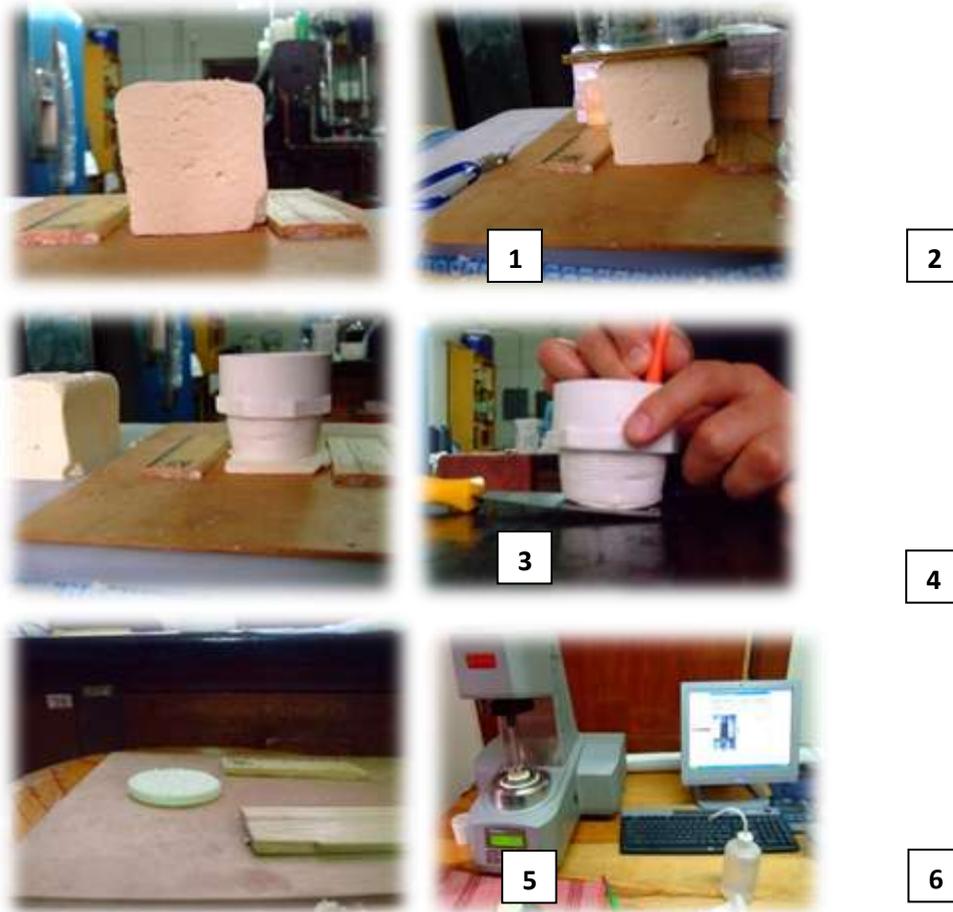
## Anexo 1. Diagramas.

Diagrama 1. Preparación de la muestra de queso para el análisis textura.



1.-Instrumentos; 2.-Muestra de queso; 3.-Corte de queso 4 x 5 cm; 4.-Colocar el corte anterior, sobre el molde de madera y cortar el excedente con cuerda fina de metal, justo al ras del borde superior de éste; 5.-Girando el queso sobre el borde plano, cortar el queso con el cortador metálico tubular afilado; 6.-Expulsar el corte cilíndrico con apoyo de un émbolo hasta una longitud de 1 cm y cortarlo con la cuerda fina de metal; 7.-muestras listas para ser analizadas y 8.-Al depositar la muestra entre la base y la geometría de acrílico del texturómetro, la muestra está lista para el ensayo.

Diagrama 2. Preparación de la muestra de queso para el análisis reológico.



### **Preparación de muestra de queso para su análisis reológico.**

1.-Cortar el queso en forma de cubo, de tal manera que entre de manera justa en la plantilla de madera; 2.-Presionando por la cara superior, cortar el queso, justo al ras de la plantilla con una cuerda metálica fina de diámetro menor; 3.- Levantar el queso excedente y cortar la placa de queso de 5 mm con el cortador cilíndrico bien afilado; 4.- Con apoyo de una brocha, separar la placa cilíndrica de 5 cm de diámetro y 5 mm de altura (5) y 6.-Al depositar centradamente entre el *peltier* y la geometría del reómetro, la muestra está lista para el ensayo.

## Anexo 2.Cuadros.

Cuadro 1. Intervalos y promedios de los componentes y de las propiedades físicas de la LECHE en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos de la LECHE en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas.

		V. I. Leche						
		Composición				Propiedades		
QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	leche en milk scan ( $\mu\pm\sigma$ )					
Época del año:		Considerando todas la UP	Caseína %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	P. Cong. °C	$\delta$ (g/mL)
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	2.73 $\pm$ 0.13	3.61375 $\pm$ 0.36	3.39125 $\pm$ 0.17	4.8075 $\pm$ 0.07	0.5575 $\pm$ 0.01	1.031 $\pm$ 0.0
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[2.55-2.90]	[3.04 - 4.17]	[3.12 - 3.63]	[4.72 - 4.92]	[0.54 - 0.57]	[1.030 - 1.032]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	2.6275 $\pm$ 0.12	3.49375 $\pm$ 0.40	3.32125 $\pm$ 0.12	4.67125 $\pm$ 0.07	0.55 $\pm$ 0.19	1.03 $\pm$ 0.0
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[ 2.42 - 2.74 ]	[2.74 - 3.96 ]	[3.12 - 3.44]	[4.6 - 4.79]	[0.53 -0.56 ]	[ 1.03 ]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	2.7375 $\pm$ 0.16	3.6675 $\pm$ 0.36	3.43 $\pm$ 0.19	4.7525 $\pm$ 0.04	0.555 $\pm$ 0.01	1.03075 $\pm$ 0.0
		Intervalo temporadaLl, ZNo	[2.6 - 2.9]	[3.49 - 4.17]	[3.26 - 3.63]	[4.72 - 4.8]	[0.55 - 0.56]	[1.03 - 1.031]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	2.7225 $\pm$ 0.13	3.56 $\pm$ 0.40	3.3525 $\pm$ 0.17	4.8625 $\pm$ 0.06	0.56 $\pm$ 0.01	1.03125 $\pm$ 0.0
		Intervalo Temporada Ll, ZCe	[2.55 - 2.85]	[3.04 - 4.01]	[3.12 - 3.53]	[4.81 - 4.92]	[0.54 - 0.57]	[1.031 - 1.032]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	2.6675 $\pm$ 0.05	3.4975 $\pm$ 0.31	3.36 $\pm$ 0.05	4.7025 $\pm$ 0.08	0.55 $\pm$ 0.0	1.03 $\pm$ 0.0
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[2.61 - 2.73]	[3.04 - 3.68]	[3.28 - 3.4]	[4.6 - 4.79]	[ 0.55 ]	[ 1.03 ]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	2.5875 $\pm$ 0.16	3.49 $\pm$ 0.53	3.2825 $\pm$ 0.17	4.64 $\pm$ 0.06	0.545 $\pm$ 0.01	1.03 $\pm$ 0.0
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[2.42 - 2.74]	[2.74 - 3.96]	[3.12 - 3.44]	[4.59 - 4.72]	[0.53 - 0.56]	[1.03]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	2.655 $\pm$ 0.15	3.525 $\pm$ 0.43	3.3175 $\pm$ 0.16	4.75125 $\pm$ 0.13	0.5525 $\pm$ 0.01	1.030625 $\pm$ 0.0
		Intervalo dos temporadas:Ll y Se, ZCe	[2.42 - 2.85]	[2.74 - 4.01]	[3.12 - 3.53]	[5.59 - 4.92]	[0.53 - 0.57]	[1.03 - 1.032]
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	2.7025 $\pm$ 0.11	3.5825 $\pm$ 0.32	3.395 $\pm$ 0.14	4.7275 $\pm$ 0.06	0.5525 $\pm$ 0.0	1.030375 $\pm$ 0.0
		Intervalo dos temporadas:Ll y Se, ZNo	[2.6 - 2.9]	[3.04 - 4.17]	[3.26 - 3.63]	[4.6 - 4.8]	[0.55 - 0.56]	[1.03 - 1.031]
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	2.67875 $\pm$ 0.13	3.55375 $\pm$ 0.37	3.35625 $\pm$ 0.15	4.739375 $\pm$ 0.10	0.5525 $\pm$ 0.01	1.0305 $\pm$ 0.0
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[2.42 - 2.90]	[2.74 - 4.17]	[3.12 - 3.63]	[4.6 - 4.92]	[0.53 - 0.57]	[1.03 - 1.032]

Cuadro 2. Intervalos y promedios de los parámetros físicoquímicos y químicos del QUESO CREMA DE CHIAPAS en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos del QUESO en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas, mientras que el resto considera las combinaciones de dichos factores.

QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	V.D. Queso		V.D. Queso		V.D. Queso				
			Parámetro:		Parámetro:		Parámetro:				
Época del año:		Considerando todas la UP	F.Q.(termodin) ( $\mu\pm\sigma$ )	F.Q. ( $\mu\pm\sigma$ )	Químico proximal ( $\mu\pm\sigma$ )						
			Aw	pH	% Materia Seca	% humedad	%grasa bH	% proteína bH	% cenizas	% Ca en queso bh	% NaCl En muestra BH
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	0.9675±0.01	4.15875±0.26	53.94625±4.27	46.05375±4.27	26.8175±2.49	21.405±3.61	2.67125±0.91	0.09125±0.03	3.54625±0.99
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[ 0.95 - 0.98]	[ 3.79 - 4.58]	[ 47.6 - 58.94]	[41.06 - 52.40]	[ 23.61 - 30.11]	[ 15.62 - 26.38]	[1.87 - 4.76]	[0.05 - 0.13]	[2.51 - 5.68]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	0.94875±0.02	4.45375±0.15	51.7±18.74	48.95±4.54	23.68125±2.73	15.6225±1.49	6.80125±1.22	0.18875±0.02	2.7875±0.71
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[0.92 - 0.97]	[4.16 - 4.63]	[43.98 - 57.93]	[42.07 - 56.02]	[19.6 - 27.65]	[13.06 - 17.55]	[4.94 - 8.77]	[0.17 - 0.21]	[1.94 - 4.01]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	0.9725±0.01	3.9825±0.22	54.795±4.82	45.205±4.82	27.355±2.45	21.41±4.42	2.1625±0.22	0.0925±0.03	2.9375±0.32
		Intervalo temporadaL, ZNo	[0.97 - 0.98]	[3.79 - 4.26]	[47.6 - 57.84]	[42.16 - 52.4]	[23.70 - 28.88]	[15.62 - 26.38]	[1.87 - 2.36]	[0.05 - 0.12]	[2.51 - 3.2]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	0.9625±0.01	4.335±0.17	53.0975±4.17	46.9025±4.17	26.28±2.77	21.4±3.30	3.18±1.10	0.09±0.03	4.155±1.09
		Intervalo Temporada L, ZCe	[0.95 - 0.97]	[4.21 - 4.58]	[49.19 - 58.94]	[41.06 - 50.81]	[23.61 - 30.11]	[16.6 - 23.6]	[2.39 - 4.76]	[0.05 - 0.13]	[3.19 - 5.68]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	0.9575±0.01	4.51±0.11	51.59±3.13	49.68±3.61	23.007±2.76	15.7625±1.28	6.33±0.95	0.1825±0.01	2.695±0.40
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[0.94 - 0.97]	[4.36 - 4.63]	[46.5 - 54.66]	[45.34 - 53.5]	[19.6 - 25.6]	[14.51 - 17.55]	[4.94 - 7.08]	[0.17 - 0.2]	[2.17 - 3.09]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	0.94±0.02	4.3975±0.18	51.78±5.8	48.22±5.8	24.355±2.91	15.4825±1.88	7.2725±1.41	0.195±0.02	2.88±0.99
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[0.92 - 0.96]	[4.16 - 4.6]	[43.98 - 57.93]	[42.07 - 56.02]	[20.71 - 27.65]	[13.06 - 17.35]	[6.06 - 8.77]	[0.17 - 0.21]	[1.94 - 4.01]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	0.95125±0.02	4.36625±0.17	52.43875±4.73	47.56125±4.73	25.3175±2.82	18.44125±4.02	5.22625±2.48	0.1425±0.06	3.5175±1.18
		Intervalo dos temporadas:L y Se, ZCe	[0.92 - 0.97]	[4.16 - 4.58]	[43.98 - 58.94]	[41.06 - 56.02]	[20.71 - 30.11]	[13.06 - 23.6]	[2.39 - 8.77]	[0.05 - 0.21]	[1.94 - 5.68]
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	0.965±0.01	4.24625±0.33	52.5575±4.61	47.4425±4.61	25.18125±3.35	18.58625±4.27	4.24625±2.32	0.1375±0.05	2.81625±0.36
		Intervalo dos temporadas:L y Se, ZNo	[0.94 - 0.98]	[3.79 - 4.36]	[46.5 - 57.84]	[42.16 - 53.5]	[19.6 - 28.88]	[14.51 - 26.38]	[1.87 - 7.08]	[0.05 - 0.18]	[2.17 - 3.2]
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	0.958125±0.02	4.30625±0.26	52.498125±4.51	47.501875±4.51	25.249375±3.0	18.51375±4.01	4.73625±2.37	0.14±0.06	3.166875±0.92
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[0.92 - 0.98]	[3.79 - 4.58]	[43.98 - 58.94]	[41.06 - 56.2]	[19.6 - 30.1]	[13.06 - 26.38]	[1.87 - 8.77]	[0.05 - 0.21]	[1.94 - 5.68]

Cuadro 3. Intervalos y promedios del COLOR del QUESO CREMA DE CHIAPAS en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos del QUESO en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas, mientras que el resto considera las combinaciones de dichos factores.

			V.D. Queso			
			Parámetro:			
QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	Físicos: Color ( $\mu \pm \sigma$ )			
Época del año:		Considerando todas la UP	luminosidad	Índice Amarillamiento	Pureza del Color	Tonalidad (Grados)
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	93.35125±0.36	34.68125±2.94	19.43125±1.05	86.645±0.83
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[92.63 - 93.81]	[ 31.89-37.88 ]	[17.93 - 21.21]	[85.70 - 87.78]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	95.235±0.62	30.03±2.65	16.01875±2.81	87.6325±0.72
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[94.29 - 96.25]	[24.81 - 33.02]	[10.18 - 19.09]	[86.47 - 88.70]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	93.5475±0.20	33.46±1.16	18.73±0.58	87.0525±0.49
		Intervalo temporada LI, ZNo	[93.38 - 93.81]	[31.89 - 34.68]	[17.93 - 19.31]	[86.73 - 87.78]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	93.155±0.39	35.9025±1.86	20.1325±0.97	86.2375±0.97
		Intervalo Temporada LI, ZCe	[92.63 - 93.56]	[33.44 - 37.88]	[18.89 - 21.21]	[85.7 - 87.69]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	95.24±0.63	29.4475±0.63	16.6825±0.33	87.8±0.55
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[94.29 - 95.58]	[28.63 - 30.05]	[16.27 - 17.07]	[87.21 - 88.3]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	95.23±0.71	30.6125±3.89	15.355±4.15	87.465±0.92
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[94.71 - 96.25]	[24.81 - 33.02]	[10.18 - 19.09]	[86.47 - 88.7]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	94.1925±1.23	33.2575±3.99	17.74375±3.78	86.85125±1.09
		Intervalo dos temporadas:LI y Se, ZCe	[92.63 - 96.25]	[24.81 - 37.88]	[10.18 - 21.21]	[85.7 - 88.7]
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	94.39375±1.0	31.45375±2.31	17.70625±1.18	87.42625±0.62
		Intervalo dos temporadas:LI y Se, ZNo	[93.38 - 95.58]	[28.63 - 34.68]	[16.27 - 19.31]	[86.73 - 88.3]
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	94.293125±1.09	32.355625±3.29	17.725±2.71	87.13875±0.91
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[92.63 - 96.25]	[24.81 - 37.88]	[10.18 - 21.21]	[86.47 - 88.78]

Cuadro 4. Intervalos y promedios del parámetro TEXTURA del QUESO CREMA DE CHIAPAS en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos del QUESO en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas, mientras que el resto considera las combinaciones de dichos factores.

		V.D. Queso						
		Parámetro:						
QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	textura ( $\mu \pm \sigma$ )					
Época del año:		Considerando todas la UP	firmeza (N)	resorteo	cohesividad	gomosidad	adhesividad(Ns-1)	masticabilidad (N)
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	19.655±9.11	0.57±0.25	0.355±0.037	6.87875±3.55	(-0.775)±0.44	3.83±2.62
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[9.93 - 36.15]	[0.36 - 0.77]	[0.23 - 0.47]	[3.84 - 13.78]	[(-1.34) - (-0.12)]	[1.64 - 9.78]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	10.82±3.94	0.4925±0.08	0.31125±0.02	3.3725±1.23	(-0.37)±0.0	1.6475±0.58
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[6.81 - 17.0]	[0.34 - 0.57]	[0.28 - 0.36]	[1.91 - 5.38]	[(-0.64) - (-0.16)]	[0.76 - 2.78]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	24.5275±10.24	0.55±0.14	0.3725±0.02	9.1225±3.93	(-0.9) ±(0.21)	4.9325±3.36
		Intervalo temporadaL, ZNo	[12.14 - 36.15]	[0.4 - 0.71]	[0.35 - 0.39]	[4.67 - 13.78]	[(-1.05) - (-0.5)]	[2.09 - 9.78]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	14.7825±5.10	0.5775±0.20	0.3375±0.10	4.635±0.68	(-0.65)±0.16	2.7275±1.20
		Intervalo Temporada L, ZCe	[9.93 - 20.47]	[0.36 - 0.77]	[0.23 - 0.47]	[3.84 - 5.49]	[(-1.34) - (-0.12)]	[1.64 - 3.94]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	10.9775±4.02	0.5275±0.04	0.31±0.01	3.375±1.19	(-0.4575)±0.14	1.79±0.70
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[7.14 - 16.61]	[0.47 - 0.56]	[0.3 - 0.33]	[2.19 - 5.0]	[(-0.64) - (-0.34)]	[1.14 - 2.78]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	10.6625±4.47	0.4575±0.11	0.3125±0.03	3.37±1.45	(-0.29)±0.12	1.505±0.50
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[6.81 - 17]	[0.34 - 0.57]	[0.28 - 0.36]	[1.91 - 5.38]	[(-0.42) - (-0.16)]	[0.76 - 1.86]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	12.7225±4.95	0.5175±0.16	0.325±0.7	4.0025±1.25	0.408±0.28	2.11625±1.07
		Intervalo dos temporadas:L y Se, ZCe	[6.81 - 20.47]	[0.34 - 0.77]	[0.23 - 0.47]	[1.91 - 5.49]	[(-1.34) - (-0.12)]	[0.76 - 3.94]
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	17.7525±10.2	0.52±0.09	0.34125±0.04	6.24875±4.08	0.605±0.36	3.36125±2.8
		Intervalo dos temporadas:L y Se, ZNo	[7.14 - 36.15]	[0.4 - 0.71]	[0.3 - 0.39]	[2.19 - 13.78]	[(-1.05) - (-0.34)]	[1.14 - 9.78]
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	15.2375±8.17	0.51875±0.13	0.333125±0.05	5.125625±3.14	(-0.52)±0.33	2.73875±2.15
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[6.81 - 36.15]	[0.34 - 0.77]	[0.23 - 0.47]	[1.91 - 13.78]	[(-1.34) - (-0.12)]	[0.76 - 9.78]

Cuadro 5. Intervalos y promedios del parámetro REOLOGÍA del QUESO CREMA DE CHIAPAS en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos del QUESO en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas, mientras que el resto considera las combinaciones de dichos factores.

		V.D. Queso				
		Parámetro:				
QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	Reología ( $\mu\pm\sigma$ )			
Época del año:		Considerando todas la UP	G' (KPa)	G''(KPa)	tang $\delta$	G' = G''
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	52.77±15.44	16.54±6.18	0.35±0.02	4.32±1.83
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[34.58 - 73.1]	[10.12 - 25.81]	[0.32 - 0.37]	[1.68 - 7.05]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	53.83±29.81	12.76±3.31	0.34±0.11	6.61±4.58
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[25.25 - 106]	[7.46 - 16.3]	[0.28 - 0.61]	[2.1 - 13.82]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	62.36±15.51	21.33±4.89	0.36±0.01	5.34±1.62
		Intervalo temporada LI, ZNo	[39.44 - 73.1]	[14.64 - 25.81]	[0.35 - 0.37]	[3.58 - 7.05]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	43.17±8.39	11.76±2.02	0.34±0.02	3.3±1.55
		Intervalo Temporada LI, ZCe	[34.58 - 54.09]	[10.12 - 14.28]	[0.32 - 0.36]	[1.68 - 5.17]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	51.22±30.58	12.64±4.01	0.31±0.02	8.25±5.76
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[25.25 - 84.97]	[7.46 - 16.0]	[0.28 - 0.33]	[2.76 - 13.82]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	56.44±33.47	12.88±3.09	0.37±0.16	4.98±2.93
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[35.03 - 106]	[9.5 - 16.3]	[0.28 - 0.61]	[2.1 - 8.55]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	49.81±23.67	12.32±2.49	0.353±0.11	4.14±2.35
		Intervalo dos temporadas:LI y Se, ZCe	[34.58 - 106]	[9.5 - 16.3]	[0.28 - 0.61]	[1.68 - 8.55]
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	56.79±23.22	16.99±6.22	0.34±0.03	6.79±4.21
		Intervalo dos temporadas:LI y Se, ZNo	[25.25 - 84.97]	[7.46 - 25.81]	[0.28 - 0.37]	[2.76 - 13.82]
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	53.3±22.94	14.65±5.17	0.34±0.08	5.46±3.57
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[25.25 - 106]	[7.46 - 25.81]	[0.28 - 0.61]	[1.68 - 13.82]

Cuadro 6. Intervalos y promedios de los parámetros microbiológicos: Mesófilos (columna izquierda) y presencia o ausencia de microorganismos coliformes (derecha) en el QUESO CREMA DE CHIAPAS en épocas de Lluvias y Secas, en las zonas Centro y Norte del Estado de Chiapas. Los intervalos que consideran a las dos zonas y a las dos épocas corresponden a los intervalos representativos del QUESO en la “gran zona Centro-Norte de Chiapas, mientras que el resto considera las combinaciones de dichos factores

		V.D. Queso		
		Parámetro:		
QUESO CREMA CHIAPAS	Zonas	Resumen	Microbiológicos ( $\mu \pm \sigma$ )	
Época del año:		Considerando todas la UP	log 10(UFC/g)	COLIF log 10(UFC/g)
Lluvias	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Lluvias	5.8375±1.17	[ AUSENTE ]
		Intervalo Dos Zonas, Lluvias:	[3.36 - 7.74]	[ AUSENTE ]
Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Secas	6.61125±0.48	[Presente en E.Secas en unas UP ]
		Intervalo Dos Zonas, Secas:	[5.84 - 7.33]	[Presente en E.Secas en unas UP ]
Lluvias	No	Promedio por zona Norte, Lluvias	6.0475±2.01	[ AUSENTE ]
		Intervalo temporadaLl, ZNo	[3.36 - 7.65]	[ AUSENTE ]
Lluvias	Ce	Promedio por zona Centro, Lluvias	5.6275±1.64	[ AUSENTE ]
		Intervalo Temporada Ll, ZCe	[3.84 - 7.74]	[ AUSENTE ]
Secas	No	Promedio por zona Norte, Secas	6.6±0.64	[Presente en E.Secas en unas UP ]
		Intervalo Temporada.Secas, ZNo	[5.84 - 7.33]	[Presente en E.Secas en unas UP ]
Secas	Ce	Promedio por zona Centro, Secas	6.6225±0.37	[Presente en E.Secas en unas UP ]
		Intervalo TemporadaSecas,ZCe	[6.14 - 7-01]	[Presente en E.Secas en unas UP ]
Lluvias y Secas	Ce	Promedio Dos épocas, Zona Centro	6.125±1.22	En Secas presente, no en Lluvias
		Intervalo dos temporadas:Ll y Se, ZCe	[3.84 - 7.74]	En Secas presente, no en Lluvias
Lluvias y Secas	No	Promedio Dos épocas, Zona Norte	6.32375±1.41	En Secas presente, no en Lluvias
		Intervalo dos temporadas:Ll y Se, ZNo	[3.36 - 7.65]	En Secas presente, no en Lluvias
Lluvias y Secas	Ce y No	Promedio Dos Zonas, Dos épocas	6.224375±1.28	En Secas presente, no en Lluvias
		Intervalo Dos Zonas , Lluvias y Secas	[3.36 - 7.74]	En Secas presente, no en Lluvias

### Anexo 3. Operaciones durante el proceso de elaboración

Parámetros medidos en cada operación unitaria durante el proceso de elaboración, en cada unidad de producción. Nomenclatura: t = tiempo, T= temperatura, °D = grados dornic, h= horas, PTAI: Presa de tornillo de acero inoxidable, PTM: Prensa de tornillo de madera, PMP: Prensa de madera con piedras. Con información proporcionada por IA. Suárez C., Posgrado CyTAI - UACH, 2011.

Nota: los valores de la quesería NoQ3 no estaban disponibles en el momento en que se redactaba este trabajo.

Manteado			Desuerado	
t de levantado (min)	T(°C) de cuajada levantada	pH de cuajada levantada	Acidez (°D) de Suero	t de desuerado
21.5	28	4.8	59	4.5
22	26	4.3	75	2
21	27	4.5	74	5
18.6	29	4.4	65	6
17.5	29	4.1	87	2
19	25	4.5	84	2
13	32	5.1	54	4.5

O.U.	Cuajado					Reposo de cuajada
U.P.	Marca de cuajo	Cantidad x 10 <sup>-3</sup> (ppm)	T (°C) de Leche Cuajada	Acidez (°D) de cuajada	pH de cuajada	Chedarización (h)
CeQ1	Shymar	50	33	16	6.5	15
CeQ2	Villamex	100	30	20	6.5	12
CeQ3	Cuajo XXX 20 g sal	55	31	22	6.3	14.5
CeQ4	Cuajo XXX	50	31	20	6.3	14
NoQ1	Batalla	35	32	20	6.3	13.5
NoQ2	Batalla	40	33	19	6.5	13
NoQ3	Lactyme(2ble fza)					
NoQ4	Villamex	35	34	24	6.44	8.5

O.U.	Cortado				
U.P.	tiempo al corte (h)	Tamaño de corte medio (cm)	Tamaño de corte	T (°C) de Cuajada	pH de cuajada
CeQ1	6.5	17.5	15 - 20 cm	32	6
CeQ2	10	8.5	7 - 10 cm	28	5.1
CeQ3	6.5	5	5 cm	30	5
CeQ4	4.5	8.5	7 - 10 cm	31	5.1
NoQ1	4	12.5	10 - 15 cm	28	4.9
NoQ2	6	12.5	10 - 15 cm	29	5.1
NoQ3					
NoQ4	5.5	8.5	7 - 10 cm	32	5.28

O.U.	Manteado			Desuerado	
U.P.	t de levantado (min)	T(°C) de cuajada levantada	pH de cuajada levantada	Acidez (°D) de Suero	t de desuerado
CeQ1	21.5	28	4.8	59	4.5
CeQ2	22	26	4.3	75	2
CeQ3	21	27	4.5	74	5
CeQ4	18.6	29	4.4	65	6
NoQ1	17.5	29	4.1	87	2
NoQ2	19	25	4.5	84	2
NoQ3					
NoQ4	13	32	5.1	54	4.5

O.U.	Amasado y salado				Moldeado	
U.P.	t transcurrido desde inicio hasta Amasado	Cantidad de Sal (g)	Tº cuajada c/sal	pH cuajada c/ sal	T(°C) cuajada en molde	pH cuajada en molde
CeQ1	26	0.035	27	4.7	27	4.7
CeQ2	24	0.0315	25	4.3	25	4.3
CeQ3	26	0.037	24	4.4	24	4.4
CeQ4	23.5	0.034	28	4.3	28	4.3
NoQ1	21	0.05	25	3.9	25	3.9
NoQ2	23	0.035	23	4.4	23	4.4
NoQ3						
NoQ4	18	0.037	32	5.1	32	5.1

O.U.	Tipo de prensa y prensado		Desmolde y producto final			Condiciones finales	
U.P.	Material	t (h) prensado	t (h) desmolde	T (°C) queso	pH queso	T(°C) de UP	T (°C) de almacenamiento
CeQ1	PTAI	17.5	44	24	4.5	30	12
CeQ2	PTM	22	46	26	4.1	29	13
CeQ3	PMP	19	45	21	4.2	33	12
CeQ4	PTM	17.5	45.5	22	4.2	35.5	13
NoQ1	PMP	22	41.5	21	4	25	12
NoQ2	PTM	20	43	22	4.1	27.5	5
NoQ3						35°C	12
NoQ4	PTAI	1.5	20	27	4.8	33	12

**Anexo 4. Programa de parcelas divididas con arreglo anidado. Con el paquete estadístico SAS. Se aplicó en ambas épocas del año.**

```

data lluvia;
ods html body='reg.htm';
ods trace on;
ods listing;
input region $ muestra $ rep Caseina Grasa Proteinas Lactosa Congensid acidez firmeza resorteo
cohesividad gomosisidad adhesiviad masticabilidad aw pH Matseca humedad HSMG
cenizas grasab Hgrasa B SenGES proteinab HCabh NaCl BH luminosidad indice Amarillamiento
Pureza del Color Tonalidad en Grados Gprim b i p r i m t a n g d e l t a s u g u a l e s U F C m e s o f i l o U F C c o l i f o r m e ;

```

**cards;**

			Valor	Valor	Valor
			caseina	Grasa.....	UFC coliforme
Centro	1	1			
Centro	1	2			
Centro	1	3			
.	..	..			
.	.	.			
.	.	.			
Centro	4	1			
Centro	4	2			
Centro	4	3			
Norte	1	1			
Norte	1	2			
Norte	1	3			
.	.	.			
.	.	.			
.	.	.			
Norte	4	1			
Norte	4	2			
Norte	4	3			

**proc glm;** class region muestra;

```

model Caseina Grasa Proteina Lactosa Congensid acidez firmeza resorteo cohesividad gomosisidad
adhesiviad masticabilidad aw pH Matseca humedad HSMG cenizas
grasab Hgrasa B SenGES proteinab HCabh NaCl BH luminosidad indice Amarillamiento
Pureza del Color Tonalidad en Grados Gprim Gb i p r i m t a n g d e l t a s u g u a l e s U F C m e s o f i l o U F C c o l i f o r m e
= region muestra muestra(region);
test h = region e = muestra(region);
lsmeans region muestra muestra(region)/pdiff;
run;

```