



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

TESIS

**QUESO COTIJA AUTÉNTICO: ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE
SUS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, TEXTURALES Y DE
COLOR**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA EN ALIMENTOS

PRESENTA

UTRERA ANDRADE MARIANA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MÉXICO, D.F. 2007

Jurado asignado:

Presidente: Prof. DULCE MARÍA GOMEZ ANDRADE

Vocal: Prof. PATRICIA SEVERIANO PEREZ

Secretario: Prof. JOSE MENDOZA BALANZARIO

1er. Sup: Prof. EDITH XIUTLALZIN BARRIOS LOPEZ

2do. Sup: Prof. JUDITH JIMENEZ GUZMAN

Sitio donde se desarrollo el tema:

Lab. 4 C, 4° piso del Edificio A, Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química

Este trabajo de investigación recibió apoyo de la Dirección General de Apoyo al Personal Académico, Proyecto PAPIME EN212304 “Desarrollo de guiones experimentales para el plan de estudio de la carrera de Química de Alimentos de las asignaturas de Análisis Sensorial Tecnologías de Alimentos y Desarrollo de Nuevos Productos” y del proyecto PAPIIT IN200705 “Caracterización de la microbiota presente en quesos tradicionales mexicanos”.

ASESORA:

Dra. Severiano Pérez Patricia

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dra. Quirasco Baruch Maricarmen

SUSTENTANTE:

Mariana Utrera Andrade

Dedicatorias

Hoy he alcanzado mi meta más anhelada y con ello se cierra una etapa muy importante en mi vida. Por eso quiero darle gracias, aunque sea una palabra muy sencilla y no logre transmitir todo lo que siento, a toda la gente que me ha acompañado en mi camino, que estoy segura de que es lo que me dio la fuerza para seguir siempre adelante.

Tatis: sé que no hay palabras que resuman lo mucho que has hecho por mí. Sin embargo, creo que lo que más dejó una huella en mi persona, es la forma en la que siempre creíste en mí, como me enseñaste a luchar por mí, a encontrarme y saber cual es mi camino, pero sobretodo por cuidarme como a tu más grande tesoro.

Padre: Gracias por apoyarme siempre aunque no entendieras mis decisiones, por enseñarme que soy más fuerte de lo que pienso, por no dejarme sola y por ser el mejor ejemplo en mi vida.

Abuela: Tu amor y amistad incondicional llegaron justo en el momento preciso, gracias por abrirme tu corazón y por incluirme en tu vida cuando más lo necesitaba.

Eder: Gracias por amarme, por compartir tus días, por enseñarme que soy capaz de sentir algo tan fuerte y mostrarme que no es más feliz el que tiene más, si no el que menos necesita. Contigo a mi lado he dejado de necesitar.

Itzel: Gracias por crecer conmigo, por los miles de recuerdos que me has regalado, por las miles primeras veces que vivimos juntas, por llorar y reír conmigo, y por darle casa a mis pensamientos y locuras, por la confianza, por ser tú.

Kika y Sandra: Nunca creí que existieran dos almas tan iguales a la mía.

A todos mis amigos: Gracias por aguantarme.

A todos los “Caquita de chango”: Gracias por los buenos momentos, por toda la diversión y el apoyo.

A todos los del laboratorio 4C: Gracias por su apoyo y amistad. En especial a Armando, Rocio, Pili y Jessi.

Yael y Nair: Gracias por dejarme ser parte de sus vidas.

A la familia Narciso-Negrete: por compartirme su hogar.

A todos los que ya no están a mi lado por convicción o circunstancia, porque su partida me hizo más fuerte, Gracias por los buenos momentos.

Agradecimientos

Gracias a todos los miembros que conformaron el panel sin su ayuda y compromiso este trabajo simplemente no existiría. Gracias por su amistad.

Deseo agradecer a la Dra. Maricarmen Quirasco Baruch su apoyo y dedicación a este proyecto, sin su ayuda no hubiera resultado tan exitoso el trabajo realizado.

Al M. Sc. Daniel L. Pedrero Fuehrer por sus valiosos consejos, por su apoyo y todo el aprendizaje que me regalo.

A mi asesora Patricia Severiano Pérez muchas gracias por tu creatividad, tu paciencia, tus enseñanzas y sobretodo por obligarme a dar lo mejor de mí y por ayudarme a seguir adelante cuando creí que mi cabeza estaba a punto de explotar. Gracias por tu amistad.

A todos los miembros del jurado, por brindarme su apoyo en éste y otros proyectos que me permitirán iniciar mi vida profesional, por regalarme sus conocimientos lo que me dejó enriquecer mi visión de la vida, pero sobretodo por ser excelentes personas.

Agradezco a mi casa de estudios, Universidad Nacional Autónoma de México, por darme todas las herramientas para concluir esta etapa con éxito y poder salir a enfrentar los retos que me imponga la vida con toda seguridad.

“Por mi raza hablará el espíritu”

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivo General	4
Objetivos particulares	4
Antecedentes	5
Queso	5
Queso Cotija	8
Análisis Descriptivo	11
Características sensoriales más importantes del queso	12
Textura	12
Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)	18
Flavor	20
Color	21
Estudios Previos	25
Hipótesis	31
Metodología	31
Diagrama General de Trabajo	32
Evaluación Sensorial	34
Evaluación Instrumental de la Textura	49
Evaluación Instrumental del Color	53
Análisis Estadístico	58
Resultados	59
<u>Evaluación Sensorial</u>	59
Selección de jueces	59
Resultados del Entrenamiento	62

Evaluación de Queso Cotija por un panel entrenado	76
Evaluación Sensorial de los Quesos Cotija auténticos	79
Análisis de los Perfiles de las muestras de Queso Cotija	95
<u>Evaluación Instrumental</u>	97
Textura: Determinación de condiciones óptimas de evaluación	97
Textura: Evaluación de Queso Cotija auténtico	105
Color: Determinación de condiciones óptimas de evaluación	113
Color: Determinación de diferencias significativas en color de acuerdo a la zona de muestreo de Queso Cotija	117
Color: Determinación de diferencias significativas en color de piezas de Queso Cotija de diferentes productores	123
Relación de los atributos sensoriales y el proceso de elaboración del queso Cotija	128
Correlación de la evaluación sensorial y la evaluación instrumental	134
Conclusiones	136
Evaluación Sensorial de Queso Cotija Auténtico	136
Evaluación Instrumental de la textura de Queso Cotija	139
Evaluación Instrumental del color de Queso Cotija	141
Correlación de los métodos de evaluación	143
Recomendaciones	143
Anexos	144
Bibliografía	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Clasificación de los métodos de análisis descriptivo	11
Tabla 1.2. Clasificación de la Textura según Sherman (1969)	14
Tabla 1.3. Cálculo de los parámetros de textura a partir de la curva de TPA	18
Tabla 1.4. Las longitudes de onda de los colores principales	23
Tabla 1.5. Investigaciones previas en productos similares	25
Tabla 1.6. Patrones descriptivos usados por panelistas para describir el sabor de quesos Camembert	26
Tabla 1.7. Lenguaje descriptivo desarrollado para el estudio de queso Cheddar	27
Tabla 1.8. Descriptores sensoriales del olor y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja	28
Tabla 1.9. Descriptores sensoriales del flavor y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja	29
Tabla 1.10. Descriptores sensoriales de la textura y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja	29
Tabla 1.11. Vocabulario sensorial utilizado en la descripción sensorial de diferentes tipos de queso	30
Tabla 3.1. Productores de las Muestras Auténticas de Queso Cotija	33
Tabla 3.1.1. Métodos de análisis descriptivo en los que se basa la metodología desarrollada para el análisis del queso Cotija	34
Tabla 3.1.2. Concentraciones empleadas para realizar las pruebas de umbral de los gustos básicos	35
Tabla 3.1.5. Olores empleados en las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa	36
Tabla 3.1.6. Muestras empleadas en las pruebas Triangulares	37
Tabla 3.1.1.1. Quesos madurados empleados para la generación de descriptores	39
Tabla 3.1.1.2. Estándares de referencia para los atributos de apariencia, olor y sabor	41
Tabla 3.1.1.3. Estándares de referencia para los atributos de textura	42
Tabla 3.1.1.4. Muestras empleadas para la evaluación de los atributos de apariencia	46
Tabla 3.1.1.6. Muestras empleadas para la evaluación del atributo de olor	46
Tabla 3.1.1.7. Referencias empleadas para la evaluación de los atributos de textura	47
Tabla 3.1.1.8. Referencias empleadas para la evaluación de los atributos de textura táctil	48
Tabla 3.2.1.1.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para diferentes tipos de Quesos	49
Tabla 3.2.1.1.2. Quesos madurados empleados para determinar las condiciones óptimas de evaluación de textura	49
Tabla 3.2.1.2.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para Queso Cotija	52
Tabla 3.2.2.1.1. Quesos madurados empleados para determinar las condiciones óptimas de evaluación del color	54
Tabla 3.2.2.1.2. Quesos empleados para la determinación de los puntos de muestreo	56
Tabla 3.2.2.2.1. Condiciones de evaluación de color	57
Tabla 4.1.1. Umrales de gustos básicos para diferentes grupos de población mexicana	59
Tabla 4.1.2. Resultados de las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa	60
Tabla 4.1.3. Resultados de las pruebas triangulares	62
Tabla 4.1.1.1. Descriptores de apariencia generados para evaluar el queso Cotija	63

Tabla 4.1.1.2. Descriptores de olor generados para evaluar el queso Cotija	63
Tabla 4.1.1.3. Descriptores de textura generados para evaluar el queso Cotija	64
Tabla 4.1.1.4. Descriptores de sabor generados para evaluar el queso Cotija	64
Tabla 4.1.1.5. Resultados para la prueba de ordenación de la nota agria de sabor	66
Tabla 4.1.1.6. Resultados para la prueba de ordenación del gusto salado	66
Tabla 4.1.1.7. Resultados para la prueba de ordenación de la astringencia	67
Tabla 4.1.1.8. Resultados para la prueba de ordenación de la sensación grasa	68
Tabla 4.1.1.9. Resultados para la prueba de ordenación del olor agrio	68
Tabla 4.1.1.10. Primera evaluación utilizando la escala propuesta	69
Tabla 4.1.1.11. Resultados obtenidos de la evaluación de apariencia con estándares	70
Tabla 4.1.1.12. Resultados obtenidos de la evaluación del olor con estándares	71
Tabla 4.1.1.13. Resultados de la evaluación de textura táctil sin estándares	71
Tabla 4.1.1.14. Resultados de la evaluación de textura en boca con estándares	72
Tabla 4.1.1.15 a. Resultados de la evaluación de textura táctil en queso Cotija	72
Tabla 4.1.1.15 b. Resultados de la evaluación de textura en queso Cotija	73
Tabla 4.1.1.16. Resultados de la evaluación de sabor con estándares	73
Tabla 4.1.1.17. Resultados de la evaluación de diferentes quesos madurados	74
Tabla 4.2.1.1.1. Comparación de los atributos de textura obtenidos por el análisis de adhesividad en quesos madurados a 30% de compresión	97
Tabla 4.2.1.1.2. Comparación de los atributos de textura obtenidos por TPA en diferentes quesos madurados a 25% de compresión	99
Tabla 4.2.1.1.3. Comparación de los atributos de textura del análisis de desmoronabilidad en diferentes quesos madurados a 40% de compresión	102
Tabla 4.2.1.1.4. Comparación de los atributos de textura obtenidos por el análisis de desmoronabilidad en diferentes quesos madurados	103
Tabla 4.2.1.2.1. Valores de los parámetros de textura para diversos Quesos	111
Tabla 4.2.1.2.2. Valores de los parámetros de textura para diversos Quesos obtenidos de la literatura	112
Tabla 4.2.2.3.2. Rangos de los parámetros de color para Queso Cotija Auténtico	127
Tabla 4.4.1. Parámetros de textura y factores de correlación para las relaciones lineales entre los métodos de evaluación	134
Tabla 5.1.1. Evaluación sensorial de diferentes muestras de Queso Cotija auténtico	137
Tabla 5.2.1.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para Queso Cotija	139
Tabla 5.2.1.2. Valores de los atributos de textura evaluados en el Queso Cotija	140
Tabla 5.2.2.1. Valores de los atributos de color del Queso Cotija	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama general para la elaboración de quesos	6
Figura 1.2. Zona de producción del queso Cotija	8
Figura 1.4. Percepción de la textura de un alimento cuando es consumido	14
Figura 1.5. Curva del TPA para quesos	17
Figura 1.6. Ejemplo de la escala empleada en el QDA	19
Figura 1.7. Diagrama de araña obtenido para cerveza de un estudio de QDA	19
Figura 1.8. Estructura molecular de los pigmentos de la leche	22
Figura 1.9. Representación gráfica de las Coordenadas L*a*b	24
Figura 1.10. Esquema de un espectrofotómetro	24
Figura 3.1. Diagrama general de la Investigación	32
Figura 3.1.1.1. Escala de intensidad empleada para la evaluación sensorial de cada atributo	43
Figura 3.1.1.2. Diagrama de las pruebas sensoriales realizadas durante el entrenamiento de los jueces	44
Figura 3.2.1.1.1. Curva obtenida del análisis de adhesividad	50
Figura 3.2.1.1.2. Sonda esférica P1/S	50
Figura 3.2.1.1.3. Sonda cilíndrica P/50 SMS	51
Figura 3.2.1.1.4. Curva obtenida del análisis de desmoronabilidad	51
Figura 3.2.1.1.5. Sistema de cuchillas A/WE	52
Figura 3.2.2.1.1. Puntos de muestreo empleados para el estudio del queso de oveja rubia	54
Figura 3.2.2.1.2. Zonas de muestreo de acuerdo al tamaño y forma del queso	55
Figura 3.2.2.1.3 Zonas de medición del color en los quesos	56
Figura 3.2.2.1.4. Zonas de medición del color en el queso Provolone	56
Figura 4.1.1.1. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de apariencia de diferentes quesos	75
Figura 4.1.1.2. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de olor y textura táctil de diferentes quesos	75
Figura 4.1.1.3. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de textura en boca de diferentes quesos	76
Figura 4.1.1.4. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de sabor de diferentes quesos	76
Figura 4.1.2.2. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Quitupan, Jalisco	77
Figura 4.1.2.3. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Tocumbo, Michoacán	77
Figura 4.1.2.4. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Cotija, Michoacán	77
Figura 4.1.2.5. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Quitupan, Jalisco	78
Figura 4.1.2.6. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Sta María del Oro, Jalisco	78
Figura 4.1.2.7. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Cotija, Michoacán	78
Figura 4.1.2.8. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de La Tinaja, Michoacán	79
Figura 4.1.3.1. Intensidad de color evaluada sensorialmente	80
Figura 4.1.3.2. Homogeneidad de color evaluada sensorialmente	80
Figura 4.1.3.3. Evaluación sensorial de la Humedad visual	81
Figura 4.1.3.4. Evaluación sensorial del Brillo	81
Figura 4.1.3.5. Evaluación de la granulosidad	82
Figura 4.1.3.6. Evaluación de la uniformidad	82
Figura 4.1.3.7. Evaluación de la estructura interna de los quesos	83

Figura 4.1.3.8. Intensidad de la nota agria en quesos	84
Figura 4.1.3.9. Intensidad del Olor	84
Figura 4.1.3.10. Evaluación de la aspereza táctil	86
Figura 4.1.3.11. Evaluación de la fracturabilidad táctil	86
Figura 4.1.3.12. Evaluación de la desmoronabilidad táctil	87
Figura 4.1.3.13. Evaluación de la dureza sensorial	88
Figura 4.1.3.14. Evaluación de la Cohesividad en boca	88
Figura 4.1.3.15. Evaluación de la granulosidad en boca	89
Figura 4.1.3.16. Evaluación de la adhesividad en boca	90
Figura 4.1.3.17. Evaluación de la humedad en boca	90
Figura 4.1.3.18. Evaluación de la masticabilidad	91
Figura 4.1.3.19. Evaluación de la sensación grasa	91
Figura 4.1.3.20. Intensidad de la nota agria de sabor	92
Figura 4.1.3.21. Intensidad del gusto salado	93
Figura 4.1.3.22. Intensidad de la astringencia	93
Figura 4.1.3.23. Evaluación del sabor a Cotija	94
Figura 4.1.3.24. Intensidad del sabor	94
Figura 4.1.4.1. Perfiles de apariencia para las muestras de queso Cotija auténtico	95
Figura 4.1.4.1. Perfiles de apariencia para las muestras de queso Cotija auténtico	95
Figura 4.1.4.3. Perfiles de textura en boca para las muestras de queso Cotija auténtico	96
Figura 4.1.4.4. Perfiles de sabor para las muestras de queso Cotija auténtico	96
Figura 4.2.1.1.1. Atributo de adhesividad evaluado en diferentes quesos madurados	97
Figura 4.2.1.1.2. Atributo de firmeza evaluado en diferentes quesos madurados	97
Figura 4.2.1.1.3. Atributo de dureza evaluado en diferentes quesos madurados	100
Figura 4.2.1.1.4. Adhesividad evaluada en diferentes quesos madurados	100
Figura 4.2.1.1.5. Masticabilidad evaluada en diferentes quesos madurados	100
Figura 4.2.1.1.6. Cohesividad evaluada en diferentes quesos madurados	101
Figura 4.2.1.1.7. Elasticidad evaluada en diferentes quesos madurados	101
Figura 4.2.1.1.8. Desmoronabilidad evaluada en madurados	104
Figura 4.2.1.1.9. Dureza evaluada en madurados	104
Figura 4.2.1.2.1. Valores de adhesividad para diferentes muestras de queso Cotija	105
Figura 4.2.1.2.2. Valores de firmeza para diferentes muestras de queso Cotija	106
Figura 4.2.1.2.3. TPA: Valores de dureza para muestras de queso Cotija	107
Figura 4.2.1.2.4. TPA: Valores de cohesividad para muestras de queso Cotija	108
Figura 4.2.1.2.5. TPA: Valores de adhesividad para muestras de queso Cotija	108
Figura 4.2.1.2.6. TPA: Valores de masticabilidad para muestras de queso Cotija	109
Figura 4.2.1.2.7. Demoronabilidad evaluada para muestras de queso Cotija por medio de un análisis de corte	110
Figura 4.2.1.2.8. Dureza evaluada para muestras de queso Cotija por medio de un análisis de corte	110
Figura 4.2.2.1.1 Atributos de color evaluados en el queso cabrales	113
Figura 4.2.2.1.2 Atributos de color evaluados en el queso Chiapas	113
Figura 4.2.2.1.3. Atributos de color evaluados en el queso Manchego de 3 leches	114
Figura 4.2.2.1.4. Atributos de color evaluados en el queso Roquefort	114
Figura 4.2.2.1.5. Atributos de color evaluados en el queso Provolone	115
Figura 4.2.2.1.6. Atributos de color evaluados en el queso Manchego de oveja	116
Figura 4.2.2.1.7. Atributos de color evaluados en el queso Cotija	117
Figura 4.2.2.2.1. Atributos de color evaluados en la muestra 2 de Quitupan, Jalisco	118

Figura 4.2.2.2.2. Atributos de color evaluados en la muestra 3 de Tocumbo, Michoacán	119
Figura 4.2.2.2.3. Atributos de color evaluados en la muestra 5 de Quitupan, Jalisco	119
Figura 4.2.2.2.4. Atributos de color evaluados en la muestra 7 de Cotija, Michoacán	120
Figura 4.2.2.2.5. Atributos de color evaluados en la muestra 4 de Cotija, Michoacán	120
Figura 4.2.2.2.6a. Atributos de color evaluados en la muestra 1 de Quitupan, Jalisco	121
Figura 4.2.2.2.6 b. Atributos de color evaluados en la muestra 1 de Quitupan, Jalisco	121
Figura 4.2.2.2.6c. Atributos de color evaluados en la muestra 6 de Santa María del Oro, Jalisco	122
Figura 4.2.2.2.6d. Atributos de color evaluados en la muestra 6 de Santa María del Oro, Jalisco	122
Figura 4.2.2.3.7. Comparación de muestras de queso Cotija con diferente lugar de origen	124
Figura 4.2.2.3.8. Comparación de la costra de diferentes muestras de queso Cotija	124
Figura 4.2.2.3.9. Comparación del costado de diferentes muestras de queso Cotija	125
Figura 4.2.2.3.10. Comparación del interior de diferentes muestras de queso Cotija	125
Figura 4.2.2.3.11. Valores de a y b otorgados por el sistema CIE Lab y Hunter Lab para la comparación del costado de diferentes muestras de queso Cotija	127
Figura 4.3.1. Metabolismo principal de las bacterias lácticas	131
Figura 5.1.1. Perfiles de apariencia para las muestras de queso Cotija auténtico	138
Figura 5.1.2. Perfiles de olor y textura táctil de las muestras de queso Cotija auténtico	138
Figura 5.1.3. Perfiles de textura en boca para las muestras de queso Cotija auténtico	138
Figura 5.1.4. Perfiles de sabor para las muestras de queso Cotija auténtico	139
Figura 5.2.1.1. Perfiles de textura de las muestras de queso Cotija auténtico	140
Figura 5.2.2.2. Perfiles de color de las muestras de queso Cotija auténtico	142
Figura 7.1. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en queso	144
Figura 7.2. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de olor y textura táctil en quesos	145
Figura 7.3. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de textura en quesos	145
Figura 7.4. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de sabor en quesos	146

INTRODUCCIÓN

Queso es el nombre genérico para un grupo de productos elaborados con base en leche fermentada y coagulada enzimáticamente, con gran variedad de sabores, texturas y formas. Existen más de 1000 variedades de quesos producidas alrededor del mundo, de acuerdo con Sandine y Elliker (1970).

Se cree que el queso tiene origen en la región ubicada entre los ríos Tigris y Eufrates hace 8,000 años aproximadamente. En este período se desarrolló la Revolución Agrícola con la cual se comenzaron a domesticar animales como ovejas y cabras. Convivir con estos animales permitió que el hombre reconociera el valor nutritivo de la leche y la incluyera como uno de los alimentos principales en su dieta.

Durante el almacenamiento de la leche o en los intentos de secarla (práctica primitiva común para la conservación de alimentos), pudieron ocurrir dos eventos que originaron un producto más estable que la leche, al provocar la coagulación de las caseínas para formar un gel en el cual la grasa y la fase acuosa quedan atrapadas, estos eventos son:

- El crecimiento bacteriano y la producción de ácido en cantidades suficientes.
- El poner en contacto la enzima quimosina con la leche, cuando se realizaba el almacenamiento de la misma en bolsas elaboradas con estómagos de los animales recién sacrificados.

De tal manera que, es muy probable que los primeros quesos fueran producidos de manera accidental.

Más tarde, se observó que si el gel de la leche se rompía, se separaba el suero de la cuajada, y se obtenía una bebida refrescante de consumo inmediato (suero) y una pasta que podía ser consumida en fresco o almacenada para un uso futuro (cuajada). En algunos lugares, la cuajada también se salaba, con lo que se mejoró su sabor. Así, se descubrió que la vida de anaquel de la misma se incrementaba por deshidratación y por la adición de sal.

Nace así la producción del queso, que se esparció junto con el crecimiento de las civilizaciones por Egipto, Grecia y Roma; y para el tiempo del Imperio Romano estaba bien establecida. Desde sus inicios la práctica de elaboración del queso cambió muy poco hasta el siglo XIX.

Con el creciente conocimiento de la Química y la Microbiología de la leche y el queso, es posible controlar el proceso de elaboración del mismo. Convirtiéndolo en un producto de gran importancia en la economía de muchos países como: los de la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y México.

En México, según la SAGARPA, la producción total de leche de bovino fue de 80 millones de litros durante el periodo 1992-2001 la cual se concentró en seis estados principalmente, que contribuyeron conjuntamente con el 56% de la producción nacional (destacándose Jalisco, Durango y Coahuila, quienes conjuntamente participaron con el 26%). De la producción nacional de leche, el 14% se destinó a la fabricación de quesos (Morales, 2003). Sin embargo, aún existen algunos tipos de queso de elaboración artesanal o regional, de los cuales no se tiene un proceso estandarizado para su producción obteniéndose productos de calidad variable.

Tal es el caso del **Queso Cotija**, que es un queso de pasta dura, no cocida, prensada y madurada que tiene su origen en los Estados de Jalisco y Michoacán, México. Su producción ha significado desde hace más de 400 años el principal sustento de los habitantes de la región y ha cobrado importancia actualmente ya que el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) le ha otorgado la Marca Colectiva *Cotija Región de Origen* bajo los números 867585 y 867586. Es la primera Marca Colectiva que el IMPI otorga a un producto alimenticio elaborado artesanalmente.

La Marca Colectiva es un signo distintivo que sirve para diferenciar en el mercado los productos o servicios de los miembros de una asociación o sociedad. La cual representa la protección legal a un producto con probada identidad y tradición cultural, gracias a la caracterización técnica, la indicación geográfica distintiva y el proceso productivo controlado apegado al proceso

artesanal, lo anterior con el fin de garantizar la autenticidad y calidad (sensorial y sanitaria) del producto final.

Esta distinción fue el primer paso en vías de obtener la Denominación de Origen del queso que es en sí el objetivo principal. El sello denominación de origen es un certificado para identificar un producto propio de una región con características únicas; y también es una herramienta fundamental para que un país proteja a sus productos de la competencia realizada a través de imitaciones, falsificaciones o adulteraciones.

Cabe destacar que para el caso del queso Cotija no existe una norma técnica oficializada que regule su producción, sólo se hace mención en la **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-121-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. QUESOS: FRESCOS, MADURADOS Y PROCESADOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS** de los aspectos sanitarios que debe cumplir el producto final y es aplicable a los productos elaborados con leche pasteurizada, por lo que es necesario modificarla y ampliarla para que pueda ser aplicable al queso Cotija que se elabora a base de leche no pasteurizada; o mejor aún elaborar una norma específica para este tipo de queso.

El objetivo del proyecto es desarrollar una metodología de evaluación sensorial e instrumental que nos permita obtener el perfil sensorial de los Quesos Cotija auténticos, con el fin de colaborar a la generación de descriptores de este producto, basándonos en el hecho de que para otros productos similares, las características principales de aceptación por parte del consumidor son la textura, el color y el olor del queso (Bárcenas et al 2003). Además, de que el perfil sensorial de los quesos permite caracterizarlos (Duthoit et al, 2005).

El método recomendable de evaluación que permite determinar el perfil sensorial de un queso es la evaluación descriptiva por un panel entrenado (10-20 jueces), (Fox, Guine, Cogan y McSweeney, 2000). Este método consiste en que el panel prueba una serie de muestras y acuerda cuales son los descriptores que caracterizan los atributos sensoriales del queso. Después son entrenados para cuantificar la intensidad de cada descriptor y medir sus percepciones en una escala lineal con límites máximo y mínimo definidos. Los

jueces entrenados deben ser capaces de diferenciar entre atributos, deben de dar resultados reproducibles y estar de acuerdo con otros panelistas.

Para comprobar que el perfil sensorial obtenido es confiable y reproducible se buscará la correlación con métodos instrumentales (TPA instrumental con el Texturómetro *TA XT2*, marca *Stable Micro Systems* y medición del color con el colorímetro marca *Minolta CM-3600d*) que son métodos más rápidos y fáciles de mantener. Ya que se han obtenido buenas correlaciones para productos similares como los quesos Feta, Cheddar, Brie, Parmesano (Drake et al, 1999), y para el queso tipo Dil (Kilic, 2004) con estos tipos de análisis.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología de evaluación sensorial e instrumental que nos permita obtener las características sensoriales, texturales y de color de los Quesos Cotija.

Objetivos Particulares para el estudio del Queso Cotija

- Entrenar a un panel para llevar a cabo el análisis sensorial descriptivo.
- Determinar las condiciones óptimas de la evaluación instrumental.
- Correlacionar la evaluación instrumental y la evaluación sensorial del Queso.

1. ANTECEDENTES

QUESO Es el producto alimenticio sólido o semisólido que se obtiene al separar la caseína de la leche por coagulación, enzimática o ácida, para obtener la cuajada, la cual se separa del suero posteriormente.

La producción de todas las variedades de queso requiere una serie de pasos similares, los cuales se ilustran en la Figura 1.1. Algunas modificaciones a las condiciones de trabajo en cada uno de los pasos o en el orden en el que se realizan generan los diferentes tipos de quesos existentes.

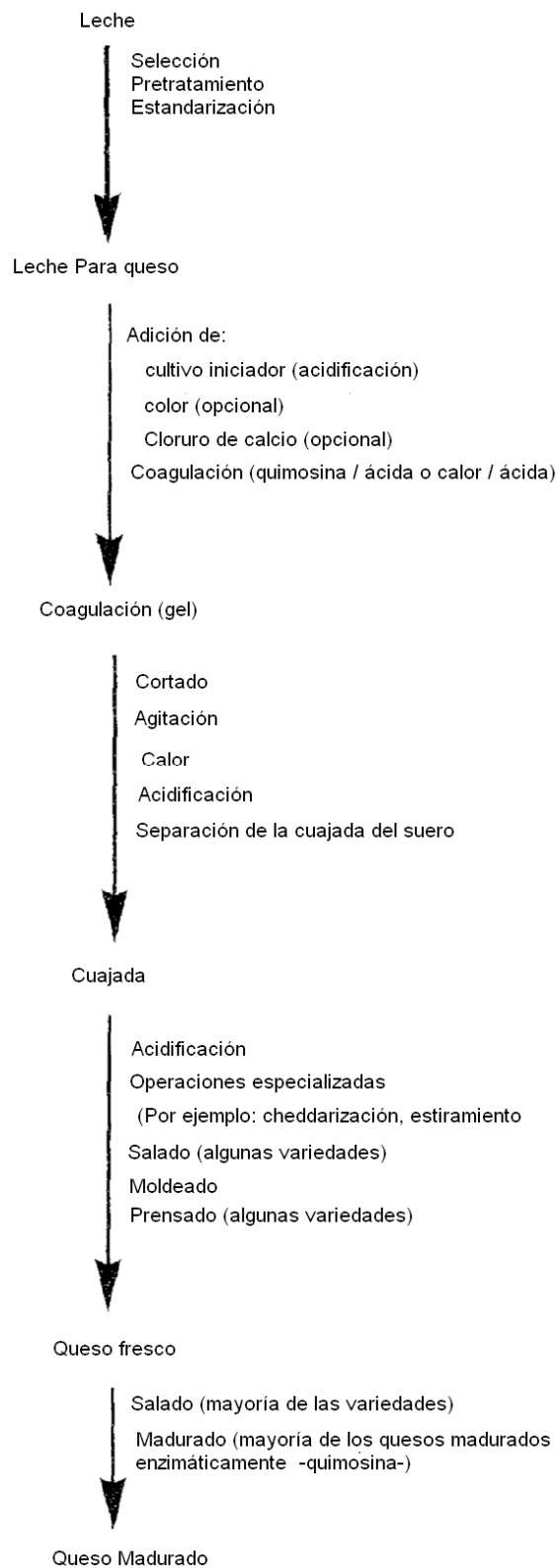


Figura 1.1. Diagrama general para la elaboración de quesos

*Tomada de Fox.Cogan y McSweeny (2000)

PRINCIPALES FAMILIAS DE QUESOS

Debido a la gran variedad de quesos existentes alrededor del mundo, es necesario hallar criterios de clasificación para su estudio.

Se han empleado diferentes criterios de clasificación, por mencionar algunos ejemplos:

- Fox (1993) propuso dos grandes grupos: Los quesos coagulados por la adición de quimosina y, los quesos elaborados por coagulación ácida.
- Walter y Hargrove (1972), los clasificaron de acuerdo al método de elaboración, generando 18 diferentes tipos de queso. Los cuales se agruparon posteriormente en cuatro familias empleando como criterio el contenido de humedad de los mismos:
 1. Muy duros
 - 1.1 Madurados por bacterias. Ejemplo: Parmesano
 2. Duros
 - 2.1 Madurados por bacterias, sin ojos. Ejemplo: Cheddar
 - 2.2 Madurados por bacterias, con ojos. Ejemplo: Emmental
 3. Semi – suaves
 - 3.1 Madurados principalmente por bacterias. Ejemplo: Gouda
 - 3.2 Madurados por bacterias y otros microorganismos en la superficie. Ejemplo: Limburger
 - 3.3 Madurados principalmente por mohos azules en el interior. Ejemplo: Roquefort
 4. Suaves
 - 4.1 Madurados. Ejemplo: Brie
 - 4.2 Sin madurar. Ejemplo: Cottage

Sin embargo, esta clasificación no es universalmente aceptada porque ninguno de estos sistemas es completamente satisfactorio.

QUESO COTIJA

El queso Cotija se produce en áreas localizadas en los pliegues del extremo occidental del eje neovolcánico (entre los estados de Michoacán y de Jalisco) (Figura 1.2), en un periodo de producción que coincide con la temporada de lluvias (julio a octubre) y que marca una elevada disponibilidad de forraje en las praderas naturales; la temperatura ambiente promedio de la región es de 25°C y la humedad relativa alcanza el 90%, estas condiciones posibilitan que en la etapa de maduración (de tres meses) los quesos no se deshidraten y adquieran su textura firme, sabor pronunciado y aroma característico.

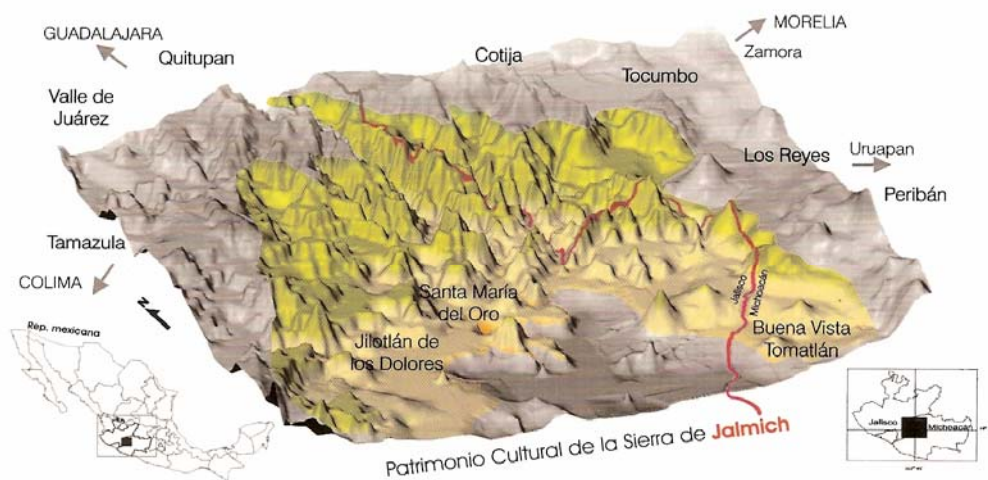


Figura 1.2. Zona de producción del queso Cotija

Las condiciones y el proceso de elaboración del queso Cotija varían de acuerdo al estado, región y/o productor, sin embargo, Santos y Villegas (1997) realizaron una recopilación de las características en común que guardaban varios procesos para contar con una metodología general de elaboración del queso Cotija, el que se muestra en la figura 1.3.

Los pasos a seguir durante la obtención del queso Cotija son:

- Recepción de la leche: Entre 2 y 6 horas después de la ordeña.
- Estandarización de la grasa butírica: Generalmente entre 0.3 y 0.6 %.
- Fijación de la temperatura de coagulación: La cual es cercana a los 35°C.

- Cuajado: Este se realiza empleando cuajo líquido de marcas comerciales. La dosificación no es precisa en ningún caso. Se efectúa en tinas metálicas de una sola pared.
- Cortado: Se realiza con palas de madera o con la mano, generando un cortado tosco. Esto repercute en pérdidas de caseínas lo cual se refleja en el rendimiento y calidad del producto final.
- Desuerado: Se practica por medio de sifoneo, drenado o por colador.
- “Manteado”: Tiene como propósito desuerar la cuajada por autocompresión, esta operación dura entre 10 y 20 minutos, para la cual se emplean bolsas de algodón o plástico.
- Desmenuzado y salado: Son operaciones simultáneas. Normalmente el queso es salado entre 4 y 5% de sal en base húmeda.
- Moldeado: Implica el empleo de moldes de acero inoxidable con capacidad entre 20 y 30 Kg.
- Prensado: Que tiene como objeto eliminar el suero intersticial de la masa del queso, se emplean lozas de entre 50 y 90 Kg. El prensado dura entre 15 y 24 horas, al finalizar las piezas se desmoldan y se fajan con lámina, tela o fibra de vidrio.
- Oreo: Se realiza a temperatura ambiente (entre 20 y 40°C). Periódicamente las piezas se descinchan, se voltean y se vuelven a fajar.
- Maduración: Empieza, en realidad, desde el oreo y dura desde 10 días a un año.

Cabe aclarar que las etapas de estandarización y fijación de la temperatura no es realizada por todos los productores de queso Cotija, en especial por aquellos que cuentan con el registro de Marca Colectiva (Álvarez et al, 2005).

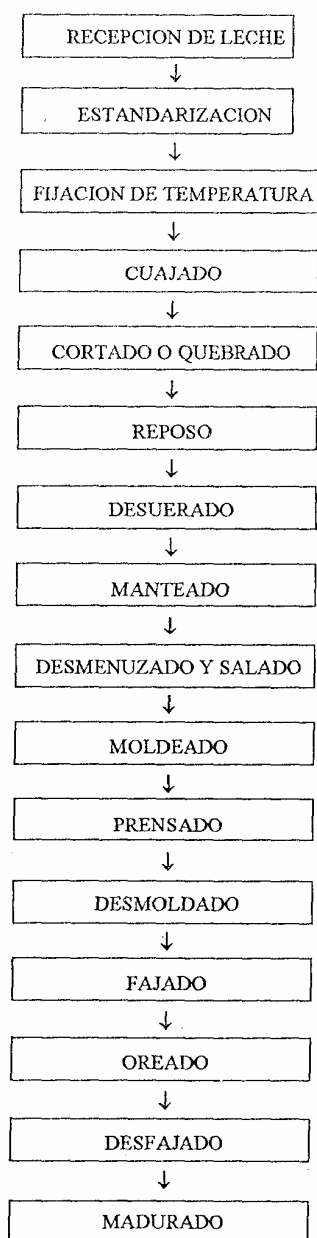


Figura 1.3. Diagrama de elaboración del queso Cotija

*Tomada de Santos y Villegas (1997)

El rendimiento del queso puede variar considerablemente reflejando el empleo de una leche pobre o un mal proceso de elaboración. Los rendimientos por arriba del 10% son aceptables.

El transporte del queso Cotija se efectúa en camiones de redilas, sin ningún tipo de refrigeración y con escasa protección contra la contaminación; de tal manera de que la maduración continúa. Se vende al corte, al menudeo en tiendas, mercados fijos y tianguis.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Como se había mencionado, el método recomendable de evaluación que permite determinar el perfil sensorial de un queso es la evaluación descriptiva.

El análisis descriptivo es el proceso de describir las características sensoriales de un alimento percibidas por el consumidor, usualmente en orden de su ocurrencia. Es una descripción sensorial completa, tomando en cuenta todas las sensaciones que son percibidas –visuales, auditivas, cinestésicas, olfativas, etc. (Stone y Sidel, 1985).

La meta del análisis descriptivo es obtener una descripción completa de las propiedades sensoriales de un producto (O'Mahony, 2005). Así como, identificar las características sensoriales que son de importancia en la aceptación del mismo.

En forma resumida se puede decir que un panel de jueces entrenados identifica los atributos sensoriales, en una serie de muestras que son evaluadas para determinar la intensidad de estos atributos, resultando el perfil sensorial del producto. Es importante destacar que se midan todos los atributos en una sola vez.

Para ello, se requiere que los panelistas verbalicen sus percepciones para desarrollar una serie de términos que forman las bases de la evaluación. Los panelistas deben de acordar el significado de estos términos e indicar como son percibidos.

Existen varios métodos para desarrollar un análisis descriptivo. En la Tabla 1.1 se presenta la clasificación de los métodos de análisis descriptivo.

Tabla 1.1. Clasificación de los métodos de análisis descriptivo*

Cualitativos	Cuantitativos
Perfil de sabor o flavor (FPM)	Análisis de Perfil de Textura (TPA)
Expertos (vinos, perfumería, etc)	Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA)
	Método del Espectro
	Perfil cuantitativo de sabor, etc.

* Stone y Sidel, 1985

Para el desarrollo del perfil sensorial del queso Cotija y debido a que en este producto la textura del mismo juega un papel importante, se propone en este estudio el uso en conjunto de los métodos del Análisis de Perfil de Textura (TPA) y en el Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA) que son explicados más adelante.

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES MÁS IMPORTANTES DEL QUESO

La calidad del queso está determinada por su “flavor” (perfil sabor-aroma), textura (dureza, cohesividad, etc.) y su apariencia (color, uniformidad, ojos y otras fisuras, y presencia o ausencia de mohos) de acuerdo al estudio realizado por Bárcenas (2003).

Esto se puede comprobar cuando un consumidor selecciona un queso, donde se nota, que la apariencia es el primero y quizá el único criterio de calidad que aplica. Por ejemplo, un queso Emmental sin ojos o un Gouda con manchas no serán adquiridos por el consumidor. La importancia de la textura y el sabor depende de la variedad de queso de la que se trata. Para algunas variedades como el Mozzarella, el cual tiene un sabor medio, los atributos de textura como la compactabilidad y la capacidad de derretirlo son características de vital importancia; mientras que el sabor es la característica más importante para los quesos de variedades Azules (Fox, Guine, Cogan y McSweeney, 2000).

Por lo tanto, es necesario definir cada uno de estos atributos de calidad primordiales en el caso del queso y el método principal para cuantificarlos.

TEXTURA

A partir de la década de 1960 se empezó a utilizar para describir la constitución, estructura o esencia de cualquier cosa en relación con sus constituyentes o elementos formativos (Oxford English Dictionary).

Desde entonces a la fecha se han generado diferentes definiciones para el concepto de textura de los alimentos. Szczesniak (1963) definió la textura como “la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales y mecánicas de los alimentos, detectadas a través de los sentidos de la vista,

oído, tacto, junto con las propiedades cinestéticas”. Mientras que la British Standard Institution la definió como “el atributo de una sustancia resultando de una combinación de propiedades físicas (las cuales incluyen tamaño, forma, número, naturaleza y conformación de los elementos estructurales) y percibida por los sentidos del tacto (incluyendo cinestéticas y sensación bucal) oído y vista.

Actualmente se entiende por textura, según la Norma ISO 5492, “Conjunto de todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos”.

La textura del queso puede ser definida como un atributo sensorial complejo resultado de la combinación de propiedades físicas y las percibidas por los sentidos de la vista, tacto y oído.

Clasificación de la textura

La textura de un alimento incorpora atributos mecánicos, geométricos y superficiales. En 1963 Szczesniak realizó una clasificación de estas características integrándolas en tres grupos:

- Características mecánicas: Son manifestadas por la reacción de la comida al estrés aplicado durante el consumo de los alimentos (por ejemplo, entre los dedos cuando se corta manualmente y durante la masticación). Se subdividen en 5 características primarias y 3 secundarias.

Primarias: Dureza, Cohesividad, Viscosidad, Elasticidad y Adhesividad

Secundarias: Fracturabilidad, Masticabilidad y Gomosidad

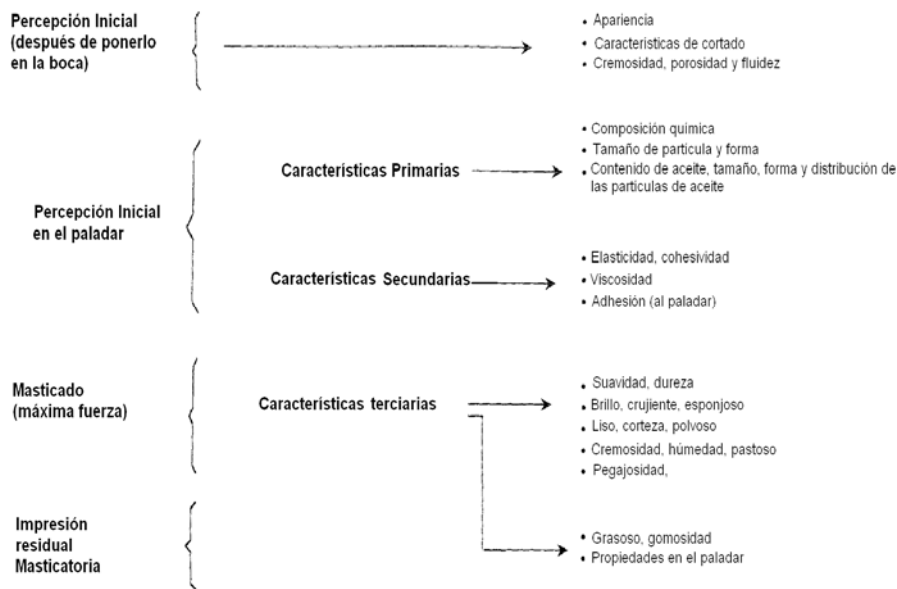
- Características geométricas: Estas a su vez se subdividen en dos tipos.
 - a) Son todas aquellas relacionadas con el tamaño y forma de partícula, tales como: arenosidad y granulosidad.
 - b) Todas las que están relacionadas con la estructura y orientación de las partículas, un ejemplo es la fibrosidad.

Estas son percibidas principalmente durante la inspección visual del queso, y pueden ser suficientemente pronunciadas afectando las características mecánicas del queso.

- Otras características: Se relaciona, principalmente, con el contenido de humedad y grasa en un alimento, así como, con la forma en que es manipulado en la boca.

Una manera secundaria de clasificar las características de textura fue la propuesta por Sherman (1969), dicha propuesta está ilustrada en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Clasificación de la Textura según Sherman (1969)*



*Tomada de Fox, Cogan y McSweeney (2000)

Proceso de percepción de la textura durante el consumo de un alimento

La Figura 1.4 muestra el proceso normal de la percepción de la textura de un alimento cuando este es consumido y los estímulos que se manifiestan en cada etapa.

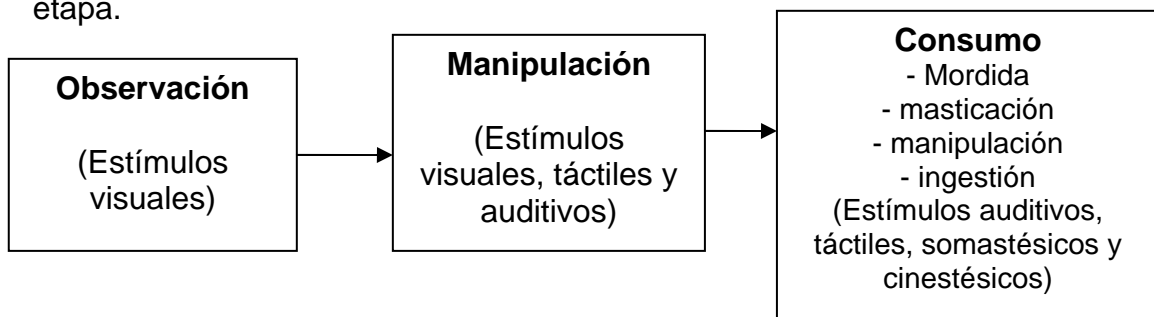


Figura 1.4. Percepción de la textura de un alimento cuando es consumido

Durante la percepción visual se proporcionan indicadores de la textura. Por ejemplo la viscosidad del alimento, la estructura de los sólidos y el comportamiento de los semisólidos.

En la etapa de la manipulación, el tacto da información de la textura como la resistencia y la suavidad de la superficie. Así mismo es importante la manipulación del alimento con herramientas (como es el caso del cuchillo cuando se corta el alimento) ya que nos proporciona una idea de características como la dureza.

La percepción auditiva de la textura resulta de los sonidos que hacen los alimentos al masticarse. La percepción en la boca tiene un efecto significativo en el rompimiento de la estructura fisicoquímica del alimento y por ello, en la percepción sensorial.

El proceso oral es dependiente de las características del alimento, las cuales cambian mientras el alimento es masticado. Por esta razón es un proceso dinámico, cuando cambia la estructura del alimento cambia la percepción de la textura con el tiempo.

A velocidades de deformación ligeramente altas debidas al movimiento de la lengua se perciben características como la elasticidad, adhesividad al paladar y comportamiento viscoso (Sherman, 1969).

Durante los primeros ciclos de masticación se consigue un alto grado de cizallamiento y se perciben una amplia variedad de características de textura. Se detectan atributos relacionados con la composición física (dureza-blandura), la deformación y la ruptura (fragilidad, plasticidad, textura crujiente y esponjosidad) (Sherman, 1969).

Después de la ingestión, se percibe una impresión masticatoria residual que surge de los restos del alimento desintegrado. Tales atributos incluyen propiedades de fusión en el paladar, untuosidad, gomosidad y sensaciones fibrosas. (Sherman, 1969).

Medida de la textura

Scott-Blair en 1958 clasificó las técnicas instrumentales utilizadas para medir la textura de los alimentos en tres grupos:

1. Ensayos Empíricos miden alguna propiedad física bajo condiciones bien definidas.
2. Ensayos imitativos intentan simular las condiciones a las que el material está sometido en la boca
3. Ensayos fundamentales miden propiedades físicas bien definidas tales como la viscosidad o el módulo elástico.

Ensayos imitativos

Uno de los ensayos imitativos instrumentales más comunes es el Análisis de Perfil de textura (TPA) creado por la General Foods en la década de 1960.

En el Análisis de Perfil de Textura existen dos modalidades: la sensorial y la instrumental. El TPA sensorial se lleva a cabo con jueces entrenados. La formación de los grupos de jueces tiene 4 etapas: preselección, selección, entrenamiento y comprobación (Severiano, 2002). Cada uno de los atributos de textura es evaluado usando una escala de intervalos con nueve puntos equidistantes usando un estándar de referencia. La evaluación de las muestras se lleva a cabo en términos de intensidad, empleando descriptores de textura generados por el panel durante la etapa del entrenamiento. Los productos usados como estándares (del mismo tipo genérico que el producto a evaluar) exhiben uno o más descriptores que pueden ser empleados para definir las características de textura del producto.

El intervalo de escala estándar original fue desarrollado por Szczesniak (1963) para cubrir la diversidad de las sensaciones encontradas en los alimentos, empleando productos alimenticios específicos para representar cada punto en la escala.

Sin embargo, una desventaja de este método es que es difícil establecer y mantener un panel entrenado para la evaluación de la textura, y además es costoso.

Mientras que en el TPA instrumental es más fácil de desarrollar, estandarizar y reproducir la medida de textura. La evaluación instrumental de la textura está basada generalmente en una prueba de Fuerza-Compresión donde una pieza del alimento, del tamaño de una mordida, es sometida a dos deformaciones sucesivas (compresión y descompresión) imitando la primera y segunda mordida sobre el alimento en la boca. A través de un movimiento de giro (semejante al de la mandíbula humana).

Este procedimiento da seis o más diferentes notas de textura, representando una ventaja sobre las pruebas antiguas (métodos empíricos) que sólo medían una propiedad de textura. Estos pueden dividirse en los parámetros primarios de dureza, cohesividad, elasticidad y adhesividad y los parámetros secundarios de fracturabilidad, masticabilidad y gomosidad. (Bourne, 1978).

El instrumento utilizado para realizar un TPA instrumental es el texturómetro. El primer aparato que fue desarrollado para alimentos en general fue General Foods Texturometer (Bourne, 1978; Szczesniak, et al; 1963). A continuación se presenta una curva típica del TPA instrumental para los quesos (Figura 1.5).

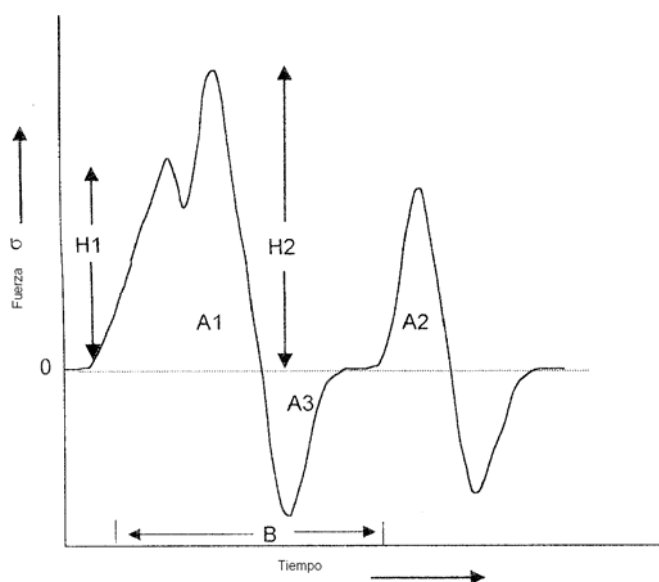


Figura 1.5. Curva del TPA para quesos*

*Tomada de Fox, Cogan y McSweeney (2000)

Se obtiene el valor de cada uno de los parámetros de textura que caracterizan al producto, en este caso el queso, de acuerdo a su definición como se observa en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Cálculo de los parámetros de textura a partir de la curva de TPA

Fracturabilidad	Altura del primer pico (H1) en la primera mordida (A1).
Dureza	Altura del segundo pico (H2) en la primera mordida (A1).
Cohesividad	Proporción del área de la segunda mordida respecto al área de la primera (A2/A1).
Adhesividad	Área (A3) de la parte negativa del pico formado cuando el émbolo es jalado de la muestra después de la primera mordida, debido a la adhesión del queso al émbolo.
Elasticidad	Diferencia entre la distancia B (medida del punto inicial del contacto del émbolo con la muestra en la primera mordida al contacto con la muestra en la segunda mordida) y la distancia C (la misma medida hecha en un material completamente inelástico como arcilla) B-C).
Masticabilidad	Dureza X Cohesividad X Elasticidad (A1*[A2/A1]* [B-C]).
Gomosidad	Dureza X Cohesividad X 100 (A1*[A2/A1]*100).

La prueba de que el instrumento trabaja de acuerdo con el panel sensorial se consiguió al correlacionar el índice sensorial con los obtenidos con el texturómetro (Szczesniak et al, 1963 y Bourne 1978, 2002).

ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

El Análisis descriptivo cuantitativo es un método que desarrolla un modelo multidimensional en una forma cuantitativa del perfil sensorial del producto, incluidas las características de textura, flavor etc.

El esquema general del QDA (O'Mahony, 2005) consiste en:

1. Selección del panel
2. Desarrollo del lenguaje
3. Evaluación de las muestras y recolección de datos
4. Análisis

El panel empleado para el QDA no emplea a expertos sino que está conformado por un conjunto de 10 – 12 consumidores frecuentes del producto que son más sensitivos a diferencias en el producto. Los panelistas tienen un líder o coordinador que no es un miembro activo en el proceso si no que proporciona orientación para evitar predisposición o favoritismo de los panelistas de acuerdo a la opinión del líder.

El lenguaje desarrollado por el panel no es técnico, es un lenguaje común para evitar modificar el comportamiento de los panelistas. Los panelistas desarrollan su propio lenguaje de acuerdo a sus percepciones y ellos mismos deciden como realizar la evaluación.

Para realizar la evaluación se usa una escala lineal, que se muestra en la Figura 1.6, que consiste en una línea de 6 pulgadas que tiene palabras limitantes en los extremos, siempre incrementando la intensidad de izquierda a derecha. Donde el panelista marca de forma horizontal en el punto que mejor refleja la intensidad de la muestra.

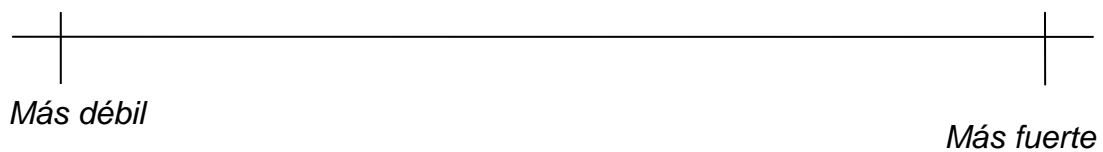


Figura 1.6. Ejemplo de la escala empleada en el QDA

El análisis de los datos se realiza por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA) que permite monitoriar el desempeño de los miembros del panel, así como, identificar si existe diferencia significativa entre las muestras analizadas. Con los resultados obtenidos se pueden realizar “Telarañas” o “Spider-Webs”, Figura 1.7, (Stone, et al, 1974) que son diagramas que representan el valor de la intensidad relativa para cada atributo sensorial, en una serie de líneas que radian de un centro. Cada línea representa un atributo.

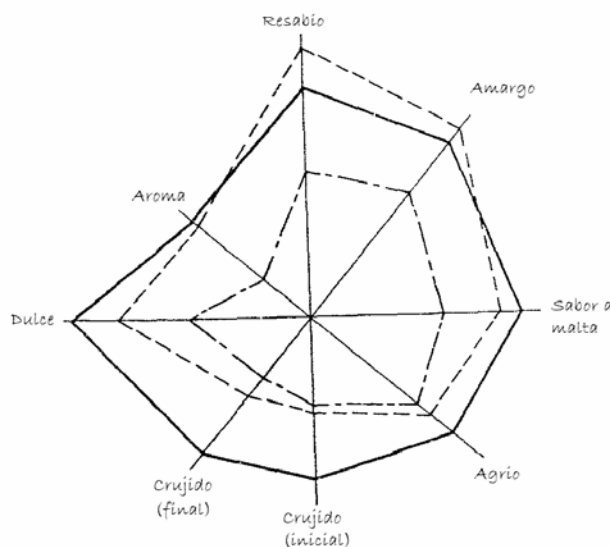


Figura 1.7. Diagrama de araña obtenido para cerveza de un estudio de QDA*

*Tomado de Stone y Sidel (1985)

La desventaja del QDA es la dificultad de comparar resultados entre paneles (Murray, et al, 2001). Sin embargo, todas las propiedades sensoriales de un producto o alimento pueden ser identificadas y cuantificadas, en orden de ocurrencia, con el *Análisis descriptivo cuantitativo* (Stone et al, 1974).

FLAVOR

Se conoce como *flavor* al perfil sabor-aroma de un producto. Los sentidos del gusto y del olfato se encuentran conectados entre sí de manera tal que los estímulos provocados en el olfato pueden influir en la percepción del gusto y viceversa.

El aroma de los alimentos está dado por los compuestos volátiles que se desprenden de los alimentos y flotan en el aire, estimulando los receptores de la nariz.

El gusto es la sensación producida cuando los compuestos solubles en agua del alimento, se disuelven en la saliva e interactúan con las papilas gustativas de la lengua y boca. Considerado de forma aislada, el sentido del gusto sólo percibe cuatro gustos básicos: dulce, salado, ácido y amargo.

En el queso el flavor está dado por el balance correcto y la concentración de varios compuestos de sabor y compuestos aromáticos. Por ejemplo, el sabor de rancidez lo proporcionan los ácidos grasos, el sabor amargo puede deberse a péptidos hidrofóbicos; mientras todos los componentes volátiles contribuyen al aroma. Todos estos compuestos varían de acuerdo al tipo de leche que se emplea para la elaboración del queso, el método de manufactura y el tiempo de maduración.

Medición del Flavor

El flavor de un producto es muy complejo de determinar y por lo general no se cuenta con una descripción química de este, ya que está determinado por una cantidad numerosa de compuestos lo que lo hacen difícil de cuantificar, como es el caso de los quesos. Sin embargo, cuando se quieren determinar se realizan pruebas de separación, purificación e identificación de compuestos, tales como:

- cromatografías de diferentes tipos
- electroforesis
- espectrometría de masas
- extracción con solventes

Estas técnicas se caracterizan por ser complejas, caras y muchas veces cuantifican componentes que pueden no influir en el perfil sabor-aroma del producto. Razón por la cual son más utilizados métodos de análisis sensorial.

En particular, en el caso de este atributo, se han desarrollado métodos de análisis descriptivo que se emplean como herramientas para su cuantificación. Algunos son el Método de Perfil del Sabor o flavor (FPM) y la técnica Cuantitativa del Perfil del Sabor o flavor (QFP)

Método del Perfil del Flavor (FPM)

Desarrollada en 1950 en Arthur D. Little and Co. por Cairncroos y Sjöstrom, es una técnica donde se utiliza un panel de 4 a 6 jueces quienes son entrenados para definir precisamente el flavor del producto, desarrollando descriptores. El panel es ampliamente entrenado y por lo tanto, capaz de identificar pequeñas diferencias en las muestras (Murray, et al, 2001).

Perfil Cuantitativo del Flavor (QFP)

Fue desarrollado por Chantal Stampanoni en Givaudan-Roure, Holanda. El lenguaje descriptivo utilizado en QFP sólo se refiere al flavor y es un lenguaje técnico desarrollado por un panel de 6 a 8 expertos no involucrados con el proyecto, evitando el empleo de lenguaje erróneo y reduciendo el tiempo de generación del lenguaje. Este lenguaje es aprendido por un segundo panel de 8 a 15 miembros por medio de estándares que demuestran los conceptos y evalúan las muestras (Murray, et al, 2001).

COLOR

El color es una cualidad sugestiva que depende de la intensidad de la luz, del objeto sobre el que incide y del buen funcionamiento del órgano de la vista. Completa la información del objeto junto con su forma y su textura.

Esta definición engloba tres conceptos:

- **La luz:** se percibe el color gracias a la existencia de las radiaciones luminosas; sin la luz no es posible. De aquí surge el concepto de *color-luz*, que es la descomposición cromática de la luz blanca.
- **El objeto:** el color existe gracias a la aglomeración de diversos pigmentos.
- **La vista:** percepción del color.

En el color se basa la decisión tomada por el consumidor al momento de la compra (Meilgaard, et al., 1999; Muñoz, et al., 1999); observándose que un cambio en el mismo podría ser suficiente para propiciar el rechazo del consumidor (Muñoz, et al., 1999), e incluso se ha observado que jueces y consumidores no son capaces de definir claramente el sabor de los alimentos cuando estos no cumple con las expectativas de color (Jaros, et al., 2000).

El color en el queso está dado por los carotenoides, principales pigmentos de la leche, los cuales son obtenidos de la dieta del animal. Debido a las dobles ligaduras conjugadas en la molécula de los carotenoides (Figura 1.8), estos absorben la luz UV y luz visible impartiendo colores que van del amarillo al rojo.

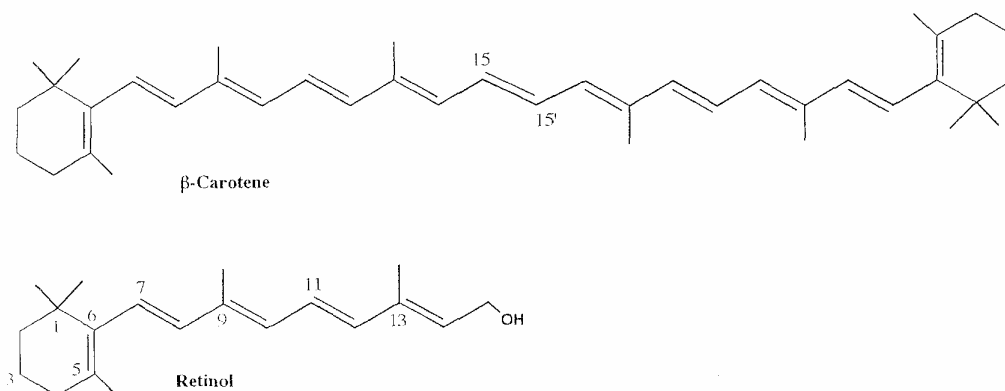







Figura 1.8. Estructura molecular de los pigmentos de la leche

Percepción del color

La percepción del color es un fenómeno físico y fisiológico, ya que se hace uso del sistema visual, respondiendo a estímulos de luz que se registran por la retina, transmitidos por señales eléctricas al cerebro donde son interpretadas.

El ojo humano percibe longitudes de onda de 400 a 500 nm para el color azul, de 500 a 600 nm para el color verde y amarillo, y de 600 a 800 nm para el color rojo, (Kostyla y Clydesdale, 1978; Meilgaard, et al., 1999) (Tabla 1.4).

Tabla 1.4. Las longitudes de onda de los colores principales

Violeta		400-440 nm	Amarillo		530-590 nm
Azul		440-480 nm	Naranja		590-630 nm
Verde		480-530 nm	Rojo		630-700 nm

Al conjunto de estas longitudes de onda se le llama **espectro visible**. El espectro visible comprende longitudes de onda que van de los $4 \cdot 10^{-4}$ mm a los $7 \cdot 10^{-4}$ mm.

Medición sensorial del color

La medida del color es el proceso para encontrar la relación del fenómeno psicológico (color) con el fenómeno físico (flujo luminoso, longitud de onda, etc.) que provoca la percepción, (Gilabert, 2002). El análisis cualitativo involucra la inspección visual del color y la comparación con muestras estándares. Como la percepción del color difiere de persona a persona y depende de la iluminación y otros factores, muchas industrias correlacionan la medida visual del color con la medida instrumental del mismo (McCaig, 2001). Por esta razón, en el caso del color, generalmente no se utiliza el análisis descriptivo ya que se encuentra inapropiada. En su lugar, se utilizan cartas de color que son como un diccionario donde cada color tiene un código y una referencia (O`Mahony, 2005).

Medición instrumental del color

Los instrumentos de medición del color buscan simular la manera en el cual los ojos humanos ven el color de un objeto, bajo determinadas condiciones de iluminación y proporcionar una medida cuantitativa.

El colorímetro es un instrumento analítico basado en la espectrofotometría que permite la cuantificación de diferencias en coloración no perceptibles por el ojo humano, lo cual tiene una amplia aplicación en la cuantificación de variaciones

de color en alimentos (O'Sullivan, et al., 2002). En la industria alimenticia el más popular método de medición de color es el $L^*a^*b^*$ o también conocido como el sistema CIELAB, originalmente definido por el CIE en 1976 (Mc Caig, 2001).

En la Figura 1.9 se muestran las coordenadas $L^*a^*b^*$. Como se puede observar **L** describe el componente de claridad de un color, en base a las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0). La coordenada **a** da un valor de las tonalidades de rojo (+) hasta verde (-), mientras que la coordenada **b** indica tonalidades de amarillo (+) hasta azul (-). Es posible notar en la figura que el valor obtenido por la medida del colorímetro arroja un ángulo denominado Hue, el cual indica la longitud de onda de color que predomina o croma.

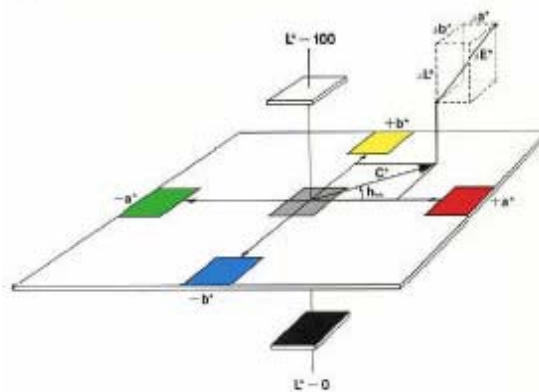


Figura 1.9. Representación gráfica de las Coordenadas $L^*a^*b^*$

En la Figura 1.10 se muestra el esquema de las partes principales del sistema de medición del colorímetro.

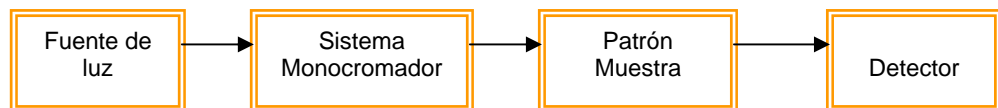


Figura 1.10. Esquema de un espectrofotómetro

ESTUDIOS PREVIOS

En el caso del Queso Cotija no se han realizado estudios para determinar su perfil sensorial ni para relacionar posibles cambios en las características sensoriales de acuerdo a su método de elaboración. Sin embargo, para otros tipos de queso se han realizado estudios que sirven como referencia para éste, tales se resumen en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Investigaciones previas en productos similares

Tipo de queso	Estudios realizados	Referencia
Queso de cabra	Identificaron la relación entre las cepas que maduran el queso de cabra con el flavor obtenido en el queso.	Gabroit, et al., (2001)
En diferentes tipos	Determinaron las características sensoriales de los quesos a describir en la cata.	Chamorro y Losada, (2002)
Queso Cheddar	Compararon la terminología empleada en la evaluación del queso Cheddar empleada por paneles de Estados Unidos, Nueva Zelanda e Irlanda.	Drake, et al, (2004)
Queso Camembert	Determinaron los descriptores del queso Camembert y para quesos de oveja.	Bárcenas et al., (2000)
Queso elaborado con leche bronca de oveja	Determinaron los descriptores para quesos de oveja.	Bárcenas, et al., (2003)
Queso blanco (White Pickled cheese)	Observaron los cambios en las propiedades sensoriales del queso blanco.	Akin et al., (2002)
Queso blanco turco (White Pickled cheese)	Observaron el efecto de diferentes especies de bacterias lácticas en la calidad sensorial del queso.	Karakus y Alperden (1995)
Cheddar, Brie, Feta, Valveeta, Parmesano y Muenster	Estudiaron la correlación entre la medida sensorial e instrumental de la textura en estos quesos.	Drake et al, (1999)
Queso Dil	Determinaron los efectos del nivel de sal y tiempo de almacenamientos en la textura.	Kilic e Isin, (2004)
Queso Manchego	Evaluaron la textura del queso manchego vía ondas ultrasonicas y sondas de superficie.	Benedito et al, (2006)
Queso Jarlsberg	Estudiaron el efecto de la luz en la fotooxidación de los pigmentos del queso.	(Wold et al, 2006)

DESCRPTORES ESTABLECIDOS EN EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE OTROS QUESOS

Los descriptores generados, de la mano del entrenamiento de los paneles que realizaron estudios descriptivos de quesos madurados, proporcionan un marco de referencia de las características que componen el perfil sensorial de los mismos lo que permitió definir su calidad. Por lo tanto, es importante presentarlos como antecedentes del estudio ha realizarse con el queso Cotija, Las tablas 1.6 – 1.11 muestran la terminología, definición y referencias utilizadas para evaluar sensorialmente queso Cheddar, Camembert y quesos de oveja.

Tabla 1.6. Patrones descriptivos usados por panelistas para describir el sabor de quesos Camembert*

Patrones descriptivos Atributos de Flavor	Referencias
Sabor Intenso	Intensidad global del sabor
Lácteo	Leche entera UHT, Candia
Crema	Crema densa fresca, Carrefour
Manteca	Diacetilo, 5ppm
Queso Cancoillotte	Queso Cancoillotte, Landel
Queso procesado	La vaca que ríe
Fermentado	Sabor de queso muy madurado
Establo	Paja de establo
Rancio	Ácido butírico, 5ppm
Repollo	Dimetildisulfuro, 50 ppb
Amoníaco	Amoníaco prolabo, 3 gotas en 500 ml
Follaje en descomposición	Tierra mojada, tierra después de la lluvia
Hongos (setas)	
Queso azul	Oct-1-en-3-ol, 0,1 ppm
Enmohecido	Queso Roquefort, Societé
Cartón	2,2,6-trietilciclohexan-1-ol, 10 ppb
Nueces	Cartón húmedo
Metálico	Cocción de polvo de nueces, Maililé
Plástico	Sulfato ferroso, 0,005 g/l Estireno, 0,1ppm
Atributos de sabor y Sabor	
Acido	Acido láctico
Amargo	L- leucina, 5 g/l
Salado	Cloruro de sodio, 2 g/l
Acido, residual	-----
Amargo, residual	-----
Metálico, residual	-----
Picante	-----

* Bárcenas et al, 2000

Tabla 1.7. Lenguaje descriptivo desarrollado para el estudio de Queso Cheddar***

Término	Definición	Referencia
Cocido	Aromáticos asociados a leche cocida	Leche calentada a 85°C por 30 min
Suero	Aromáticos asociados al suero del queso Cheddar	Suero fresco del queso Cheddar
Diacetilo	Aromáticos asociados con el diacetilo	Diacetilo 20 ppm
Grasa de la leche/Lactona	Aromáticos asociados con la grasa de la leche	Carne del coco fresco, crema, dodecalactona 40 ppm
Frutas	Aromáticos asociados con diferentes frutas	Piña fresca, Etil hexanoato 20ppm
Sulfuro	Aromáticos asociados con compuestos sulfurosos	Huevo hervido y machacado, H ₂ S burbujeado en agua
Ácidos grasos libres	Aromáticos asociados con ácidos grasos de cadena corta	Ácido butírico 20 ppm
Brothy (A caldo cocido)	Aromáticos asociados con carne hervida o sopa de vegetales	Papas enlatadas, metional 20 ppm, Cubos de carne de res bajos en sodio
Nueces	Aromáticos asociados con diferentes nueces	Nueces ligeramente tostadas, extracto de aceite de cacahuete, germen de maíz, hojuelas de maíz
Gato	Aroma asociado a la orina de gato	2 mercapto-2 metil-pentan-4-nona 20 ppm
Vaca	Aroma asociado con establos, indicativo de sudor y desperdicio de animal	p-cresol 160 ppm, band aids
Madurado**	Sabores indicadores de maduración en el queso Cheddar	Queso Cheddar madurado (1 año o más)
Levaduras*	Sabores asociados con levaduras de fermentación	Levaduras en 3% de solución de sacarosa tibia
Moho*	Aromas asociados con moho	2-etil-1-hexanol
Metil cetona*/Quesos azules	Aromas asociados con quesos azules	2-actanona 40 ppm
Oxidado/Rancio*	Aroma asociado con grasa oxidada	2,4 decadienal 20 ppm
Cera/Crayon*	Aroma asociado con ácidos grasos de cadena mediana	Ácido Cáprico, ácido laurico o ácido decanoico 100 mg/mL
Fecal*	Aroma asociado con descomposición proteínica compleja	Indol 20 ppm
Bell pepper* (Pimiento morrón)	Aroma asociado con vegetales verdes recién cortados	Metoxy pirazinas 5 ppb, pimiento morrón recién cortado
Floral*	Aroma asociado con flores	2-fenetilamina 20 ppm
Quemado*	Aroma asociado con proteínas de la leche tratadas con calor	Leche calentada a 121°C por 25 min
Amargo	Gusto básico dado por la cafeína	Cafeína (0.08% en agua)
Salado	Gusto básico dado por las sales	Cloruro de sodio (0.5% en agua)
Dulce	Gusto básico dado por las azúcares	Sucrosa (5% en agua)
Ácido	Gusto básico dado por los ácidos	Ácido cítrico (0.08% en agua)
Unami	Factor químico del gusto dado por los péptidos y nucleótidos	MSG (1% en agua)
Picor	Factor químico de la sensación típica del carbonato en la lengua	Agua mineral

* Indica los términos que no son frecuentemente encontrados en el queso cheddar

** El análisis estadístico indica que el término es redundante y es una combinación de varios términos

Las referencias de químicos son preparadas en 95% de etanol

*** Tomada de Drake, M.A. et al, 2001.

Tabla 1.8. Descriptores sensoriales del olor y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja

Descriptor	Definición	Referencia	Bibliografía
Olor (*) Intensidad	Fuerza del estímulo percibido por el órgano olfativo.	4 g aroma quesero (**)/100 ml de leche pasteurizada. 91549-24 Givaudan Roure 91483-24 Givaudan Roure 91428-24 Givaudan Roure 91125-73 Givaudan Roure 10418-71 Givaudan Roure	Bérodier y col., 1997
Penetrante	Sensación de penetración en la cavidad nasal.	5,000 ppm ácido propiónico en aceite de vaselina = Solución Madre (SM). 2 ml SM + Algodón / bote 60 ml	Heisserer y Chambers, 1993
Leche	Sensación olorosa comúnmente asociada con la leche fresca de oveja.	Leche fresca de oveja.	
Salmuera	Sensación olorosa normalmente asociada con la salmuera utilizada en la elaboración del queso.	Salmuera fresca a temperatura ambiente.	
Cuajo	Olor producido por el cuajo de cordero.	Cuajo de cordero	
Mantequilla	Sensación olorosa asociada con la mantequilla fresca y ligeramente salada.	Mantequilla b. Diacetilo en aceite de vaselina (**) (varias concentraciones)	Heisserer y Chambers, 1993 Antinone y col. 1994
Torrefacto	Olor de naturaleza dulce producido tras el tostado o calentamiento de algunos alimentos.	a. Leche condensada cocida b. Cicloteno (**) (varias concentraciones en agua)	Kim y col. 1974
Humo	Olor penetrante producido tras a combustión de la madera.	a. Guayacol en aceite de vaselina (**) (varias concentraciones) b. Humo líquido comercial (H10) 4ul + algodón / bote de 60 ml	Toth y Potthast , 1984 Guillén y Manzanos, 1996
Setas (**)	Olor asociado con setas frescas.	5 – 10 ppm 3-octanol en aceite de vaselina=SM 3 ml SM + Algodón bote de 60 ml	Moio y col., 1996

(*) El hecho de que se cite a un autor que previamente ha trabajado o descrito esa referencia no significa que la concentración o el soporte utilizado por él sea el mismo que el empleado en el presente trabajo.
(**) Descriptores y referencias rechazados por ser considerados inadecuados por el equipo tras discusión y consenso. Bárcenas y et al, 2000 (I) (Barcenas et al, 1999)

Tabla 1.9. Descriptores sensoriales del flavor y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja*

Descriptor	Definición	Referencia
Intensidad	Fuerza del estímulo global originado por los volátiles liberados durante la masticación y percibidos en los receptores olfatorios vía retronasal	3.5 g de aroma de queso / 100g de quark
Butírico	Sabor amargo, similar al vomito de bebé	2500 ppm ácido butírico en aceite de vaselina = SS 2 mL SS + algodón en un matraz de 60 mL
Nueces	Aromáticos asociados con diferentes nueces	2 g nuez + 2 g avellanas, maceradas en un matraz de 60 mL
Mantequilla	Los aromáticos naturalmente asociados con mantequilla natural, fresca y salada, vía retronasal	Mantequilla
Ácido / Yogurt	El sabor en la lengua asociado con ácidos	Yogurt de leche fermentada
Dulce	Gusto básico dado por las soluciones acuosas de varios azúcares	1.2 g sacarosa / 100g quark
Salado	Gusto básico dado por las soluciones acuosas de varios sales	1200 mg NaCl / 100g quark
Pungente	Sensación en el interior de la boca de penetración, irritabilidad o quemazón	0.5 g pimienta / 100mL de agua, hervido por 5 min; 1.5 mL filtrado / 100 g quark
Quimosina	Los aromáticos asociados a la quimosina natural del ternero vía retronasal	Quimosina natural de ternero (33% NaCl)

Tabla 1.10. Descriptores sensoriales de la textura y referencias usadas en la evaluación de quesos elaborados a partir de leche de oveja*

Descriptor	Definición	Referencia
Aspereza superficial	Percepción granular de la superficie	1 - manzana, 4 - Boudior Savoy finger, 7- sección de la costra del pan
Humedad superficial	Percepción de la capa derretida en la superficie	1 - nuez seca, 3 - interior de una naranja, 5 - interior de un plátano, 7 - manzana cortada a la mitad
Elasticidad	Habilidad del queso regresar a su forma original después de una compresión o deformación	1 -mantequilla suave, 4 - aceituna, 7 - salchicha coctelera cortada a la mitad
Firmeza	Resistencia de la muestra a una mordida suave	1 - queso procesado, 4 - salchicha coctelera con piel, 7 - zanahoria cocida (5 min)
Friabilidad	Capacidad de una muestra a romperse en numerosas piezas al inicio de la masticación	1 - huevo hervido, 4 - madalena (pastel), 7 - shortbread
Adhesividad	El esfuerzo necesario para que la lengua separe un trozo y lo detenga en el paladar y dientes	1 - huevo hervido, 4 - yema de un huevo hervido, 7 - queso procesado
Solubilidad	Sensación que emerge cuando las muestras se derriten extremadamente rápido en la saliva	3 -madalena (pastel), 5 - yema de huevo hervido, 7 - merengue
Humedad (en la boca)	Percepción del grado de humedad en la muestra	1 - merengue, 5 - huevo hervido, 7 - interior de una manzana
Granulosidad	Percepción de los granos en las etapas finales de la masticación	1 - leche fermentada con Bifidus, 3 - yema de un huevo hervido, 7 - granos medianos de couscous

* Tomada de Bárcena et al, 2003

Tabla 1.11. Vocabulario sensorial utilizado en la descripción sensorial de diferentes tipos de queso

Categoría	Cheddar^a	Quesos pasta dura^b	Cheddar maduros^c	Quesos de oveja^d
Olor	Fuerza Cremosidad / leche Ácido Corteza Maduro	Intensidad Crema/ leche Sulfuroso/ huevo Afrutado /dulce Rancio	ácido	Picante Ácido Dulce Característico Otros
Sabor	Crema/ leche Fuerza Agrio Ácido maduro salado ahumado corteza	Crema/ leche Intensidad Ácido/ agrio Animal/ vaca Sucio Salado Afrutado Rancio Sulfuroso/ huevo Amargo dulce	Leche Fuerza Ácido Picante salado queso rancio moho amargo dulce mantequilla procesado maduro	Picante Ácido Dulce Salado Amargo Característico Otros Regusto Picante Regusto ácido Regusto Amargo Otros Regusto Regusto persistente
Textura	Hormigueo en la Lengua Firmeza Gomosidad Astringencia Microestructura	Pastosidad Firmeza Gomosidad Astringencia granuloso	Humedad Firmeza Gomosidad Astringencia Granulosos Suave Crujiente Correosidad Regusto	Elasticidad Creмосidad Firmeza Granulosidad otros

^a. McEwan y col., 1989, ^b.Muir y col.,1995 ^c.,Piggott y Mowat, 1991 ^d.,Ordoñez y col., 1998 Barcenás et al, 2000 (II)

2. HIPÓTESIS

- ❖ Si se analizan los perfiles sensoriales de muestras artesanales de queso Cotija auténtico de diferentes productores, entonces las muestras se agruparan de acuerdo a la región geográfica de origen (Michoacán o Jalisco).
- ❖ Si se aplica una metodología descriptiva de evaluación sensorial basada en los métodos QDA y TPA, entonces los panelistas serán capaces de discriminar pequeñas diferencias entre las distintas muestras de queso Cotija.
- ❖ Si se desarrolla una metodología de evaluación sensorial descriptiva, entonces se encontrará una buena correlación entre estos resultados y los obtenidos por métodos instrumentales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para obtener el perfil sensorial de diferentes muestras de Queso Cotija, se divide en dos formas de evaluación: sensorial e instrumental esto con el propósito de verificar si existe correlación entre ambas. El diagrama de trabajo se presenta en la Figura 3.1. Los fundamentos de las técnicas aquí mencionadas se presentan en el apartado de los ANTECEDENTES.

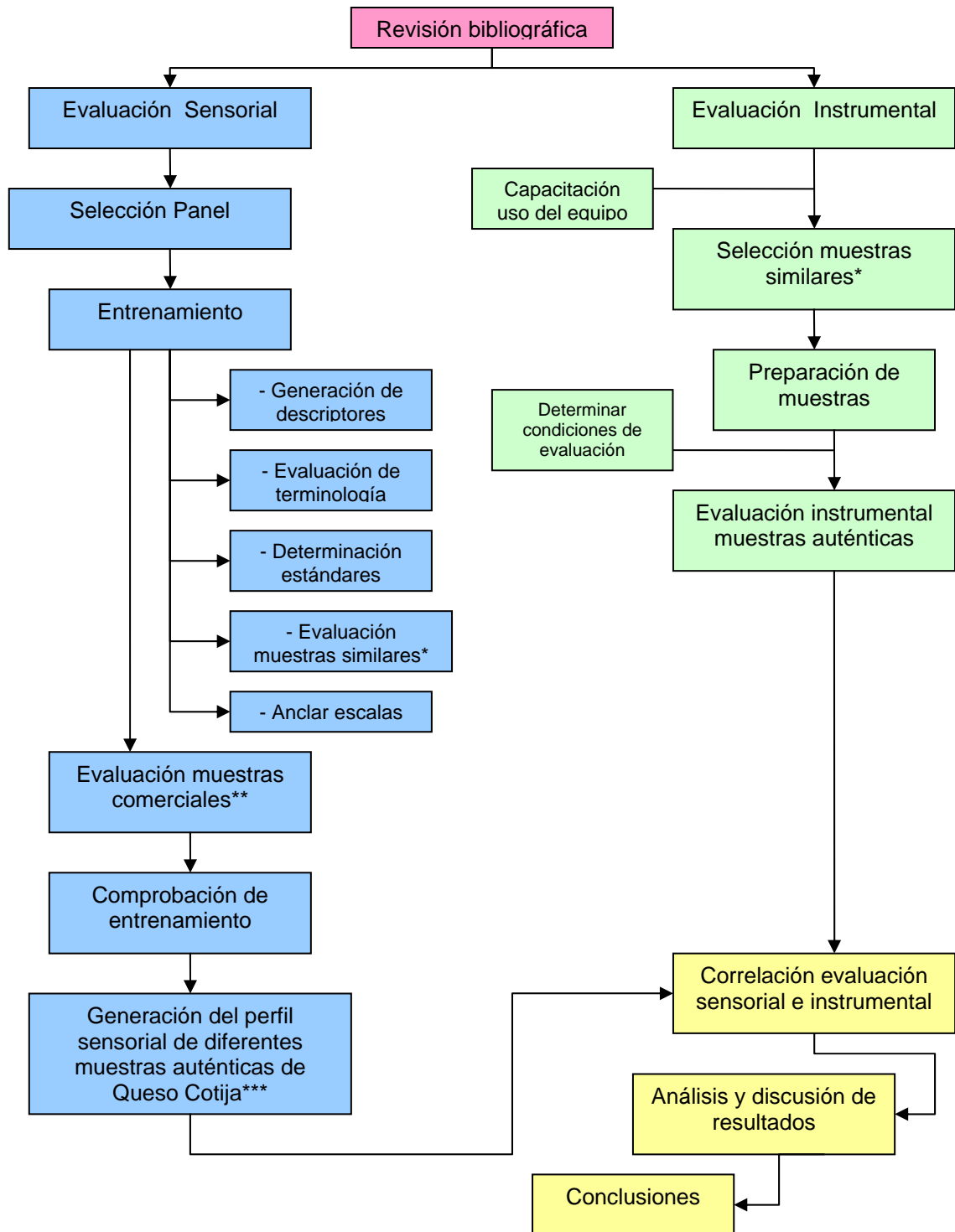


Figura 3.1. Diagrama general de la Investigación

*Muestras similares: Se refiere a los quesos madurados que se emplearon para la generación de descriptores.

**Muestras comerciales: Se refiere a muestras comerciales de queso Cotija necesarias para la comprobación del entrenamiento y como referencias para anclar las escalas de evaluación.

***Muestras auténticas: se trata de muestras de queso Cotija elaboradas por productores que cuentan con el registro en la Marca Colectiva.

MUESTRAS DE QUESO COTIJA AUTÉNTICO

Las muestras de queso Cotija empleadas en este estudio, fueron elaboradas por productores que cuentan con el registro en la Marca Colectiva, Tabla 3.1, que garantiza que este es el queso Cotija auténtico, estas muestras fueron adquiridas directamente con el productor.

A estas muestras se les determinará el perfil sensorial y se les medirá de manera instrumental el color y la textura. Cabe señalar que son las muestras que estarán evaluando otros grupos de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Metropolitana, para conocer las microbiota existente, así como los procesos de proteólisis, lipólisis y características fisicoquímicas.

Tabla 3.1. Productores de las Muestras Auténticas de Queso Cotija

Muestra	Productor	Lugar
1	Luis Barragán García y Margarita García	La Troja, Mpio. De Quitupan, Jalisco
2	Rafael Torres Cortez	Quitupan, Jalisco
3	Enrique Barragán Barragán	Rodeo, Mpio. Tocumbo, Michoacán
4	Ignacio Mendoza Valencia	Rancho de Lourdes. Mpio. Cotija de la Paz, Michoacán
5	Martín Pulido	La Mesa del Aguacate. Quitupan, Jalisco
6	José Vargas Morales	La Tortuga por Lourdes, Sta. María del Oro, Jalisco
7	Gonzalo y David Chávez Barajas	Rancho de Lourdes. Mpio. Cotija de la Paz, Michoacán
8	Crescencio Chávez Barajas	La Tinaja, Michoacán.

Las muestras de queso se compraron al mismo tiempo y en bloques de 1 kg. Debido a que no se emplearon de manera inmediata, los quesos se almacenaron en oscuridad a 4 °C hasta el momento de la evaluación.

A lo largo del estudio las muestras serán identificadas por su lugar de producción, sin embargo, debido a que algunas muestras provienen del mismo municipio, se tuvieron que identificar con ayuda número como se muestra en la tabla 3.1.

3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

La metodología desarrollada para el análisis sensorial del queso Cotija está basada en diferentes tipos de análisis descriptivo de acuerdo a la característica a evaluar, esto se resume en la Tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1. Métodos de análisis descriptivo en los que se basa la metodología desarrollada para el análisis del queso Cotija

Característica evaluada	Método de referencia
Textura	Análisis de Perfil de Textura (TPA)*
Apariencia	Análisis Cuantitativo Descriptivo (QDA)*
Sabor	Perfil cuantitativo de sabor*

*Explicados en el apartado de antecedentes.

JUECES

SELECCIÓN

De las personas interesadas en formar parte del proyecto, se preseleccionaron 16 que sobrepasan el número mínimo necesario de panelistas para realizar el estudio (Pedrero y Pangborn,1989) y que estaban interesadas en convertirse en jueces entrenados para llevar a cabo la evaluación sensorial del Queso Cotija; los participantes eran estudiantes del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM, y se sometieron a la etapa de selección de jueces.

Las pruebas realizadas para conocer las características y habilidades de los candidatos fueron:

- **ENCUESTA DE SALUD Y HÁBITOS ALIMENTICIOS:** La cual permitió conocer el estado de salud del individuo y descartar que no estuviera alguna enfermedad que altere los sentidos, que le impidiera participar en el entrenamiento. Así como determinar que los hábitos del individuo no limitaran su capacidad discriminante.
- **PRUEBAS SENSORIALES:** Se incluyeron en esta categoría pruebas de umbral para los 4 gustos básicos, pruebas triangulares realizadas con productos lácteos, pruebas de reconocimiento de olores para notas

comunes y notas lácticas, así como, pruebas de memoria olfativa de dichas notas.

La finalidad de este tipo de pruebas fue determinar la capacidad discriminante de los participantes, evaluar la manera en que usan los sentidos como herramientas para reconocer un estímulo y su habilidad para expresar sus percepciones.

PRUEBAS DE UMBRAL

Para las pruebas de umbral de los gustos básicos se les dió a los panelistas soluciones de diferentes concentraciones de cloruro de sodio, sacarosa, cafeína y ácido cítrico que provocan los 4 gustos básicos, salado, dulce, amargo y ácido, respectivamente (Tabla 3.1.2). Se realizó una regresión lineal de la gráfica de percepción contra las concentraciones del estímulo con el fin de calcular el umbral absoluto que es la concentración a la cual el 50% de los jueces reconoce el gusto básico del que se trata.

Tabla 3.1.2. Concentraciones empleadas para realizar las pruebas de umbral de los gustos básicos

Gusto básico	Compuesto empleado	*Rango de concentraciones
Dulce	Sacarosa (Azúcar de mesa Great Value. Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)	0 – 1 %
Salado	Cloruro de sodio (Sal refinada LA FINA, Sales del Istmo, S.A. de C.V.)	0 - 0.2 %
Ácido	Ácido cítrico (Takasago, mayo 2000. CAS 5949-29-1. PM210.14)	0 - 0.035 %
Amargo	Cafeína (Alyt. Reactivo analítico C2500. CAS 58-08-2. Lote 971003-AI. PM 194.19)	0 - 0.03 %

*Concentraciones evaluadas por grupos similares (Martínez, 2006; Jardón, 2006 y Aldape, 2006)

RECONOCIMIENTO DE OLORES Y MEMORIA OLFATIVA

En el caso de la prueba de reconocimiento de olores y memoria olfativa, como primer paso se les pidió a los jueces decir qué olor era el que se les presentaba y a qué alimento les recordaba. Al final de la prueba se les indicó cual era el olor evaluado. A las dos semanas se concluyó la segunda parte de la misma, llevando a cabo la prueba de memoria olfativa, en donde los jueces volvían a ser sometidos a los mismos olores y se les pedía decir que olor era cada uno.

Para desarrollar estas pruebas se eligieron dos tipos de olores: los comunes y notas lácteas (Tabla 3.1.5).

Tabla 3.1.5. Olores empleados en las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa

Notas comunes	Notas lácticas
Cebolla (Quest)	Yogurt de durazno (Takasago)
Hierbabuena (Sodexim)	Mantequilla (Quest)
Canela (Quest)	Diacetilo (Quest)
Notas verdes (Quest)	Cajeta (Takasago)
Mandarina (Takasago)	
Limón (Sodexim)	

Las notas comunes y la prueba de reconocimiento de olores en general, permiten monitorear la capacidad de los jueces para relacionar un estímulo olfativo con eventos previos. Mientras que la prueba de memoria olfativa es una herramienta para revelar la capacidad de los jueces de memorizar un estímulo. Las notas lácteas, además, permitieron familiarizar a los jueces con las mismas.

PRUEBAS DE DIFERENCIACIÓN

Para determinar la capacidad discriminante de los panelistas se trabajó con una serie de 4 pruebas triangulares con 3 replicas cada una. En cada caso, se les pidió a los jueces encontrar la muestra diferente de una triada. Las pruebas se realizaron con 3 productos lácteos y refrescos de cola (Tabla 3.1.6).

Para cada producto se tenían tres marcas diferentes, de manera tal que cada juez evaluó la diferencia entre los pares de muestras A-B, B-C y A-C. Cada muestra se presentó con un código de 3 dígitos, se aleatorizó el orden de presentación de las muestras y de las triadas. Al igual que, se alternó la muestra que era diferente en cada triada. Todo lo anterior para evitar errores de predisposición entre los jueces.

Tabla 3.1.6. Muestras empleadas en las pruebas Triangulares

PRODUCTO	MARCA
Queso tipo Panela	Los Volcanes (Mexilac S.A. de C.V.)
	Nochebuena (New Zealand Milk, México S.A de C.V.)
	Lala (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)
Yogurt natural	Nestlé (Nestlé México, S.A. de C.V.)
	Yoplait (Sigma Alimentos Lácteos, S.A. de C.V.)
	Alpura (Ganaderos productores de leche pura, S.A. de C.V.)
Leche entera	Alpura (Ganaderos productores de leche pura, S.A. de C.V.)
	Lala (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)
	Parmalat (Parmalat, S.p.A.)
Refresco de cola	Pepsi Max (Pepsi-cola mexicana, S.A de C.V.)
	Coca Cola (The Coca-cola company)
	Big Cola (Ajemex, S.A. de C.V.)

Este tipo de pruebas permitieron observar la familiaridad que tienen los jueces con productos lácteos con características similares al queso Cotija en sabor y olor, y determinar la capacidad de los mismos para distinguir la diferencia entre dos muestras muy similares entre sí, este es el caso del refresco de Cola.

Resulta relevante determinar la familiaridad que tienen los panelistas con productos lácteos, ya que es recomendable entrenar a un consumidor habitual del producto a evaluar, ya que éste detectara más fácil alguna modificación o defecto en el producto una vez entrenado (O'Mahony, 2005).

Aunque es difícil encontrar consumidores habituales de queso Cotija en la ciudad de México, lugar donde se realiza esta investigación, es menos complicado contar con consumidores habituales de productos lácteos para entrenarlos en la evaluación de este queso ya que están mucho más familiarizados con las características que debe de cumplir un queso.

La selección de los jueces se realizó en base a los siguientes criterios:

1. Uso adecuado de los sentidos
2. Buena memoria olfativa y gustativa
3. Buena capacidad discriminante
4. Capacidad para expresar los estímulos percibidos
5. Disponibilidad para asistir a todas las sesiones de entrenamiento
6. Poseer un buen estado de salud
7. Gusto por las muestras a evaluar

Este último criterio es uno de los más relevantes, puesto que el queso Cotija tiene una fuerte intensidad de sabor salado y un aroma penetrante que puede causar cansancio físico y psicológico. Si a esto se le agrega que al juez no le agrade el sabor de las muestras con las que se va a trabajar se presentará una predisposición que puede orillar al juez a dar calificaciones bajas a los atributos a evaluar ya que serán jueces no motivados a trabajar en el proyecto (O`Mahony, 2005).

Es importante aclarar que no se exigieron umbrales bajos de reconocimiento para ninguno de los compuestos aromáticos y de sabor ya que en todos los quesos madurados a evaluar se encuentran en altas concentraciones. Además, uno de los objetivos del entrenamiento es mejorar la capacidad discriminante de los jueces.

Trece panelistas fueron seleccionados como jueces para llevar a cabo el entrenamiento (Severiano, 2002), de los cuales 11 son mujeres y 2 hombres de edades entre 20 y 23 años. Además de tres personas con edades de 25, 27 y 51.

MUESTRAS

Las muestras a evaluar fueron seleccionadas de acuerdo a la etapa de experimentación en la que se trabajó.

- a) Muestras similares: Se trata de quesos madurados que se emplearon para la generación de descriptores.
- b) Muestras comerciales: son necesarias para la comprobación del entrenamiento y como referencias para anclar las escalas de evaluación.
- c) Muestras auténticas: se trata de muestras de queso Cotija elaboradas por productores que cuentan con el registro en la Marca Colectiva, Tabla 3.2.1.

Todas las muestras de queso evaluadas fueron cortadas en trozos de 1.5cm X 1.5cm X 0.5cm y presentadas codificadas; los códigos se componían de 3 dígitos. Se permitió que las muestras alcanzaran temperatura ambiente por 30

minutos antes de cada evaluación. El orden de presentación fue aleatorio entre panelistas. Las evaluaciones se condujeron bajo condiciones normales de luz y los jueces contaban con la referencia del Pantone para la evaluación del color, agua, servilletas, cuestionarios de evaluación y vasos de expectoración cuando la prueba lo requería para evitar que los jueces se saturaran.

3.1.1. SESIONES DE ENTRENAMIENTO

Las sesiones de entrenamiento tuvieron como objetivos:

1. Familiarizar a los panelistas con la metodología del análisis descriptivo
2. Mejorar las habilidades discriminantes de los panelistas
3. Generar la terminología, así como, el método de evaluación apropiado para cada descriptor generado
4. Enseñar el uso correcto de las escalas y unificar criterios de evaluación

Para alcanzar estos objetivos fue necesario dividir el período de entrenamiento en dos etapas.

PRIMERA ETAPA DEL ENTRENAMIENTO

En la primera etapa del entrenamiento los panelistas generaron descriptores para diferentes tipos de quesos madurados (Tabla 3.1.1.1), incluido el queso Cotija, con características claramente diferentes. Con el fin de darles a conocer la amplia gama de atributos en el producto de acuerdo a las características de elaboración y maduración de los quesos.

Tabla 3.1.1.1. Quesos madurados empleados para la generación de descriptores

Queso	Características
Cotija	Proveniente de San José de Gracia de Michoacán
Provolone	Morral de Zacatecas
Manchego de 3 Leches (oveja, cabra, vaca)	Marca García Baquero con 8 meses de curación
Manchego de leche de oveja	De la marca El caballero de Picón con 8 meses de curación
Doble crema	Originario del estado de Chiapas
Roquefort	Queso con hongos
Cabrales	Queso con hongos, sometido al tiempo máximo de maduración

Dicha terminología debe de describir todas las características de importancia en las muestras de quesos trabajadas.

Mediante sesiones grupales, se refinó el lenguaje generado por los panelistas. Es decir, se eliminaron sinónimos, antónimos, terminología ambigua y terminología que no aplicaba a la muestra evaluada. Los ejemplos para cada uno de estos casos se presentan a continuación:

- Sinónimos: es el caso de homogéneo-uniforme, fracturable-frágil.
- Antónimos que evaluaban la misma característica como opaco-no brillante.
- Terminología ambigua: sabor y aroma característicos.
- Terminología que evaluaba características que no se presentaban en el queso Cotija como: mohoso, formación puntos, olor ahumado.
- Por último, la terminología que no aplicaba para la muestra era migajonoso y esponjoso.

Durante estas sesiones los panelistas discutieron y determinaron, con el apoyo de una serie de referencias (Tablas 3.1.1.2 y 3.1.1.3), los siguientes puntos:

- Descriptores de mayor importancia en el queso Cotija
- Definiciones y procedimiento óptimo de evaluación para cada descriptor
- Anclaron las escalas para cada descriptor

Resulta importante aclarar que se había generado una lista previa a la definitiva la cual se modificó ya que se encontraron tres deficiencias que provocaban confusión en los panelistas.

Primero, se evaluaba *sensación grasa* en los atributos de textura y sabor. Sin embargo, en ambos casos se definía igual. Por lo tanto, se eliminó de los atributos de sabor ya que esta propiedad, así evaluada, corresponde a atributos de textura.

Segundo, se incluía el término *madurado* en los atributos de sabor y olor. No obstante, durante la realización de la sesión grupal se resaltó que los panelistas se referían con este término a la intensidad de cada atributo. De tal manera que se optó por cambiar dicho término por *intensidad global del estímulo*.

Tercero, se eliminaron las notas de sabor a *yogurt* y *mantequilla* ya que, a pesar que los panelistas las detectaron como notas de importancia en el sabor de algunos quesos empleados en la etapa de generación de descriptores, cuando se trabajó con el queso Cotija éstas notas eran percibidas en muy baja o nula intensidad. Así se decidió la inclusión del término sabor *Queso Cotija* que hace referencia a la nota de sabor de grasa rancia y a la ausencia de notas lácteas muy comunes en el sabor del queso de este tipo.

Las sesiones grupales sostenidas fueron 4 de una hora cada una, dos veces por semana.

Tabla 3.1.1.2. Estándares de referencia para los atributos de apariencia, olor y sabor

Atributos	Descriptor	Estándares
Apariencia	Color	Charola de Quesos elaborada con los quesos de la Tabla 3.1.1
	Homogeneidad del color	Charola de Quesos elaborada con los quesos de la Tabla 3.1.1
	Brillante - Cristalino	Gelatina Ari sabor fresa (Gelatinas Ari, S.A. de C.V.)
	Polvoroso	Bombón Marca Vero (Dulces la Fresa, S.A. de C.V.)
	Migajonoso	Bolillo (Panadería del supermercado Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)
	Untable	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V.)
	Pastoso	Arroz con leche seco
	Grasoso	Margarina Great Value (Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)
Sabor	Ácido	Vinagre blanco de alcohol de caña al 5%, Clemente Jacques (Sabormex, S.A. de C.V.)
	Agrio	Solución de ácido láctico al 2.5% (85%, Mallinkrodt)
	Salado	Salmuera al 5% (Sal refinada LA FINA, Sales del Istmo, S.A. de C.V.)
	Pungente	Solución de capsaicina 1ppm (SIGMA 8-METHYL-N-VANILLYL-6-NONENAMIDE Approx. 60%)
	Grasoso	Mantequilla Chipilo (Unifoods S.A. de C.V.)
	Notas Lácticas	Leche entera LALA (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)
Olor	Condimentado	Clavo (Ernesto Ibarra y CIA S.A. de C.V.)
	Agrio	Solución de ácido láctico al 2.5% (85%, Mallinkrodt)
	Salado	Salmuera al 5% (Sal refinada LA FINA, Sales del Istmo, S.A. de C.V.)
	Ácido	Vinagre blanco de alcohol de caña al 5%, Clemente Jacques (Sabormex, S.A. de C.V.)

Tabla 3.1.1.3. Estándares de referencia para los atributos de textura

Descriptor	Estándares	
	Mínimo	Máximo
Dureza	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V.)	Caramelo duro Acuario (La maestranza, S.A.)
Elasticidad	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V.)	Gomitas Panditas (Great Value, Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)
Masticabilidad	Salchicha Viena Capistrano (Empacadora Celaya, S.A. de C.V.)	Chicle Bubaloo Adams (Cadbury México, S. de R.L. de C.V.)
Adhesividad	Chiclosos (Simple lite foods corp)	Manzana Verde Granny Smith
Cohesividad	Queso tipo doble crema Noche Buena (New Zealand Milk, México S.A de C.V.)	Hojaldre (Panadería del supermercado Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)
Sensación grasa	Margarina Great Value (Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)	Manzana Verde Granny Smith

La lista definitiva de descriptores se conformó por 24 atributos los cuales pueden ser agrupados de acuerdo a la característica a evaluar:

- Apariencia: Color, homogeneidad de color, brillo, granulosis, humedad, uniformidad de la muestra y estructura del queso.
- Olor: Nota agria e intensidad global del estímulo.
- Textura táctil: Aspereza superficial, fracturabilidad y desmoronabilidad
- Textura en boca: Dureza, cohesividad, adhesividad, granulosis, humedad masticabilidad y sensación grasa.
- Sabor: Nota salada, nota agria, astringencia, sabor a queso Cotija e intensidad del estímulo global del sabor.

SEGUNDA ETAPA DEL ENTRENAMIENTO

En la segunda etapa de entrenamiento, se monitoreó a cada panelista para evaluar su desempeño. Mediante evaluaciones de intensidad de cada descriptor generado para cada atributo de apariencia, textura, olor y sabor en diferentes quesos. De igual manera, se utilizaron pruebas de ordenación para los descriptores más importantes y para los que más conflicto causaron en los panelistas, más adelante se explica el planteamiento de estas pruebas y los beneficios que tuvo la implementación de las mismas en el entrenamiento. Este período continuó hasta que los panelistas se familiarizaron con las muestras de Queso a evaluar y la metodología empleada. Cuando la actuación de un panelista se desviaba del grupo en general recibía retroalimentación personal en el atributo específico y se le proporcionaba entrenamiento adicional.

Cabe señalar que el entrenamiento se llevó a cabo en dos etapas: en la primera se buscaba que los jueces logran evaluar con un CV entre 20-40, con lo que se buscaba dejar claro las definiciones y condiciones de evaluación de cada atributo. En la segunda se busco alcanzar un CV para cada atributo menor o igual a 20.

La intensidad de cada descriptor fue evaluado empleando una escala numérica de 9 puntos anclada según el descriptor que se tratara. Cabe mencionar que todas las escalas se emplearon de manera ascendente, es decir, 1 para percepción muy ligera del atributo y 9 para el caso de máxima percepción del atributo (Figura 3.1.1.1). Todas las escalas tenían una longitud de 9cm, se dejaron 2mm en los extremos. Se presentaron estándares físicos para los extremos de cada escala durante el período de entrenamiento.

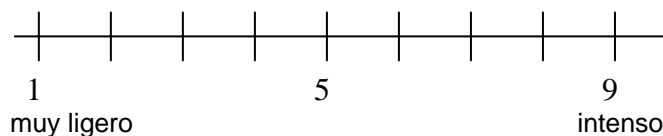


Figura 3.1.1.1. Escala de intensidad empleada para la evaluación sensorial de cada atributo

En la Figura 3.1.1.2 se puede observar un diagrama de las pruebas sensoriales realizadas en orden cronológico para llevar acabo el entrenamiento del panel.

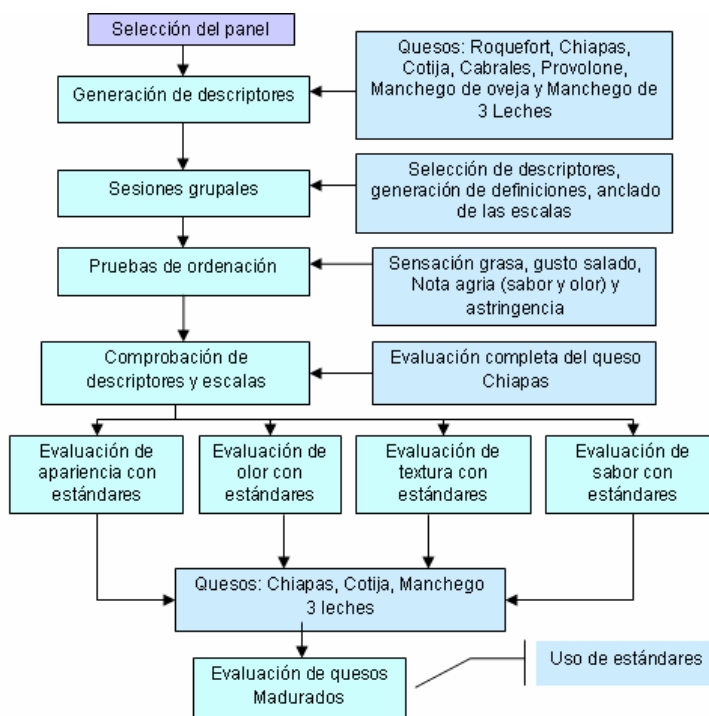


Figura 3.1.1.2. Diagrama de las pruebas sensoriales realizadas durante el entrenamiento de los jueces

PRUEBAS DE ORDENACIÓN

Una vez que se obtuvo la lista definitiva de los descriptores adecuados para el queso Cotija, y debido a que el queso posee una intensidad de olor y sabor muy fuertes, se realizaron pruebas de ordenación para las notas que los jueces estarían evaluando en estos atributos.

En múltiples experimentos (Martínez, 2006; Jardón, 2006 y Aldape, 2006) se ha observado que las pruebas de ordenación de estímulos a diferentes concentraciones, permiten evaluar la capacidad discriminativa de los jueces y a estos les permite identificar y cuantificar el estímulo para posteriormente ordenarlo. Por ello en este estudio se propone, dentro del desarrollo de la metodología descriptiva, la aplicación de pruebas de ordenación como una herramienta para enseñar a los jueces la identificación y cuantificación de diferentes estímulos con el objetivo de que esto les permita anclar los puntos de la escala y con ello hacer un uso adecuado de las mismas.

Aunque, en general, la población mexicana está acostumbrada a estos estímulos; no es común encontrarlos en intensidades fuertes en los quesos, que generalmente se emplean para acompañar la comida. Por tanto, el objetivo que perseguían estas pruebas era enseñarles a los panelistas las diferentes intensidades en los que estos estímulos se pueden percibir, y observar si podían discriminar la diferencia entre estos.

Para el atributo de astringencia se observó que, a pesar de tratarse de una nota que de manera individual es fácilmente reconocida, los jueces no están acostumbrados a identificarla y cuantificarla en un sistema complejo como el queso, por ello también se realizaron pruebas de ordenación con la misma.

Para trabajar estas pruebas se emplearon diferentes referencias de acuerdo al estímulo evaluado. Para evaluar la sensación grasa fue necesario emplear muestras sólidas, y para los demás atributos se usaron diferentes soluciones que permitieran imitar el estímulo en diferentes intensidades, las cuales se enlistan a continuación:

- Gusto salado: Soluciones sal en agua (0 -4.5 g/mL).
- Nota agria: Soluciones de ácido láctico en agua (0-1.2 g/mL), estas soluciones se emplearon tanto para el sabor como para la nota agria de olor.
- Astringencia: Vino tinto en agua (0, 25, 50, 75 y 100%).

En los resultados se presenta el orden de la intensidad del estímulo de acuerdo a la concentración trabajada en cada caso. Así mismo, se muestra el orden que dieron los jueces con mayor frecuencia para cada muestra (moda) y el porcentaje de aciertos en la ordenación.

EMPLEO DE ESCALAS.

Una vez que se realizaron las pruebas de ordenación que se creyeron necesarias, fue muy importante asegurar que todos los jueces recordaran y tuvieran claras las definiciones de cada descriptor. Por lo que se realizó una evaluación con el queso doble crema de Chiapas (Tabla 4.1.1.10) que es un queso con características de textura similares al queso Cotija.

Además, esta evaluación nos permitió identificar los atributos que mayor dificultad presentaban y la forma en que cada juez emplea la escala, ya que es trascendental conocer si había jueces introvertidos o extrovertidos y verificar que las escalas planteadas fueran las adecuadas para la sensibilidad de los jueces.

ANCLAJE DE LAS ESCALAS

Las referencias se presentaron con el objetivo de facilitar el reconocimiento de cada uno de los atributos a evaluar, y se lograra homogeneizar la forma de evaluación de los jueces, lo que se ve reflejado en la obtención de un mejor coeficiente de variación.

ATRIBUTOS DE APARIENCIA

Para esta evaluación se utilizaron cuatro muestras de diferentes quesos, y se utilizaron referencias para los extremos de cada escala (Tablas 3.1.1.4 y 3.1.1.5).

Tabla 3.1.1.4. Muestras empleadas para la evaluación de los atributos de apariencia

EVALUACIÓN	1A	2A	3A	4A
Queso empleado	Doble crema Chiapas	Cotija	Manchego 3 leche (García Baquero)	Roquefort
Clave	145	248	121	272

El queso doble crema de Chiapas fue empleado porque es el queso que guarda mayor similitud con el queso Cotija. Era importante evaluar los quesos Cabrales y Manchego de 3 leches ya que son quesos claramente diferentes respecto a las características del queso Cotija. Mientras que el queso Cotija, se presentó ya que es importante ir familiarizando al panel con los atributos sensoriales del mismo.

Tabla 3.1.1.5. Referencias empleadas para la evaluación de los atributos de apariencia

Descriptor	Referencia	
	Límite inferior (menor intensidad)	Límite superior (mayor intensidad)
Color	Queso Doble crema Chiapas	Queso Manchego de oveja (El caballero de Picón)
Homogeneidad del color	Queso Roquefort	Queso Tipo Oaxaca (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)
Brillo	Queso Chiapas	Gomita
Granulosidad	Queso Panela (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)	Queso Tipo Cotija (La Esmeralda, S.A. de C.V.)
Humedad	Queso Cotija seco (La Esmeralda, S.A. de C.V.)	Queso Panela (La Esmeralda, S.A. de C.V.)
Uniformidad de la muestra	Queso Panela (La Esmeralda, S.A. de C.V.)	Queso Tipo Cotija (La Esmeralda, S.A. de C.V.)
Estructura del queso	Queso Roquefort	Queso Manchego de oveja (El caballero de Picón)

ATRIBUTOS DE OLOR

De igual manera, se realizó la evaluación del olor en tres quesos con diferentes tiempos de maduración (Tabla 3.1.1.6).

Tabla 3.1.1.6. Muestras empleadas para la evaluación del atributo de olor

EVALUACIÓN	1ª	2ª	3ª
Queso empleado	Doble crema Chiapas	Cotija	Manchego 3 leche (García Baquero)
Clave	971	111	362
Período de maduración	-	Mínimo 3 meses	8 meses

La evaluación del olor agrio se realizó empleando estándares para los extremos de la escala y el punto medio de la misma. Los estándares utilizados para esta prueba fueron soluciones de ácido láctico a las siguientes concentraciones 0.6% para el límite inferior de la escala, 2.5% para un valor de intensidad 5 y 8.5% para el límite superior de la escala, las concentraciones fueron seleccionadas con base a los resultados de la prueba de ordenación.

ATRIBUTOS DE TEXTURA

Para evaluar los atributos de textura se evaluaron el queso Chiapas y el queso manchego García Baquero de 3 leches, con los estándares citados en la Tabla 3.1.1.7.

Tabla 3.1.1.7. Referencias empleadas para la evaluación de los atributos de textura

Descriptor	Referencia	
	Límite inferior (menor intensidad)	Límite superior (mayor intensidad)
DUREZA	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V)	Caramelo duro Acuario (La maestranza, S.A.)
COHESIVIDAD	Hojaldre (Panadería del supermercado Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V)
ADHESIVIDAD	Manzana Verde Granny Smith	Caramelo blando de leche (Arcor Saic, Argentina)
GRANULOSIDAD	Panque, Tía Rosa (Grupo Bimbo, S.A. de C.V.)	Granuloso (Guayaba, producción a granel)
HUMEDAD	Pinole (producción a granel)	Manzana Verde Granny Smith
MASTICABILIDAD	Hojaldre (Panadería del supermercado Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)	Chicles Chiclets (Cadbury Adams México, S de R.L. de C.V)
SENSACIÓN GRASA	Manzana Verde Granny Smith	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V)

Para anclar las escalas de los atributos de textura y favorecer el uso adecuado de las mismas, se utilizaron diferentes referencias para evaluar los atributos que causaron mayor dificultad en su evaluación, tal es el caso de la dureza, masticabilidad y la adhesividad. También se cambió el estándar de humedad máxima ya que los jueces confundían el concepto de *humedad* con el de *jugosidad*. Las referencias empleadas para la evaluación de dureza, masticabilidad y adhesividad fueron:

- a) Dureza: se añadió como estándar del punto 5 de la escala zanahoria (producción a granel).
- b) Masticabilidad: se agregó como estándar del punto 4 de la escala Queso Panela (Gpo Industrial LALA, S.A. de C.V.)
- c) Adhesividad: se empleo como estándar del punto 7 de la escala el queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V).
- d) Se cambió el estándar máximo de humedad por Duraznos en almíbar (Great Value, Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.).

Con las modificaciones antes mencionadas, se llevo a cabo la segunda sesión evaluando queso Cotija con estándares para textura táctil (Tabla 3.1.1.8).

Tabla 3.1.1.8. Referencias empleadas para la evaluación de los atributos de textura táctil

Descriptor	Referencia	
	Límite inferior (menor intensidad)	Límite superior (mayor intensidad)
ASPEREZA	Gomilocas Dientes, (Barcel S.A. de C.V.)	Gomitas con sabor a frutas (Great Value, Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)
FRACTURABILIDAD	Malvaviscos trencitas Vero (Ángel Ibarra y CIA, S.A. de C.V.)	Bimbuñuelos, (Grupo Bimbo, S.A. de C.V.)
DESMORONABILIDAD	Duraznos en almíbar, Great Value (Wal-Mart México, S de R.L. de C.V.)	Pastisetas Suandy (Grupo Bimbo, S.A. de C.V.)

ATRIBUTOS DE SABOR

Como ya se había familiarizado a los jueces con las notas de sabor a diferentes intensidades gracias a las pruebas de ordenación realizadas con antelación, se decidió no presentarles estándares más que para el atributo de *intensidad de sabor*. Para lo cual empleamos Queso Panela Nochebuena (New Zealand Milk, México S.A de C.V.) como el mínimo de la escala, y queso Cabrales como el máximo de intensidad. Los quesos evaluados fueron: Cotija, Doble crema de Chiapas y Manchego de 3 leches.

3.2. EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

3.2.1. TEXTURA

3.2.1.1 Determinación de condiciones óptimas de evaluación

Las condiciones de evaluación instrumental de la textura en alimentos dependen de las características de la muestra estudiada y el ensayo a realizar, por lo tanto, las condiciones de evaluación encontradas en la bibliografía para otros quesos (tabla 3.2.1.1.1), como el Cheddar y el queso de oveja, no resulten adecuadas para la evaluación del queso Cotija. Así, fue necesario establecer las condiciones de evaluación para este tipo de queso.

Tabla 3.2.1.1.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para diferentes tipos de Quesos

TIPO ENSAYO	DE	PORCENTAJE DE COMPRESIÓN	VELOCIDAD DE ENSAYO (MM/S)	QUESO(S) ESTUDIADO(S)
TPA		80	0.4	Cheddar, Brie, Feta, Muenster, Parmesano y Velveeta
TPA		20	2	Queso fresco de Minas
Análisis de superficie		25	1	Queso Manchego
Análisis de corte		50	0.2	Queso Manchego
TPA		75	0.8	Queso de Oveja Rubia

Para determinar las condiciones óptimas de evaluación de textura en el queso Cotija, se evaluaron diferentes tipos de quesos madurados, que a simple vista mostraban características diferentes, de tal manera que se lograra demostrar si las condiciones de evaluación de cada ensayo permitían diferenciar estos (tabla 3.2.1.1.2).

Tabla 3.2.1.1.2. Quesos madurados empleados para determinar las condiciones óptimas de evaluación de textura

Queso	Características
Cotija	Proveniente de San José de Gracia de Michoacán.
Parmesano "Virgilio" (Importado por Mexicali, S.A. de C.V.)	Dos años de maduración.
Manchego de 3 Leches (oveja, cabra, vaca)	Marca García Baquero con 8 meses de curación
Doble crema	Originario del estado de Chiapas

Para determinar las condiciones óptimas de análisis, es decir aquellas que permitieran discriminar las muestras, se trabajó con diferentes porcentajes de compresión y diferentes velocidades de ensayo.

Análisis De Superficie

Es importante mencionar que en los análisis de adhesividad y TPA a porcentajes de compresión mayores a 30% y 25% respectivamente, se destruyó la muestra invalidando el ensayo. Por ello sólo se realizó el análisis de adhesividad a 30% y el TPA a 25% de compresión.

ANÁLISIS DE ADHESIVIDAD

El análisis de adhesividad se basa en una prueba de fuerza-compresión (al igual que el TPA) donde la muestra es sometida a un ensayo de un solo ciclo y permite medir la firmeza y la adhesividad de la muestra. La curva obtenida comúnmente del análisis de adhesividad se muestra en la figura 3.2.1.1.1.

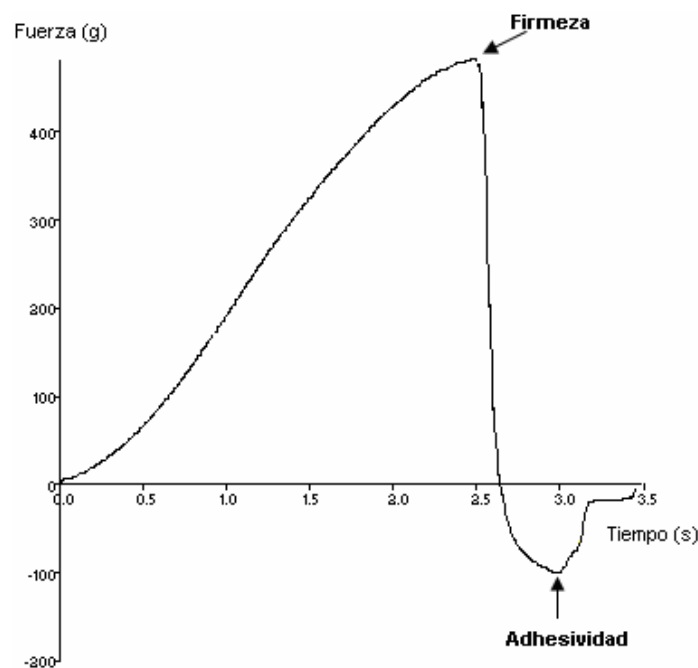


Figura 3.2.1.1.1. Curva obtenida del análisis de adhesividad

Este ensayo se llevó a cabo con una sonda esférica de acrílico de 1 pulgada P/1S (figura 3.2.1.1.2), con un porcentaje de compresión de 30 y velocidades de ensayo de 1 y 2 mm/s.



Figura 3.2.1.1.2. Sonda esférica P1/S

ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

La sonda empleada para realizar el TPA fue una sonda cilíndrica de aluminio P/50 SMS de 50 mm de diámetro (figura 3.2.1.1.3) con un porcentaje de compresión de 25 y velocidades de ensayo de 0.8 y 1 mm/s. Los parámetros obtenidos gracias a este ensayo son: dureza, cohesividad, masticabilidad y adhesividad.

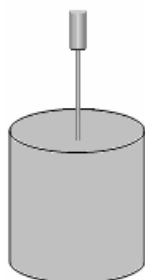


Figura 3.2.1.1.3. Sonda cilíndrica P/50 SMS

Debido a la alta desmoronabilidad de las muestras, fue necesario elaborar una MACRO para el cálculo de las distintas características de textura, ya que con la que cuenta el equipo anclaba los puntos de la gráfica en la zona de ruido.

Análisis De Corte

ANÁLISIS DE DESMORONABILIDAD

Este ensayo consta de un ciclo de fuerza-compresión donde la máxima fuerza y distancia, donde la muestra empieza a romperse, indican la Dureza y la desmoronabilidad de la muestra, respectivamente. En la figura 3.2.1.1.4 se muestra la gráfica típica obtenida para este ensayo.

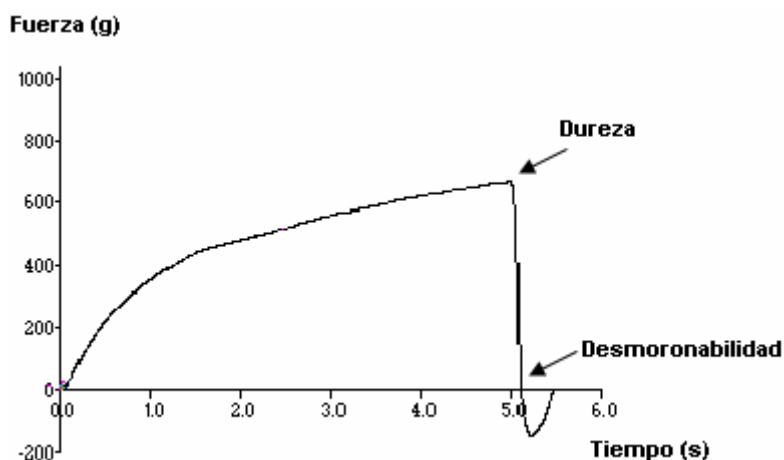


Figura 3.2.1.1.4. Curva obtenida del análisis de desmoronabilidad

Al tratarse de un análisis destructivo se contó con la posibilidad de probar los porcentajes de compresión de 80, 60 y 40 a 1 y 2 mm/s. La sonda empleada en este proceso fue un sistema de cuchillas de aluminio A/WE (figura 3.2.1.1.5) que tienen un ángulo de 30° y 30mm de ancho. La cuchilla inferior está fija directamente en la base del texturómetro, mientras que la cuchilla superior se encuentra conectada al brazo del equipo.

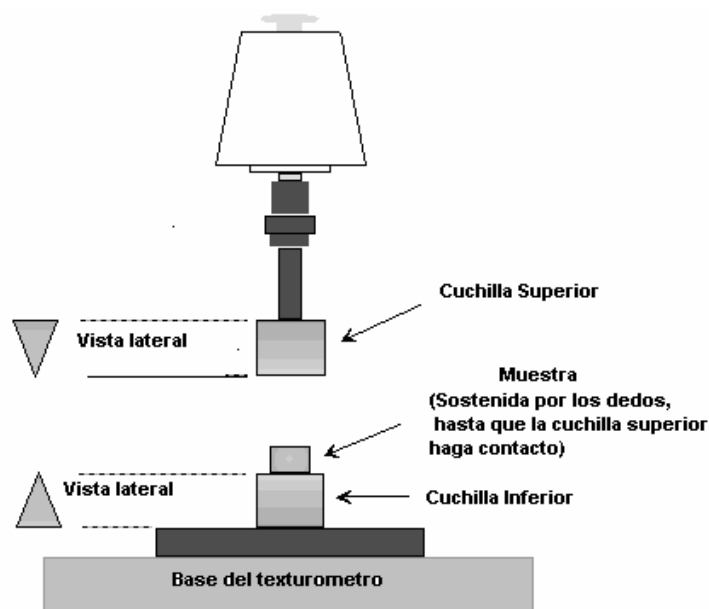


Figura 3.2.1.1.5. Sistema de cuchillas A/WE

3.2.1.2. CONDICIONES FINALES DE ANÁLISIS

Con base a los resultados encontrados en el análisis de textura, que consta de tres ensayos diferentes (Análisis de adhesividad, TPA y Análisis de desmoronabilidad) en distintos tipos de quesos, se establecieron las condiciones finales a utilizar en la evaluación de las muestras de queso Cotija auténtico, las cuales se resumen en la tabla 3.2.1.2.1.

Tabla 3.2.1.2.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para Queso Cotija

TIPO DE ENSAYO	PORCENTAJE DE COMPRESIÓN	VELOCIDAD DE ENSAYO (MM/S)
TPA	25	0.8
Análisis de adhesividad	30	1
Análisis de desmoronabilidad	40	2

Muestras

Para realizar el análisis instrumental de textura fue necesario cortar las muestras de queso en cubos de 2 cm y se les permitió alcanzar la temperatura ambiente (aprox. 20 °C) previo al ensayo. Todas las muestras fueron sometidas al mismo tratamiento.

Todas las mediciones de textura fueron realizadas con el texturómetro TA.XT2 plus de la marca Stable Micro System. Se realizaron 3 ensayos diferentes a cada queso: Análisis de superficie (TPA y Adhesividad) y Análisis de corte (Desmoronabilidad).

3.2. EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

3.2.2. COLOR

Muestras

El color del queso Cotija fue evaluado de manera instrumental con el espectrofotómetro Minolta CM-3600d.

Todas las muestras de queso a las que se les midió el color fueron cubiertas de manera individual con una capa de Kleen pack perfectamente estirada, y se les permitió alcanzar la temperatura ambiente (aprox 20 °C) por 30 minutos previo al ensayo. Debido a que se trata de un ensayo no destructivo y por las características del equipo, no fue necesario el corte de las piezas.

3.2.2.1. Determinación de condiciones óptimas de evaluación

Para determinar las condiciones óptimas de evaluación de color en el queso Cotija y determinar si existen diferencias significativas en el color de acuerdo a la zona del queso en el que se realizó la medición, se evaluaron diferentes muestras de quesos madurados (Tabla 3.2.2.1.1), mismos que fueron empleados para el entrenamiento del panel en la evaluación sensorial.

Tabla 3.2.2.1.1. Quesos madurados empleados para determinar las condiciones óptimas de evaluación del color

Queso	Características
Cotija	Proveniente de San José de Gracia de Michoacán.
Provolone	Morral de Zacatecas
Manchego de 3 Leches (oveja, cabra, vaca)	Marca García Baquero con 8 meses de curación
Manchego de leche de oveja	De la marca El caballero de Picón con 8 meses de curación
Doble crema	Originario del estado de Chiapas
Roquefort	Queso con hongos
Cabrales	Queso con hongos, sometido al tiempo máximo de maduración

En la literatura se mencionan distintas maneras de muestrear un queso para determinar el color del mismo dependiendo de la forma que éste tuviera en el momento de la elaboración. Una es la propuesta de Miguel y cols., (2002) aplicada en el estudio del queso de oveja rubia (figura 3.2.2.1.1)

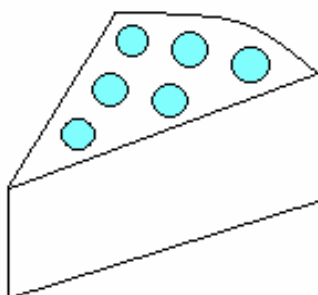


Figura 3.2.2.1.1. Puntos de muestreo empleados para el estudio del queso de oveja rubia

Otra es la propuesta por Fox (2005) que toma en cuenta no sólo la forma del queso, sino también el tamaño de la pieza y la composición del mismo (Figura 3.2.2.1.2).

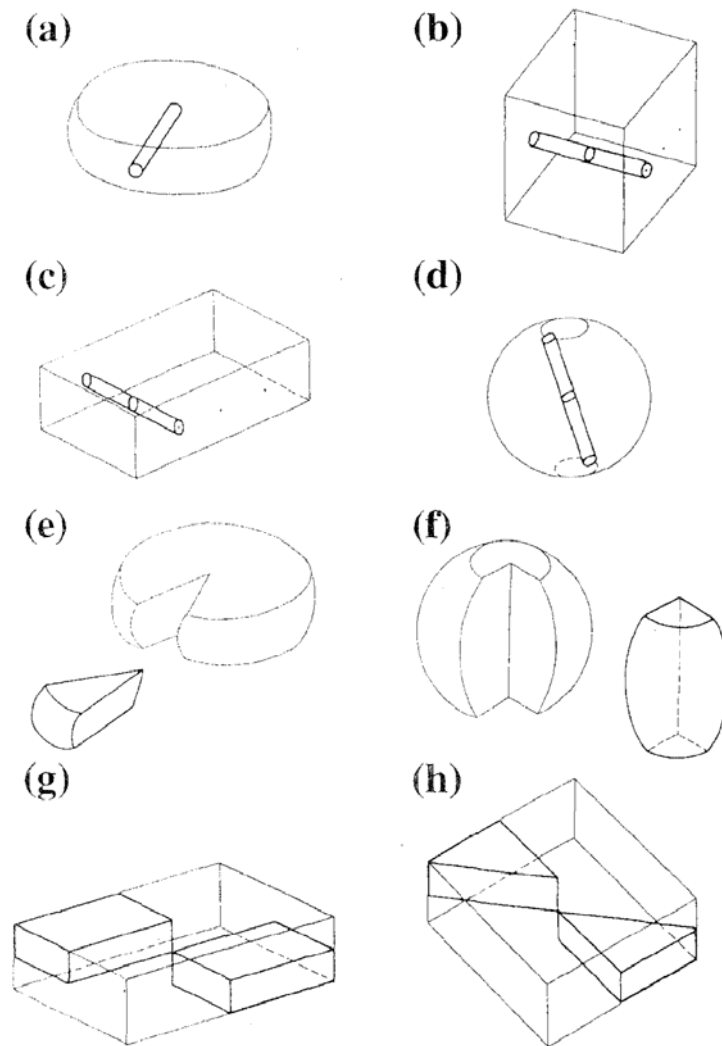


Figura 3.2.2.1.2. Zonas de muestreo de acuerdo al tamaño y forma del queso

Para el caso de las muestras de queso Cotija artesanal con las que se cuenta para este estudio, este autor recomienda, que las muestras de los quesos se tomen como la figura (g) porque son de forma cuadrangular y mayores a 1 kilogramo, sin olvidar, que en el queso estudiado se tiene que analizar por separado la superficie de la parte interna, ya que es un queso con costra.

Teniendo en cuenta toda esta información, era importante conocer si existían variaciones en el color debido a la localización del punto de muestro. Conjuntamente era necesario confirmar que el tipo de muestreo recomendado por el tamaño y forma del queso bastaba para caracterizar el color del queso Cotija. Así, se hizo ineludible medir el color en diferentes quesos que tenían distinta forma (Tabla 3.2.2.1.2).

Tabla 3.2.2.1.2 Quesos empleados para la determinación de los puntos de muestreo

Queso	Forma	Características
Cotija	Circular	Proveniente de San José de Gracia de Michoacán. Mínimo 3 meses de maduración.
Provolone	Cilíndrica	Morral de Zacatecas. Madurado de 2-6 meses.
Manchego de 3 Leches (oveja, cabra, vaca)	Piramidal, proveniente de un queso de bloque	Marca García Baquero con 8 meses de curación
Manchego de leche de oveja	Piramidal, proveniente de un queso de bloque	De la marca El caballero de Picón con 8 meses de curación
Doble crema	Rectangular	Originario del estado de Chiapas. Período de maduración mínimo.
Roquefort	Cuadrangular	Queso con hongos. Maduración de 3-5 meses
Cabrales	Rectangular	Queso con hongos, sometido al tiempo máximo de maduración 3-4 meses

Se decidió que se mediría el color en 3 diferentes zonas (Figura 3.2.2.1.3) denominadas: corteza, costado y parte superior por triplicado. Estas zonas de medición sólo varían para el caso del queso provolone por la forma del corte, sin embargo también se cuenta con 3 zonas de medición para dicho queso (Figura 3.2.2.1.4).

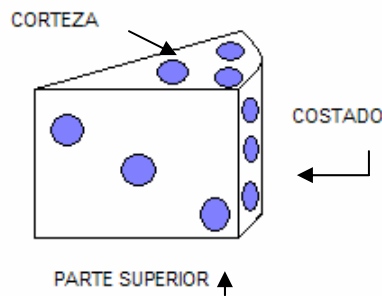


Figura 3.2.2.1.3 Zonas de medición del color en los quesos

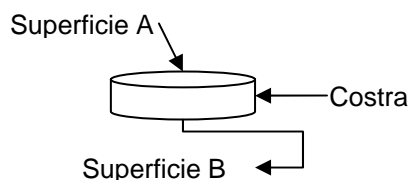


Figura 3.2.2.1.4. Zonas de medición del color en el queso Provolone

El análisis de color se llevó acabo mediante el sistema CIE Lab y el sistema Hunter.

3.2.2.2. Determinación de color en diferentes muestras de queso Cotija

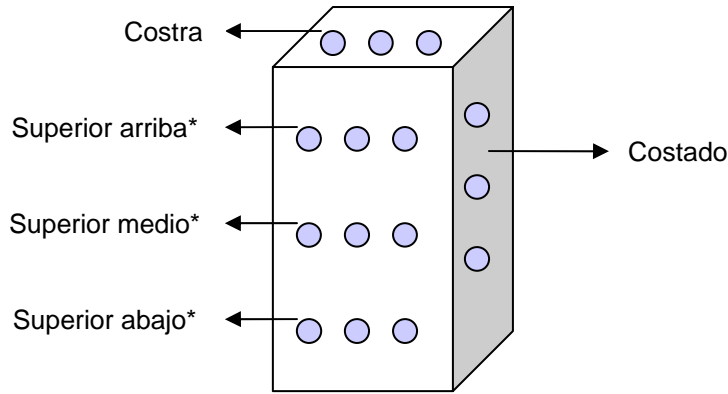
Las condiciones óptimas para la medida instrumental de color se resumen en la Tabla 3.2.2.2.1. Cabe destacar que fue necesario mantener el componente especular excluido (SCE), para tener una medida de la apariencia, y el área de visión grande. De este modo se imitan las condiciones en que los jueces realizan la evaluación y se hace posible la correlación con la evaluación sensorial. De igual manera la energía UV esta incluida debido a que se requiere la evaluación de los productos con luz de día.

Tabla 3.2.2.2.1. Condiciones de evaluación de color

Parámetro	Condición
No. de disparos o flashes	1
Estándar	Nulo
Energía UV	Incluida
Componente especular	Excluido
Área de visión	Grande (Large)
Iluminante	D65 (Luz de día, natural 6,504 K)
Detector	12°
Sistema de reporte de color	CIE L*a*b*, Hunter Lab
Número de mediciones por muestra	18

Para la evaluación de los quesos tipo Cotija, se realizó la evaluación del color en 8 zonas de muestreo con 3 replicas cada uno (figura 3.2.2.2.1) para comprobar si existía diferencia del color según la zona donde este era medido, así como, garantizar que la medición fuera representativa de la muestra ya que se trataban de bloques de queso de 1 kilogramo. Por las características del ensayo, no fue necesario cortar las piezas.

Cabe aclarar que no se requieren más de 3 replicas ya que el aparato arroja como resultado el promedio de una serie de puntos que se ubican en el área de visión o lente.



* Estas mediciones se realizaron por ambas caras

Figura 3.2.2.2.1. Zonas de medición del color en el queso Cotija

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez que se obtuvieron los resultados de todos los parámetros estudiados (tanto sensorial como instrumentalmente), se empleó el método de Análisis de Varianza de una vía (ANOVA) con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los atributos evaluados, al 99% de significancia para el análisis de las mediciones instrumentales; mientras que para los datos obtenidos por métodos sensoriales, fue al 95% de significancia. En los casos en que sí existieron diferencias significativas se ayudó con la prueba de LSD para determinar entre que atributos existía esta diferencia.

En los casos en que se encontraron diferencias en las desviaciones estándar de las mediciones, se usaron las pruebas de Cochran, Bartlett y Hartley, para descartar que la diferencia entre ellas fuera significativa, ya que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar a todos los niveles son iguales.

Por último, se empleó el modelo de correlación lineal para determinar la habilidad de las técnicas instrumentales para predecir los atributos sensoriales y calibrar el método de evaluación establecido. Todos estos cálculos se realizaron empleando el software Stat Graphics for Windows 5.1, Professional Edition.

4. RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

SELECCIÓN DE JUECES

Como se había mencionado en el apartado de materiales y métodos, la selección de los jueces se basó en los datos obtenidos de dos tipos de pruebas:

- ENCUESTA DE SALUD Y HÁBITOS ALIMENTICIOS: Dicho cuestionario confirmó que ninguno de los candidatos estaba imposibilitado fisiológicamente para participar en el entrenamiento.
- PRUEBAS SENSORIALES Los resultados provenientes de estas pruebas permitió determinar que todos los candidatos eran capaces de discriminar entre dos muestras sensorialmente diferentes.

PRUEBAS DE UMBRAL

Para el caso de las pruebas de umbral se encontró que los umbrales de percepción del grupo (tabla 4.1.1) para cada gusto básico son más bajos que los reportados para otros grupos, esto podría ser consecuencia de que la mayoría de los jueces son personas jóvenes de entre 20-23 años (Casillas, 1996), lo que permite confirmar que a mayor edad de la población el valor de umbral aumenta debido a la disminución de percepción por el desgaste físico natural de las papilas gustativas, además que también, los hábitos alimenticios cambian aumentando el consumo de alimentos con notas muy fuertes como el tabaco (cigarro o puro) y el café, que los panelistas no consumen con frecuencia.

Tabla 4.1.1. Umbrales de gustos básicos para diferentes grupos de población mexicana

Gusto	Umbral (g/100ml)				
	Civille	Casillas	Panel Quesos	Panel 1*	Panel 2**
Dulce	1	2	0.2542	0.369	0.4335
Ácido	0.01	0.07	0.0137	0.0166	0.0242
Amargo	0.01	0.07	0.0080	0.018	0.0157
Salado	0.1	0.2	0.0451	0.062	0.0554

*Jardón (2006)

** Hernández (2006)

Sin embargo, no hay una gran variación con la tendencia que siguen los umbrales de la población mexicana (tabla 4.1.1). Esto se puede confirmar ya que el valor de umbral más alto se tiene para el gusto dulce y el umbral más bajo es para el gusto amargo, debido a los hábitos alimenticios de la población ya que la comida mexicana tiene muy pocas notas amargas y se caracteriza por tener alimentos muy dulces.

RECONOCIMIENTO DE OLORES Y MEMORIA OLFATIVA

Los resultados para las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa se presentan en la tabla 4.1.2.

Tabla 4.1.2. Resultados de las pruebas de reconocimiento de olores y memoria olfativa

Juez		Reconocimiento de olores		Memoria Olfativa	
Número	Nombre	ACIERTOS	%	ACIERTOS	%
1	Alfaro Aranda Joyce	4	40	6	60
2	Badía Vargas Carolina	3	30	9	90
3	Carmona Escutia Rosa Pilar	4	40	5	50
4	Cerrillo Loyola Ernesto	2	20	8	80
5	Cruz Hernández Edna	4	40	4	40
6	Gómez Calderas Alejandra	3	30	4	40
7	Hernández Briones Verónica	4	40	9	90
8	Jiménez Ocampo Alfredo Esaú	3	30	3	30
9	Martiñón Aguilar Araceli	6	60	6	60
10	Osnaya Suárez María Lourdes	5	50	8	80
11	Palacios Dominguez Alejandro	6	60	7	70
12	Peña Cuevas Claudia	5	50	7	70
13	Ramos Ramírez Isabel	6	60	9	90
14	Tavera Hernández Rocio	3	30	7	70
15	Torres Sánchez Evelin	5	50	5	50
16	Veraza Galindo Cristina	4	40	7	70
	PROMEDIO	3.5	35	6	60

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que para la mayoría de los miembros del panel no les fue posible decir de qué olor se trataba. Confirmando que no todos los panelistas están en contacto frecuente con estos olores lo que dificulta el reconocimiento de estos.

El porcentaje de aciertos en el reconocimiento de olores aumenta en la prueba de memoria olfativa ya que los panelistas cuentan con un conocimiento previo

de los olores presentados. Lo que habla de que los panelistas recordaron los estímulos a los que fueron sometidos anteriormente.

En negritas se presentan los panelistas que tuvieron problemas para llevar a cabo la prueba de memoria olfativa ya que les fue difícil recordar los estímulos. Sin embargo, fueron aceptados como parte de los jueces ya que se corrigió esta deficiencia con el entrenamiento.

Las notas que fueron reconocidas y memorizadas con mayor facilidad son las clasificadas como notas comunes y de entre ellas, las más reconocidas fueron limón, canela, hierbabuena y cebolla. Mientras que para el caso del diacetilo y la cajeta fueron los que presentaron una mayor dificultad de reconocimiento. Para el caso de la cajeta, esto se repite en la prueba de memoria olfativa, ya que percibían muy bien la nota dulce pero la confundían con chocolate.

Esto último deja ver que el olor a diacetilo y a cajeta son los olores que más desconoce la población porque no se encuentran en contacto constante con estas notas.

PRUEBAS DE DIFERENCIACIÓN

Los resultados que arrojaron las pruebas triangulares se presentan en la tabla 4.1.3. Cabe mencionar que ninguno de los jueces obtuvo el 100% de aciertos pero esto no significa que no sean capaces de discriminar diferencias entre muestras, si no que la diferencia entre las muestras no era perceptible.

Gracias a que los jueces presentaron más del 60% de aciertos se puede decir que son personas aptas para participar en un entrenamiento ya que son lo suficientemente sensibles como para detectar diferencias perceptibles entre dos muestras (Jeong et al, 2004).

Tabla 4.1.3. Resultados de las pruebas triangulares

Muestras	Queso	Leche	Yogurt	Refresco	Aciertos	% Aciertos
Nombre						
Alfaro Aranda Joyce	3	1	3	2	9	75.0
Badía Vargas Carolina	3	1	2	3	9	75.0
Carmona Escutia Rosa Pilar	2	1	3	1	7	58.3
Cerrillo Loyola Ernesto	3	2	3	1	9	75.0
Cruz Hernández Edna	3	1	3	2	9	75.0
Gómez Calderas Alejandra	3	1	2	1	7	58.3
Hernández Briones Verónica	3	2	3	3	11	91.7
Jiménez Ocampo Esaú	3	1	3	2	9	75.0
Martiñón Aguilar Araceli	3	1	3	2	9	75.0
Osnaya Suárez María Lourdes	3	1	3	1	8	66.7
Palacios Domínguez Alejandro	3	1	3	3	10	83.3
Peña cuevas Claudia	3	0	3	3	9	75.0
Ramos Ramírez Isabel	2	1	3	3	9	75.0
Tavera Hernández Rocio	3	0	3	3	9	75.0
Torres Sánchez Evelin	2	1	3	3	9	75.0
Veraza Galindo Cristina	3	2	3	2	10	83.3
				Promedio	8.9375	74.5

4.1.1. SESIONES DE ENTRENAMIENTO

Una vez evaluada la capacidad de las personas participantes, 13 jueces iniciaron el entrenamiento.

GENERACIÓN DE DESCRIPTORES

Como resultado del análisis de cada término y la posterior discusión de su significado se generó la lista definitiva de descriptores para el queso Cotija, la cual se presenta en las Tablas 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.1.3 y 4.1.1.4.

Tabla 4.1.1.1. Descriptores de apariencia generados para evaluar el queso Cotija

Atributos	Definición	Escala
Color	El color de la muestra percibido a simple vista.	1. Pantone 7499U 5. Pantone 7500U 7. Pantone 7501U 9. Pantone 7502U
Homogeneidad del color	Se dice que el color de la muestra es homogéneo si podemos percibir el mismo color y en la misma tonalidad en las diferentes zonas de la muestra (Corteza y zona media). Heterogéneo: cuando el color varía de acuerdo a la zona del queso.	De homogéneo a heterogéneo.
Brillo	Se evalúa la luminosidad (cantidad de luz reflejada por la muestra).	De opaco a brillante.
Granulosidad	Presencia de sólidos en forma de gránulos en la superficie del producto. Liso: cuando no hay presencia de gránulos	Liso a granuloso.
Humedad	Cantidad de suero presente en el queso. Se relaciona con la propiedad de desuerado del queso en reposo. Seco: que se observa por la formación de cuarteaduras y la falta de brillo	Seco a Húmedo.
Uniformidad de la muestra	Grado de compactación de las partículas que conforman la estructura de la muestra. Compacto: cuando la muestra es uniforme y se relaciona con una superficie lisa.	Compacto a agrietado.
Estructura del queso	Acomodo dimensional de las partículas que conforman al queso. Amorfo, similar a la estructura del queso roquefort. Cristalino: formación de agujas finas un ejemplo es el queso manchego.	Amorfo a cristalino.

Tabla 4.1.1.2. Descriptores de olor generados para evaluar el queso Cotija

Agrio	Nota de sabor dada por el ácido láctico producido por el proceso de maduración del queso.
Intensidad	Fuerza del estímulo global originado por los volátiles liberados durante reposo y percibidos en los receptores olfatorios.

Tabla 4.1.13. Descriptores de textura generados para evaluar el queso Cotija

Atributos	Definición	Escala
Aspereza superficial	Percepción granular de la superficie que se determina evaluando la resistencia que opone la muestra al pasar por la superficie el dedo índice. Áspero: sensación similar a una lija.	Liso a áspero.
Fracturabilidad (quebradizo)	Que tanta resistencia opone el queso a romperse. Se evalúa partiendo un trozo de queso con las manos.	No quebradizo a quebradizo.
Desmoronabilidad	Cantidad de piezas de forma irregular y tamaño visible, formadas por la manipulación de la muestra. Compacto: no hay formación de moronas	Compacto a desmoronable.
Dureza	Resistencia que opone un objeto a ser deformado o penetrado por la aplicación de una fuerza. Se evalúa en la primera mordida.	Suave a duro.
Cohesividad	Capacidad de un alimento para fragmentarse en la boca y percibirse como partícula. Es decir, el grado de unión entre las partículas. Se evalúa en las 2 primeras mordidas.	No cohesivo a cohesivo.
Adhesivo	Capacidad que presenta un alimento de pegarse a una superficie. Se evalúa colocando un trozo del alimento entre las muelas y morderlo para ver que tan adhesivo es.	No adhesivo a adhesivo.
Granulosidad	Percepción de gránulos en las etapas finales de la masticación. Pastoso: formación de una pasta muy cohesiva donde no se llega a la formación de partículas cuando el alimento ya está listo para ser tragado.	Granuloso a Pastoso.
Humedad	Percepción del grado de humedad en la muestra que se determina al observar que tanta saliva absorbe la muestra la masticarlo.	Seco a húmedo.
Masticabilidad	Número de mordidas necesarias para preparar un alimento para ser deglutido.	Poco masticable a muy masticable.
Sensación Grasa	Residuo de grasa en la boca al masticar una muestra	Muy intenso (grasoso) a ligero (no grasoso)

Tabla 4.1.1.4. Descriptores de sabor generados para evaluar el queso Cotija

Atributos	Definición
Salado	Gusto básico dado por las sales
Agrio	Nota de sabor dada por el ácido láctico producido por el proceso de maduración del queso.
Astringente	Sensación en el interior de la boca de sequedad dado por algunos compuestos al precipitar en la boca.
Sabor "Queso Cotija"	El sabor del queso asociado con el tipo Cotija. Que se entiende como la suma de la nota a grasa rancia y la ausencia de notas lácteas.
Intensidad	Fuerza del estímulo global originado por los volátiles liberados durante la masticación y percibidos en los receptores olfatorios vía retronasal.

En estas sesiones grupales también se homogeneizó el método de evaluación para muestras de queso, estableciéndose el siguiente procedimiento para realizarla:

1. Se empezará evaluando la apariencia, observando la muestra cuidadosamente a una distancia aproximada de 30 cm.
2. Para evaluar los atributos de olor, se le pide al juez coloque la muestra a aproximadamente 3cm de su nariz y la huela.
3. Para continuar con los atributos de textura (*táctil*), es necesario tomar un trozo de la muestra, primero pasar el dedo índice por la superficie de ésta para evaluar aspereza y posteriormente parta la muestra con las manos para evaluar los otros atributos de fracturabilidad y desmoronabilidad.
4. En seguida se prosigue evaluando los atributos de textura *en boca* para lo cual es necesario considerar la etapa de masticación en la que se percibe cada atributo.
5. En el caso de los atributos de sabor, pruebe el queso y evalúe la intensidad de las notas.

Al comparar con estudios de carácter sensorial realizados en otras variedades de queso, encontramos que coincidimos en algunos de los descriptores generados:

- La intensidad del olor y el sabor
- Color, que se evalúa generalmente de blanco a amarillo
- Granulosidad, humedad, fracturabilidad y dureza (también evaluada como suavidad) son los atributos de textura que más resaltan.
- Notas saladas, agrias y ácidas (estas dos últimas en mucha ocasiones se engloban en notas ácidas); son los atributos del flavor que tienen mayor incidencia en estos estudios.

Se considera que estas características son las de mayor importancia en los quesos pues han sido evaluadas en una gran gama de quesos, que abarca desde quesos madurados como el Camembert (Bárcenas, 2000) y el Cheddar (Drake, 2001), quesos elaborados con leches de oveja (Bárcenas et al, 2000 y 2003) hasta quesos de coagulación ácida como el queso rayado (Sandra,

2004). Sin dejar de mencionar el estudio elaborado por Muir y col. (1995) para quesos de pasta dura, como es el caso del queso Cotija.

PRUEBAS DE ORDENACIÓN

La enseñanza en el uso de las escalas se inició con la aplicación de pruebas de ordenación para evaluar atributos que podían causar mayor confusión entre los jueces.

Los resultados obtenidos (Tabla 4.1.1.5) muestran que los jueces lograron ordenar correctamente todas las intensidades bajas de los estímulos del gusto salado y la nota agria de sabor (Tabla 4.11.6); sin embargo, a intensidades mayores del 1% para el caso de la nota agria y 3.5% para el gusto salado, se observa una notable disminución en la capacidad discriminativa de los jueces, lo que puede deberse a la saturación del juez por encontrarnos en concentraciones supraumbrales o a un mal enjuague. A pesar de este problema, el % de aciertos correctos es cercano o superior al 50% para todos los casos.

Tabla 4.1.1.5. Resultados para la prueba de ordenación de la nota agria de sabor

Concentración % (v/v) ácido láctico	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2
Orden de la muestra	0	1	2	3	4	5	6
% Ordenaciones correctas	100	93.3	60	53.3	66.6	46.6	46.6

Tabla 4.1.1.6. Resultados para la prueba de ordenación del gusto salado

Concentración % (m/v) NaCl	0	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5
Orden de la muestra	0	1	2	3	4	5
% Ordenaciones correctas	93.8	100	93.8	80	66.6	80

El ejercicio de ordenación de la astringencia (Tabla 4.1.1.7) permite afirmar los jueces fueron capaces de identificar las diferencias entre las muestras evaluadas. Cabe señalar que la muestras al 0% era agua más colorante, lo que ocasionó que se presentara un error de anticipación en tres jueces que otorgaron un valor de astringencia a la muestra.

Tabla 4.1.1.7. Resultados para la prueba de ordenación de la astringencia

Concentración % (v/v) Vino	0	25	50	75	100
Orden de la muestra	0	1	2	3	4
% Ordenaciones correctas	92,9	92,9	100	92,9	92,9

Para la prueba de ordenación de la sensación grasa se obtuvieron los porcentajes de aciertos más bajos, debido a que los jueces confundieron la sensación grasa definida como “la capa residual de grasa que queda en el paladar después de la manipulación de la muestra” con el *sabor a grasa*, por lo que indicaron que la mantequilla presentaba la mayor intensidad para este estímulo, siendo que el queso Philadelphia es el estándar para la máxima intensidad de la sensación grasa. Las demás muestras se lograron ordenar correctamente, de tal manera que fue necesaria la aclaración del error cometido. Las referencias empleadas y los resultados para esta prueba se muestran en la Tabla 4.1.1.8.

Tabla 4.1.1.8. Resultados para la prueba de ordenación de la sensación grasa

Muestra	Manzana Verde (Granny Smith)	Queso Cotija (La Esmeralda, S.A. de C.V.)	Queso Panela (La Esmeralda, S.A. de C.V.)	Mantecadas sabor vainilla (Gpo Bimbo S.A. de C.V.)	Queso Doble Crema (La Esmeralda, S.A. de C.V.)	Mantequilla Chipilo (Unifoods S.A. de C.V.)	Queso Philadelphia (Kraft Foods de México, S. de R.L de C.V.)
Orden real	1	3	2	4	5	6	7
% Ordenaciones correctas	100	40	60	40	66.6	13.3	13.3

La ordenación del olor agrio también presentó complejidad para los jueces, esto se debió a que en concentraciones más bajas al 2.5%, los jueces pudieron percibir la presencia de la nota, sin embargo, no fueron capaces de encontrar diferencia en la intensidad de las mismas lo que ocasionó una ordenación incorrecta. (Tabla 4.1.1.9).

Tabla 4.1.1.9. Resultados para la prueba de ordenación del olor agrio

Concentración % (v/v) ácido láctico	0	0.2	0.6	1.2	2.5	85
Orden de la muestra	0	1	2	3	4	5
% Ordenaciones correctas	33,3	33,3	40	13,3	53,3	73,3

Otro factor que pudo influir en la evaluación fue que los jueces no estaban familiarizados con diferentes concentraciones del olor agrio y por ello sólo fueron capaces de discriminar muestras claramente diferentes, es decir, concentraciones muy bajas o muy fuertes. Pero no pueden detectar pequeñas diferencias en las concentraciones intermedias evaluadas.

EMPLEO DE ESCALAS

Para evaluar el empleo de las escalas se evaluó el queso doble crema Chiapas. Los resultados se muestran en la tabla 4.1.1.10. Los resultados obtenidos permitieron confirmar que los jueces emplearon todos los puntos de escala y que no era necesario modificarla. Sin embargo, se observaron CV mayores a 40%, que muestran la falta de entrenamiento del panel, ya que cada participante utilizó una escala innata de evaluación.

Además, estos resultados también mostraron la dificultad en la evaluación de atributos como color, brillo, humedad, cohesividad y dureza entre otros (CV mayores a 40%, marcados en negritas).

Para continuar con el entrenamiento se introdujo el uso de referencias y se realizó una evaluación por atributo, para poder ayudar a los jueces a anclar los puntos de la escala para hacer la evaluación más sencilla y homogénea.

Tabla 4.1.1.10. Primera evaluación utilizando la escala propuesta

Muestra QUESO DOBLE CREMA CHIAPAS				
Clave 890				
Atributo	Descriptor	Promedio	Desv.Std.	CV
APARIENCIA	Color	3.5	1.6	45.6
	Homogeneidad del color	6.2	2.3	37.1
	Brillo	1.9	1.4	73.0
	Granulosidad	6.1	1.8	29.7
	Humedad	3.4	1.9	56.8
	Uniformidad de la muestra	5.3	2.2	40.8
	Estructura del queso	3.9	1.8	46.7
OLOR	Agrio	6.3	1.9	31.1
	Intensidad	5.5	1.8	34.1
TEXTURA	Aspereza superficial	5.3	1.2	23.3
	Fracturabilidad (quebradizo)	6.7	1.9	30.0
	Desmoronabilidad	7.8	1.2	15.4
	Dureza	2.7	1.1	41.5
	Cohesividad	3.4	2.0	59.3
	Adhesivo	3.3	2.4	74.1
	Granulosidad	3.6	2.3	64.1
	Humedad	4.1	1.6	40.5
	Masticabilidad	3.8	2.3	61.4
	Sensación grasa	2.9	1.8	60.6
SABOR	Salado	6.3	1.3	20.4
	Agrio	7.2	1.5	21.0
	Astringente	4.4	2.4	55.8
	Intensidad	7.0	1.4	21.0

Una vez que se realizaron las pruebas mencionadas cuyos resultados permitieron conocer que con que tipo de jueces se iba a trabajar y las necesidades que tenían, se prosigió con el entrenamiento.

Como primera actividad de este proceso, se escogieron las referencias que permitieran anclar los diferentes puntos de las escalas para cada atributo.

ANCLAJE DE LAS ESCALAS

Los estándares empleados en estas pruebas aparecen en el apartado de materiales y métodos.

ATRIBUTOS DE APARIENCIA

Los resultados de la evaluación de la apariencia durante el anclaje de las escalas se resumen en la Tabla 4.1.1.11. En general, los resultados reflejan que los jueces fueron capaces de distinguir que las muestras presentaban características diferentes ya que los promedios de evaluación de éstas indican las distintas intensidades. Por ejemplo, para el color el queso Chiapas fue evaluado en 1.1, el Cotija en 3.8, el Manchego en 8.4 y el Roquefort en 5.5, es decir, están ubicados en diferentes puntos de la escala.

Tabla 4.1.1.11. Resultados obtenidos de la evaluación de apariencia con estándares

ATRIBUTO	Color	Homogeneidad del color	Brillo	Granulosidad	Humedad	Uniformidad	Estructura
MUESTRA QUESO CHIAPAS							
PROMEDIO	1.1	8.9	1.2	5.1	4.6	5.2	5.5
DESVIACION ESTANDAR	0.3	0.3	0.4	1.4	1.3	1.9	1.6
CV	23.4	3.8	35.9	27.8	27.8	36.9	29.4
MUESTRA QUESO COTIJA							
PROMEDIO	3.8	7.9	2.2	7.4	3.7	7.5	4.8
DESVIACION ESTANDAR	1.2	1.7	1.1	1.0	0.9	1.1	2.0
CV	32.3	22.2	51.7	13.2	25.5	15.3	41.2
MUESTRA QUESO MANCHEGO DE 3 LECHES							
PROMEDIO	8.4	7.6	6.0	3.0	4.2	3.4	8.2
DESVIACION ESTANDAR	0.9	1.5	1.8	1.5	2.0	1.9	2.0
CV	10.4	19.1	29.6	49.7	47.0	55.3	24.4
MUESTRA QUESO ROQUEFORT							
PROMEDIO	5.5	1.3	3.2	7.2	4.2	7.9	1.8
DESVIACION ESTANDAR	1.3	0.6	1.6	1.4	1.7	0.9	1.2
CV	23,9	45,1	49,2	22,7	41,7	11,3	68,0

El queso mejor evaluado fue el queso doble crema de Chiapas ya que presenta los coeficientes de variación más bajos. Este queso fue el primero en evaluarse, por tanto se creía que los quesos evaluados con posterioridad tendrían CV menores a de este, ya que los jueces estarían más familiarizados con el procedimiento de evaluación.

Sin embargo, es importante notar que todavía era necesario seguir con el entrenamiento, ya que existían CV mayores a 20% lo que es indicativo de dispersión entre las evaluaciones de los jueces.

ATRIBUTOS DE OLOR

En este caso, se detecta mayor homogeneidad en la evaluación de este atributo (Tabla 4.1.1.12), ya que los CV para las 3 muestras fueron menores a 40. De la misma forma que para el atributo de apariencia, existe un mejor desempeño de los jueces en la evaluación del queso Chiapas ya que los CV fueron menores a 20. Aunque fue preciso seguir el entrenamiento con los jueces que más se alejaron del valor dado por el grupo para lograr el objetivo de tener CV menores a 20.

Tabla 4.1.1.12. Resultados obtenidos de la evaluación del olor con estándares

QUESO	CHIAPAS		COTIJA		MANCHEGO 3 LECHES	
	Nota agria	Intensidad	Nota agria	Intensidad	Nota agria	Intensidad
PROMEDIO	7,2	7,7	6,8	6,3	5,8	6,0
DE	1,1	1,0	1,9	2,1	2,2	1,9
CV	15,4	13,5	27,4	33,3	37,8	31,3

ATRIBUTOS DE TEXTURA

Los resultados para los atributos de textura táctil (aspereza, fracturabilidad y desmoronabilidad) (Tabla 4.1.1.13) nos permiten observar que éstos no fueron evaluados con la homogeneidad esperada ya que los coeficientes de variación no sólo fueron más grandes que los obtenidos con anterioridad (tabla 4.1.10), sino que son cercanos o superiores a 40. Lo que obliga a emplear estándares en las siguientes evaluaciones de textura táctil.

También, se pudo observar que el queso manchego presentó mayor dificultad en su evaluación, pues es en esta evaluación donde se presentan los coeficientes de variación más grandes para cada atributo.

Tabla 4.1.1.13. Resultados de la evaluación de textura táctil sin estándares

ATRIBUTO	Aspereza	Fracturabilidad	Desmoronabilidad
Queso Chiapas			
PROMEDIO	3.4	6.7	6.7
DE	1.7	2.3	2.1
CV	49.6	34.1	31.8
Queso Manchego 3 Leches			
PROMEDIO	2.7	5.3	3.0
DE	1.9	2.2	1.8
CV	69.3	42.1	61.3

Para el caso de la textura en boca (Tabla 4.1.1.14), se nota una disminución en los coeficientes de variación en relación a los obtenidos en la evaluación sin referencias (Tabla 4.1.10), lo que permite observar que el uso de estándares, una vez más, permitió a los jueces relacionar una sensación con un estímulo de intensidad conocida. Así, se mejoró la percepción de un concepto y la evaluación de los jueces, siendo la dureza y cohesividad en el queso Manchego, y la adhesividad y sensación grasa en el queso Chiapas los atributos mejor evaluados (bajos CV), mientras que los atributos que presentan mayor complejidad en su evaluación fueron la masticabilidad y la granulosis.

Tabla 4.1.1.14. Resultados de la evaluación de textura en boca con estándares

ATRIBUTO	Dureza	Cohesividad	Adhesividad	Granulosis	Húmedad	Masticabilidad	Sensación Grasa
MUESTRA QUESO CHIAPAS							
PROMEDIO	2.53	5.26	5.51	4.77	3.64	3.04	5.32
DE	0.84	1.97	1.43	2.23	1.41	1.68	1.65
CV	33.0	37.4	25.9	46.8	38.7	55.3	30.9
MUESTRA QUESO MANCHEGO DE 3 LECHES							
PROMEDIO	3.11	5.82	4.89	4.36	4.23	3.81	4.82
DE	0.84	1.63	1.94	2.06	1.57	2.08	1.86
CV	26.9	28.0	39.7	47.2	37.2	54.5	38.6

Aunque existe una mejoría en la evaluación de los jueces, ninguno de los CV obtenidos se reduce a un valor menor de 20, lo que es indicativo de que los jueces requieren seguir con el entrenamiento.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la textura táctil en el queso Cotija (Tabla 4.1.1.15a), se puede ver que con el uso de estándares para cada uno de los atributos de textura táctil se logra disminuir el CV, principalmente para la desmoronabilidad.

Tabla 4.1.1.15 a. Resultados de la evaluación de textura táctil en queso Cotija

ATRIBUTO	Aspereza	Fracturabilidad	Desmoronabilidad
PROMEDIO	5.80	5.31	7.31
DE	1.86	2.19	1.47
CV	32.1	41.2	20.1

Para mejorar los resultados de la evaluación de textura en boca se utilizaron nuevos estándares (apartado de materiales y métodos). Los resultados de esta evaluación de queso Cotija (Tabla 4.1.1.15b) permiten observar que los

cambios realizados en los estándares de *textura en boca* permitieron disminuir el CV para el caso de la *masticabilidad*. El caso contrario se presenta para la *adhesividad* pues se percibe un aumento considerable en el CV, que puede ser causado por confusión al introducir la nueva referencia o bien por las características de la muestra evaluada.

Tabla 4.1.1.15 b. Resultados de la evaluación de textura en queso Cotija

Atributo	Dureza	Cohesividad	Adhesividad	Granulosidad	Húmedad	Masticabilidad	Sensación Grasa
Promedio	3.03	3.30	4.08	6.33	2.63	4.86	4.13
Desviación Estándar	0.75	2.23	2.40	2.46	0.90	1.98	2.00
CV	24.8	67.7	58.8	38.9	34.2	40.8	48.5

Se cree que es este último factor lo que influyó en la evaluación ya que el queso Cotija es un queso muy seco, lo que puede provocar que se altere la percepción de la adhesividad. De igual forma pudo influir que algunos jueces evaluaban la adhesión al paladar y otros entre las muelas, y en esta última evaluación se unificó la evaluación entre las muelas.

ATRIBUTOS DE SABOR

Los resultados (tabla 4.1.1.16) indican que el atributo de astringencia presenta una gran dificultad cuando es evaluada en quesos mostrando CV mayores de 40, ya que la evaluación de la nota agria pudo realizarse de forma similar por los jueces en el queso Chiapas y Cotija, mientras que en el queso Manchego se dificultó su evaluación por tratarse de un queso de sabor fuerte. Lo anterior indica que la evaluación de las distintas notas de sabor está relacionada con otras sensaciones percibidas en boca.

Tabla 4.1.1.16. Resultados de la evaluación de sabor con estándares

ATRIBUTO	Nota agria	Nota salada	Astringencia	Intensidad
Queso Cotija				
PROMEDIO	5.4	7.2	4.5	6.3
DESVIACION ESTANDAR	2.0	1.8	2.3	1.5
CV	37.2	25.4	50.5	23.1
Queso Manchego de 3 leches				
PROMEDIO	3.4	2.7	2.5	5.4
DESVIACION ESTANDAR	2.0	1.4	1.4	2.2
CV	58.5	49.4	54.9	40.5
Queso Chiapas				
PROMEDIO	7.1	5.6	4.5	6.6
DESVIACION ESTANDAR	1.4	2.2	1.9	1.3
CV	19.8	39.3	41.0	20.3

Una vez ancladas las escalas, se comprobó que fueran empleadas de manera correcta por el panel, para ello, al terminar el período de entrenamiento se llevó a cabo la evaluación de muestras de queso Cheddar (Joseph Farms) y Parmesano (Virgilio) para comprobar que los panelistas fueran capaces de determinar la diferencia entre estos y el queso Cotija. De esta evaluación se obtuvieron resultados positivos (tabla 4.1.1.17) que permitieron comprobar que el entrenamiento fue exitoso.

Tabla 4.1.1.17. Resultados de la evaluación de diferentes quesos madurados

ATRIBUTO	QUESO PARMESANO	QUESO CHEDDAR	QUESO COTIJA ***
Color	6.5	N.A.	3.2
Homogeneidad del color	5.5	8.3	7.6
Brillo	4.1	5.0	3.4
Granulosidad visual	2.6	1.0	7.1
Humedad visual	3.9	5.2	3.4
Uniformidad	2.9	1.2	6.7
Estructura	7.4	7.6	3.6
Nota agria de olor	3.3	1.6	5.4
Intensidad del olor	4.3	2.9	5.8
Aspereza	2.6	1.2	6.5
Fracturabilidad	2.3	3.0	6.3
Desmoronabilidad	3.1	1.4	7.2
Dureza	6.2	2.4	3.7
Cohesividad	4.2	7.9	3.4
Adhesividad	5.1	6.5	5.6
Granulosidad	4.9	8.2	3.6
Humedad	4.1	5.1	3.4
Masticabilidad	4.9	4.5	3.9
Sensación Grasa	3.9	5.0	3.3
Nota agria de sabor	3.1	2.0	3.3
Nota salada de sabor	2.1	1.9	3.4
Astringencia	2.5	1.2	3.1
Sabor a queso Cotija	2.6	1.2	6.9
Intensidad de Sabor	4.1	3.6	5.8

*Promedio de la calificación otorgada por los 13 panelistas

**N.A. El color del queso Cheddar se salió de la escala establecida para este atributo

***Queso Cotija auténtico proveniente del municipio de Cotija e identificado en este estudio como Cotija-4

Así mismo, estos resultados nos permiten observar que las características que diferencian claramente al queso Cotija del resto son: granulosidad visual, uniformidad, aspereza, fracturabilidad, desmoronabilidad, gusto salado, astringencia, sabor a queso Cotija e intensidad de sabor, atributos que se

encuentran en mayor intensidad en este queso; mientras que la estructura, la granulosidad en boca y humedad, son los que están en menor intensidad, aunque también permiten diferenciarlo de los quesos Parmesano y Cheddar.

Cabe señalar que se logró el objetivo de que existiera un coeficiente de variación cercano a 20%. Para los atributos de: homogeneidad del color, granulosidad visual, fracturabilidad, aspereza y sabor Cotija; el coeficiente de variación tuvo un valor menor a 15% en las evaluaciones de las muestras de queso Cotija (figuras 4.1.1.1 a 4.1.1.4).

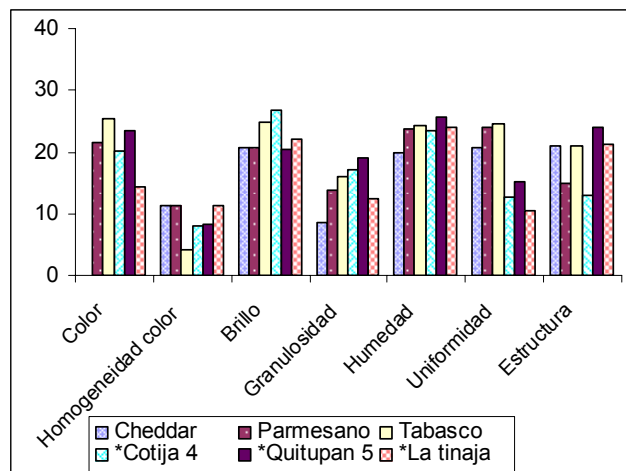


Figura 4.1.1.1. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de apariencia de diferentes quesos

*Muestras de Queso Cotija auténtico

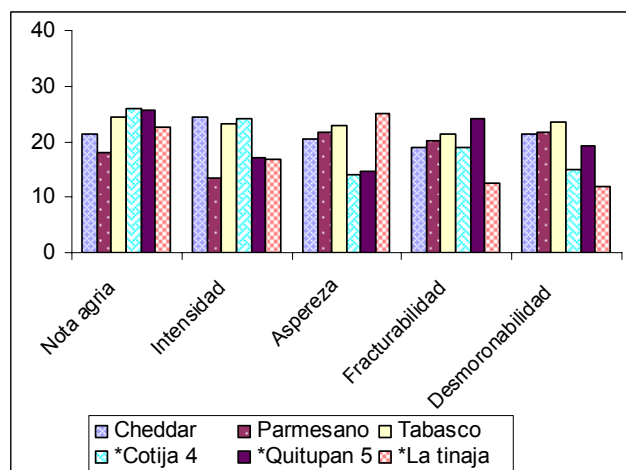


Figura 4.1.1.2. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de olor y textura táctil de diferentes quesos

*Muestras de Queso Cotija auténtico

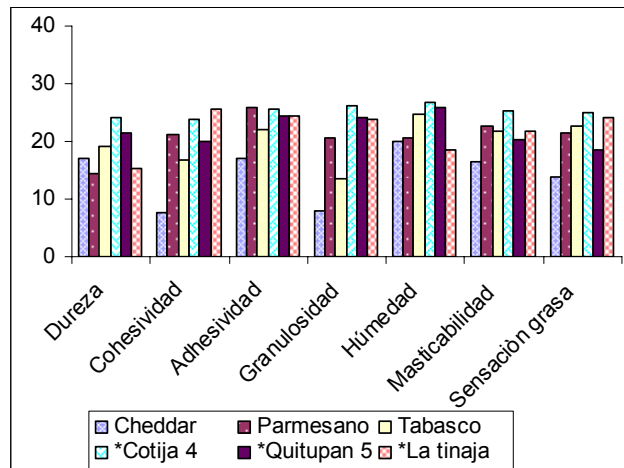


Figura 4.1.1.3. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de textura en boca de diferentes quesos
*Muestras de Queso Cotija auténtico

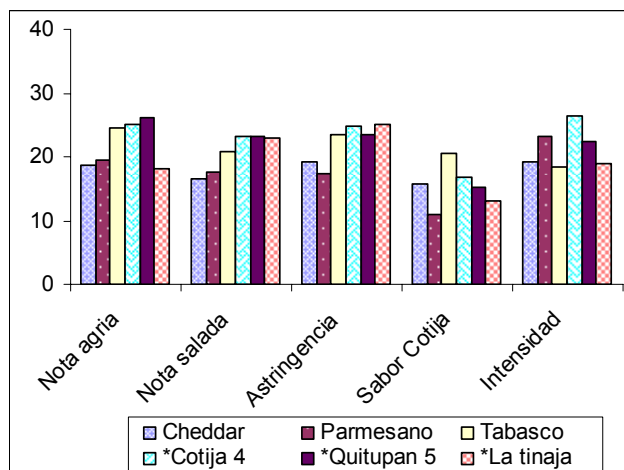


Figura 4.1.1.4. Coeficientes de variación obtenidos de la evaluación de sabor de diferentes quesos
*Muestras de Queso Cotija auténtico

4.1.2. EVALUACIÓN DE QUESO COTIJA POR UN PANEL ENTRENADO

A excepción de la muestra de origen de Quitupan, Jalisco producida por el Sr. Rafael Torres Cortez, ya que después del período de almacenamiento la muestra presentaba contaminación por hongos, las muestras de queso Cotija auténtico fueron evaluadas por duplicado por todos los panelistas (figuras 4.1.2.2-4.1.2.8) con la finalidad de evaluar la reproducibilidad de los perfiles sensoriales. En todas ellas se comprobó que no existe diferencia significativa entre los dos perfiles obtenidos para cada muestra, lo que confirma la reproducibilidad en la evaluación de los jueces y permite considerar la 26 réplicas (13 de cada evaluación) para llevar a cabo el análisis estadístico de las mismas.

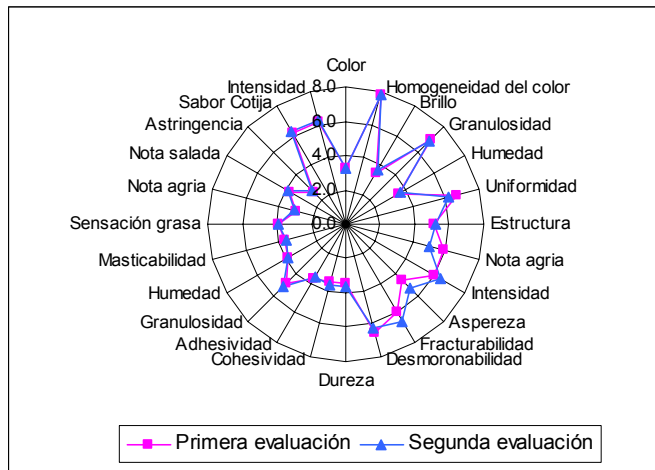


Figura 4.1.2.2. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Quitupan, Jalisco

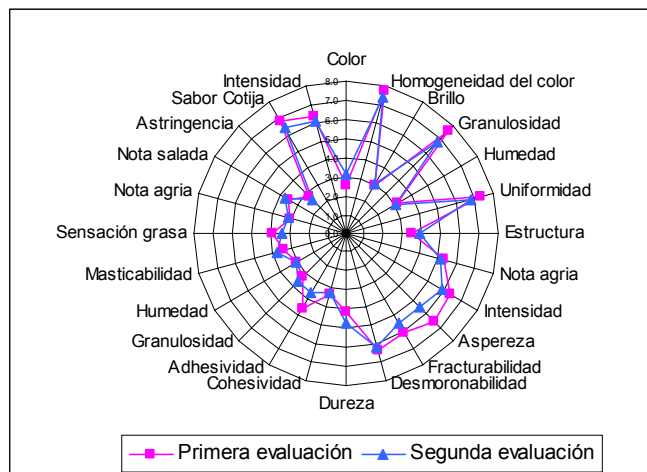


Figura 4.1.2.3. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Tocuambo, Michoacán

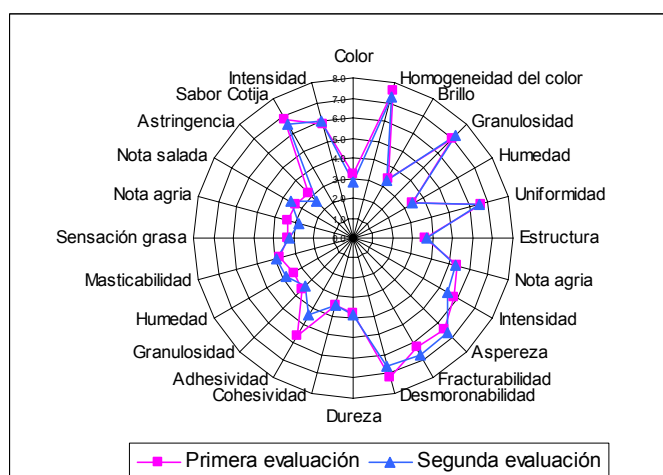


Figura 4.1.2.4. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Cotija, Michoacán

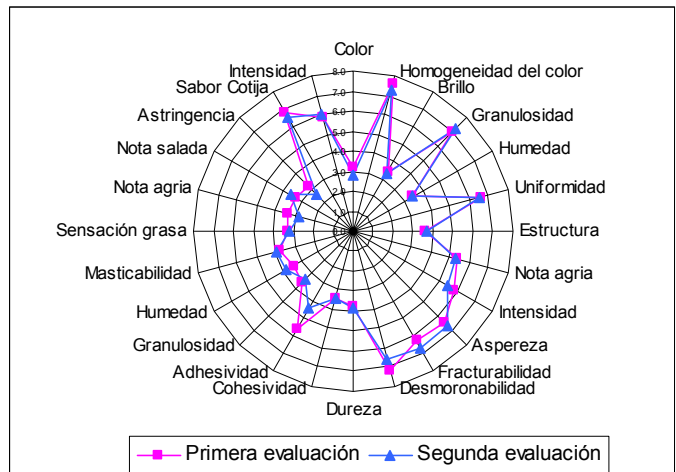


Figura 4.1.2.5. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Quitupan, Jalisco

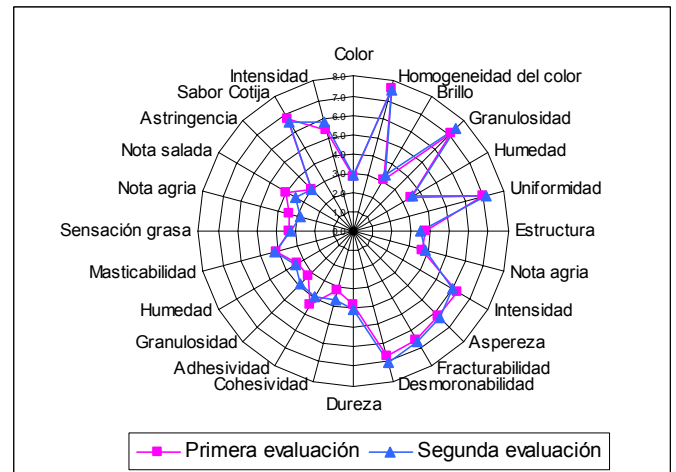


Figura 4.1.2.6. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Sta María del Oro, Jalisco

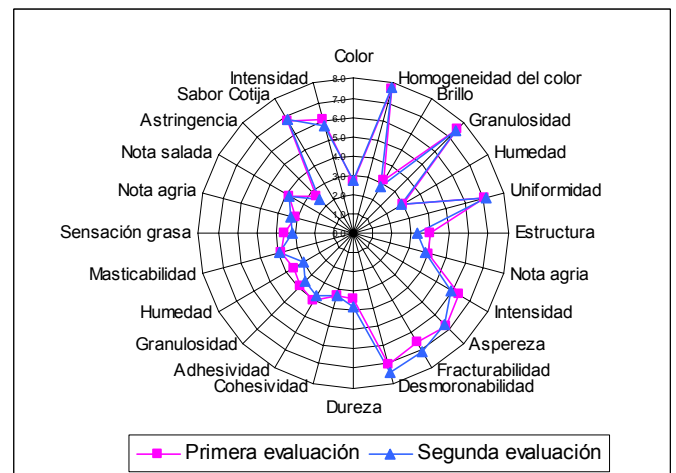


Figura 4.1.2.7. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de Cotija, Michoacán

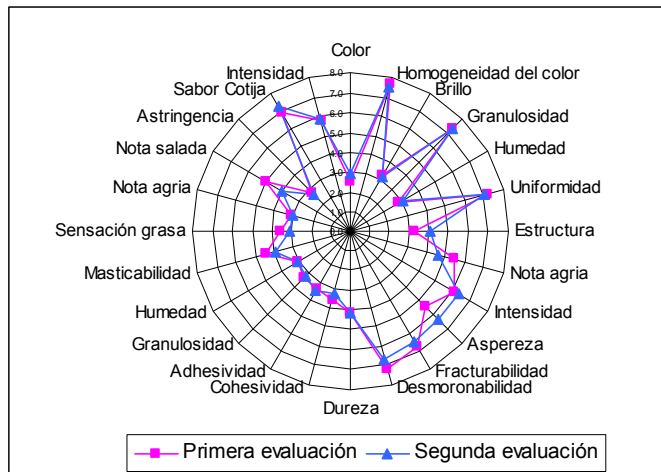


Figura 4.1.2.8. Perfiles obtenidos para el queso Cotija proveniente de La Tinaja, Michoacán

4.1.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS QUESOS COTIJA AUTÉNTICOS

Así mismo, se compararon estos perfiles con los obtenidos para el queso Tabasco y Chiapas, ya que los dos son de origen artesanal, con un procedimiento de elaboración muy semejante al del Cotija a diferencia de que no se emplea estrictamente leche de vacas alimentadas por el método de libre pastoreo y de los meses de julio y agosto. Además, de que el queso Chiapas es del tipo doble crema, lo que los vuelve una buena referencia de comparación.

Atributos de apariencia

En general, se observó que los jueces pudieron establecer una clara diferencia entre los quesos de Tabasco y Chiapas de los quesos Cotija para todos los atributos de apariencia, lo que indica que el panel fue capaz discriminar entre muestras con características sensoriales diferentes. Así mismo, los jueces fueron capaces de discriminar pequeñas diferencias entre las distintas muestras de queso Cotija para la mayoría de los atributos evaluados.

Color

Se evaluaron 7 atributos de apariencia en orden de importancia y aparición, de entre los cuáles el que más destaca es el color del queso. Los resultados (figura 4.1.3.1) nos permitieron observar que los quesos tipo Cotija, se perciben como más amarillos ya que tuvieron un valor promedio de 2.9 mientras que los de Tabasco y Chiapas estuvieron entre 1 y 1,5.

Los resultados muestran que los jueces no solo fueron capaces de evaluar las diferencias en la intensidad de color de muestras claramente diferentes, sino que, lograron cuantificar y discriminar diferencias entre muestras parecidas como son las distintas muestras de queso Cotija; dentro de estas, Quitupan-1 fue la más oscura.

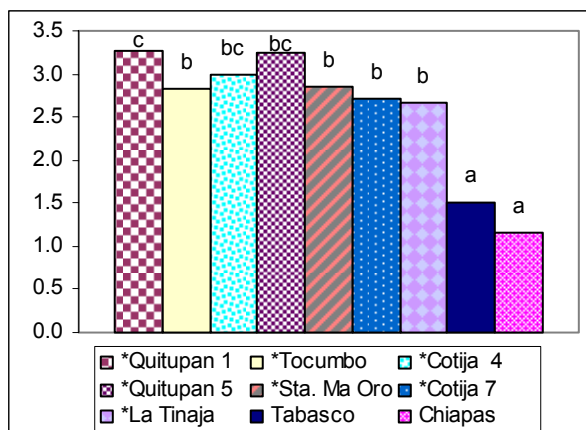


Figura 4.1.3.1. Intensidad de color evaluada sensorialmente

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Homogeneidad del color

Los resultados del atributo de homogeneidad del Color (figura 4.1.3.2) muestran que no se encontró diferencia entre las muestras de queso Cotija. Si consideramos que la escala para evaluar este atributo fue de heterogéneo a homogéneo, podemos observar que la calificación dada a los quesos Cotija fue baja (7.6 en promedio) comparada con la del queso Tabasco y Chiapas (8.7), debido a que las primeras tenía una corteza que de color café, lo que las hacía menos homogéneas.

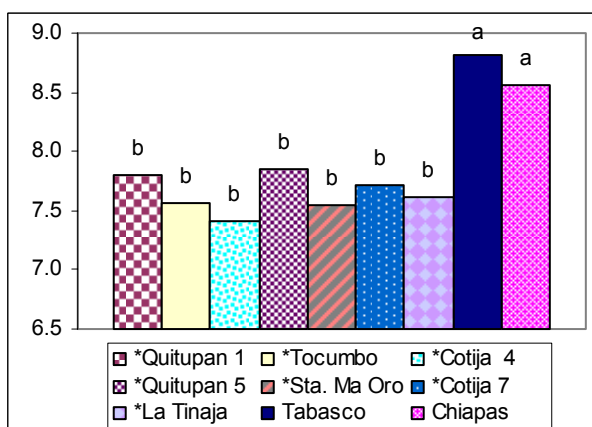


Figura 4.1.3.2. Homogeneidad de color evaluada sensorialmente

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Brillo y Humedad

Las calificaciones bajas otorgadas por el panel para los atributos de humedad (escala de seco a húmedo) y brillo (escala de opaco a brillante) (figuras 4.1.3.3 y 4.1.3.4) permiten decir que el queso tipo Cotija es seco y opaco.

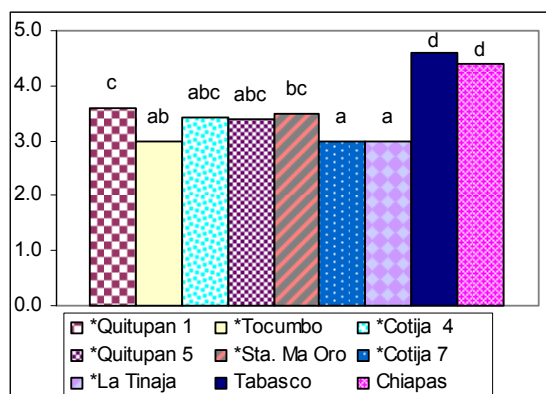


Figura 4.1.3.3. Evaluación sensorial de la Humedad visual

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Se obtuvieron algunas diferencias significativas entre las muestras de queso Cotija que permiten distinguir dos del resto del grupo, éstas son Quitupan-1, que es considerada como la de mayor contenido de humedad y brillo, y la proveniente del municipio de Cotija-7, reconocida como la más seca y opaca.

Cabe mencionar que, si bien hay concordancia entre la evaluación de la humedad y del brillo, los jueces calificaron menor el brillo con respecto a la humedad para la mayoría de los casos, lo que puede indicar que la percepción del brillo se ve más afectada por una disminución en el contenido de humedad. Así mismo, se puede ver que la evaluación del brillo permitió discriminar mejor entre muestras que la evaluación de la humedad.

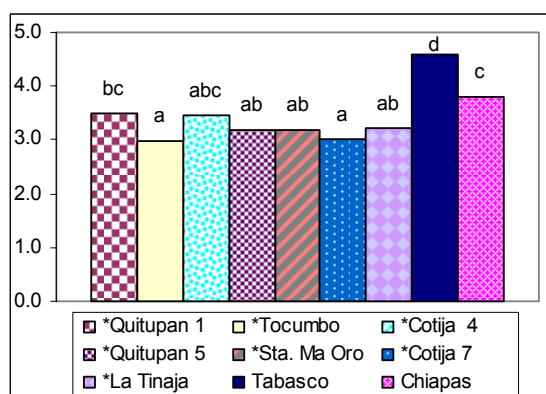


Figura 4.1.3.4. Evaluación sensorial del Brillo

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Granulosidad

Otro de los atributos evaluados fue la granulosidad de las muestras (figura 4.1.3.5). Se encontró que la pasta del queso Cotija es cerrada en la pieza completa, pero al momento del corte, se puede observar el tamaño de los granos formados durante el corte la cuajada, de tal manera que los panelistas consideraron importante la evaluación de la granulosidad al corte dentro de los atributos de apariencia. Todas las muestras de queso Cotija mostraron una alta granulosidad (valores superiores a 7).

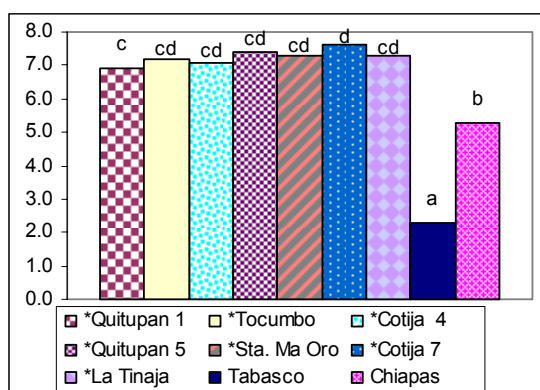


Figura 4.1.3.5. Evaluación de la granulosidad

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

La granulosidad no sirvió para la diferenciación de muestras de queso Cotija según la región de origen, a excepción de dos muestras (Quitupan-1 y Cotija-7).

Uniformidad

Gracias a los resultados obtenidos de la evaluación de la uniformidad (figura 4.1.3.6) se observó que todas las muestras de queso Cotija tienden hacia lo agrietado ya que los valores obtenidos para este atributo son superiores a 6.

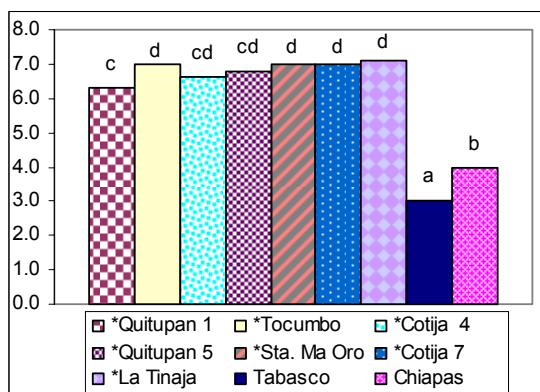


Figura 4.1.3.6. Evaluación de la uniformidad

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Se observan las mismas tendencias que en el caso de la granulosidad, así la muestra que recibió una menor calificación fue la de Quitupan – 1, y entre los más uniformes se encuentra la muestra de Cotija – 7.

Estructura interna

Por último se evaluó la estructura interna de los quesos. Aunque esta evaluación no permite establecer diferencias entre la mayoría de las muestras de queso Cotija (figura 4.1.3.7), si permite observar que la muestra Quitupan – 1 posee una estructura menos amorfa que el resto, ya que fue calificada en la parte media de la escala (5). La razón de esta diferencia puede deberse a que el contenido de humedad es mayor (39.9%) en relación a las demás muestras de queso Cotija estudiadas que presentan un contenido de humedad entre 37 y 31% (Hernández, 2006).

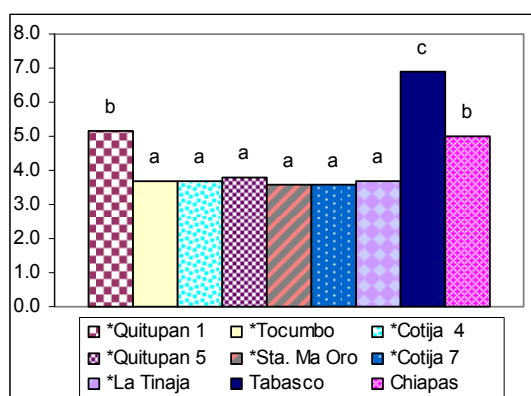


Figura 4.1.3.7. Evaluación de la estructura interna de los quesos

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Atributos de olor

En relación a las diferencias encontradas en las muestras evaluadas (figuras 4.1.3.8 y 4.1.3.9), se observó que los quesos Cotija tuvieron mayores calificaciones que los quesos Tabasco y Chiapas para la nota agria y la intensidad de olor. La etapa de maduración de los quesos, que permite acentuar el olor de los quesos en comparación a los quesos frescos, se puso de manifiesto en la evaluación de estos atributos ya que el panel logró diferenciar el queso Tabasco y el Chiapas del queso Cotija, que aunque se trataban de muestras muy parecidas a éste no tienen un período de maduración. Además, otro factor que influyó en este resultado, fue la distinta microbiota presente en los tipos de quesos antes mencionados (Zúñiga, 2006)

Nota agria

Para el caso de la nota agria (figura 4.1.3.8), se puede observar que, de manera general no es un atributo que permita discriminar entre las muestras de queso Cotija, sin embargo, existen dos muestras en las que la intensidad es claramente menor al resto, Santa María del Oro y Cotija-7. Además se puede considerar a esta nota como fundamental en el perfil de aroma del queso Cotija, ya que es percibida en intensidades altas (4-5.5) para un alimento.

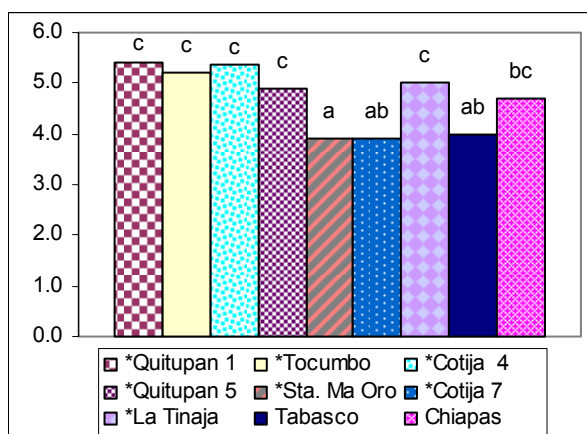


Figura 4.1.3.8. Intensidad de la nota agria en quesos

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Intensidad del olor

En cuanto a la intensidad del estímulo global de olor se puede ver que no hay diferencias para ninguna de las muestras de queso Cotija (figura 4.1.3.9) sin importar su lugar de elaboración, de esta forma se observa que presentan una intensidad aromática que fue percibida por los jueces con la misma intensidad.

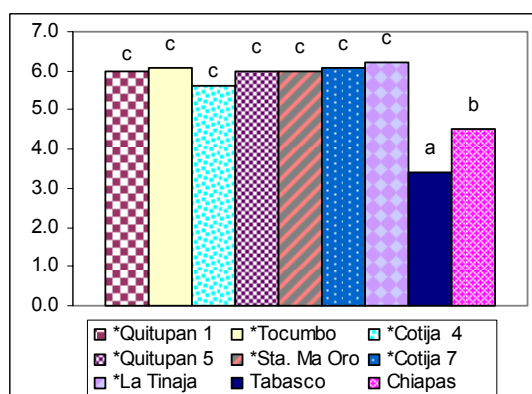


Figura 4.1.3.9. Intensidad del Olor

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

A pesar de que el queso Cotija es sometido a una etapa de maduración larga, lo cual presumiblemente genera una gran cantidad de compuestos aromáticos, sólo fueron necesarios dos descriptores aromáticos (nota agria e intensidad) para caracterizar el olor del queso. Según Chamorro (2002) las razones por las que otros compuestos no contribuyan algunas veces de manera importante al olor son:

- La alta intensidad de la nota agria los enmascara.
- La grasa, que se encuentra en una concentración importante, funciona como un disolvente de los compuestos aromáticos, que dificulta su percepción.
- La concentración de estos compuestos en el queso es menor a su concentración umbral de percepción.

Otro factor destacable del olor del queso Cotija es que se empleó el término “agrio” y no “ácido” ya que esta nota es originada por ácido láctico y por tanto resultó más apropiado emplear el primero.

Atributos de textura táctil

El panel encontró mayor similitud entre los quesos de Tabasco y Chiapas con el queso Cotija para los atributos de textura táctil, a excepción de la aspereza siendo menos ásperos que las muestras de Queso Cotija.

Para el caso de la desmoronabilidad no es posible establecer una diferencia significativa entre el queso Chiapas y algunas muestras de queso Cotija (Cotija-4, Santa María del Oro y La Tinaja). En base a la fracturabilidad no es posible diferenciar a ninguno de los dos quesos, ya que no existen diferencias significativas entre la muestra de queso Cotija menos fracturable (Quitupan-5) y la muestra de Tabasco, y el queso Chiapas no es diferenciable de la muestra de Tocumbo.

Aspereza táctil

La aspereza táctil para las muestras de queso Cotija fue evaluada entre 5 y 6.7 (figura 4.1.3.10) por lo que se considera un tipo de queso áspero al tacto. Los panelistas percibieron a la muestra de Quitupan – 1 como la más lisa de las muestras de queso Cotija, teniendo concordancia con la evaluación de los

atributos de apariencia de granulosis, uniformidad y estructura, lo que nos permite ver que la estructura de este queso es más homogénea.

Así mismo, se puede observar que existe clara diferencia entre la percepción de la muestra de Tabasco y la de Chiapas en comparación con las muestras de queso Cotija. La evaluación de estos en 2 y 3 respectivamente refleja que son quesos lisos y poco ásperos.

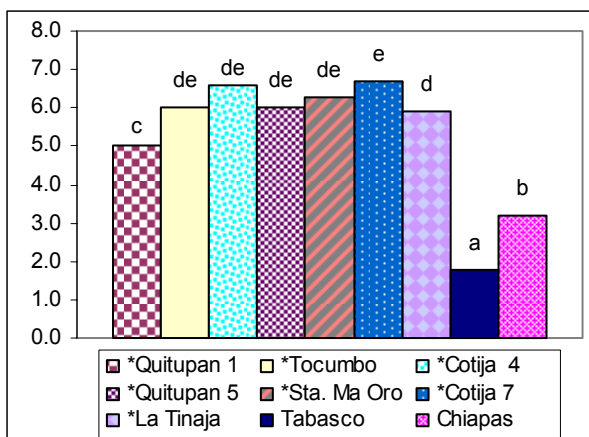


Figura 4.1.3.10. Evaluación de la aspereza táctil

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Fracturabilidad y Desmoronabilidad

Las muestras de queso Cotija fueron percibidas como altamente fracturables y desmoronables (figuras 4.1.3.11 y 4.1.3.12), características importantes para este tipo de quesos.

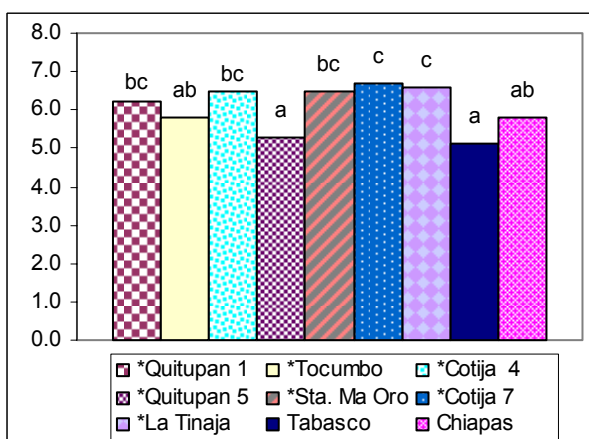


Figura 4.1.3.11. Evaluación de la fracturabilidad táctil

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

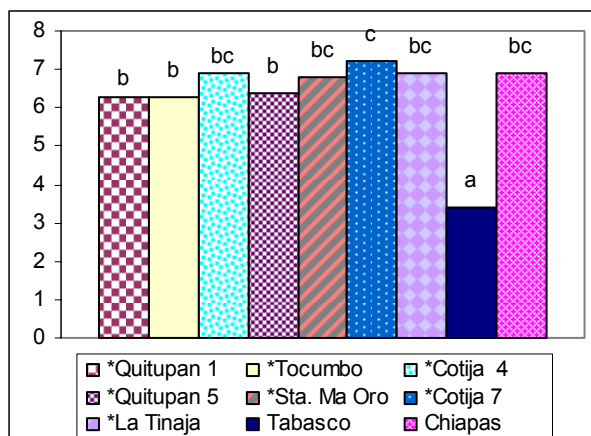


Figura 4.1.3.12. Evaluación de la desmoronabilidad táctil

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Aunque coincide que la muestra más fracturable también es la más desmoronable y que la menos fracturable es una de las menos desmoronables, es notorio que los quesos son considerados aún más desmoronables que fracturables. Ya que los quesos recibieron una calificación entre 6.5 y 7.5 para la desmoronabilidad, mientras para la fracturabilidad las calificaciones otorgadas oscilan entre 5.5 y 6.5.

Atributos de textura en boca

El panel logró establecer diferencias claras entre el queso Chiapas y el queso Tipo Cotija para todos los atributos de textura en boca. Sin embargo, para el queso Tabasco, existieron tres atributos en donde no fue posible determinar una diferencia significativa entre este queso y el queso Cotija: Dureza, Masticabilidad y Sensación Grasa.

Dureza

La dureza fue uno de los atributos donde el panel encontró mayor diferencia entre las muestras de queso Cotija (figura 4.1.3.13). Aunque, aparentemente parezca que el queso Cotija es blando gracias a las calificaciones que le dieron los jueces a las muestras (de 3.5 a 4.5), no se debe olvidar que el punto 7 de la escala fue anclado con zanahoria como referencia, por lo que estos valores realmente representan una intensidad media de dureza. Cabe mencionar que la muestra más dura fue la fabricada en Tocumbo y se logra diferenciar claramente del resto de las muestras de queso Cotija.

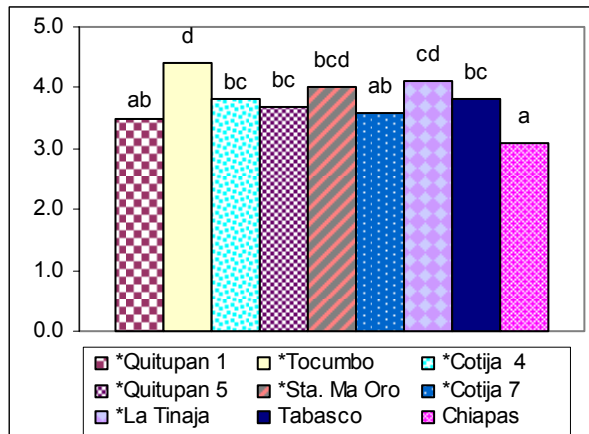


Figura 4.1.3.13. Evaluación de la dureza sensorial

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

La similitud entre la dureza de los quesos Tabasco y las muestras de Quitupan-2 y Cotija-4 pueden que no sean debidas a diferencias en el proceso de elaboración de estos quesos, sino que es consecuencia de la forma de presentación del queso Tabasco que es recubierto con cera lo que le imparte firmeza a la pasta.

Cohesividad

Como se puede observar en la figura 4.1.3.14, no se encontró diferencia significativa entre las muestras de queso Cotija a partir de la evaluación de este atributo, así mismo todas las muestras tienen una cohesividad media baja situación que se ve reflejada en que la evaluación de los jueces fue muy cercana a 3.5.

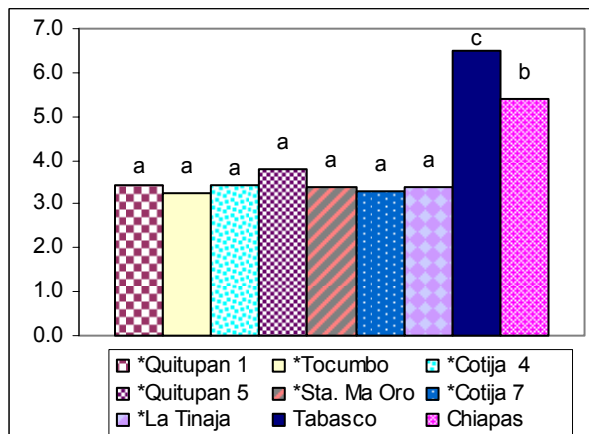


Figura 4.1.3.14. Evaluación de la Cohesividad en boca

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Granulosidad

La evaluación de la granulosidad de los quesos resultó más discriminativa al realizarse en la boca que simplemente una evaluación visual, pues dicha inspección visual sólo da una idea de la intensidad de los parámetros de textura.

A excepción de la muestra Quitupan–1, que una vez más fue percibida como la muestra de pasta más homogénea, para el resto de las muestras de queso Cotija, los granos fueron percibidos de manera más intensa durante el proceso de masticación (figura 4.1.3.15). De ahí que la muestra de Quitupan–1 haya sido evaluada con una intensidad de 5, mientras que el resto tuvieron una intensidad entre 3.2-4.1.

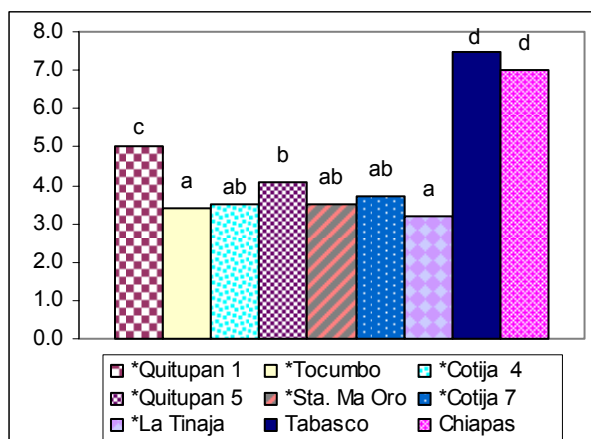


Figura 4.1.3.15. Evaluación de la granulosidad en boca

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Adhesividad

El queso Cotija a pesar de tener un alto contenido de grasa (20.5 – 31.3%), no fue considerado adhesivo por el panel (figura 4.1.3.16) ya que el promedio de intensidad para este atributo fue de 4. En general, el panel no logra discriminar entre las muestras de queso tipo Cotija, a excepción de la muestra de Cotija-4 que es percibida como la más adhesiva (intensidad de 5), la cual, se ha comprobado fisicoquímicamente (Hernández, 2006) que es la de mayor contenido de grasa (31.3%) en comparación con las demás muestras de queso Cotija evaluadas (20.5-29.8%).

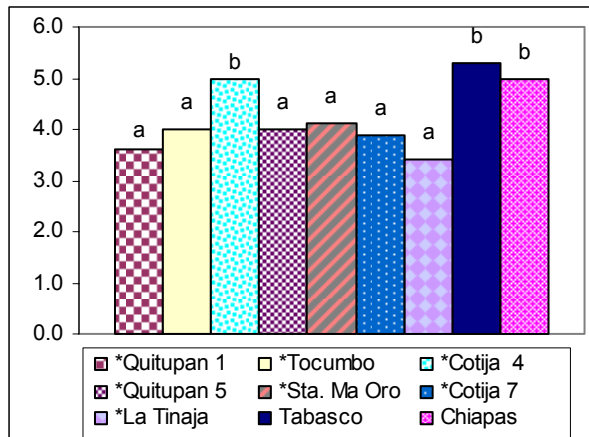


Figura 4.1.3.16. Evaluación de la adhesividad en boca

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Humedad

Al igual que la evaluación visual de la humedad, la evaluación de este parámetro en boca permitió (figura 4.1.3.17) catalogar al queso Cotija como seco ya que los jueces calificaron a las muestras de este tipo de queso entre 3 y 3.9 en una escala de seco a húmedo.

También fue posible hallar relación entre la granulosis y la humedad de las muestras de queso Cotija puesto que ambos parámetros ubicaron a la muestra de Quitupan – 1 como la de mayor intensidad y a las de Tocumbo y La Tinaja como las de menor intensidad para estos atributos. Cabe aclarar que no existe diferencia significativa entre las muestras más secas (Tocumbo y La Tinaja).

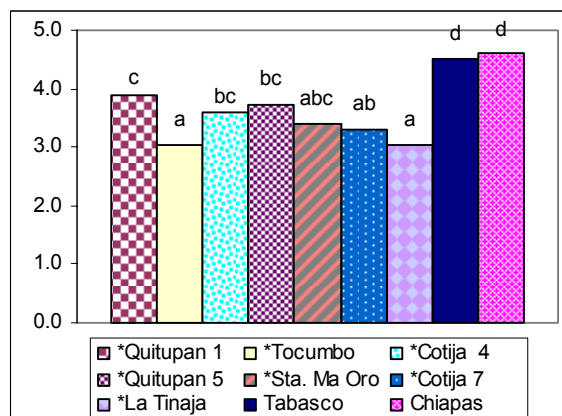


Figura 4.1.3.17. Evaluación de la humedad en boca

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Masticabilidad

El siguiente atributo que se evaluó fue la masticabilidad (figura 4.1.3.18), los resultados obtenidos de dicha evaluación, permiten ver que las muestras de queso Cotija tienen una masticabilidad baja (3.6-4.2). Así mismo, se encontró que las muestras que presentan diferencia significativa respecto al resto, fueron las evaluadas como menos masticables (Quitupan-1 y Tocumbo).

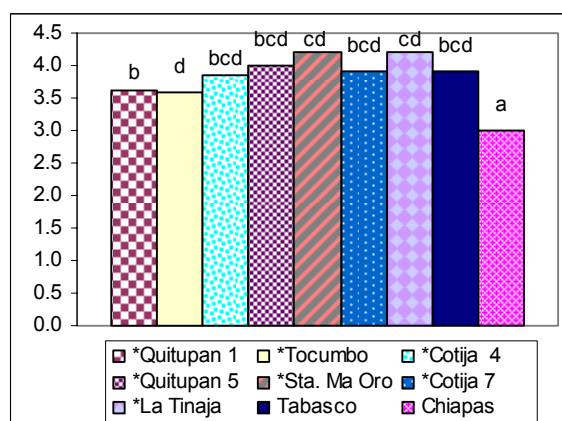


Figura 4.1.3.18. Evaluación de la masticabilidad

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Sensación Grasa

El último de los atributos de textura en boca evaluado fue la sensación grasa (figura 4.1.3.19). Por medio de los valores obtenidos se puede observar que las muestras de Quitupan-1, Tocumbo y Quitupan-5 fueron evaluadas como las de mayor sensación grasa después de la manipulación en boca, mientras que en el resto no se encontró una diferencia significativa.

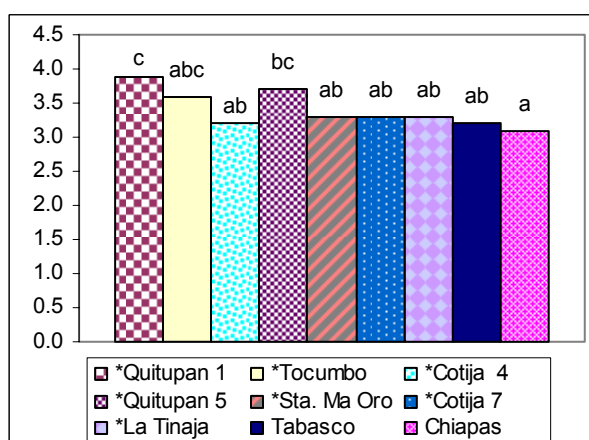


Figura 4.1.3.19. Evaluación de la sensación grasa

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Atributos de sabor

Los únicos dos atributos de sabor que permiten establecer diferencias significativas entre los quesos Tabasco y Chiapas del tipo Cotija, fueron el gusto salado y la intensidad de sabor queso Cotija.

Nota agria

La evaluación de la nota agria en el sabor de los quesos estudiados (figura 4.1.3.20), no permite discriminar entre el tipo Cotija y los quesos Tabasco y Chiapas, pero tampoco permite diferenciar el origen de las muestras de queso Cotija.

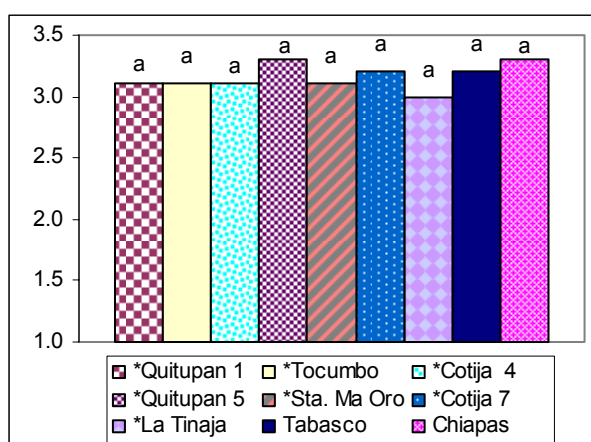


Figura 4.1.3.20. Intensidad de la nota agria de sabor

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Nota salada

La percepción del gusto salado por parte del panel no marca diferencias entre las muestras de queso Cotija de intensidad intermedia (figura 4.1.3.21), sólo permite la diferenciación las muestras de mayor y menor intensidad (La Tinaja y Cotija-4, respectivamente); ya que se encuentra en una matriz compleja donde el gusto salado se compensa ante un gusto ácido intenso provocando que la percepción del atributo sea menor que si se evalúa independientemente, como lo había realizado el panel en la etapa de entrenamiento.

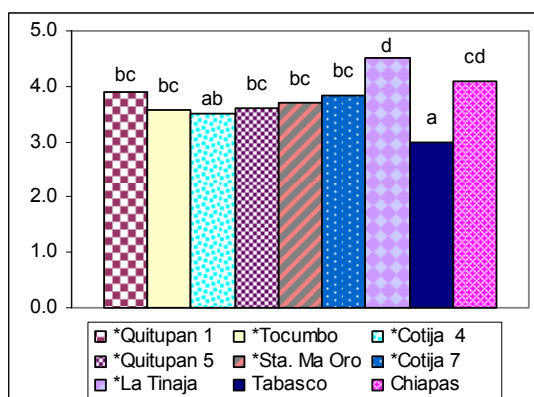


Figura 4.1.3.21. Intensidad del gusto salado

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Astringencia

La astringencia es la única sensación trigeminal que fue encontrada en el queso Cotija (figura 4.1.3.22). Se halló que la intensidad de la astringencia era baja en todas las muestras de queso Cotija (2.5-3.0), sin embargo, si es un atributo perceptible durante la masticación del alimento.

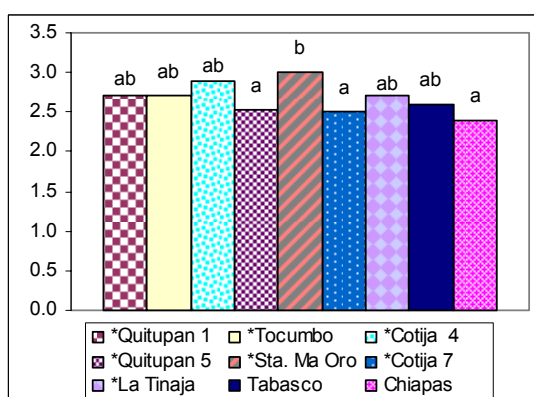


Figura 4.1.3.22. Intensidad de la astringencia

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Al igual que ocurre en la nota salada, el panel sólo puede diferenciar las muestras de mayor (Santa María del Oro) y menor intensidad (Quitupan-5 y Cotija-7).

Sabor a queso Cotija

Todos los quesos Cotija fueron calificados con altas intensidades (6.3-7.0) para este atributo (figura 4.1.3.23) y no existió diferencia significativa entre las muestras de este tipo de Queso, a excepción de la muestra de Quitupan-1 y La

Tinaja. Coincide que son estas mismas muestras, las que representan la más baja (6.3) y alta (7.0) intensidad.

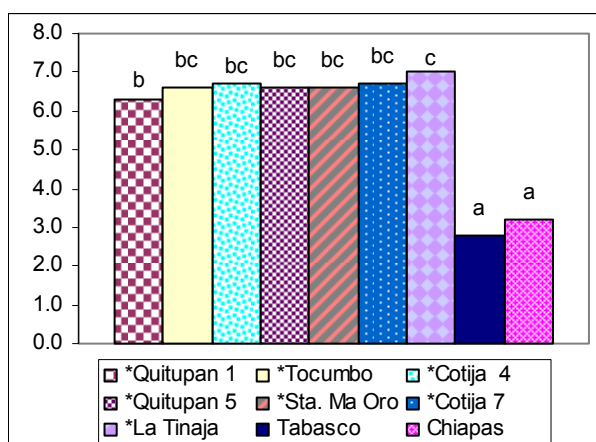


Figura 4.1.3.23. Evaluación del sabor a Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

Intensidad del sabor

La intensidad del estímulo global del sabor no permite diferenciar las muestras según el tipo de queso evaluado (figura 4.1.3.24), debido a que todos los quesos estudiados tienen al menos un compuesto de sabor en alta concentración lo que orilla a que sean detectados por el panel como quesos de sabores fuertes, aunque el perfil de sabor sea completamente distinto.

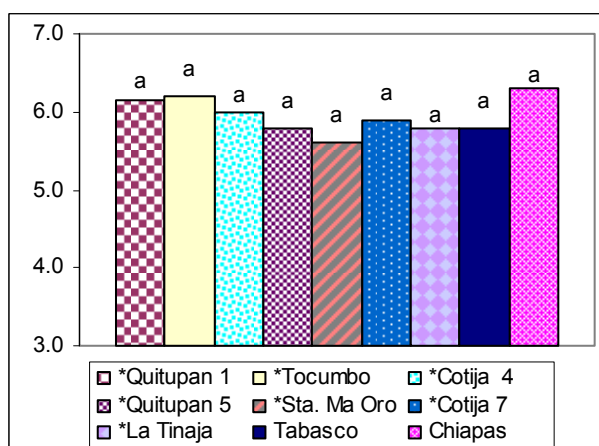


Figura 4.1.3.24. Intensidad del sabor

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,05$ entre muestras. Los resultados de cada barra son un promedio de 26 réplicas. *Muestras de Queso Cotija Auténtico.

4.1.4. ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE LAS MUESTRAS DE QUESO COTIJA AUTÉNTICO

En general, no se puede diferenciar el lugar de procedencia de las muestras de quesos Cotija auténtico a partir del estudio sensorial de éstas. Sin embargo, si se puede establecer observaciones importantes de acuerdo al perfil sensorial obtenido para las diferentes muestras de queso Cotija:

Los atributos de apariencia que discriminan mejor entre muestras son la estructura y la humedad (figura 4.1.4.1). Así la muestra que más difiere en los atributos de apariencia es la de Quitupan-1.

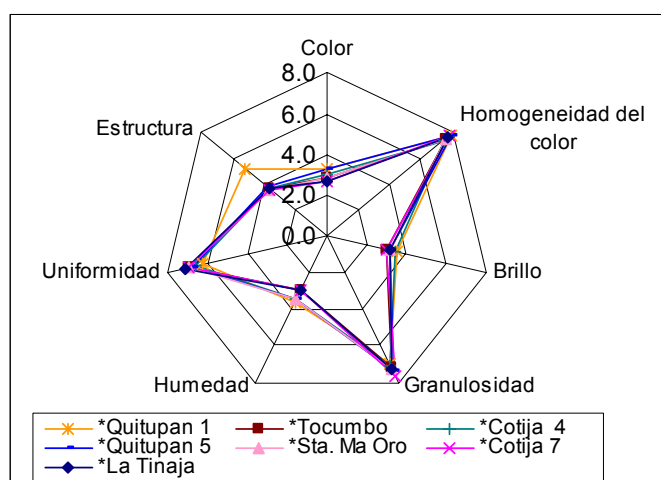


Figura 4.1.4.1. Perfiles de apariencia para las muestras de queso Cotija auténtico

Los resultados de cada punto son un promedio de 26 réplicas.

La nota agria es el atributo que nos permite mayor diferenciación para el atributo de olor (figura 4.1.4.2).

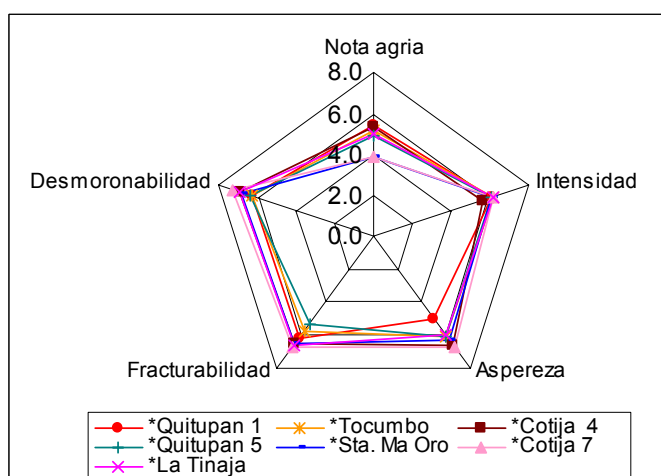


Figura 4.1.4.2. Perfiles de olor y textura táctil de las muestras de queso Cotija auténtico

Los resultados de cada punto son un promedio de 26 réplicas.

La muestra que presenta diferencias mayores respecto al promedio de las otras muestras es la originaria de Quitupan-1, Jalisco. Cabe aclarar que estas diferencias son encontradas principalmente en atributos de textura tanto táctil (aspereza) como en boca (Granulosidad, Humedad, Sensación Grasa y Adhesividad) (Figuras 4.1.4.2 y 4.1.4.3).

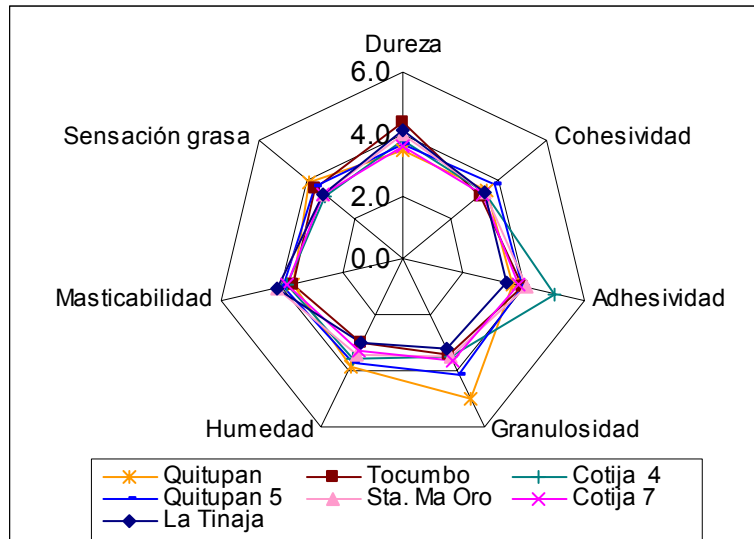


Figura 4.1.4.3. Perfiles de textura en boca para las muestras de queso Cotija auténtico

Los resultados de cada punto son un promedio de 26 réplicas.

Las diferencias que se encuentran en el perfil de sabor de las muestras son muy pocas y están marcadas principalmente por la nota salada (figura 4.1.4.4).

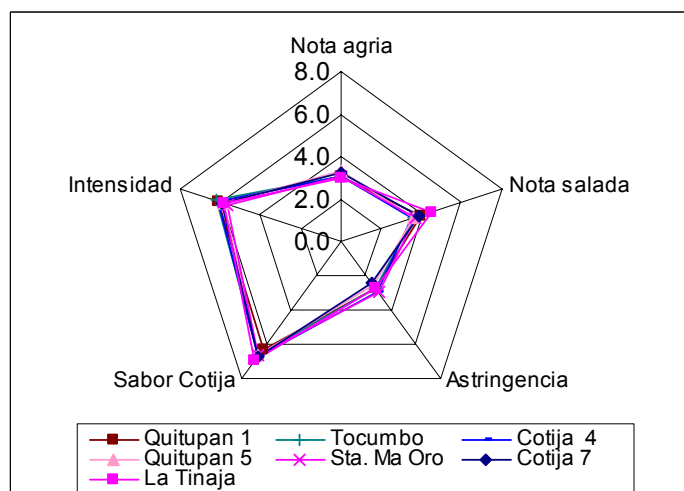


Figura 4.1.4.4. Perfiles de sabor para las muestras de queso Cotija auténtico

Los resultados de cada punto son un promedio de 26 réplicas.

4.2. EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

4.2.1. TEXTURA

4.2.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE EVALUACIÓN

Análisis De Superficie

ANÁLISIS DE ADHESIVIDAD

Para seleccionar las condiciones óptimas de ensayo fue necesario trabajar con diferentes porcentajes de compresión y velocidades de ensayo, como ya se ha mencionado en el apartado de materiales y métodos. Los resultados obtenidos para firmeza y adhesividad dejan ver que no existe diferencia significativa entre las mediciones realizadas bajo diferentes velocidades de ensayo (Tabla 4.2.1.1.1).

Tabla 4.2.1.1.1. Comparación de los atributos de textura obtenidos por el análisis de adhesividad en quesos madurados a 30% de compresión

Atributo	Muestras	Velocidades de ensayo	
		1 mm/s	2mm/s
Firmeza	Cotija	3606.0 ^a	4313.9 ^a
	Manchego	4725.1 ^a	8975.6 ^b
	Parmesano	10686.3 ^a	10589.9 ^a
	Chiapas	2363.5 ^a	3032.4 ^a
Adhesividad (g*mm)	Cotija	-22.7 ^a	-18.7 ^a
	Manchego	-53.6 ^a	-37.4 ^a
	Parmesano	-85.4 ^a	-88.0 ^a
	Chiapas	-91.8 ^a	-103.1 ^a

^{a, b} Distinta letra en una misma fila indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura obtenidos a diferentes velocidades de ensayo ($p < 0.01$).

Vemos que el único caso donde existe diferencia en la evaluación, al modificar la velocidad a la cual se realiza el ensayo, es en el atributo de firmeza para el queso Manchego. Sin embargo, este es el queso que guarda mayor diferencia con el queso de interés para este estudio, por lo tanto se puede decir que el cambio de velocidad no afecta de manera significativa la medición de la adhesividad y la firmeza por medio de un análisis de superficie, para el queso Cotija.

Comparando los resultados obtenidos para las distintas muestras se observó que ambas velocidades de ensayo permitieron discriminar las muestras en

base a su adhesividad (figura 4.2.1.1.1) y su firmeza (figura 4.2.1.1.2). Sin embargo, en el caso de la adhesividad, la velocidad de ensayo de 1mm/s fue más discriminante.

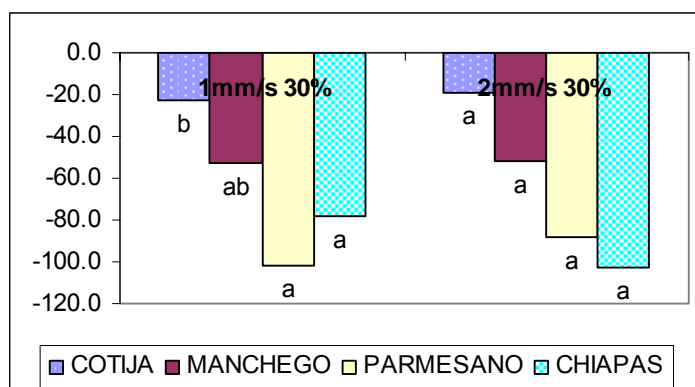


Figura 4.2.1.1.1. Atributo de adhesividad evaluado en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

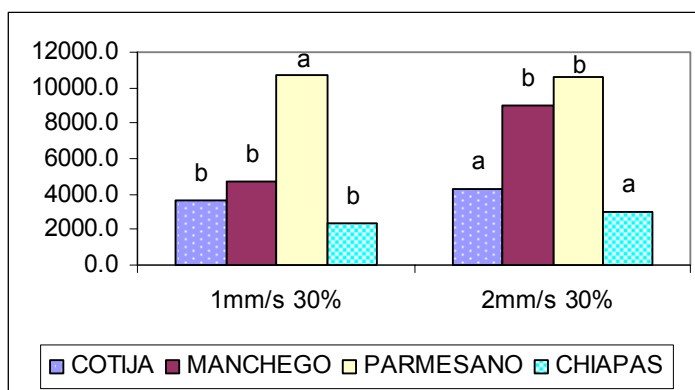


Figura 4.2.1.1.2. Atributo de firmeza evaluado en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Es importante resaltar que el queso Cotija es el menos adhesivo de los quesos analizados, por tanto es el queso que obtiene el valor más cercano a cero. La medición de la adhesividad en el texturómetro está representada por el esfuerzo que le toma al brazo del equipo “despegarse” de la muestra una vez que la ha comprimido, de modo que este valor siempre será negativo y una muestra poco adhesiva tendrá un valor cercano a cero.

Se puede ver que los valores obtenidos de firmeza son los esperados para cada uno de los quesos, por ejemplo, los quesos que se desmoronan y fracturan con mayor facilidad (Cotija y Chiapas) es debido a que poseen una

estructura de firmeza baja, mientras que el queso más comprimido y duro es el que posee mayor firmeza (Parmesano). El queso Manchego, que es un queso con alta cohesividad, no recibe el valor de firmeza más alto debido a que también es un queso elástico.

ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

En la tabla 4.2.1.1.2 se muestran los resultados de los quesos que sirvieron para seleccionar las mejores condiciones de análisis (Ver apartado de materiales y métodos).

Tabla 4.2.1.1.2. Comparación de los atributos de textura obtenidos por TPA en diferentes quesos madurados a 25% de compresión

Atributo	Muestras	Velocidades de ensayo	
		0.8mm/s	1 mm/s
Dureza (g)	Cotija	^x 3062.6 ^a	^x 3725.4 ^a
	Manchego	^x 8134.1 ^a	^y 7376.9 ^a
	Parmesano	^z 16563.3 ^a	^z 11841.6 ^a
	Chiapas	^{xy} 7219.6 ^a	^y 8177.8 ^a
Adhesividad (g*mm)	Cotija	^x -1.7 ^a	^x -5.5 ^a
	Manchego	^{xy} -18.8 ^a	^x -9.9 ^a
	Parmesano	^{xy} -11.4 ^a	^x -10.6 ^a
	Chiapas	^y -52.8 ^a	^y -59.4 ^a
Cohesividad	Cotija	^{xy} 0.6 ^a	^{xy} 0.5 ^a
	Manchego	^y 0.7 ^a	^x 0.8 ^a
	Parmesano	^{xy} 0.6 ^a	^y 0.5 ^a
	Chiapas	^y 0.5 ^a	^{xy} 0.5 ^a
Elasticidad (mm)	Cotija	^x 10.8 ^a	^x 7.3 ^a
	Manchego	^y 4972.5 ^a	^y 0.9 ^a
	Parmesano	^y 0.8 ^a	^y 0.8 ^a
	Chiapas	^y 3.4 ^a	^y 0.6 ^a
Masticabilidad (g*mm)	Cotija	^x 16617.3 ^a	^x 11482.7 ^a
	Manchego	^{xy} 4972.5 ^a	^x 5841.7 ^a
	Parmesano	^{xy} 9632.8 ^a	^x 5420.5 ^a
	Chiapas	^y 9032.7 ^a	^y 2786.3 ^a

^{x, y, z} Distinta letra en una misma columna indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras (p<0.01).

^{a, b} Distinta letra en una misma fila indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura obtenidos a diferentes velocidades de ensayo (p<0.01).

Al evaluar las características de textura (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) se observó que la velocidad de ensayo no influyó en los valores obtenidos para una misma muestra, si fue posible determinar que se logró discriminar mejor entre las muestras de queso a una velocidad de 0.8mm/s y 25% de compresión para los atributos de dureza, adhesividad y masticabilidad (figuras 4.2.1.1.3, 4.2.1.1.4, 4.2.1.1.5). Ya que a ambas

velocidades se logra una evaluación adecuada de las muestras que representan el máximo y el mínimo de intensidad para estos atributos. Sin embargo, es a la velocidad de 0.8mm/s donde se logra discriminar entre las muestras de intensidad intermedia. Por ejemplo, para la dureza tanto a 0.8mm/s como a 1 mm/s, se logra establecer que el queso más duro es el Parmesano y el más blando es el Cotija (figura 4.2.1.1.3). Pero a 1mm/s no se logra diferenciar entre el queso Manchego y el Chiapas.

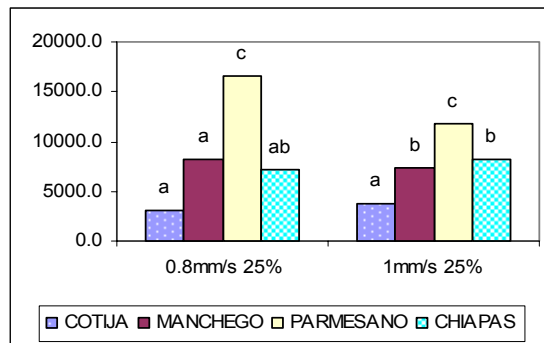


Figura 4.2.1.1.3. Atributo de dureza evaluado en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

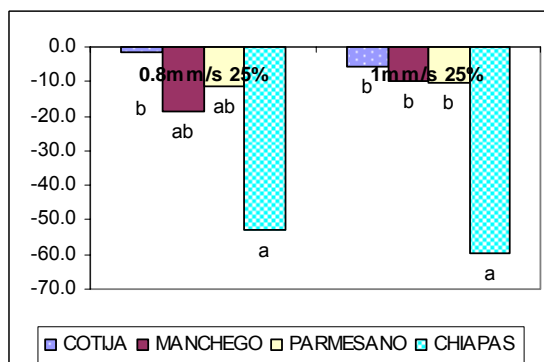


Figura 4.2.1.1.4. Adhesividad evaluada en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

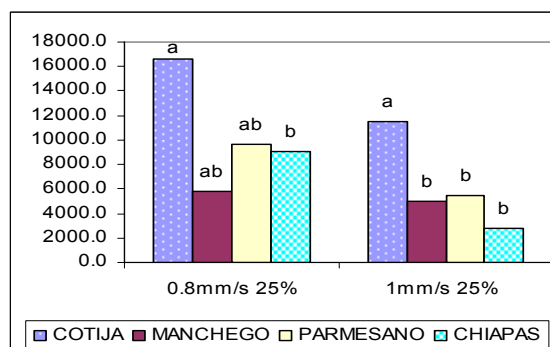


Figura 4.2.1.1.5. Masticabilidad evaluada en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Por el contrario, para los casos de elasticidad y cohesividad no se presentaron diferencias en la capacidad discriminante a diferentes velocidades de evaluación (figuras 4.2.1.1.6 y 4.2.1.1.7).

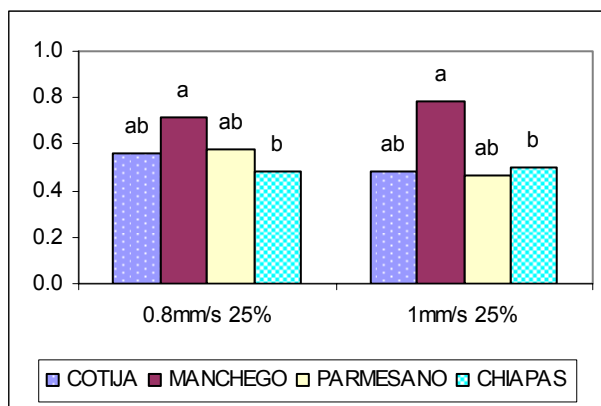


Figura 4.2.1.1.6. Cohesividad evaluada en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

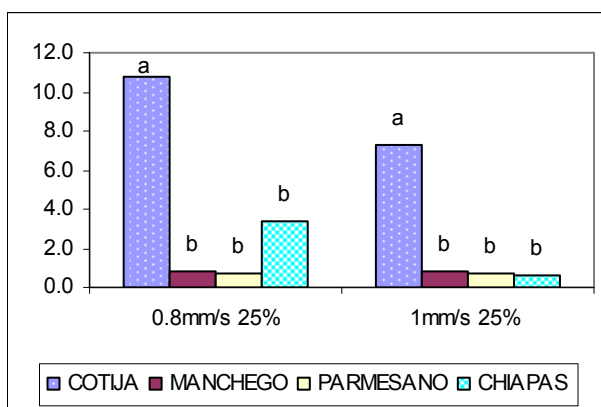


Figura 4.2.1.1.7. Elasticidad evaluada en diferentes quesos madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Es importante resaltar que los datos obtenidos para elasticidad no reflejan las características sensoriales de las muestras, esto confirma que con el análisis de TPA no se obtiene una medida confiable de este atributo. La razón por la que se da dicha situación, es que al momento en el que se realizó el segundo ciclo del TPA, las muestras ya presentaban un grado importante de desmoronabilidad, lo que redujo considerablemente el tiempo de duración de este ciclo. De tal manera, que no se logró calcular correctamente el valor de la elasticidad, que en el TPA se obtiene al restar el tiempo que duró el segundo ciclo, al tiempo en el que se llevó a cabo el primero. Como consecuencia, este atributo no será considerado en el presente estudio.

Por lo tanto, podemos afirmar que el primer paso para el estudio de la textura de los alimentos con un equipo como el texturómetro, es establecer las condiciones óptimas para la evaluación de las mismas de acuerdo al producto a estudiar, ya que estas determinan la capacidad discriminante del método.

Así mismo, es importante decir que los resultados encontrados para los demás atributos evaluados, reflejan muy bien las características de los quesos estudiados. Por ejemplo, para el caso de la cohesividad, se logra demostrar que el queso manchego, debido a que tienen un alto grado de unión de las partículas en la estructura del queso, es el de mayor cohesividad; no así en el caso de los quesos que tienen un grado de unión entre partículas pobre (Chiapas, Parmesano y Cotija) que provoca que sean poco Cohesivos.

Análisis De Corte

ANÁLISIS DE DESMORONABILIDAD

Los resultados del análisis de desmoronabilidad llevado a cabo a 40, 60 y 80% de compresión a las velocidades de 1 y 2mm/s se muestran en la tabla 4.2.1.1.3 y 4.2.1.1.4.

Los datos obtenidos muestran que al incrementar la velocidad de 1 a 2 mm/s tabla 4.2.1.1.3, los valores de dureza y desmoronabilidad aumentan de manera significativa para los quesos Parmesano y Chiapas. En el resto de las muestras (Cotija y Manchego) la velocidad de ensayo no afectó el valor de estos atributos.

Tabla 4.2.1.1.3. Comparación de los atributos de textura del análisis de desmoronabilidad en diferentes quesos madurados a 40% de compresión

Atributo	Muestras	Velocidades de ensayo	
		1 mm/s	2mm/s
Dureza (g)	Cotija	402.0 ^a	529.1 ^a
	Manchego	1038.1 ^a	946.8 ^a
	Parmesano	1380.4 ^a	1704.0 ^b
	Chiapas	243.3 ^a	541.3 ^b
Desmoronabilidad	Cotija	5.0 ^a	4.9 ^a
	Manchego	6.6 ^a	3.8 ^a
	Parmesano	5.1 ^a	5.1 ^a
	Chiapas	2.1 ^a	5.1 ^b

^{a, b} Distinta letra en una misma fila indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de textura obtenidos a diferentes velocidades de ensayo ($p < 0.01$).

Al evaluar la influencia del porcentaje de compresión (tabla 4.2.1.1.4) se observó que el porcentaje de compresión ocasiona una variación en los valores obtenidos ambos parámetros, sin seguir una tendencia clara. Lo que sí es posible identificar es que esta variación se da de manera más importante para la medición de la desmoronabilidad. Para el queso Manchego los valores de desmoronabilidad y dureza aumentan significativamente al incrementar el porcentaje de compresión, mientras que para el queso Parmesano se observa una tendencia similar cuando se evaluó a una velocidad de 1mm/s, que son los quesos que representan el mínimo y el máximo de intensidad para estos atributos, respectivamente.

En el caso del queso Cotija, no afectó la evaluación de la dureza y desmoronabilidad al variar los porcentajes de compresión.

Tabla 4.2.1.1.4. Comparación de los atributos de textura obtenidos por el análisis de desmoronabilidad en diferentes quesos madurados

Atributo	Muestras	Compresión		
		40%	60%	80%
Velocidad de 1mm/s				
Dureza	Cotija	^x 402.0 ^a	^x 490.7 ^a	^{xy} 545.8 ^a
	Manchego	^y 1038.1 ^a	^x 486.5 ^b	^y 1116.2 ^c
	Parmesano	^y 1380.4 ^a	^y 1408.1 ^b	^z 1711.0 ^b
	Chiapas	^x 243.3 ^a	^x 346.8 ^a	^x 229.6 ^a
Desmoronabilidad	Cotija	^x 5.0 ^a	^x 4.0 ^a	^x 4.8 ^a
	Manchego	^x 6.6 ^a	^y 8.7 ^{ab}	^y 20.2 ^b
	Parmesano	^x 5.1 ^a	^{xy} 7.7 ^a	^x 5.2 ^b
	Chiapas	^y 2.1 ^a	^x 3.7 ^a	^x 4.1 ^a
Velocidad de 2mm/s				
Dureza	Cotija	^x 529.1 ^a	^x 514.5 ^a	^x 748.4 ^a
	Manchego	^x 946.8 ^a	^x 653.9 ^a	^x 1286.7 ^a
	Parmesano	^y 1704.0 ^a	^y 4715.2 ^a	^y 5590.0 ^a
	Chiapas	^x 541.3 ^a	^x 481.4 ^b	^x 457.1 ^a
Desmoronabilidad	Cotija	^x 4.9 ^a	^x 4.8 ^a	^x 5.3 ^a
	Manchego	^y 3.8 ^a	^y 8.6 ^b	^y 17.2 ^c
	Parmesano	^x 5.1 ^a	^{xy} 5.5 ^a	^y 17.1 ^a
	Chiapas	^x 5.1 ^a	^x 4.4 ^a	^x 4.3 ^b

^{x, y, z} Distinta letra en una misma columna indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras aun porcentaje de compresión ($p < 0.01$).

^{a, b} Distinta letra en una misma fila indica que existe diferencia significativa entre los valores de textura obtenidos a diferentes % de compresión para una misma muestra ($p < 0.01$).

La elección de las condiciones de evaluación se basó en el hecho de que con un porcentaje de compresión de 40 y una velocidad de ensayo de 2 mm/s se obtuvieron valores más representativos de las características de las muestras. Ya que la muestra de queso Manchego es la menos desmoronable, característica que se puede observar claramente al ser un queso más grasoso y más compacto (figura 4.2.1.1.8).

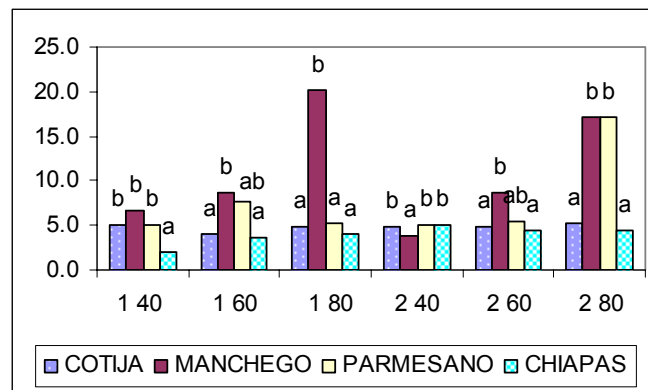


Figura 4.2.1.1.8. Desmoronabilidad evaluada en madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Aunque estas condiciones no permitan diferenciar correctamente las muestras de acuerdo al atributo de dureza (figura 4.2.1.1.9), se decidió utilizarlas ya que esta característica será medida durante el TPA que sí permite discriminar entre las muestras.

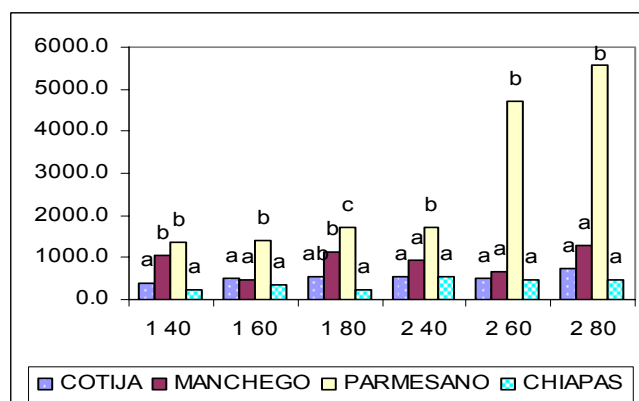


Figura 4.2.1.1.9. Dureza evaluada en madurados

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Cabe destacar que el porcentaje de compresión adecuado para la medición de textura del queso Cotija es menor que los empleados en otros quesos Madurados, sin embargo, esta condición no impactó en la velocidad de ensayo empleada. De tal forma que se encuentran similitudes en este parámetro con

las encontradas en la bibliografía (tabla 3.3.1), tal es el caso del análisis de adhesividad para el queso Manchego y el TPA para el queso de Oveja Rubia.

4.2.1.2. DETERMINACIÓN INSTRUMENTAL DE LA TEXTURA EN DIFERENTES MUESTRAS DE QUESO COTIJA

Del estudio de textura realizado sobre el queso Cotija, se determinó que las muestras analizadas se diferencian por cinco atributos: dureza, masticabilidad, adhesividad, firmeza y desmoronabilidad. Sin embargo, las diferencias encontradas no agrupan, en ninguno de los atributos estudiados, a las muestras de acuerdo a su región geográfica de origen.

A continuación se describen los resultados obtenidos en cada una de las pruebas llevadas a cabo para evaluar los diferentes atributos de textura.

Análisis de Superficie

ANÁLISIS DE ADHESIVIDAD

Aunque no sea posible discriminar por medio de la adhesividad el lugar de origen de las muestras, se logró agruparlas en tres diferentes lotes de acuerdo a las diferencias que presentaban en este atributo (figura 4.2.1.2.1). Uno de estos (marcado por la letra a) logra agrupar a todas las muestras de Jalisco (Municipios de Quitupan y Santa María del Oro) a excepción de la muestra de Quitupan-2. Coincide que estas muestras son las consideradas como más adhesivas.

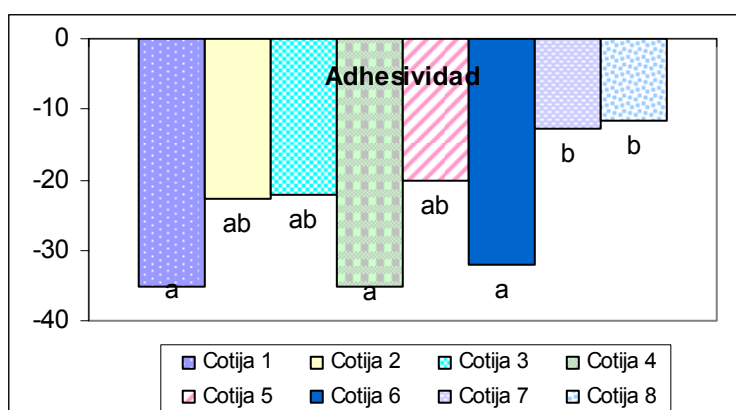


Figura 4.2.1.2.1. Valores de adhesividad para diferentes muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación.

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

A pesar de las diferencias encontradas, no se puede decir que, en general, el queso Cotija se caracterice por ser adhesivo ya que los valores que se obtuvieron fueron menores de 40.

A través de este método, también fue posible medir la firmeza de los quesos. Gracias a los resultados obtenidos, se observó que, a excepción de dos muestras (Quitupan 1 y Cotija 7), todas las muestras de queso Cotija presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí (Figura 4.2.1.2.2).

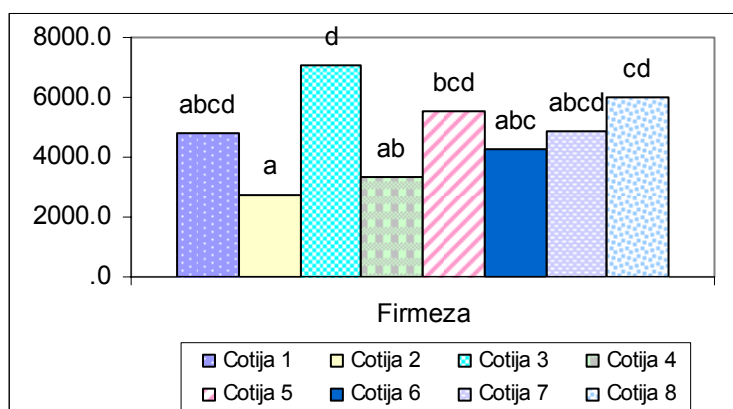


Figura 4.2.1.2.2. Valores de firmeza para diferentes muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Las muestras que obtuvieron los valores más bajos para este atributo fueron Quitupan 2 y Cotija 4 (2737.9 y 3357.6, respectivamente), que también son las muestras con menor contenido de humedad (31.889 y 31.840%, respectivamente), lo que indica que son las más añejadas. Otros autores (Fox et al, 2000 y Pollard et al, 2003) han reportado que una reducción en la firmeza, también representa un indicio de que la matriz proteínica se debilitó a causa de la proteólisis que ocurre a medida que avanza la maduración del queso.

ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

Como ya se mencionó en el apartado de Materiales y Métodos, por vía del análisis de TPA sólo fue posible obtener una medida de los atributos de dureza, cohesividad, adhesividad y masticabilidad. Los resultados de la medida de los mismos se analizan a continuación.

Dureza

En general, se puede ver una tendencia similar entre los gráficos de firmeza y dureza (figuras 4.2.1.2.2 y 4.2.1.2.3). Donde se puede observar que las muestras con menor dureza y firmeza son Quitupan-2 y Cotija-4. Sin embargo, se logra una mejor diferenciación de las muestras por medio del análisis de la firmeza ya que, sólo dos muestras (Quitupan-1 y Cotija-7) no presentaron diferencia significativa. Mientras que los valores obtenidos de dureza, marcan que no existe diferencia significativa para cuatro muestras (Quitupan-1, Tocumbo, Cotija-4 y Cotija-7), de las cuales dos son del mismo lugar de producción (Cotija). Además de que estos parámetros difieren en la muestra que detectan como la de mayor intensidad, la muestra de mayor dureza es la de Quitupan-5 y, la más firme es la muestra de Tocumbo.

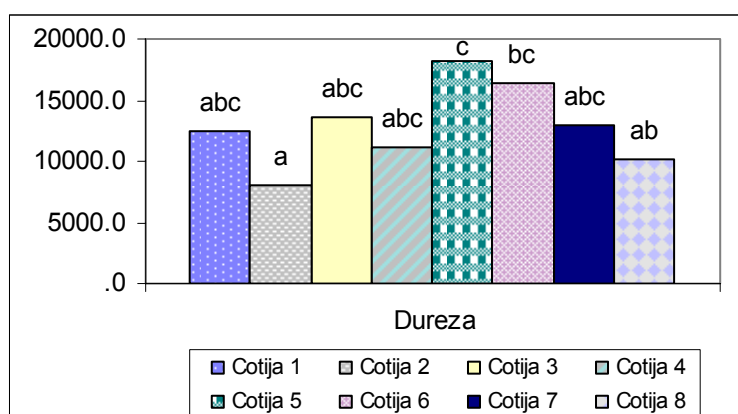


Figura 4.2.1.2.3. TPA: Valores de dureza para muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Cohesividad

Los resultados obtenidos para la evaluación instrumental (figura 4.2.1.2.4) permiten observar que este atributo no sirve como un discriminante entre muestras de queso Cotija, cabe mencionar que este hecho también es detectado por el método de evaluación sensorial (ver figura 4.1.3.14). Así mismo, los bajos valores obtenidos para todas las muestras (0.65 –0.75) reflejan que el queso Cotija se caracteriza por ser poco cohesivo.

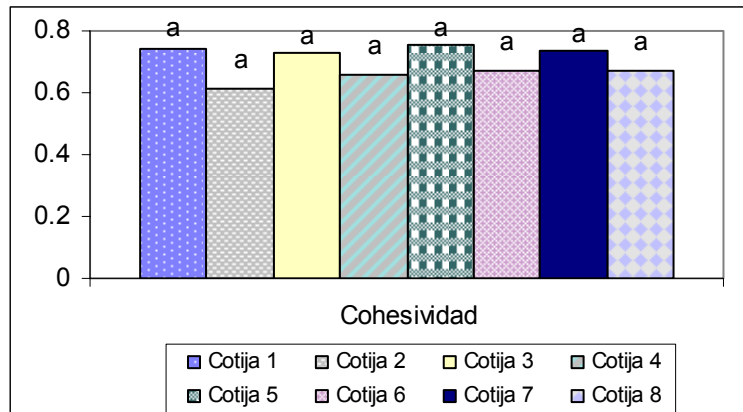


Figura 4.2.1.2.4. TPA: Valores de cohesividad para muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Adhesividad

Los valores de adhesividad (figura 4.2.1.2.5), tampoco resultan eficientes para la diferenciación de los quesos. A pesar de este hecho, es posible encontrar similitudes entre esta evaluación y la realizada con la sonda P1S (análisis de adhesividad), por ejemplo en ambas la muestra de Cotija-4 fue la más adhesiva, aunque en general se puede decir que ambas técnicas mostraron que el queso Cotija no es adhesivo.

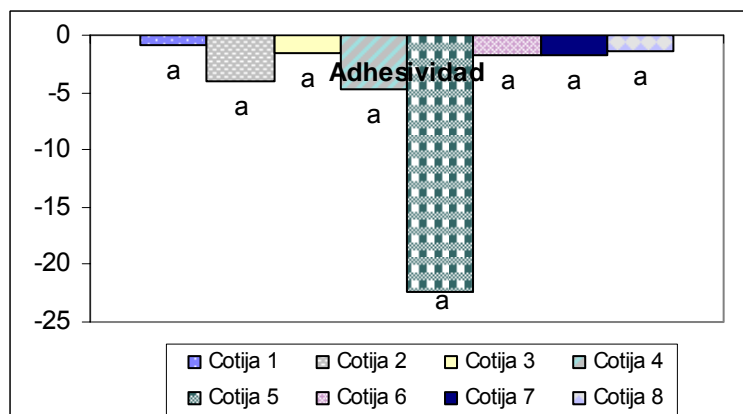


Figura 4.2.1.2.5. TPA: Valores de adhesividad para muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Lo anterior permite comprobar lo expuesto por Fiszman y Damásio (1999), quienes afirman que no es posible evaluar la adhesividad por medio del TPA, ya que la elasticidad de las muestras es un factor que interfiere en la medición, sin importar que sean poco o muy elásticas. A causa de este inconveniente

recomiendan medir este atributo por medio de un ensayo de un solo ciclo que permite mejorar la evaluación del atributo y la discriminación entre muestras.

Masticabilidad

Se encontró la misma tendencia entre los valores obtenidos para la dureza y la masticabilidad. De ahí que fuera posible establecer las mismas diferencias entre las muestras de queso Cotija en base a éstos atributos (figura 4.2.1.2.6). Así, es posible ver que las muestras de mayor y menor intensidad son la de Quitupan-5 y Quitupan-2, respectivamente. De lo anterior se puede concluir que la percepción de la dureza tiene una influencia importante sobre la percepción de la masticabilidad en el queso Cotija.

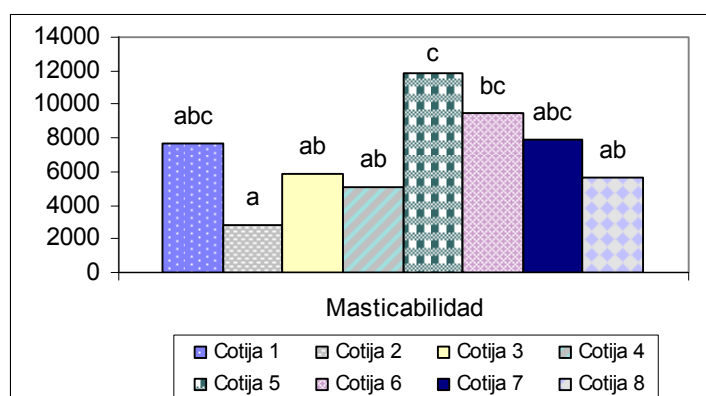


Figura 4.2.1.2.6. TPA: Valores de masticabilidad para muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Análisis de Corte

ANÁLISIS DE DESMORONABILIDAD

En la figura 4.2.1.2.7 se muestran los valores de desmoronabilidad obtenidos a través del análisis de corte, para las muestras de queso Cotija. Los resultados permiten agrupar a las muestras en 3 grupos: las que presentaron una desmoronabilidad alta (Santa María del Oro), media (Cotija-4 y La Tinaja) y baja (Quitupan-1, Quitupan2, Tocumbo, Quitupan-5 y Cotija-7).

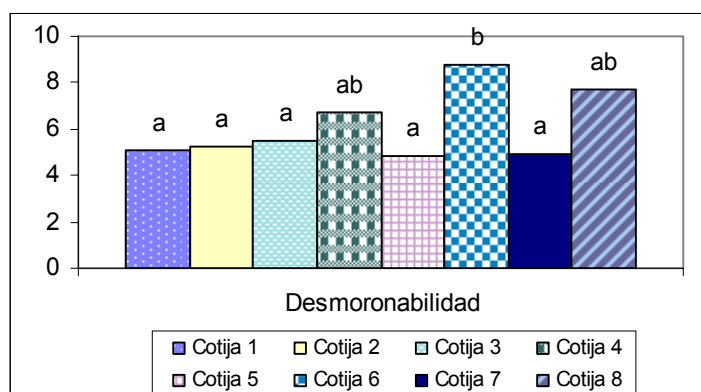


Figura 4.2.1.2.7. Demoronabilidad evaluada para muestras de queso Cotija por medio de un análisis de corte

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Como parte complementaria de este análisis se obtiene una medida de la dureza (figura 4.2.1.2.8). Sin embargo, los datos resultantes no permiten una discriminación entre muestras de intensidades medias (Quitupan-1, Cotija-4, Quitupan-5 y Cotija-7).

Asimismo se observa que los análisis de desmoronabilidad y TPA evalúan de manera distinta este parámetro. Es por esta razón que los valores máximos y mínimos de dureza no recaen sobre la misma muestra, por ejemplo el valor de mayor intensidad en el análisis de desmoronabilidad es dado a la muestra de Tocumbo; mientras que el TPA identifica como la muestra más dura a la muestra de Quitupan-5.

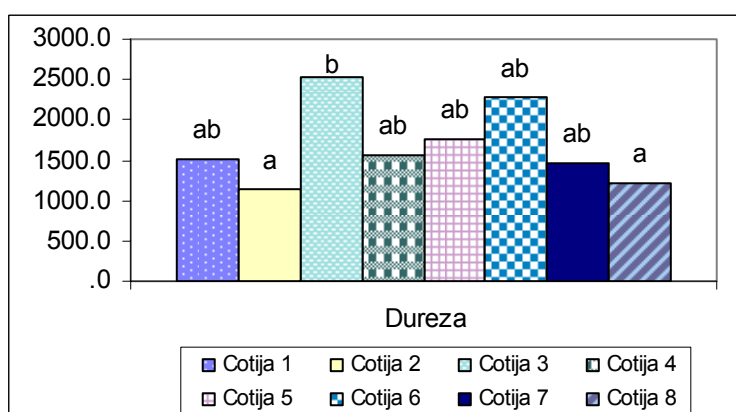


Figura 4.2.1.2.8. Dureza evaluada para muestras de queso Cotija por medio de un análisis de corte

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Los resultados derivados de este estudio se compararon con resultados obtenidos del análisis de textura de quesos similares al queso Cotija tanto en características (queso Parmesano), como en método de elaboración (queso Tabasco y Chiapas), medidos instrumentalmente bajo las mismas condiciones empleadas para el análisis del queso Cotija (Tabla 4.2.1.2.1).

Tabla 4.2.1.2.1. Valores de los parámetros de textura para diversos Quesos

Queso	Cotija	Cheddar	Tabasco	Chiapas	Manchego	Parmesano
Marca	Queso auténtico	Joseph Farms			Oro Viejo	
Dureza (Kg)	12.87 ± 4.22	11.22 ± 0.09	2.02 ± 1.87	7.21 ± 2.25	8.13 ± 2	16.56 ± 4.31
Cohesividad	0.70 ± 0.08	0.63 ± 0.03	0.58 ± 0.08	0.5 ± 0	0.7 ± 0	0.6 ± 0.1
Masticabilidad	7.03 ± 3.35	5.38 ± 0.73	1.16 ± 0.9	9.03 ± 8.66	5.84 ± 1.56	9.63 ± 3.16
Adhesividad (Kg)	-0.024 ± 0.011	- 0.39 ± 0.15	-0.048 ± 0.027	-0.091 ± 0.024	-0.053 ± 0.028	-0.07 ± 0.023
Desmoronabilidad (mm)	6.09 ± 1.78	6.09 ± 0.36	6.49 ± 0.25	4.44 ± 1.17	3.76 ± 0.17	5.1 ± 0.3
Firmeza (Kg)	4.83 ± 1.57	2.73 ± 0.15	3.74 ± 0.74	2.36 ± 0.63	4.72 ± 0.93	10.69 ± 1.21

A partir de dicha comparación se observa que el queso Cotija resultó ser uno de los quesos con mayor Dureza, Masticabilidad y Firmeza, lo que lo diferencia del resto es que los 3 atributos se encuentran en alta proporción lo que no ocurre en quesos como el Cheddar que presentó alta dureza y media masticabilidad, o el Chiapas que es masticable y duro pero no firme.

Así mismo, es el que presenta un mayor valor de Cohesividad junto con el queso Chiapas; y como se esperaba, es el menos adhesivo y uno de los que presenta mayor desmoronabilidad. Sin embargo, son más masticables los quesos Chiapas y Parmesano.

Lo anterior permite destacar las características de textura únicas del queso Cotija (pasta dura, firme y desmoronable), lo que lo hace económicamente comparable con un queso muypreciado en el mercado internacional como lo es el queso Parmesano.

De igual manera nos ayuda a diferenciarlo de quesos frescos que se elaboran con el mismo tipo de proceso, es decir quesos en los que el tiempo de maduración se acorta o elimina (Tabasco y Chiapas), y por lo tanto, resultan quesos con un mayor contenido de humedad que les otorga una mayor adhesividad y una menor firmeza, puesto que a su vez se vuelven más elásticos.

Adicionalmente se puede comprobar que las condiciones de medición establecidas para el queso Cotija, son capaces de arrojar resultados representativos de las muestras, tal situación se ejemplifica con el queso Cheddar donde se obtienen resultados equiparables con los de la literatura (Tabla 4.2.1.2.2).

Tabla 4.2.1.2.2. Valores de los parámetros de textura para diversos Quesos obtenidos de la literatura

Queso		<i>Cotija</i>	Cheddar ¹	Cheddar ²	Manchego ³
Condiciones de medición	% Compresión	25 %	20 %	30 %	70 %
	Velocidad	0.8 mm/s	25 mm	25 mm	1 mm/s
Dureza (Kg)		12.871 ± 4.22	9.29 ± 0.50	9.09 ± 0.78	2.48 ± 0.09
Cohesividad		0.70 ± 0.08	0.648 ± 0.024	0.412 ± 0.036	0.2 ± 0.0
Masticabilidad		7.03 ± 3.35	4.71 ± 0.12	2.47 ± 0.20	3.28 ± 0.59
Adhesividad (Kg)		-0.024 ± 0.011			- 0.01 ± 0.02
Desmoronabilidad (mm)		6.09 ± 1.78			
Firmeza (Kg)		4.83 ± 1.57			

1 y 2. Reportado por Halmos, et al 2003.

3. Reportado por Lobato, et al 2002.

El caso contrario se presenta con el queso Manchego, no existe igualdad entre las mediciones realizadas para el queso Manchego a 20% compresión, con las reportadas en la literatura para este mismo queso a 70% de compresión, sin embargo resulta comprensible este hecho si se considera que otros autores han demostrado que grandes variaciones en el porcentaje de compresión afectan a la medición (Halmos, et al, 2003).

4.2. EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

4.2.2. COLOR

4.2.2.1 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES ÓPTIMAS DE EVALUACIÓN

Los resultados de los quesos CHIAPAS, CABRALES Y MANCHEGO DE 3 LECHES, no mostraron diferencias significativas en ninguno de los atributos de color sin importar cual fue el lugar de muestreo o el sistema de reporte de los resultados (Figuras 4.2.2.1.1, 4.2.2.1.2 y 4.2.2.1.3).

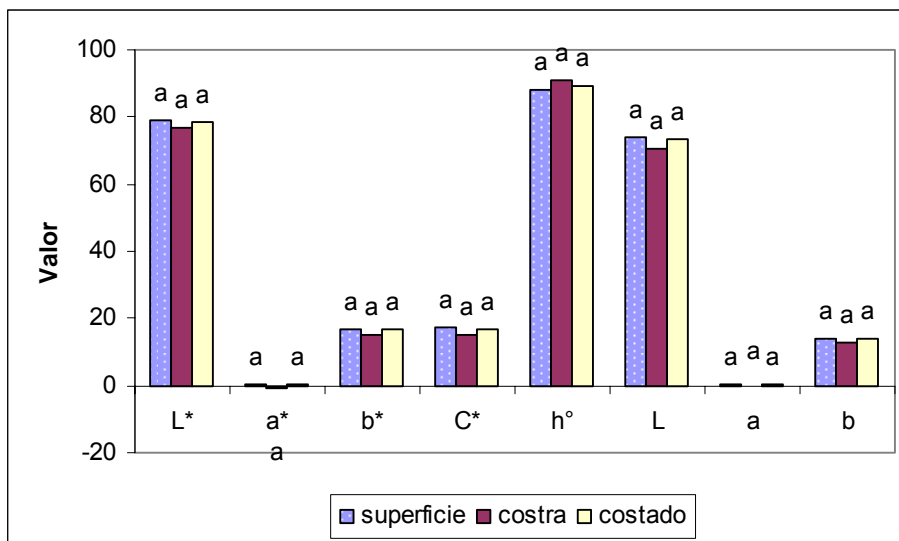


Figura 4.2.2.1.1 Atributos de color evaluados en el queso Cabrales

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

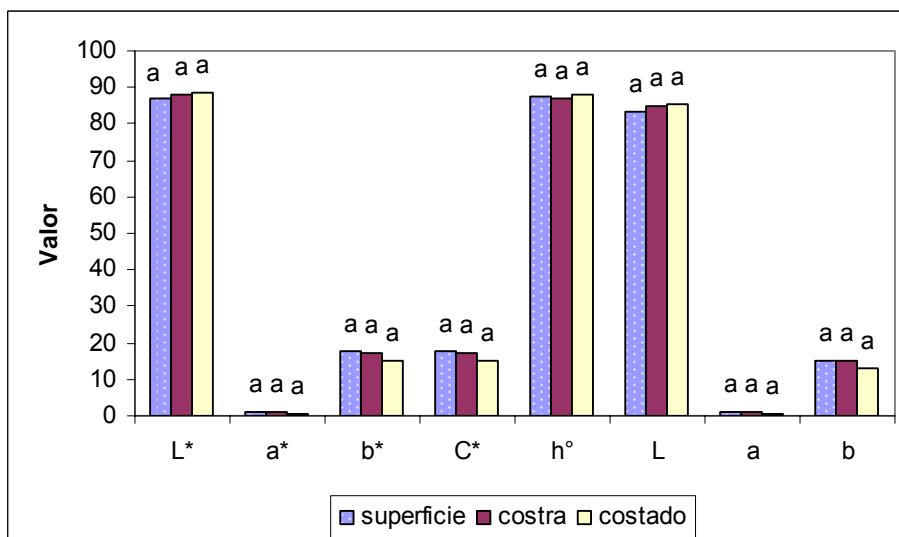


Figura 4.2.2.1.2 Atributos de color evaluados en el queso Chiapas

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

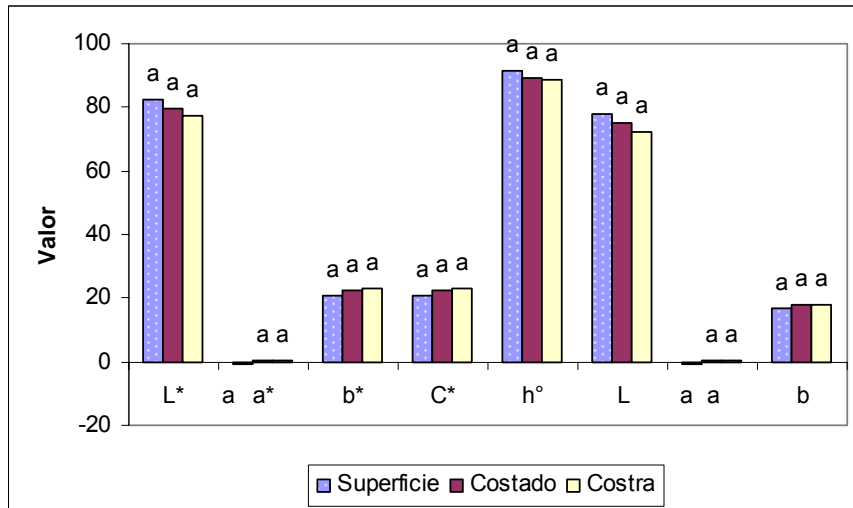


Figura 4.2.2.1.3. Atributos de color evaluados en el queso Manchego de 3 leches

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Sin embargo, este comportamiento no se sigue en los demás quesos: COTIJA, PROVOLONE y ROQUEFORT, ya que en estos sí se presentan diferencias de acuerdo a la zona de muestreo. Las que pueden ser atribuidas al tipo de fermentación o a la deshidratación que sufren durante el período que pasan en exhibición hasta su venta.

El queso Roquefort mostró diferencia significativa entre la zona de la superficie con el costado y costra (Figura 4.2.2.1.4), evaluado tanto con el sistema Hunter como con el CIE Lab.

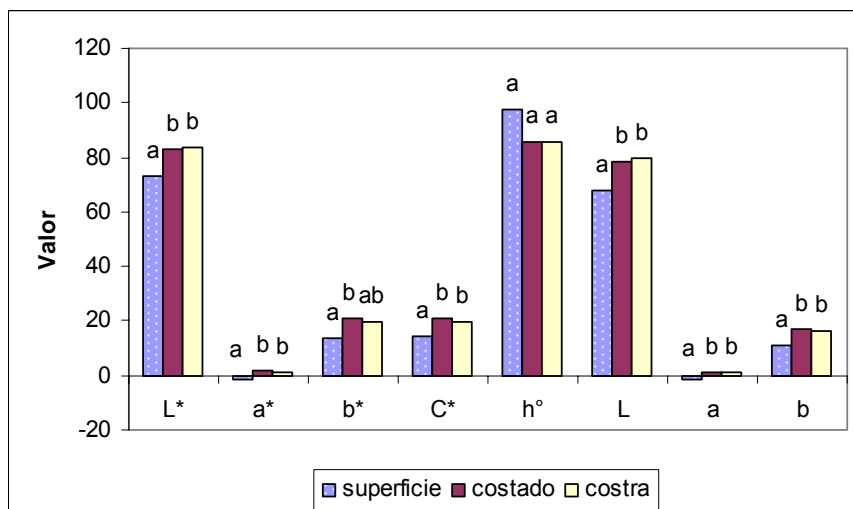


Figura 4.2.2.1.4. Atributos de color evaluados en el queso Roquefort

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Aunque es un queso que, al igual que el queso Cabrales, la maduración se realiza por el hongo *Penicillium roqueforti*, la inoculación se hace de forma distinta produciendo esto un queso con características sensoriales diferentes.

El queso Roquefort es inoculado con esporas del hongo durante el proceso de elaboración y como el hongo es un microorganismo aerobio, se perfora el queso para tener un medio ambiente de crecimiento adecuado. Lo que indica que la fermentación se desarrolla de adentro hacia fuera.

El queso Cabrales, por otra parte, no se inocula con el hongo. El queso se contamina con esporas de *Penicillium roqueforti* durante el período de maduración que se realiza en cuevas. Además de que este se cubre con hojas de plátano (*Acer pseudoplatanus*) lo que permite que el queso retenga humedad y no se altere el color.

Los resultados del queso Provolone con ambos sistemas (CIE Lab y Hunter), muestran que hay diferencia estadísticamente significativa entre la costra de las superficies a y b (Figura 4.2.2.1.5). Resultado esperado ya que durante el proceso de elaboración el queso es ahumado, lo que le proporciona características muy especiales no solo en sabor y aroma, si no también en el color de la costra. Misma que se forma durante esta etapa.

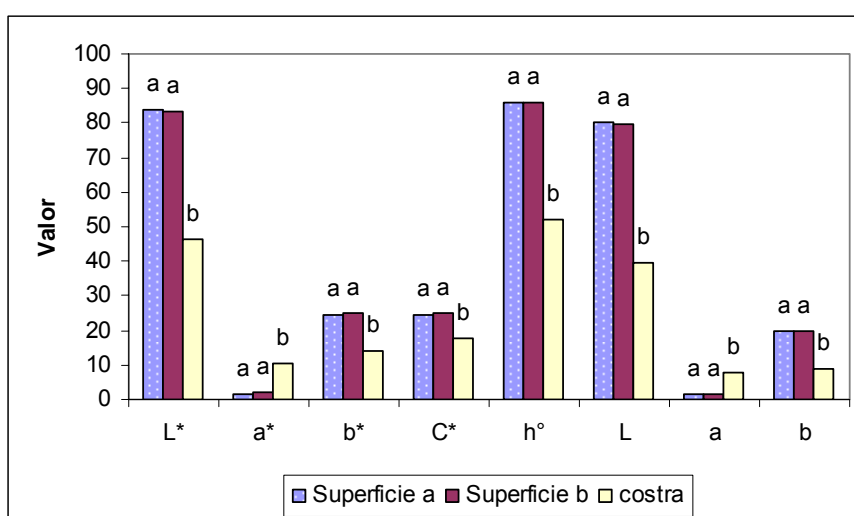


Figura 4.2.2.1.5. Atributos de color evaluados en el queso Provolone

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Los resultados del queso Manchego, mostraron tonalidades rojas más intensas y un valor de L un poco menor, sugiriendo un color más oscuro (Figura 4.2.2.1.6). Así mismo, el valor de h° nos demuestra que predominan diferentes longitudes de onda en el color de las zonas.

En donde se observa la influencia de la deshidratación de los quesos es en el caso de los quesos Manchegos, que aunque están elaborados con diferente tipo de leche, son sometidos al mismo proceso. Sin embargo, al momento de la compra, el queso Manchego de 3 leches ya estaba cortado en la pieza y envuelto con una capa de plástico, de modo que se impedía el contacto con el ambiente, mientras que el queso Manchego de oveja, se corto de una pieza más grande que estaba sin cubrirse, lo que provocó que el costado y la costra quedaran en contacto con el aire con posibilidades de deshidratarse. De ahí que se noten diferencias entre estas zonas con la zona de la superficie, pues presumiblemente se deshidrataron y como consecuencia se concentraron los pigmentos que dan el color.

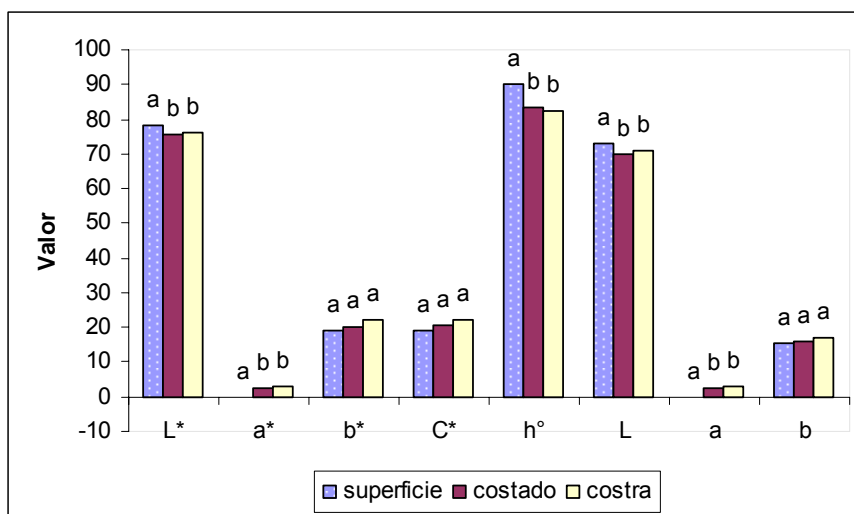


Figura 4.2.2.1.6. Atributos de color evaluados en el queso Manchego de oveja

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

En relación al queso Cotija, que es la muestra objeto de estudio, se puede observar que se dan dos diferencias importantes, que se exteriorizan en ambos sistemas (Figura 4.2.2.1.7).

Primero el parámetro L diferencia a la superficie de la costra y el costado, señalando a la superficie como un color de mayor luminosidad. Segundo, el atributo a marca claramente diferentes a la zona de la superficie y la zona de la costra, indicando que esta última tiende a tonalidades rojas mas intensas.

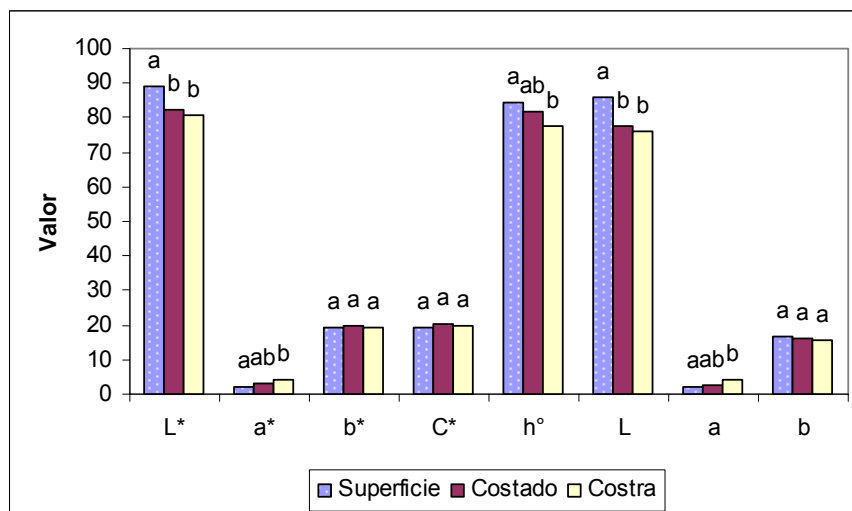


Figura 4.2.2.1.7. Atributos de color evaluados en el queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Estas diferencias podrían explicarse por dos razones las cuales se exponen a continuación. El queso Cotija se elabora a partir de leche bronca y no se inocula con ningún microorganismo, por tanto, la fermentación con la que se produce el queso es espontánea. Es decir, puede realizarse por la microbiota presente en la leche o por los microorganismos con los que se pone en contacto el queso durante el proceso de elaboración. De tal modo, que es comprensible que no se lleve a cabo una fermentación homogénea en todo el queso, provocando desigualdades en la concentración de los pigmentos a lo largo del queso.

Por otro lado, es un queso que generalmente se mantiene sin refrigeración ni protección en la zona de venta. Dejando la pieza de queso al aire libre lo que puede provocar la deshidratación de los quesos, concentrando el pigmento en las zonas expuestas. De ahí que la parte interna tenga un color menos intenso.

4.2.2.2. DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN COLOR DE ACUERDO A LA ZONA DE MUESTREO DE QUESOS TIPO COTIJA

Se hizo un promedio de los valores obtenidos de las zonas llamadas superior arriba, superior medio y superior abajo (figura 3.2.2.2.1 de materiales y métodos); para representar el color de la zona interna del queso y poder así comparar el color entre las 8 muestras de queso Cotija.

De manera global, la única tendencia clara que se puede observar es que el color de la muestra es significativamente diferente entre la parte externa y la parte interna del queso Cotija debida a la formación de la costra en el queso.

La costra se caracteriza por ser más oscura (representada por un valor de L más pequeño), de igual manera tiende a tonalidades rojas (valor a más positivo) y a los tonos azules (valor de b más negativo) que la parte interna del queso. Tal es el caso de la muestra 2 de Quitupan, Jalisco, Figura 4.2.2.2.1.

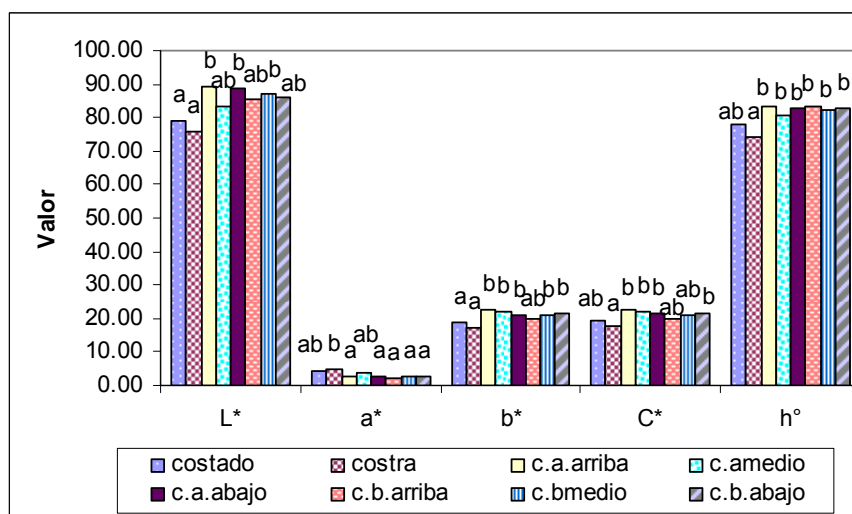


Figura 4.2.2.2.1. Atributos de color evaluados en la muestra 2 de Quitupan, Jalisco

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación
 Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

En el caso del valor de C que representa la cromaticidad o saturación de color sólo se hallaron tres muestras: Quitupan-2, Tocumbo y Quitupan-5 donde existía diferencia significativa entre las zonas. Sin embargo, no se encontró una tendencia en estas diferencias (Figuras 4.2.2.2.1, 4.2.2.2.2 y 4.2.2.2.3).

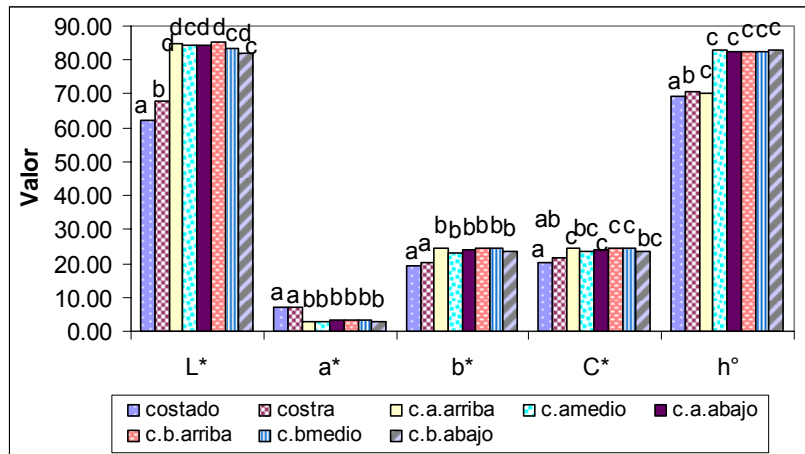


Figura 4.2.2.2. Atributos de color evaluados en la muestra 3 de Tocumbo, Michoacán

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación
 Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

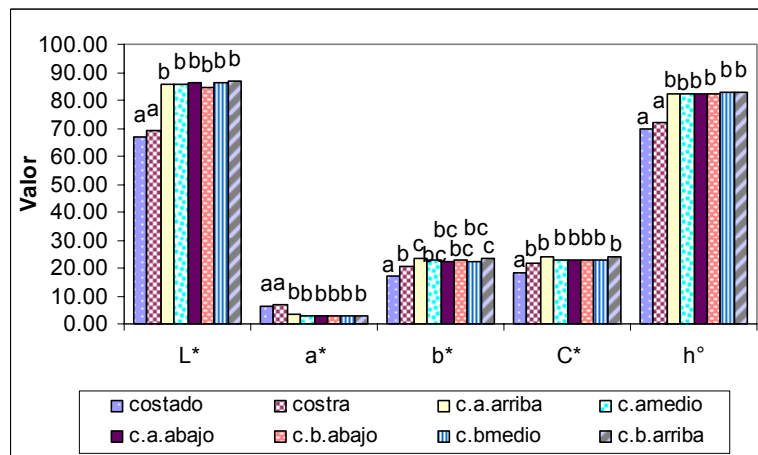


Figura 4.2.2.3. Atributos de color evaluados en la muestra 5 de Quitpan, Jalisco

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

La longitud de onda que predomina en la zona de medición del color está representada por el valor de h° , los valores obtenidos en las mediciones de color, muestran que son diferentes significativamente las longitudes de onda predominantes en la parte interna del queso y la parte externa.

La excepción se da en las muestras Cotija-7 y Tocumbo (Figuras 4.2.2.2 y 4.2.2.4) donde se puede ver que hay 3 longitudes de onda diferentes para la costra, costado y parte interna. La muestra de Cotija-4 (Figura 4.2.2.5) es un caso especial, donde hay diferencias en la parte interna del queso.

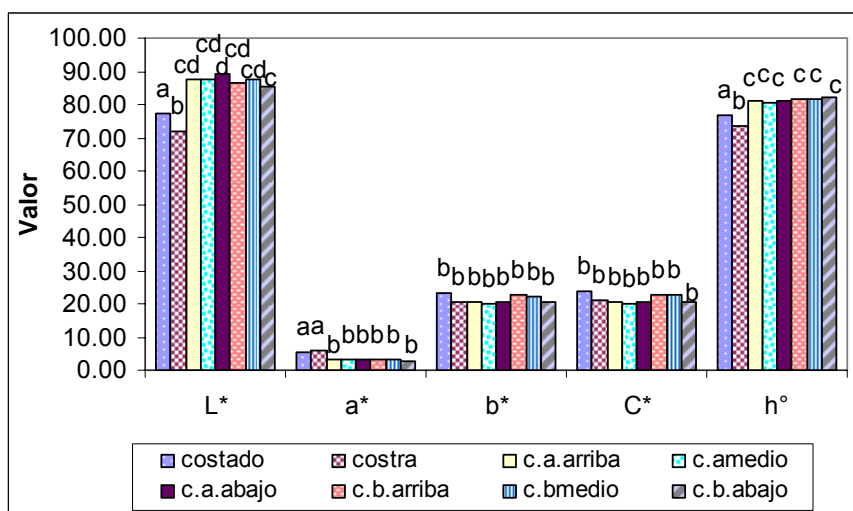


Figura 4.2.2.4. Atributos de color evaluados en la muestra 7 de Cotija, Michoacán

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

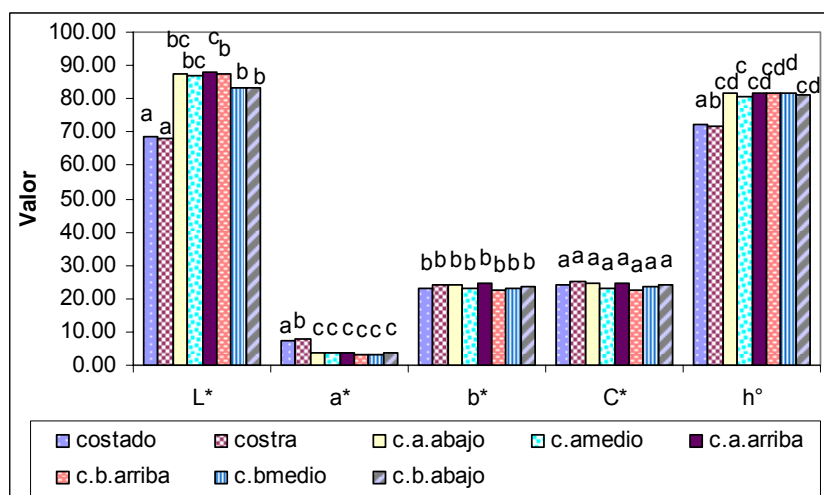
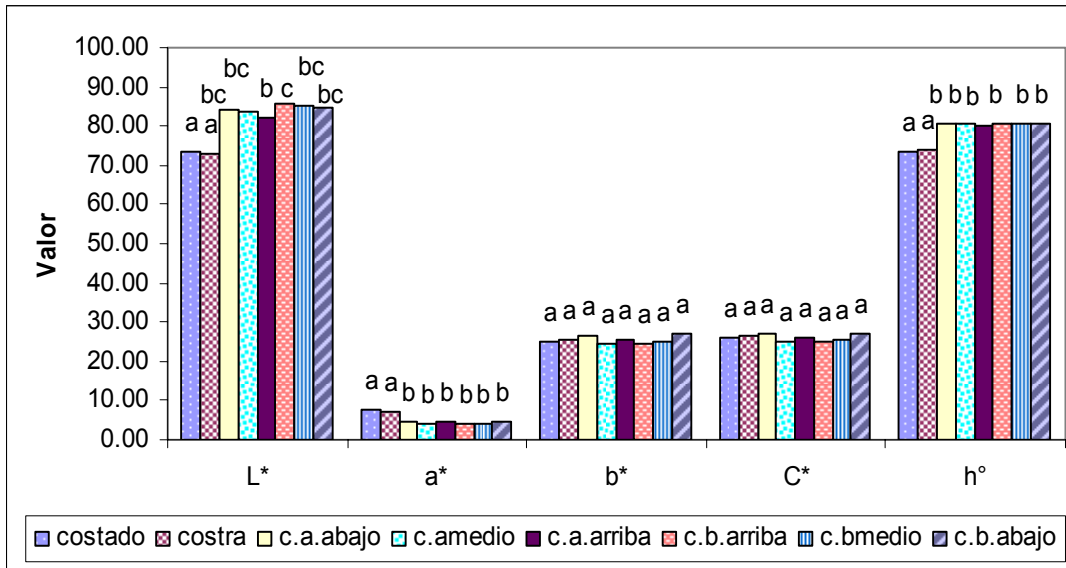


Figura 4.2.2.5. Atributos de color evaluados en la muestra 4 de Cotija, Michoacán

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

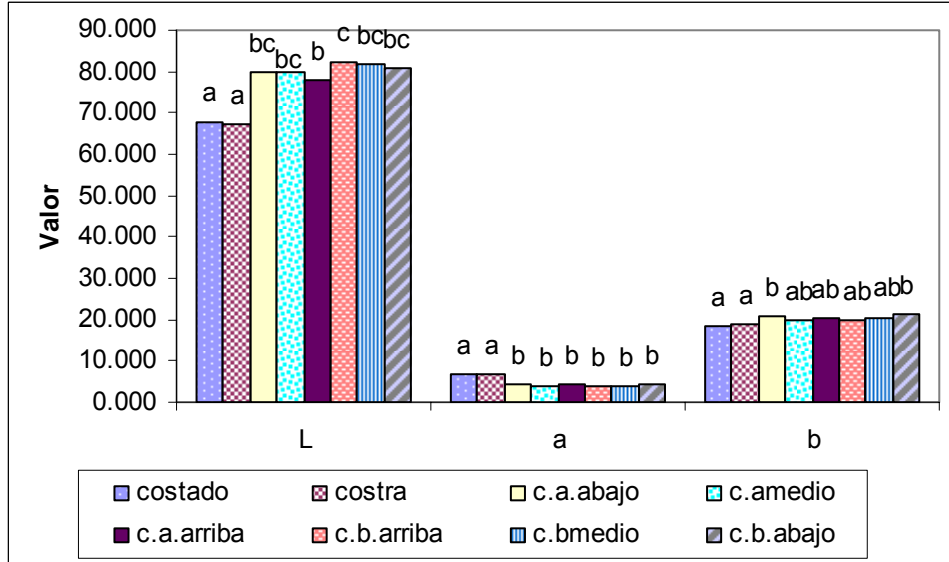
Por otra parte, si se compara el sistema de medición CIE Lab con el Hunter Lab, se observa que el sistema Hunter Lab es más discriminativo para los valores del atributo b, es decir, las tonalidades azul-amarillas. Pero no así cuando se trata de las tonalidades verde-rojas (valor del atributo a), donde es más eficiente el sistema CIE Lab para detectar diferencias. Esta información se deriva de las mediciones realizadas a las muestras de Quitupan, Cotija y Sta. María del Oro (muestras 1, 2, 5; 4 y 6, respectivamente), Figura 4.2.2.6.



Sistema CIE Lab

Figura 4.2.2.6a. Atributos de color evaluados en la muestra 1 de Quitupan, Jalisco

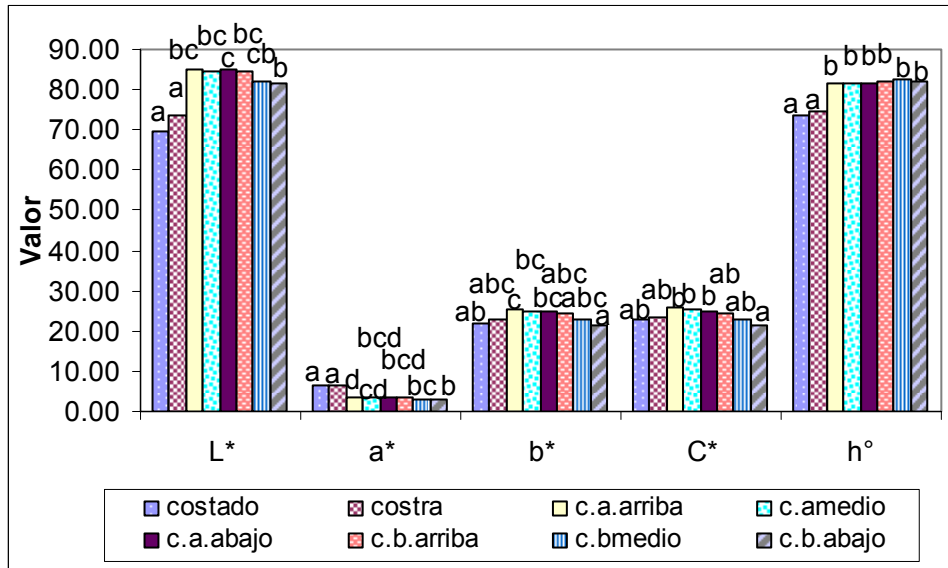
^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación
 Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas



Sistema Hunter Lab

Figura 4.2.2.6 b. Atributos de color evaluados en la muestra 1 de Quitupan, Jalisco

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

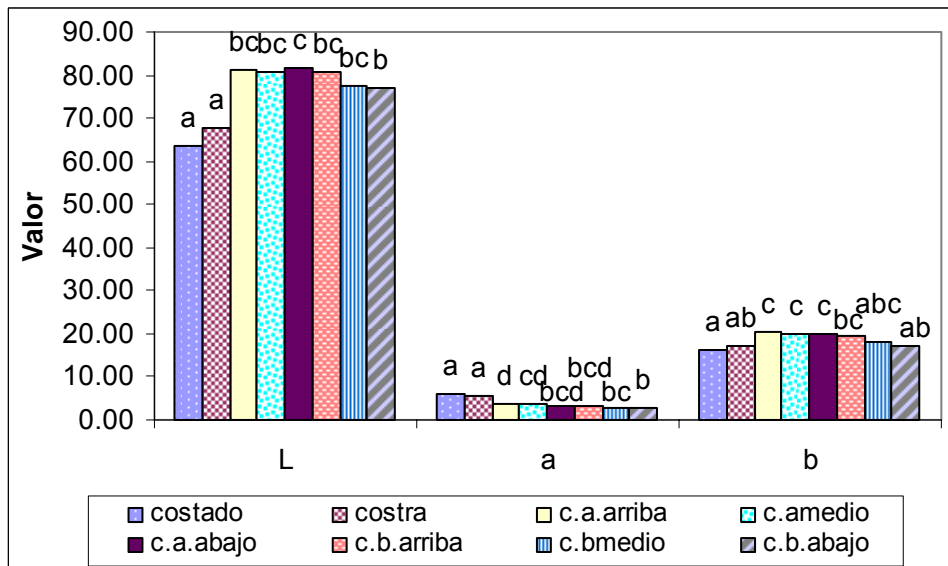


Sistema CIE Lab

Figura 4.2.2.6c. Atributos de color evaluados en la muestra 6 de Santa María del Oro, Jalisco

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas



Sistema Hunter Lab

Figura 4.2.2.6d. Atributos de color evaluados en la muestra 6 de Santa María del Oro, Jalisco

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación

Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

4.2.2.3. DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN COLOR DE PIEZAS DE QUESO COTIJA DE DIFERENTES PRODUCTORES

El queso Cotija tiene su origen en la zona volcánica localizada en los estados de Michoacán y Jalisco, por lo que resultaba esencial estudiar y comparar muestras de queso que provinieran de ambos estados. Así, se estudiaron muestras producidas en los municipios de Cotija y Tocumbo del estado de Michoacán; de los municipios de Santa María del Oro y Quitupan del estado de Jalisco y de la Ranchería La Tinaja, Michoacán.

Una vez que se comprobó que las diferencias existentes en el color de un mismo queso Cotija en estudio se daban principalmente entre la parte interna y la parte externa, se prosiguió a comparar el color entre las 8 muestras de queso Cotija. Con base en dicha observación la comparación se llevó a cabo sólo para las zonas del costado, la costra y la parte interna del queso.

Los resultados de esta etapa de evaluación del color (figura 4.2.2.3.7), no muestran una diferencia clara en el color respecto al lugar de origen de las muestras.

Si se considera que el color del queso está determinado por la alimentación de la vaca, se puede justificar que no existan diferencias obvias en el color entre las muestras de acuerdo al lugar de origen, debido a que se localizan en regiones con una altura de 1,600 m (Tocumbo), 1,593 m (Quitupan) y 850 m (Sta. Ma. del Oro) sobre el nivel del mar. La separación de las regiones es una situación meramente política y no geográfica, que origina que se tenga un clima y vegetación similar en las regiones de elaboración.

Por lo que no es de extrañar que de manera general, las muestras de Quitupan-5, Tocumbo y La Tinaja no tengan diferencias significativas en ninguno de los atributos de color. Así como no se encuentran diferencias significativas en los atributos de L y a entre ninguna de las muestras sin importar de donde provengan (figura 4.2.2.3.7).

También se puede observar que entre las muestras de Cotija y Tocumbo no se encuentran diferencias significativas (figura 4.2.2.3.7).

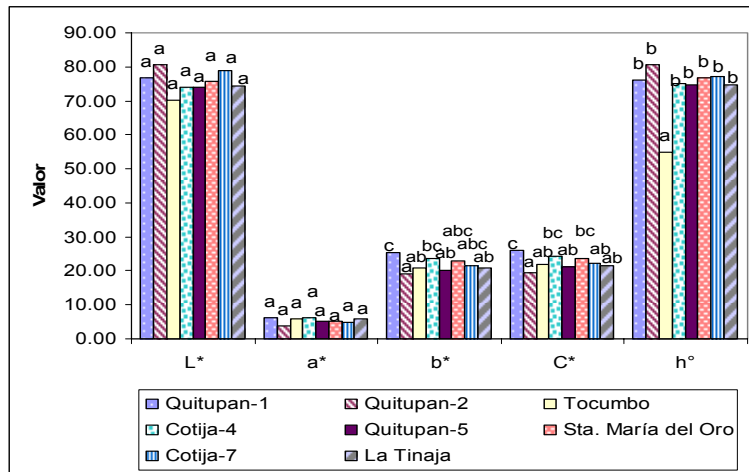


Figura 4.2.2.3.7. Comparación de muestras de queso Cotija con diferente lugar de origen

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

MUESTRAS ORIGINARIAS DE JALISCO

Ahora bien, si se comparan las muestras del estado de Jalisco encontramos que las similitudes no son claras. Puesto que las semejanzas que hay entre ellas son variables en todos los atributos de las zonas estudiadas (Figura 4.2.2.3.8).

Cabe destacar que entre la muestra de Quitupan-1 y la muestra de Santa María del Oro, no existe diferencia significativa en ningún atributo de color de la COSTRA (Figura 4.2.2.3.8). Otra semejanza recurrente para esta zona, se presentó entre las muestras de Quitupan (1 y 5) donde la diferencia que existe entre las muestras se presenta en el atributo de L el cual indica que Quitupan-5 es más oscuro.

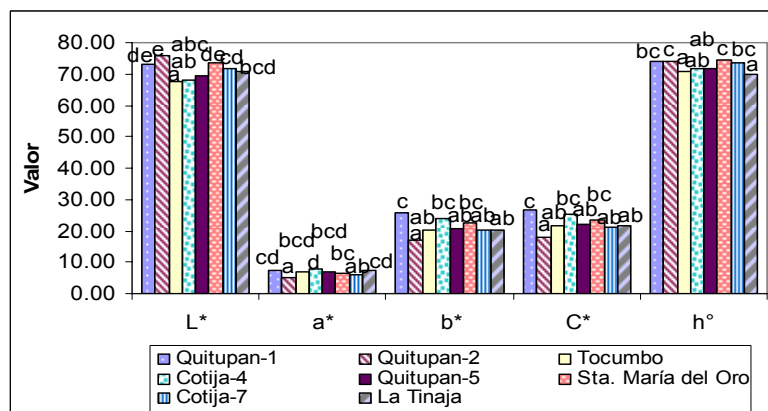


Figura 4.2.2.3.8. Comparación de la costra de diferentes muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Para el COSTADO (figura 4.2.2.3.9), se ve que la muestra de Quitupan-1 y la de Sta. Ma. del Oro pueden ser consideradas como iguales.

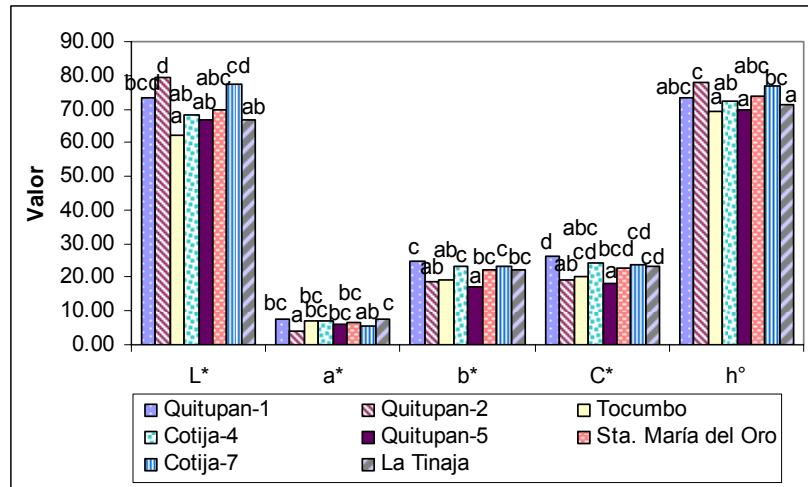


Figura 4.2.2.3.9. Comparación del costado de diferentes muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Se puede observar en la Figura 4.2.2.3.10 las siguientes similitudes entre los diferentes quesos:

- Todas las muestras provenientes del estado de Jalisco en el atributo **L**.
- Todas las muestras provenientes del estado de Jalisco en el atributo **a**, a excepción de la de Quitupan-1.
- Quitupan-1 y Sta. Ma. Del Oro en el atributo de **b** y **C**.
- Quitupan-5 y Sta. Ma. Del Oro en el atributo de **h°**.

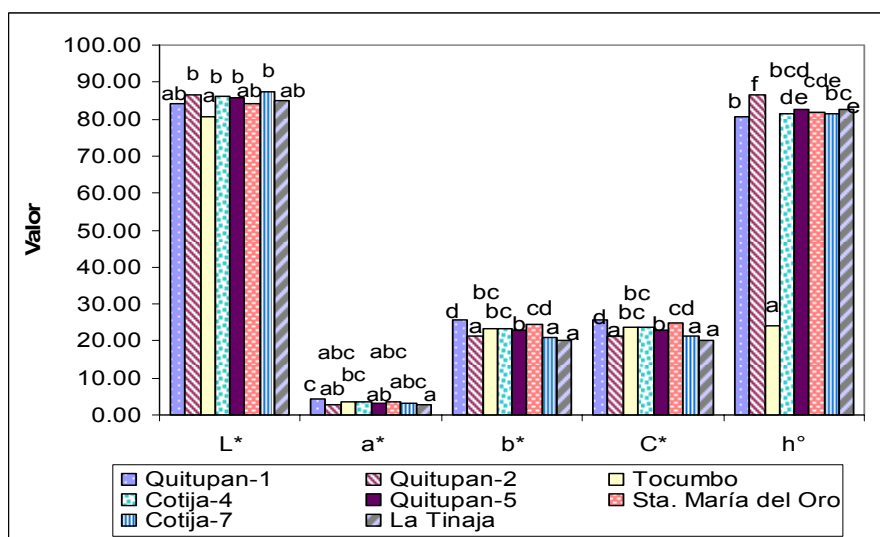


Figura 4.2.2.3.10. Comparación del interior de diferentes muestras de queso Cotija

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

MUESTRAS ORIGINARIAS DE MICHOACÁN

La comparación hecha para la COSTRA (Figura 4.2.2.3.8) permite determinar que no existe diferencia significativa entre las muestras con origen en el estado de Michoacán, a excepción de la luminosidad del color, en donde la muestra Cotija-7 resultó tener tonalidades más blancas, sin existir diferencia significativa entre las muestras de Tocumbo y Cotija-4.

De esta misma forma se comportan las muestras de Tocumbo y de La Tinaja, puesto que también resultaron ser significativamente diferentes en el valor de **L**. La Tinaja es, en este caso, la que tiende en mayor proporción al blanco.

En el caso de la comparación hecha para el COSTADO (Figura 4.2.2.3.9), se repite el comportamiento de las muestras con origen en Cotija que sólo se diferencian porque la muestra Cotija-7 es significativamente más blanca.

Al comparar las muestras de Cotija con la de Tocumbo, se observa que la muestra de Tocumbo es diferente de la muestra 7 de Cotija en la mayoría de los atributos evaluados. Contrariamente, ocurre con la comparación de la muestra 4 de Cotija y la de Tocumbo, ya que el factor que la diferencia sólo es que la muestra Cotija-4 tiende a tonalidades más amarillas. Mientras que en las muestras de Tocumbo y La Tinaja no se encuentran diferencias significativas.

Para el caso del INTERIOR (Figura 4.2.2.3.10) se vuelve a observar que las muestras de Cotija se pueden considerar iguales para los atributos de **L**, **a** y **h°**; diferenciándose porque la muestra Cotija-7 tiende más al azul y tiene una menor saturación de color.

Al comparar estas muestras con la de Tocumbo no se observan las similitudes vistas para las otras zonas de evaluación del color. Sin embargo, la muestra Cotija-4 sólo se diferencia en el valor de **h°** y **L**. Mientras que la muestra de Cotija-7 y la de La Tinaja guardan una mayor igualdad entre ellas, ya que sólo se diferencian por el valor de **h°**.

En la figura 4.2.2.3.11 se muestran los resultados de los atributos **a** y **b** obtenidos con el sistema CIE Lab y Hunter lab, donde se observa que se encontraron resultados similares a los reportados por otros autores, quienes

reportaron que el sistema Hunter Lab era más discriminativo para el valor del atributo **b** y menos para el valor del atributo **a**.

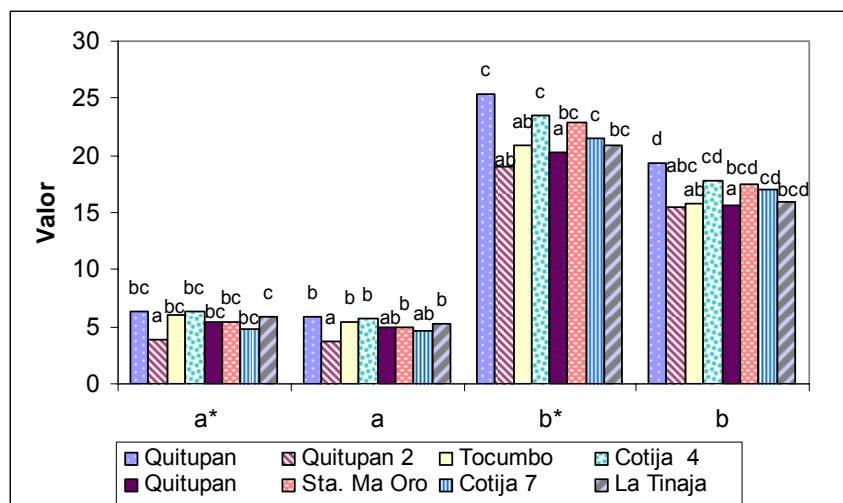


Figura 4.2.2.3.11. Valores de a y b otorgados por el sistema CIE Lab y Hunter Lab para la comparación del costado de diferentes muestras de queso Cotija

*a y *b son valores Cie Lab

^{a,b} Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha=0,01$ entre las zonas de evaluación. Los resultados de cada barra son un promedio de tres réplicas

Los rangos obtenidos para estos parámetros se resumen en la tabla 4.2.2.3.2., donde se observa que de manera general, se puede describir el color del queso Cotija, como el resultado de dos zonas de color diferentes, la costra y el interior. Así, la costra se caracteriza por ser más oscura (representada por un valor de **L** más pequeño), de igual manera tiende a tonalidades rojas (valor **a** más positivo) y a los tonos azules (valor de **b** más negativo) que la parte interna del queso.

Tabla 4.2.2.3.2. Rangos de los parámetros de color para Queso Cotija Auténtico

Zona Medición	Parámetro	CIE Lab	Hunter Lab
Costra 	L	71,30 ± 2,95	65,31 ± 3,32
	a	6,71 ± 1,02	6,11 ± 0,90
	b	21,41 ± 2,96	16,02 ± 1,92
	H ^o	72,56 ± 1,81	
	C	22,45 ± 3,05	
Interior 	L	85,04 ± 2,58	81,34 ± 3,01
	a	3,32 ± 0,65	3,22 ± 0,59
	b	22,73 ± 1,88	18,56 ± 1,31
	H ^o	75,14 ± 19,76	
	C	22,98 ± 1,92	

*Color de la costra de la muestra originaria de La Tinaja

** Color de la costra de la muestra originaria de Quitupan-1

*** Color de la parte interna de la muestra de Quitupan-2

**** Color de la parte interna de la muestra de Cotija-4

4.3. RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y LAS CONDICIONES DE ELABORACIÓN DEL QUESO COTIJA

Los atributos sensoriales característicos del queso Cotija son consecuencia de dos factores:

- La composición de la leche con la que se fabrica el queso, y
- Las condiciones en las que se realizan las etapas de elaboración del mismo. De las cuales destacan el salado, el desuerado (debido al prensado y/o el oreado) y la maduración de los quesos.

De tal manera, resulta importante definir qué procesos ocurren durante estas etapas.

Composición de la leche

El color de un queso depende directamente del origen de la leche con la que este se produce. En el caso del queso Cotija, es comprensible que se obtenga un queso de color amarillento ya que la leche que se emplea para su elaboración puede tener una alta concentración de pigmentos pues proviene de vacas alimentadas por libre pastoreo en los meses en julio y agosto (temporada de lluvias). Así, los pigmentos pueden transferirse del alimento de la vaca a la leche, y de la leche al queso.

Por lo tanto, no sólo se pueden encontrar distintos colores en la leche, si no que también, se pueden esperar que durante el proceso de elaboración del queso los pigmentos (carotenoides) no se concentren en proporciones homogéneas a lo largo de la pieza. En éste sentido también influye, la mezcla de diferentes lotes de leche para la elaboración de una pieza de queso, práctica común entre los productores que se lleva a cabo cuando existen sobrantes, lo que provoca que el color resultante del queso no sea homogéneo.

Otro factor de la composición de la leche, que puede influir principalmente en la sensación grasa, es el tipo de grasa que contenga la leche con la que se elabora el queso. En el queso Cotija la sensación grasa no está en altas

intensidades, a pesar de que el contenido de grasa sea alto (alrededor de 30%) (Hernández, 2006), ya que se puede suponer que la mayor parte de la grasa es de origen butírico, que posee un punto de fusión bajo, por lo que no deja un residuo graso importante en la boca después de la manipulación al consumirlo. Así mismo, este hecho nos puede ayudar a explicar que el contenido de grasa influya de manera importante en el perfil de sabor del producto y no en la textura.

Etapas de proceso

Recolección de la leche

Para la elaboración del queso Cotija se emplea leche cruda y recién ordeñada del día. Por lo general, la leche obtenida se deja reposar antes de la adición del cuajo a temperatura ambiente de 3 a 4 horas. Por lo tanto, la temperatura de la misma se mantiene entre 37°C, temperatura a la cual sale de la vaca, y 34°C. Así se propicia el crecimiento de una gran variedad de microorganismos que, al no ser eliminados mediante tratamiento térmico, serán los responsables de la posterior maduración del queso y, con ello del perfil de sabor y aroma del mismo.

Corte de la cuajada

De esta operación mecánica dependen la granulosis, la uniformidad y la estructura del queso. En el queso Cotija, con el fin de favorecer al desuerado, la cuajada se corta varias veces y se forman granos de cuajada pequeños otorgándole al queso una alta granulosis. Así mismo, se forman grietas o deformaciones que resultan de la heterogeneidad de los granos formados y que vuelven al queso áspero y con estructura poco uniforme.

Desuerado

El proceso de desuerado incluye las operaciones de drenado o colado, escurrido y prensado. Del desuerado de los quesos dependen principalmente

atributos de textura como la dureza, la cohesividad, la firmeza y el contenido de humedad de la pasta.

La alta dureza de la pasta de queso Cotija puede explicarse gracias a que el proceso de desuerado al que es sometido este queso, es muy intenso, lo que provoca que durante la sinéresis del lactosuero se reordenen las moléculas exponiéndose grupos activos que permiten formar nuevos enlaces. Como se promueve que sea expulsada la mayor cantidad de agua posible se pueden formar un mayor número de enlaces y enlaces de mayor fuerza confiriéndole dureza a la pasta.

La baja cohesividad del queso Cotija puede tener origen en que la cuajada a partir de la cual se elabora es de reducida hidratación por lo que se pierde la posibilidad de que durante esta etapa también se formen puentes de hidrógeno entre moléculas de agua y la proteína, que aunque débiles, son los encargados de conferir cohesividad al coágulo (Chamorro, 2002).

Estas condiciones de proceso, también determinan el contenido de humedad de los quesos, ya que esta depende directamente de la cantidad de agua atrapada en la red estructural del mismo. Por eso es comprensible que el panel lo haya percibido como un queso seco.

Existen variaciones entre los atributos sensoriales que dependen del desuerado entre las muestras de Queso Cotija, las cuales pueden ser ocasionadas debido a que estas etapas siguen sin estandarizarse entre los productores, por ejemplo, el prensado se realiza con piedras de pesos diversos y la dosificación de la sal no se realiza de manera precisa, por lo tanto el contenido de humedad varía.

Salado

Tecnológicamente en la elaboración del queso Cotija, el salado tiene la función de alargar la vida de anaquel del producto, sin embargo también imparte un gusto salado intenso al consumirlo. Cabe señalar que, como se trata de una

elaboración totalmente artesanal, la dosificación de la sal no se realiza de forma precisa, variando de productor a productor.

Amasado

Esta operación se realiza de manera manual y tiene como propósito ayudar a la incorporación de sal. Gracias al amasado los granos de cuajada reducen aún más su tamaño favoreciendo la granulosidad característica del queso. Así mismo, se logra incrementar la temperatura de la pasta, lo que permite que se favorezca la cohesividad.

Oreado

En esta etapa del proceso, los quesos sufren un deshidratación por lo que se verá afectado, principalmente, el color de los mismos, ya que se provoca que la concentración de los carotenoides no sea homogénea en las diferentes zonas del queso. De tal manera que puede esperarse que la parte expuesta al ambiente sea más concentrada que la interna. Así mismo, el oreado promueve la formación de la costra característica del queso Cotija.

Esta deshidratación también permite la concentración de los compuestos que imparten el sabor y el olor de los quesos.

Maduración

Algunos de los compuestos formados durante el proceso de maduración dan origen al perfil de sabor y olor de los quesos añejados. Un ejemplo de esto es cuando la microbiota se compone de bacterias lácticas que producen, casi exclusivamente, ácido láctico (Figura 4.3.1) incrementándose la nota agria en el atributo de olor.

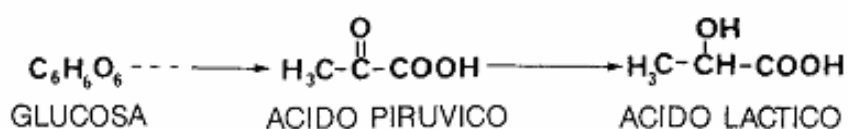


Figura 4.3.1. Metabolismo principal de las bacterias lácticas

La alta concentración de ácido láctico, a su vez, puede provocar cambios en los atributos de textura. La causa probable de la alta fracturabilidad y desmoronabilidad del queso está relacionada directamente con la desmineralización de la cuajada (pérdida de calcio de la red estructural) debida a la producción de grandes cantidades de ácido láctico que provoca que la estructura del queso sea más frágil (Chamorro, 2002). En otros tipos de queso, se añaden sales de calcio a la cuajada con el fin de recuperar el que pudiera perderse por el efecto descrito, sin embargo, no es una práctica que se realice en la producción del queso Cotija.

Otros procesos enzimáticos que ocurren gracias a la maduración del queso son la proteólisis y la lipólisis.

La proteólisis puede originar aminoácidos que puedan impartir sabor o ser los responsables de sensaciones como la astringencia, al hidrolizar las proteínas del queso. De igual manera la proteólisis provoca cambios en la dureza y la firmeza del queso, por la pérdida de la integridad estructural del queso que ocurre, principalmente, por la ruptura de la α_{s1} caseína. A consecuencia, las muestras con mayor grado de maduración, y por tanto con menor firmeza, también son las menos duras (Fox et al, 2000 y Pollard et al, 2003). Hernández N. (2006) encontró que los microorganismos con mayor actividad proteolítica en el queso Cotija son: *Bacillus megaterium*, *Bacillus flexus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus sciuri* y *Enterococcus* sp.

Mientras que la lipólisis de las grasas genera una gran cantidad de ácidos grasos libres, los que imparten una nota de "rancidez", principalmente provocada por el ácido butírico. Así mismo, una posterior oxidación y reesterificación de los ácidos grasos, provoca la pérdida del sabor y aroma característico de la leche. Por ello pudo ser necesaria la inclusión de ambos conceptos en el término "Sabor a Cotija". En el caso del queso Cotija se ha encontrado que los microorganismos de mayor actividad lipolítica son: *Bacillus pumilus*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus piscifermentans*, *Staphylococcus saprophyticus* Subs. *Saprophyticus*, *Yarrowia lipolytica* y *Candida zeylanoides* (García, 2006).

Así mismo el tiempo de maduración influye tanto en el contenido de humedad y la dureza del queso, por lo que se espera que quesos con mayor tiempo de maduración tengan un menor contenido de humedad y sean menos duros y firmes.

Almacenamiento

De acuerdo a las condiciones de almacenamiento el contenido de humedad y el color de los quesos pueden sufrir variaciones. Así, si el queso se almacena en condiciones no favorables, puede fomentarse la deshidratación del mismo.

Por otro lado, las condiciones en las que se mantiene éste durante el almacenamiento hasta el momento de la compra, tales como, si es refrigerado, si está expuesto al aire libre o a la luz a la que es sometido para su exposición al consumidor pueden provocar variaciones en el color en las zonas del queso. Por ejemplo, el atributo que más se ve afectado por estas condiciones es el **C** que simboliza la saturación del color, por lo que se espera que cuando el producto pierde demasiada humedad se concentren más los pigmentos y el valor de **C** aumente.

Esto último es importante, ya que se ha demostrado que bajo algunas condiciones de iluminación se fomenta la oxidación de los pigmentos del queso, provocando cambios en el color y oscurecimientos del mismo (Wold, et al, 2006). Mientras que los otros factores mencionados pueden provocar que el queso pierda humedad, lo que permitirá que haya mayor concentración de los pigmentos en las zonas en contacto directo con el aire.

4.4. CORRELACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL E INSTRUMENTAL

Con el fin de comprobar si existía alguna relación entre la evaluación sensorial y la instrumental, se llevó a cabo una correlación estadística, que sigue un modelo lineal, de los atributos estudiados con ambas técnicas (color y textura).

Los parámetros de color L y C no presentan correlación significativa con los atributos sensoriales de brillo y color respectivamente, a causa de que existió una diferencia en el método de evaluación. Mientras que L es una medida que indica la cantidad de luz reflejada por una muestra, el término sensorial “brillo” fue relacionado con el contenido de humedad del queso.

De la misma forma se comportan C y el término sensorial color, ya que el primero se refiere a la saturación del color y, por su parte, el color fue asociado al tono de éste. Es importante realizar la aclaración de cual es la diferencia existente entre estos términos ya que los conceptos se pueden confundir, el tono se refiere a una luz compuesta por vibraciones de una única longitud de onda del espectro visible, y la saturación es la mezcla de luces de distinta longitud de onda.

Resulta preciso mencionar que la evaluación sensorial de brillo y la instrumental de C en cada caso, son las que logran una mejor diferenciación de las muestras de queso Cotija en estudio. El caso contrario ocurre para los atributos de textura donde se encuentran factores de correlación aceptables (tabla 4.4.1).

Tabla 4.4.1. Parámetros de textura y factores de correlación para las relaciones lineales entre los métodos de evaluación

Parámetro	Factor de correlación**	R ^{2***}	Valor sensorial	Valor instrumental
Dureza*	-0.91	83.86 %	3.86	5128.45
Cohesividad	-0.89	79.40 %	3.43	0.71
Adhesividad	-0.93	86.34 %	4.02	-24.12
Desmoronabilidad	0.94	88.92 %	6.70	6.21
Masticabilidad	-0.84	73.31 %	3.91	7633.36

*La relación se llevó a cabo entre la dureza sensorial y la firmeza instrumental

**Promedio del factor de correlación obtenido para cada muestra de queso Cotija auténtico

Al tratarse de un alimento complejo, como es el caso del queso Cotija, donde la textura, que se caracteriza por ser altamente desmoronable, afecta la

percepción de los demás atributos provoca que la manera de evaluar en el equipo y la del panel difieran. Lo que pudiera explicar que se obtengan relaciones negativas y valores más bajos de lo esperado para las correlaciones.

Así mismo explica que la dureza sensorial no pueda correlacionarse con la dureza instrumental. Puesto que la dureza evaluada durante el proceso de masticación implica la ruptura de la muestra, a diferencia de la dureza evaluada por el texturómetro que mide la resistencia a la deformación al aplicar una fuerza de compresión. Este efecto no se presenta en el caso dureza-firmeza, sin embargo, la dureza sensorial es la más discriminativa.

A pesar de que las correlaciones no alcanzan un porcentaje superior a 90, se pueden considerar confiables ya que se pueden ver coincidencias entre los métodos de evaluación. Por ejemplo se tiene que:

- No existen diferencias entre la evaluación sensorial e instrumental de la cohesividad.
- Para la desmoronabilidad y la adhesividad se encuentran las mismas tendencias, sólo que la muestra con mayor intensidad del atributo instrumentalmente, resulta ser la que es percibida en menor intensidad por el panel lo que seguramente arroja un factor de correlación menor.
- Se halló correlación para la adhesividad sensorial e instrumental, evaluando este atributo mediante un análisis de superficie que arrojó resultados congruentes que discriminan las muestras de forma similar a la evaluación con el panel. En este punto es importante mencionar que la correlación encontrada entre ambos métodos de medida se pueden deber al método instrumental utilizado ya que cuando se ha utilizado TPA para obtener valores de adhesividad otros autores (Brennan, et al 1970) describen que, a pesar de que un panel considera a la adhesividad como un atributo importante, al evaluarlo de manera instrumental (TPA) los valores obtenidos son poco significativos. De tal manera, no es recomendable evaluar la adhesividad por medio de TPA porque la falta de elasticidad en la muestra no permite una evaluación confiable (Fizman y Damasio, 1999).

5. CONCLUSIONES

5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

Se logró el entrenamiento de un panel descriptivo conformado por trece panelistas, de los cuales 11 son mujeres y 2 hombres de edades entre 20 y 23 años. Además de tres personas con edades de 25, 27 y 51.

Se propone la introducción de pruebas de ordenación para realizar el anclaje de las escalas durante el entrenamiento de los panelistas lo que permite evaluar la capacidad discriminativa de cada juez y familiarizarlos con las diferentes intensidades en las que pueden encontrar el atributo evaluado. Así mismo, se planteó una metodología de análisis descriptivo basada en diferentes metodologías como el TPA y el QDA para llevar a cabo el análisis sensorial del queso Cotija, este hecho permitió que el panel entrenado fuera capaz de discriminar entre intensidades muy cercanas para todos los atributos evaluados.

Se generaron 25 descriptores para la evaluación sensorial del queso Cotija. Éstos se dividen en: 7 de apariencia, 2 de olor, 3 de textura táctil, 7 de textura en boca y 6 de sabor. Cabe señalar que se encontró coincidencia con otros estudios realizados a quesos madurados en 8 de los descriptores generados (color, granulosis, humedad, fracturabilidad, dureza, gusto salado, gusto agrio e intensidad de olor y sabor), por lo que se consideran los atributos más importantes para evaluar un queso con estas características. Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las muestras de queso Cotija se muestran en la tabla 5.1.1.

De los descriptores generados existen 5 que no permiten establecer diferencias significativas entre las muestras de queso Cotija, éstos son: Homogeneidad del color, intensidad del olor y sabor, cohesividad y nota agria de sabor.

Las diferencias más importantes entre las muestras de queso Cotija evaluadas se presentan en atributos de textura, sobretodo en aquellos que tienen que ver con el corte y desuerado de la cuajada, como la dureza, firmeza, granulosis y humedad. Así mismo, la muestra que resulta más alejada del perfil obtenido

para el promedio es la muestra originaria de Quitupan, Jalisco, denominada como Quitupan-1. Sin embargo, no se logran establecer diferencias entre el perfil encontrado para el producto de acuerdo a la región de procedencia, por lo tanto, las condiciones geográficas y de producción de Jalisco y Michoacán dan productos altamente parecidos.

Es importante destacar que los atributos de sabor salado, agrio y astringente tienen influencia en la percepción de uno sobre otro, por lo tanto se potencian entre sí. Mientras que fue la etapa de maduración lo que determinó el perfil del sabor, es posible afirmar esto, ya que fue clara la ausencia de notas lácteas características de los quesos frescos.

Tabla 5.1.1. Evaluación sensorial de diferentes muestras de Queso Cotija auténtico

ATRIBUTO	Mtra 1	Mtra 3	Mtra 4	Mtra 5	Mtra 6	Mtra 7	Mtra 8
Color	3.3±0.95	2.8±0.78	3±0.67	3.0±0.8	2.9±0.73	2.7±0.73	2.7±0.59
Homogeneidad del color	7.8±0.82	7.6±1.1	7.4±1.2	7.9±0.75	7.6±0.94	7.7±0.95	7.6±1
Brillo	3.5±0.80	3.0±0.99	3.4±0.82	3.2±0.8	3.2±0.67	3.0±0.76	3.2±0.73
Granulosidad visual	6.9±1.09	7.2±1.3	7.1±1.1	7.4±1.2	7.3±1	7.6±1.2	7.3±0.87
Humedad visual	3.6±0.88	3.1±0.85	3.4±1	3.4±0.94	3.5±0.9	3.0±0.78	3.0±0.78
Uniformidad	6.3±1.0	7.0±0.83	6.6±0.93	6.8±1.2	7.0±0.93	7.0±0.82	7.1±0.9
Estructura	5.2±1.43	3.7±1.3	3.7±0.53	3.8±1.1	3.6±1.1	3.6±1	3.7±1
Nota agria de olor	5.2±1.63	5.2±1.3	5.4±1.4	4.9±1.4	3.8±1.3	3.9±1.2	5.0±1.4
Intensidad del olor	6.1±1.28	6.1±1.1	5.6±1.4	6.0±1.1	6.0±1.1	6.1±1.2	6.2±0.89
Aspereza	5.0±1.63	6.0±1.6	6.6±0.96	6.0±1.2	6.3±1.4	6.7±1.1	5.9±1.6
Fracturable	6.2±1.21	5.8±1.5	6.5±1.1	5.3±1.4	6.5±1.3	6.7±.98	6.6±1.1
Desmoronable	6.4±1.19	6.3±1.4	6.9±1.1	6.4±1.2	6.8±1.2	7.2±1.2	7.0±1
Dureza	3.5±0.89	4.4±1.2	3.8±0.81	3.7±0.8	3.9±0.84	3.6±0.83	4.1±0.78
Cohesividad	3.5±0.79	3.2±0.87	3.5±0.82	3.8±1.1	3.4±0.92	3.3±0.96	3.4±0.83
Adhesividad	3.6±0.78	4.1±1.4	5±1.6	4.1±0.86	4.1±1.4	3.9±1.4	3.4±0.93
Granulosidad	4.9±1.61	3.4±1.0	3.5±0.92	4.1±1.4	3.5±0.94	3.7±1.4	3.2±0.62
Humedad	3.9±0.76	3.0±0.85	3.6±0.95	3.7±0.94	3.4±0.94	3.3±0.89	3.0±0.75
Masticabilidad	3.6±0.76	3.6±0.78	3.9±1	4.0±1.2	4.2±1.1	3.9±0.83	4.2±1.1
Sensación Grasa	3.9±0.83	3.6±0.97	3.2±0.92	3.7±0.8	3.3±0.84	3.3±0.86	3.3±0.85
Nota agria de sabor	3.1±0.92	3.1±0.80	3.1±0.87	3.3±0.89	3.1±0.96	3.2±0.67	3.0±0.7
Nota salada de sabor	3.9±0.9	3.6±0.89	3.5±0.95	3.6±1.1	3.7±0.92	3.8±1.1	4.5±1.2
Astringencia	2.7±0.66	2.7±0.84	2.9±0.81	2.5±0.82	3.1±0.92	2.5±0.74	2.7±0.7
Sabor a queso Cotija	6.3±1.39	6.6±1.4	6.7±1.2	6.6±1.4	6.6±1.3	6.7±1.2	7.1±1.2
Intensidad de Sabor	6.2±1.21	6.2±1.3	6.0±1.3	5.8±1.5	5.6±1.4	5.9±1.3	5.8±1.2

*La numeración de las muestras es la correspondiente a la tabla 3.1.

Los perfiles generados a partir de la evaluación sensorial del queso Cotija se presentan en las figuras 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 y 5.1.4.

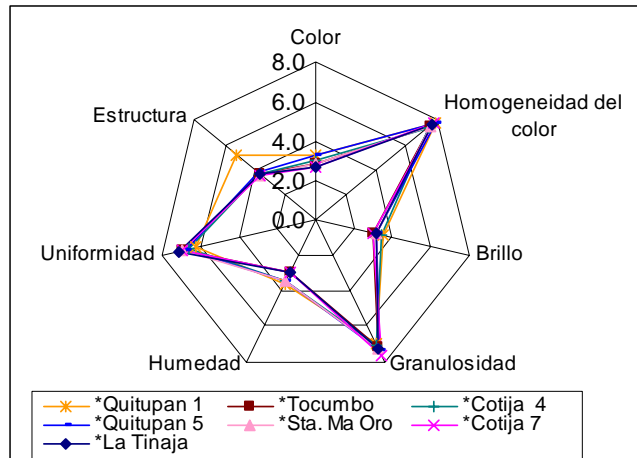


Figura 5.1.1. Perfiles de apariencia para las muestras de queso Cotija auténtico

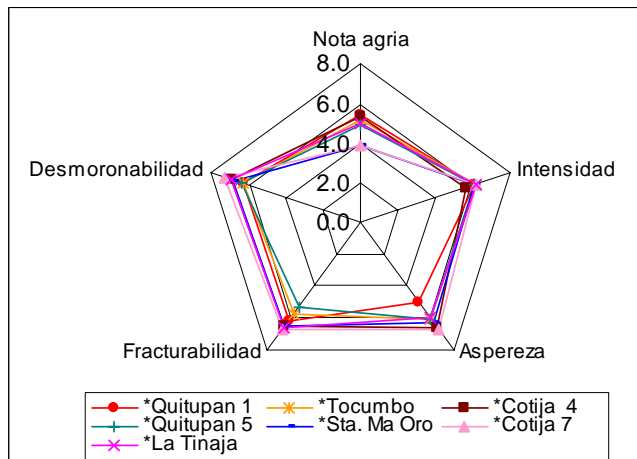


Figura 5.1.2. Perfiles de olor y textura táctil de las muestras de queso Cotija auténtico

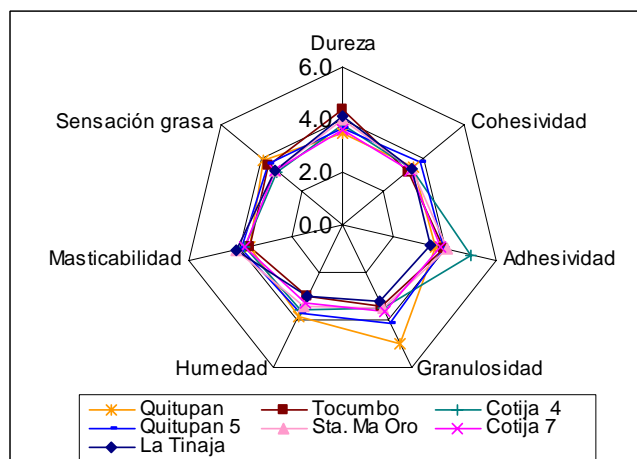


Figura 5.1.3. Perfiles de textura en boca para las muestras de queso Cotija auténtico

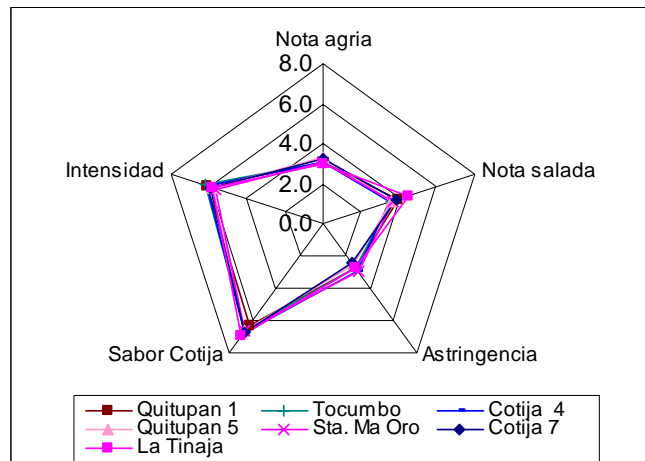


Figura 5.1.4. Perfiles de sabor para las muestras de queso Cotija auténtico

5.2. EVALUACIÓN INSTRUMENTAL

5.2.1. TEXTURA

El análisis de textura llevado a cabo en muestras de queso Cotija auténtico se basó en tres diferentes tipos de ensayo: TPA, análisis de adhesividad (que fueron realizados mediante un análisis de superficie) y un análisis de desmoronabilidad (que fue un análisis de corte). Las condiciones adecuadas para llevar a cabo estos ensayos en queso Cotija se resumen en la tabla 5.2.1.1.

Tabla 5.2.1.1. Condiciones de evaluación instrumental de textura para Queso Cotija

TIPO DE ENSAYO	%COMPRESIÓN	VELOCIDAD DE ENSAYO
TPA	25	0.8 mm/s
Análisis de adhesividad	30	1 mm/s
Análisis de desmoronabilidad	40	2 mm/s

Se observó que resulta fundamental establecer de las condiciones óptimas de evaluación para poder discriminar entre intensidades intermedias de cada atributo de textura. En la tabla 5.2.1.2 se muestran los resultados obtenidos para todos ellos.

Tabla 5.2.1.2. Valores de los atributos de textura evaluados en el Queso Cotija

Muestra/ Atributo	Dureza	Cohesividad	Masticabilidad	Desmoro- nabilidad	Adhesividad	Firmeza
Quitupan 1	12456.23 ± 2341.5	0.74 ± 0.04	7630.65 ± 1585.71	5.08 ± 0.24	-35.21 ± 6.77	4832.19 ± 1312.9
Quitupan 2	8085.84 ± 1674.2	0.61 ± 0.07	2824.32 ± 1200.98	5.24 ± 0.32	-22.56 ± 5.13	2737.94 ± 829.36
Tocumbo	13580.92 ± 3780.0	0.73 ± 0.09	5828.66 ± 832.56	5.47 ± 1.81	-22.01 ± 8.16	7042.19 ± 1329.5
Cotija 4	11089.89 ± 3361.4	0.66 ± 0.09	5036.71 ± 1844.97	6.75 ± 0.68	-35.04 ± 7.13	3357.57 ± 1057.0
Quitupan 5	18243.68 ± 3295.4	0.76 ± 0.07	11898.36 ± 2664.33	4.80 ± 0.42	-20.07 ± 0.62	5557.52 ± 746.36
Sta. Ma Oro	16401.29 ± 2791.1	0.67 ± 0.07	9451.82 ± 2348.04	8.75 ± 2.10	-32.06 ± 13.83	4266.52 ± 1010.6
Cotija 7	12952.41 ± 6253.5	0.74 ± 0.07	7939.60 ± 4911.8	4.95 ± 1.45	-12.84 ± 0.49	4874.79 ± 677.08
La Tinaja	10165.69 ± 200.2	0.67 ± 0.07	5647.74 ± 913.5	7.68 ± 1.8	-11.63 ± 5.2	5968.33 ± 895.9

En la figura 5.2.1.1 se ilustra los perfiles de textura para las muestras de queso Cotija obtenidos gracias a estos resultados, donde se puede ver que los atributos que discriminan mejor a las muestras son la dureza y la masticabilidad.

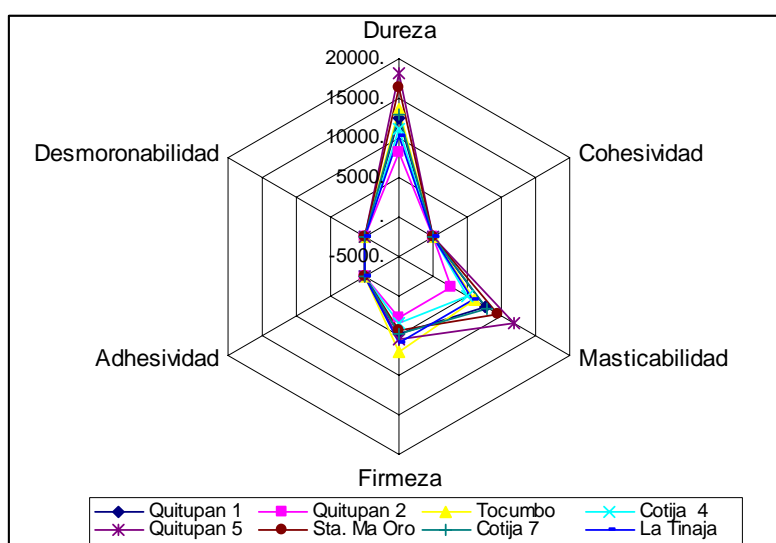


Figura 5.2.1.1. Perfiles de textura de las muestras de queso Cotija auténtico

Fue posible observar que es importante determinar el ensayo que se empleara según los atributos de textura que se requieran evaluar, puesto que se pueden obtener mediciones para un mismo atributo, mediante el uso de diferentes sondas. Sin embargo, las mediciones resultan distintas, y difieren en su capacidad discriminante.

Así se encontró que el TPA es un ensayo que nos permite evaluar las características de dureza, cohesividad y masticabilidad, pero en la medición de la adhesividad hay interferencia con la elasticidad de la muestra y, la medición se vuelve poco confiable. Contradictoriamente, el TPA resultó el mejor ensayo para evaluar la dureza en el queso Cotija.

Cabe resaltar que el alto grado de desmoronabilidad que presentan las muestras de queso Cotija trabajadas, impidió la medición de la elasticidad mediante el ensayo de TPA.

Mientras que el análisis de adhesividad permitió medir la firmeza y la adhesividad y, el análisis de desmoronabilidad da una medida de la desmoronabilidad. Resultaron ser más discriminativas las medidas de la dureza por medio del análisis de TPA y la medida de adhesividad por el análisis que lleva este nombre.

Al igual que en el caso de la evaluación sensorial, ninguno de los atributos de textura evaluados, nos permitió agrupar las muestras de acuerdo al lugar de origen.

5.2.2. COLOR

Uno de los factores determinantes para obtener una medida representativa del color de un queso, es la zona de muestreo. Ya que de acuerdo a las características del queso con el que se trabaje, podrá variar el color significativamente a lo largo de la pieza. La medición del color en el queso Cotija debe realizarse en dos zonas diferentes: la parte interna y la externa (costra) del queso. Ya que las condiciones de producción generan variaciones importante en el color en estos sitios. Los resultados de las características de color del queso Cotija se muestran en la tabla 5.2.2.1.

Tabla 5.2.2.1. Valores de los atributos de color del Queso Cotija

Muestra/ Atributo	L*	a*	b	C*	h°
Quitupan 1	76.91 ± 6.41	6.33 ± 1.81	25.37 ± 0.32	26.19 ± 0.38	76.02 ± 3.96
Quitupan 2	80.60 ± 5.4	3.91 ± 1.04	19.09 ± 2.05	19.54 ± 1.81	80.60 ± 5.39
Tocumbo	70.29 ± 9.43	6.01 ± 1.98	20.93 ± 2.06	21.89 ± 1.57	54.80 ± 26.5
Cotija 4	74.18 ± 10.2	6.27 ± 2.39	23.58 ± 0.45	24.47 ± 0.83	75.20 ± 5.4
Quitupan 5	73.99 ± 10.5	5.36 ± 2.06	20.27 ± 2.88	21.06 ± 2.48	74.77 ± 6.79
Sta. Ma Oro	75.61 ± 7.26	5.38 ± 1.73	22.87 ± 0.93	23.54 ± 0.58	76.68 ± 4.59
Cotija 7	78.82 ± 7.84	4.87 ± 1.49	21.50 ± 1.45	22.07 ± 1.45	77.22 ± 3.92
La Tinaja	74.28 ± 9.65	5.82 ± 2.81	20.80 ± 1.22	21.70 ± 1.67	74.59 ± 6.97

Los atributos de color que permiten discriminar mejor entre muestras son **b** y **C** tal como se observa en la figura 5.2.2.2 que muestra el perfil de color del queso Cotija.

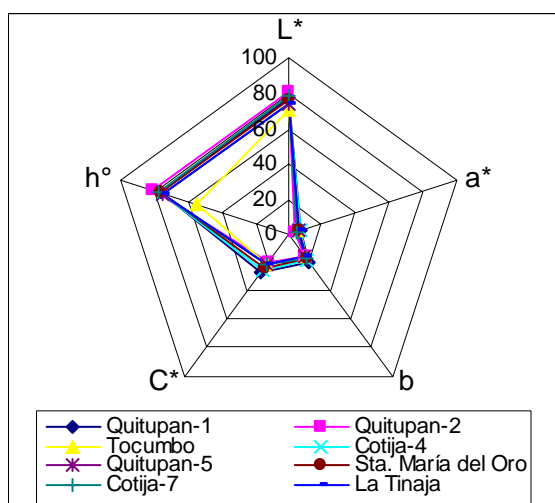


Figura 5.2.2.2. Perfiles de color de las muestras de queso Cotija auténtico

La costra se caracteriza por ser más oscura (representada por un valor de **L** más pequeño), de igual manera tiende a tonalidades rojas (valor **a** más positivo) y a los tonos azules (valor de **b** más negativo) que la parte interna del queso.

En relación a los sistemas de medición del color, se encontró que el sistema Hunter Lab es más discriminativo para el valor de **b** y el sistema CIE Lab lo es para el valor de **a**.

Así mismo, se determinó que el color no es un parámetro que nos permita establecer diferencias de los quesos de acuerdo al lugar de origen. Debido a que las regiones de elaboración del queso están localizadas a altura similares y

tienen las mismas condiciones climatológicas, por lo que se encuentra vegetación similar en estas regiones. Razón por la cual, aunque la alimentación de la vaca sea por un régimen de libre pastoreo, no se altere de manera significativa, la concentración de pigmentos de la leche con la que se elaboran los quesos en estas regiones.

5.3. CORRELACIÓN ENTRE MÉTODOS DE EVALUACIÓN

No es posible correlacionar los parámetros de color debido a que el método de evaluación no es el mismo, ni se hacen las mismas consideraciones, cuando se evalúa con el panel que cuando se hace instrumentalmente.

Contrariamente, ocurre con los atributos de textura (adhesividad, cohesividad, masticabilidad y desmoronabilidad) en donde se encuentran buenos coeficientes de correlación.

Así mismo se observó que la forma de evaluación también influye de manera importante en la correlación entre los métodos de evaluación. La dureza sensorial puede correlacionarse mejor con la firmeza instrumental, ya que ésta imita mejor las condiciones de percepción en boca para esta característica. Mientras que se recomienda que la evaluación instrumental de la adhesividad se realice por un análisis de superficie con la sonda P1S.

5.4. RECOMENDACIONES

Para definir cuáles son las características que el consumidor habitual y no habitual de queso Cotija espera en el producto final, es necesario realizar una prueba de preferencia. Una vez que se conozca el perfil sensorial del queso Cotija de mayor aceptación se podrá estandarizar las etapas del proceso de elaboración para cumplir con las expectativas del consumidor.

También es importante que, una vez conocidos los microorganismos encargados de la fermentación del queso, se realice el Círculo Aromático del mismo para identificar los metabolitos que contribuyen a dicho perfil.

7. ANEXOS

Cuestionario desarrollado para la evaluación sensorial descriptiva de muestras de queso Cotija



Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Química
 Laboratorio de Evaluación Sensorial

Evaluación Muestras de Quesos

Nombre _____ Clave _____ Fecha _____

Ante usted se presenta una muestra de queso, en ella empezará evaluando la apariencia. Obsérvela cuidadosamente a una distancia aproximada de 30 cm. A continuación, para cada caso, evalúe los siguientes atributos empleando la escala propuesta, en donde 5 significa intensidad media del atributo. Gracias.

ATRIBUTO	ESCALA
COLOR	
HOMOGENEIDAD DEL COLOR	
BRILLO	
GRANULOSIDAD	
HÚMEDAD	
UNIFORMIDAD	
ESTRUCTURA	

Figura 7.1. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de apariencia en queso

Para evaluar los atributos de olor, se le pide coloque la muestra a aproximadamente 3cm de su nariz y la huela, anotando sobre la escala la intensidad que perciba.

ATRIBUTO	ESCALA
NOTA AGRIA	
INTENSIDAD DEL OLOR	

Para los atributos de textura (*táctil*), es necesario tomar un trozo de la muestra. Primero pase el dedo índice por la superficie de ésta para evaluar aspereza y registre en el cuestionario su intensidad y posteriormente parta la muestra con las manos para evaluar los otros dos atributos.

ATRIBUTO	ESCALA
ASPEREZA	
FRACTURABILIDAD	
DESMORONABILIDAD	

Figura 7.2. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de olor y textura táctil en quesos

En seguida prosiga evaluando los atributos de textura *en boca*. Para lo cual es necesario que LEA CUIDADOSAMENTE TODOS LOS ATRIBUTOS A EVALUAR, CONSIDERE LA ETAPA DE MASTICACIÓN DONDE EVALUARÁ CADA UNO.

ATRIBUTO	ESCALA
DUREZA	
COHESIVIDAD	
ADHESIVIDAD	
GRANULOSIDAD	
HUMEDAD	
MASTICABILIDAD	
SENSACIÓN GRASA	

Figura 7.3. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de textura en quesos

En el caso de los atributos de sabor, pruebe un trozo del queso y evalúe la intensidad de las siguientes notas.

ATRIBUTO	ESCALA
NOTA AGRIA	 <p>1 5 9 muy ligero intenso</p>
NOTA SALADA	 <p>1 5 9 muy ligero intenso</p>
ASTRINGENCIA	 <p>1 5 9 muy ligero intenso</p>
SABOR "QUESO COTIJA"	 <p>1 5 9 muy ligero intenso</p>
INTENSIDAD DEL SABOR	 <p>1 5 9 poco penetrante penetrante</p>

Figura 7.4. Cuestionario para la evaluación sensorial de los atributos de sabor en quesos

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Akin, N.; Aydemir, S.; Koçak, C. y Yildiz; M.A. (2003). *Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese durin ripening*. Food Chemistry 80, 77-83.
2. Aldape, L.M. (2006). *Desarrollo de una metodología sensorial para evaluar la pungencia en la capsaicina y dihidrocapsaicina en solución*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
3. Álvarez, B.; Barragán, E. y Chombo, P. (2005) *Reglas de uso, Marca Colectiva queso Cotija Región de Origen*. Cotija de la Paz, México.
4. Bárcenas, P.; Pérez, F.J. y Albisu, M. (2000). *Análisis Sensorial de un alimento: Desarrollo de l vocabulario descriptivo y uso de referencia específica*. Alimentaria 314, 23-29.
5. Bárcenas, P.; Pérez, F.J. y Albisu, M. (2003). *Sensory changes during ripening of raw ewe's milk cheese manufactured with and without the addition of a starter culture*. Journal of Food Science. Vol. 68, Núm. 8, 2572-2578.
6. Benedito, J.; Simal, S.; Clemente, G. y Mulet; A. (2006). *Manchego Cheese textura evaluation by ultrasonics and surface probes*. Internacional Dairy Journal. Vol. 16, Número 5, 431-438.
7. Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(2), 63-66, 72.
8. Bourne, M. (2004). *Relation between texture and mastication*. Journal of Texture Studies 35, 125-143.
9. Brennan, J.G. (1998). Texture perception and measurement. In J.R. Piggott (Ed), *Sensory analysis of foods*. Segunda Edición. London: Elsevier Applied Science.
10. Brennan, J.G.; Jow, H.R. y Muyhsi, O.A. (1970). *Some experiences with the general foods texturometer*. Journal of Texture Studies 1, 167-184.
11. Casillas F. J. (1996). *Evaluación Sensorial de Alimentos*. Material didáctico, PUAL, UNAM.
12. Chamorro, M.C. y Losada, M.M. (2002). *Análisis sensorial de los quesos*. AMV Ediciones. Madrid España, 2002.
13. Drake, M.A.; Gerard, P.D.; Troung, V.D. y Daubert, C.R. (1999). *Relationship between instrumental and sensory measurements of cheese texture*. Journal of Texture Studies. 30, 451-476.
14. Drake, M.A.; Yates, M.D.; Gerard, P.D.; Delahunty, C.M.; Sheehan, E.M.; Turnbull R.P. y Doods, T.M. (2004). *Comparison of differences between lexicons for descriptive analysis of Cheddar cheese flavour in Ireland, New Zealand and the United States of America*. International Dairy Journal.

15. Duthoit, F.; Callon, C.; Tessier, L. y Montel, M.C. (2005). *Relationships between sensorial characteristics and microbial dynamics in "Registered Designation of Origin" Salers cheese*. International Journal of Food Microbiology 103, 259-270.
16. Fiszman, S.M. y Damásio, M.H. (1999). *Suitability of Single-compression and TPA tests to Determine Adhesiveness in Solid and Semi-solid Foods*. Journal of Texture Studies. 31(200)55-68.
17. Fox, P.F. (1993). Cheeses: An overview. IN P.F. Fox, *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. (Segunda edición, vol I). London: Chapman y Hall.
18. Fox, P.F; Guinee, T.P.; Cogan, T.M y McSweeney P.L. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.
19. Gaborit, P.; Menard, A. y Morgan, F. (2001). *Impact of ripening strains on the typical flavour of goat cheeses*. International Dairy Journal 11, 315-325.
20. García, V. (2006). *Aislamiento de microorganismos con mayor actividad lipolítica del queso Cotija*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
21. Gilabert E.J. (2002). *Medida del color*, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 138-139; 185-203; 211.
22. Halmos, A.L., Pollard, A. y Sherkat, F. (2003). *Natural cheese texture variation as a result of milk seasonality*. Journal of Texture Studies 34, 21-40.
23. Hernández, C. (2006). *Influencia de los capsaicinoides en la percepción de los gustos básicos*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
24. Hernández, N. (2006). *Estudio de cepas proteolíticas aisladas del queso Cotija*". Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. (En proceso)
25. Hernández, V. (2006). *Queso Cotija: Análisis fisicoquímico, proximal y actividad antioxidante*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. (En proceso)
26. Jardón, S. B. (2006). *Estudio del efecto de la capsaicina en la textura en geles*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
27. Jaros D., Rohm H. y Strobl M. (2000). *Appearance Properties- A significant Contribution to Sensory Food Quality*, Wiss. U. Technol. Vol. 33, No. 4. 320-325.
28. Jeong, S.Y.; Chung, S.J; Suh, B.C.; y Kim, K.O. (2004) *Developing a Descriptive Analysis Procedure for Evaluating the Sensory Characteristics of Soy Sauce*. Journal of food Science. Vol. 69, Núm 8, s319-s325.
29. Karakus, M. y Alperden, I. (1994). *Effect of starter composed of various species of Lactic Bacteria on quality and ripening of Turkish white pickled cheese*. Academic Press Limited.
30. Kilic, M. y Isin, T.G. (2004). *Effects of salt level and storage on texture of dil cheese*. Journal of Texture Studies. 35, 251-262.

31. Kostyla A. S. y Clydesdale F. M. (1978). *The Psychophysical Relationships between Color and Flavor*, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 10 (3) 303-321.
32. Lobato, C., Ramírez, C. y Osorio V.J. (2002). *Microstructure and texture of Manchego Cheese-like products made with canola oil lipophilic and hydrophilic emulsifiers*. Journal of Texture Studies 33, 165-182.
33. McCaig, T.N. (2001). *Extending the use of visible/near-infrared reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agricultural products*. Food Research International 35, 731–736.
34. Meilgaard M., Civille G. V., Carr T. B. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. Impr. Boca Ratón, Florida: CRC.
35. Miguel, E.; Blázquez, B.; Onega, E. y Ruíz, F. (2002) *Quesos elaborados con leche de oveja de razas autóctonas de la comunidad de Madrid. 1. Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial del queso de oveja rubia de "El Molaril"*. Alimentaria. Volumen extraordinario 101-106.
36. Morales de León, J.; Cassís M.L. y García, L.G. (2003). *Elaboración de un queso tipo "cotija" con base en una mezcla de leche y garbanzo (Cicer arietinum L.)*. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), México, D.F. ALAN, vol 53 (2) 202-207. ISSN 004-0622
37. Muñoz H. R. A., Calderón A., Cruz O. A., Tomas S.A., Sánchez, S. y Peña R. G. (1999). *Caracterización Óptica de Centros Absorbentes de Películas Biopoliméricas Obtenidas de Pericarpio de Maíz*. Superficies y Vacío, 8: 89-93.
38. Murray, J.M.; Delahunty, C.M. y Baxter, I.A. (2001). *Descriptive sensory analysis: past, present and future*. Food Research International 34, 461-471.
39. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-121-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. QUESOS: FRESCOS, MADURADOS Y PROCESADOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS
40. Norma ISO 5492: 1992 VOCABULARIO DEL ANÁLISIS SENSORIAL.
41. O'Mahony, M. (2005). Apuntes del curso: *Nuevas Estrategias metodológicas en la evaluación sensorial de alimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
42. O'Sullivan, M. G., Byrne D.V., Martens M. (2003). *Evaluation of pork colour: sensory colour assesment using trained and untrained sensory panellists*, Meat Science, 63:119-129.
43. Pedrero, D.L. y Pangborn R.M. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V. México.

44. Petter, J.; Veberg, A.; Lundby, F.; Aikolai, A.; y Moan J. (2005). *Influence of storage time and color light on photooxidation in cheese: A study based on sensory analysis an fluorescence spectroscopy*. International Dairy Journal.
45. Pollard, A.; Sherkat, F.; Seuret, M.G. y Halmos, A.L. (2003) *Textural Changes of Natural Cheddar Cheese During the Maturation Process*. Journal of Food Science. Vol 68, 6: 2011-2016.
46. Rosenthal, A. (2001). *TEXTURA DE LOS ALIMENTOS MEDIDA Y PERCEPCIÓN*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
47. Sandine, W.E. y Ellinker, P.R. (1970). *Microbially induced flavors and fermented food: Flavor in fermented dairy products*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 18, 557-556.
48. Sandra, S.; Stanford, M.A.; Mc Daniel, M.R. y Meuniergoddik, L. (2004) *Method development for Assessing the Complete Process of Crumbling cheese using hand evaluation*. Journal of food Science. Vol. 69, Núm. 42.
49. Santos, A. y Villegas, A. (1997). *El queso Cotija, propuesta para su fabricación a partir de leche Pasteurizada*. Lácteos y cárnicos Mexicanos, 12, 7-11.
50. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2006). Acceso por internet consultado www.sagarpa.gob.mx/cgcs.
51. Severiano P. P. (2002). *Desarrollo de la metodología de análisis sensorial e instrumental para la evaluación de la textura: aplicación en salchichas cocidas*. Tesis de Doctorado. Universidad de Burgos. España.
52. Sherman, P. (1969). *A texture profile of foodstuffs based upon well-defined rheological properties*. Journal of Food Science, 34, 458-462.
53. Sherman, P. (1998). *Rheological evaluation of the textural properties of foods*. *Progress and Trends in Rheology*, 1, 44-53.
54. Stone, H. y Sidel, J. (1985). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press Inc. San Diego California, 1985.
55. Stone, H.; Sidel, J.; Oliver, S.; Woolsey, A. y Singlenton, R. (1974) *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis*. Food Technology. Noviembre 1974, 24-34.
56. Szczesniak, A.S. y Kleyn, D.H. (1963) *Consumer awareness of texture and other food attributes*. Food Technology 17(1):74.
57. Szczesniak, A.S. (1986) *Sensory evaluation methodology*. Reciprocal Meat Conference Proceedings, Volume 39, 1986. 86-96.
58. Szczesniak, A.S. (1990) *Texture: Is it an overlooked food attribute?*. Food Technology, Septiembre 1990, 86-95.

59. Walter, H.E. y Hargrove, R.C. (1972) *Cheeses of the world*. New York: Dover.
60. Wold, J.P.; Veberg, A.; Lundby, F.; Nilsen, A.N. y Moan, J. (2006) *Influence of storage time and color of light on photooxidation in cheese: A study based on sensory analysis and fluorescence spectroscopy*. MATFORSK-Norwegian Food Research Institute. Available online.
61. Zúñiga, A. (2006) *Primer estudio descriptivo de la microbiota del queso Cotija por métodos moleculares*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México. (En proceso).