

EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ι -CARRAGENINA Y SACAROSA SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DE MANJAR SÓLIDO

EFFECT OF DIFFERENT ι -CARRAGEENAN AND SUCROSE CONCENTRATIONS ON SOME PHYSICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF SOLID-CARAMEL-MILK

Valeria Velasco¹, Johanna Quezada¹, Claudia Parra¹, Jorge Campos¹, Ricardo Villalobos², Guillermo Wells¹

¹Universidad de Concepción, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Avenida Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile. Email: vvelasco@udec.cl

²Universidad del Bío-Bío, Departamento de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Chillán, Chile.

RESUMEN

Antecedentes: El manjar sólido (MS) se obtiene de leche concentrada, mediante calentamiento, con adición de sacarosa y un agente espesante. No existe información sobre sus características, las cuales influyen en la aceptabilidad. **Objetivos:** Determinar el efecto de diferentes concentraciones de ι -carragenina y sacarosa sobre color, textura y características sensoriales de MS. **Métodos:** Se trabajó con 9 tratamientos de MS con diferentes concentraciones de ι -carragenina (3, 4 y 5 g kg⁻¹) y sacarosa (15, 25 y 35% p/v). Las mediciones de color: Luminosidad (L*), Intensidad de Rojo (a*), Intensidad de Amarillo (b*), Ángulo de Tono (h*_{ab}), y Cromo (C*_{ab}); y textura (análisis del perfil de textura, TPA) fueron realizadas utilizando un colorímetro y un texturómetro, respectivamente. El análisis sensorial (Color, Aroma, Sabor, Textura y Aceptabilidad) se realizó con un panel de 14 jueces. **Resultados:** TPA permitió determinar: Dureza (2,33-11,73 N), Elasticidad (0,14-0,74), Gomosidad (0,52-2,98 N), Masticabilidad (0,24-2,22 N), Cohesividad (0,06-0,43) y Adhesividad (0,24-1,67 N s). El color, tanto instrumental como sensorial, fue más intenso al aumentar el contenido de sacarosa. Se seleccionó el tratamiento con 3 g kg⁻¹ de ι -carragenina y 15% de sacarosa, por su alta aceptabilidad en el panel sensorial y por sus bajas concentraciones de ι -carragenina y sacarosa, para ser utilizado en la encuesta a consumidores; este tratamiento obtuvo también una alta aceptabilidad por parte de los consumidores. **Conclusiones:** El color, la textura y las características sensoriales de MS dependen principalmente de la concentración de sacarosa, resultando en un color más intenso, aumentando la elasticidad, gomosidad y masticabilidad, y disminuyendo la dureza y suavidad.

Palabras clave: Color, análisis del perfil de textura, análisis sensorial, dulce de leche, carragenina.

ABSTRACT

Background: Solid-caramel-milk (SCM) is a dairy product prepared from milk concentrated by heating with added sucrose and a thickening agent. There is no information about SCM characteristics which directly affect the acceptability. **Objectives:** To determinate the effect of different ι -carrageenan and sucrose concentrations on color, texture and sensory characteristics of SCM. **Methods:** Nine SCM treatments with different ι -carrageenan (3, 4 and 5 g kg⁻¹) and sucrose (15, 25 and 35% w/v) concentrations were used. A colorimeter and a texture analyser were used to obtain the measurements of color: Lightness (L*), Redness (a*), Yellowness (b*), Hue Angle (h*_{ab}) and Chrome (C*_{ab}); and texture (texture profile analysis, TPA), respectively. Sensory analysis (Color, Aroma, Flavor, Texture and Acceptability) of SCM samples was carried out with a panel of 14 judges. **Results:** TPA allowed to determine the following characteristics

of SCM: Hardness (2.33-11.73 N), Springiness (0.14-0.74), Gumminess (0.52-2.98 N), Chewiness (0.24-2.22 N), Cohesiveness (0.06-0.43) and Adhesiveness (0.24-1.67 N s). Instrumental and sensory color of SCM was darker (more intense) with higher sucrose content. SCM elaborated with 3 g kg⁻¹ of ι-carrageenan and 15% of sucrose was selected in order to use it in a consumer survey in supermarkets, due to the high acceptability by sensory panel and the low levels of ι-carrageenan and sucrose; this treatment had also a high acceptability by consumers. Conclusions: Color, texture and sensory characteristics of SCM depend mainly on sucrose concentration, resulting in a darker (more intense) color, increasing springiness, gumminess and chewiness, and decreasing hardness and smoothness.

Keywords: Color, texture profile analysis, sensory analysis, caramel-milk, carrageenan.

INTRODUCCIÓN

El manjar o dulce de leche es un producto lácteo, popular en Sudamérica, el cual se prepara tradicionalmente en base a leche concentrada a través de calentamiento a presión atmosférica con adición de azúcar o sacarosa (Rovedo *et al.*, 1991; Giménez *et al.*, 2008). El desarrollo del color pardo característico de este producto se debe a las reacciones de Maillard y caramelización (Pauletti *et al.*, 1995; Giménez *et al.*, 2008). Existen dos tipos de manjar o dulce de leche: uno de consistencia líquida o semilíquida (untable), utilizado generalmente como postre, y otro de consistencia sólida o semisólida, utilizado como producto de confitería (Rovedo *et al.*, 1991). Al segundo tipo se le llama manjar sólido (MS).

Las carrageninas y otros hidrocoloides (como pectinas, almidón modificado, etc.), se pueden agregar a los productos lácteos como agentes espesantes o estabilizantes (Verbeke *et al.*, 2005; Arltoft *et al.*, 2008; Cerniková *et al.*, 2008). Las carrageninas son polisacáridos galactanos sulfatados, extraídos de algas rojas (Rhodophyceae). Existen tres tipos de carrageninas (κ-carragenina, ι-carragenina y λ-carragenina), las cuales se diferencian en el número y posición de los grupos sulfatos en el dímero de galactosa (Yuguchi *et al.*, 2002). En este estudio se utilizó ι-carragenina, la cual posee dos grupos sulfato β-(1-3)-D-galactosa-4sulfato y α-(1-4)-3,6-anhidro-D-galactosa-2-sulfato (Yuguchi *et al.*, 2002). En el proceso de elaboración de MS en forma artesanal se utiliza huevo como agente espesante, el cual es altamente percible (Theron *et al.*, 2003). Las carrageninas son utilizadas en los procesos industriales en reemplazo del huevo para mejorar el producto, evitando la utilización de productos perecibles.

Para evaluar el color y la textura de un alimento existen metodologías instrumentales y sensoriales. Las características sensoriales corresponden al resultado de la interacción entre el alimento y el individuo, resultando en sensaciones determinadas por estímulos procedentes del alimento, que dependen de las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas del individuo o grupo de personas que evalúa el alimento (Sancho *et al.*, 1999). Como las sensaciones experimentadas al observar un alimento e ingerirlo depen-

den tanto de la persona como de su entorno, es necesario contar con métodos objetivos y confiables que permitan determinar la aceptabilidad o rechazo de un producto. El análisis sensorial permite determinar en forma objetiva la evaluación de las características organolépticas de los alimentos que influyen en su aceptabilidad (Wittig de Penna, 2001). En este estudio el color y la textura fueron determinados mediante metodologías instrumentales y sensoriales.

No existe información sobre las características de MS, dentro de las cuales el color, la textura y las características sensoriales determinan finalmente la aceptación del producto por parte del consumidor, siendo importante además conocer las diferencias que se obtienen con distintas concentraciones de sacarosa y ι-carragenina. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes concentraciones de ι-carragenina y sacarosa sobre el color, textura y características sensoriales de manjar sólido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos

Se trabajó con 9 tratamientos de MS elaborado con diferentes concentraciones de ι-carragenina: 3, 4 y 5 g kg⁻¹ (gramos de ι-carragenina / kilogramos de producto terminado) y de sacarosa: 15, 25 y 35 % p/v (gramos de sacarosa / 100 ml de leche), con 4 repeticiones por tratamiento. Estas concentraciones fueron definidas y seleccionadas en ensayos previos. El proceso de elaboración se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Leche y Procesos de Productos Lácteos de la Universidad de Concepción (Chillán, Chile).

Estandarización de la leche

La leche utilizada en el proceso de elaboración de MS fue obtenida de la Estación Experimental Fundo El Alazán de la Universidad de Concepción. El contenido de materia grasa (MG) de la leche fue estandarizado hasta 3,1% mediante la mezcla de leche entera y leche descremada según el Método del Cuadrado de Pearson (Revilla, 1982). La leche descre-

mada con 0,16-0,18% de MG fue obtenida por separación centrífuga utilizando una descremadora eléctrica (Elecrem 3 15 L h⁻¹, Fresnes, Francia). El contenido de MG fue medido mediante el Método de Gerber en triplicado para cada repetición (Madrid, 1996). La leche estandarizada fue homogeneizada mediante un agitador eléctrico por 2-3 min (Philips HR 1562, Sao Pablo, Brasil) y el contenido final de MG de la leche estandarizada fue chequeado finalmente con el Método de Gerber. La acidez de la leche fue determinada mediante titulación con NaOH 0,1 N utilizando fenolftaleína al 1% como indicador, y se ajustó a 0,13% de ácido láctico con bicarbonato de sodio de acuerdo a las recomendaciones de Fundación para la Innovación Agraria (FIA) (2000) para evitar la coagulación de caseínas y favorecer la reacción de Maillard (Giménez *et al.*, 2008).

Preparación de las muestras de manjar sólido

Cada repetición de cada tratamiento de MS fue preparada con 5 L de leche (3,1% MG y 0,13% acidez) en un recipiente de acero inoxidable de capacidad de 20 L. La leche fue calentada a presión atmosférica utilizando una mezcla comercial de propano-butano como fuente de calor y se agitó continuamente en

forma manual durante todo el proceso. Cuando el sistema alcanzó 95-100°C se agregó la mitad de la sacarosa de la formulación. Se mezcló la 1-carragenina en polvo (Prinagel MB 7080 code 0118-000119898) con la sacarosa restante y se agregó al sistema cuando éste había alcanzado una concentración de 30±2°Brix. Esta concentración se midió con un refractómetro termocompensado (RHB-62 ATC). Se continuó concentrando y agitando el sistema hasta alcanzar una concentración entre 76± 2°Brix.

Color

El color de MS se determinó utilizando un colorímetro Minolta CR-200 (Minolta Corp., Osaka, Japan), mediante la medición de: Luminosidad (L*), Intensidad de Rojo (a*) e Intensidad de Amarillo (b*) del espacio CIELab, utilizando un iluminante C y un observador estándar 2°. El colorímetro fue calibrado previamente con una placa blanca estándar (L*=100, a*=1,00, b*=1,59). Se promediaron 6 lecturas de color (3 lecturas de la parte superior y 3 de la parte inferior) de una muestra de MS por cada repetición. Utilizando estos valores promedio se obtuvo Ángulo de Tono (h*_{ab}) y Croma (C*_{ab}), según las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$h^*_{ab} = \arctg(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

Análisis del perfil de textura (TPA)

El análisis del perfil de textura se realizó a temperatura ambiente (20±2°C) utilizando un texturómetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, Haslemere, U.K.), calibrado con una celda de carga de 5 kg. Las muestras de MS (3 muestras por repetición) correspondieron a cubos de 20 mm de arista. Cada cubo fue comprimido en forma axial en 2

ciclos consecutivos de 25% de compresión, con 5 s de separación, con un plato de compresión de 75 mm (P/75). La velocidad del émbolo fue de 1 mm s⁻¹ y las velocidades de pre y post-ensayo fueron de 2 mm s⁻¹. Los parámetros del TPA: Dureza, Elasticidad, Cohesividad, Gomosidad, Masticabilidad y Adhesividad, fueron determinados a través del software Texture Expert Exceed 2.63, según la Fig. 1 que muestra una curva de perfil de textura típico.

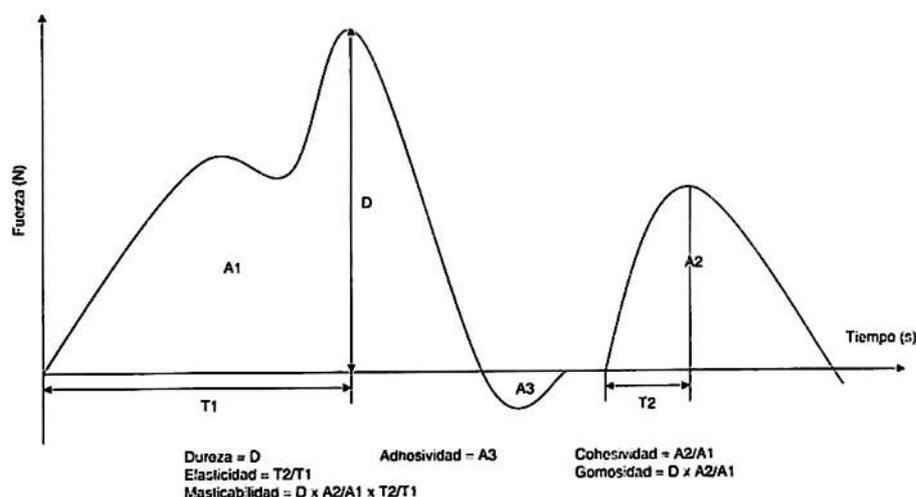


Figura 1. Curva de análisis del perfil de textura (adaptada de Kealy (2006) con permiso del autor).
Figure 1. Texture profile analysis curve (adapted from Kealy (2006) with author's permission).

Análisis sensorial

Las muestras de MS fueron evaluadas en 3 sesiones por un grupo de 14 panelistas (8 mujeres y 6 hombres, de edades entre 25 y 50 años), los cuales fueron elegidos entre los funcionarios y estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción (Campus Chillán, Chile). Se realizó una sesión previa con los jueces para entregarles las instrucciones generales de la evaluación sensorial y prepararlos para evaluar las características sensoriales indicadas en las Tablas 1 y 2. Además, los jueces fueron seleccionados de acuerdo con su capacidad para reconocer los sabores básicos (dulce, salado, ácido, amargo) y para discriminar diferentes concentraciones de soluciones de sacarosa (Wittig De Penna, 2001).

Las sesiones se realizaron desde las 10 AM hasta las 12 PM. Las muestras de MS se cortaron en cubos de 20 mm de arista, se mantuvieron a temperatura ambiente ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), se pusieron en platos

blancos, se identificaron con códigos de 3 dígitos elegidos al azar y se presentaron a los jueces en forma aleatoria. Cada miembro del panel sensorial evaluó una muestra de cada tratamiento de MS, eliminando la muestra en un recipiente después de la evaluación. Durante la evaluación los jueces utilizaron agua para enjuagarse la boca y esperaron un tiempo de 60 s para evaluar la muestra siguiente. Los panelistas evaluaron las siguientes características sensoriales: Color, Aroma, Sabor, Textura y Aceptabilidad, de acuerdo a las escalas de 5 puntos presentadas en las Tablas 1 y 2.

Encuesta a consumidores en supermercados

Se seleccionó un sólo tratamiento de MS, de acuerdo a la aceptabilidad obtenida en el análisis sensorial, para ser utilizado en la encuesta aplicada a consumidores de supermercados.

Para determinar el tamaño de la muestra de consumidores (N) se utilizó la ecuación 3 (Webster, 2000).

$$N = \frac{Z_{\alpha}^2 \times p_0 \times q_0}{d^2} \quad (3)$$

$Z = 1,96$ (nivel de confianza del 95%)

$p_0 = 0,2$ (proporción de consumidores estimado)

$q_0 = (1 - p_0)$

$d = 0,08$ (precisión)

La encuesta fue aplicada a un total de 100 consumidores (N) en dos supermercados locales (Chillán, Chile), registrando información relacionada al conocimiento del MS, aceptabilidad después de degustarlo y sus preferencias acerca del producto.

Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) del color y la textura medidos en forma instrumental se llevó a cabo de acuerdo con un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 2^3 , con 2 factores: 1-carragenina y sacarosa, con 3 niveles (3, 4 y 5 g kg^{-1} de 1-carragenina; 15, 25 y 35% de sacarosa) y 4 repeticiones por trata-

miento. En el caso de observarse diferencias significativas, las comparaciones entre medias se determinaron mediante el test de Duncan con un 5% de significancia. El parámetro de color a^* fue transformado mediante la función $\sqrt{x + 4}$, ya que éste presentó algunos valores en el eje negativo y no se ajustaba al modelo.

Para analizar los datos obtenidos del panel sensorial se realizó un análisis de varianza (ANOVA) no-paramétrico de acuerdo a Kruskal-Wallis y el test de Conover para la comparación de medias, ambos con un nivel de significancia del 5%, debido a que las variables correspondían a variables discretas. En el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat 1.0 (Di Rienzo *et al.*, 2004) y actualizaciones.

Para analizar la información recopilada en la encuesta a consumidores de supermercados se codificaron las respuestas, registrando la frecuencia o número de consumidores para determinar, finalmente, el porcentaje en cada alternativa de las preguntas.

Tabla 1. Escalas de evaluación de 5 puntos para las características sensoriales (aroma, sabor, color y aceptabilidad) de manjar sólido (MS).

Table 1. Five-point scales for sensory characteristics (aroma, flavor, color and acceptability) of solid-caramel-milk (SCM).

Color	Intensidad de aroma y sabor	Aceptabilidad
1 Muy pálido	1 No perceptible	1 Me disgusta mucho
2 Pálido	2 Baja	2 Me disgusta
3 Medio	3 Media	3 Me es indiferente
4 Oscuro	4 Alta	4 Me gusta
5 Muy oscuro	5 Muy alta	5 Me gusta mucho

RESULTADOS

Color

En la Tabla 3 se observa que el MS elaborado con 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa presentó el valor más alto de L* y el más bajo de b* ($p \leq 0,05$). El MS con 15% de sacarosa presentó valores mayores de L* y menores de b* al aumentar el contenido de ι-carragenina ($p \leq 0,05$). Se puede observar que al aumentar la concentración de sacarosa, L* disminuyó con niveles de ι-carragenina de 4 y 5 g kg⁻¹ ($p \leq 0,05$) y los valores de a* fueron positivos. Los valores de b* de todas las muestras de MS fueron positivos.

El tratamiento de MS con 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa presentó el valor más alto de h*_{ab} ($p \leq 0,05$), mientras que los otros tratamientos presentaron valores de h*_{ab} entre rojo y amarillo (45° - 90°), más cercano al amarillo. El h*_{ab} se incrementó con la concentración de sacarosa en muestras con 4 y 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina ($P \leq 0,05$). Todos los tratamientos presentaron valores de C*_{ab} menores que 50, correspondiendo a colores insaturados. Los valores determinados de C*_{ab} disminuyeron con el contenido de ι-carragenina en tratamientos de MS con 15 y 25% de sacarosa ($p \leq 0,05$).

Análisis del perfil de textura

El MS presentó una dureza entre 2,33 y 11,73 N (Tabla 4), presentándose valores menores con el incremento de la concentración de sacarosa en tratamientos con 4 y 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina ($p \leq 0,05$). Los tratamientos de MS con menor contenido de sacarosa presentaron valores menores de elasticidad, gomosidad y masticabilidad, y valores mayores de cohesividad ($p \leq 0,05$). Se observó un aumento en la cohesividad de las muestras

con 25 y 35% de sacarosa al aumentar el contenido de ι-carragenina ($p \leq 0,05$). Con niveles más bajos de ι-carragenina la adhesividad de MS fue mayor al aumentar el contenido de sacarosa, presentando el valor más alto el tratamiento con 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 25% de sacarosa ($p \leq 0,05$).

Análisis sensorial

En la Tabla 5 se observa que las muestras de MS con 4 y 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa tuvieron un color menos intenso (más pálido) con respecto a los otros tratamientos, según la escala presentada en la Tabla 1. Por el contrario, el color de los tratamientos con las más altas concentraciones de ι-carragenina (4 y 5 g kg⁻¹) y sacarosa (25 y 35%) fue más intenso (más oscuro).

No se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos en el aroma. Sólo se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el sabor entre tratamientos con 3 g kg⁻¹ de ι-carragenina y entre tratamientos con 25% de sacarosa.

Los panelistas calificaron la dureza con valores correspondientes a blanda y medianamente blanda, principalmente, según la escala presentada en la Tabla 2. Tanto la dureza como la masticabilidad de las muestras con 5 g kg⁻¹ de ι-carragenina aumentaron con el contenido de sacarosa. Lo contrario ocurrió con la suavidad. La adhesividad fue calificada por los jueces entre baja y media, sin presentarse dificultad al separar las mandíbulas durante la masticación de la muestra.

La aceptabilidad de todos los tratamientos de MS fue alta (Tabla 5), por lo cual se seleccionó el tratamiento con menor contenido de ι-carragenina y sacarosa (3 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa) para utilizarlo en la encuesta a consumidores en supermercados.

Tabla 2. Definiciones de los términos de textura sensorial de manjar sólido (MS) y escalas de 5 puntos.
Table 2. Sensory texture terms definitions of solid-caramel-milk (SCM) and five-point scales.

Características de textura	Definiciones
Dureza	Fuerza requerida para morder la muestra con los incisivos (1 = muy baja = muy blanda, 5 = muy alta = muy dura)
Masticabilidad	Trabajo necesario para masticar la muestra para tragarla (1 = muy baja = fácil de masticar, 5 = muy alta = difícil de masticar)
Adhesividad	Fuerza requerida para separar las mandíbulas después de morder la muestra con los molares (1 = muy baja = no gomosa, 5 = muy alta = difícil de separar las mandíbulas)
Suavidad	Evaluar la cantidad de partículas de la muestra en la boca (1 = muy baja = rugosa, granulosa, 5 = muy alta = muy suave y continua)

Fuente: Truong *et al.* (2002), Ayo *et al.* (2008).

Encuesta a consumidores en supermercados

Como se observa en la Fig. 2, los consumidores encuestados indicaron tener entre 18 y 44 años principalmente, 74% eran mujeres y 26% hombres. Del total de consumidores encuestados (100), sólo un 19% conocía el MS, de los cuales 74% compraban este producto. A pesar del escaso conocimiento que existe del producto, después de degustar una mues-

tra del tratamiento con 3 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa, un 93% de los consumidores evaluaron la aceptabilidad del producto con un puntaje alto.

Con respecto a la época del año en que los consumidores preferían consumir el MS, un 68% indicó su preferencia en otoño-invierno, mientras que el 23% del total indicó que este producto podría consumirse durante todo el año.

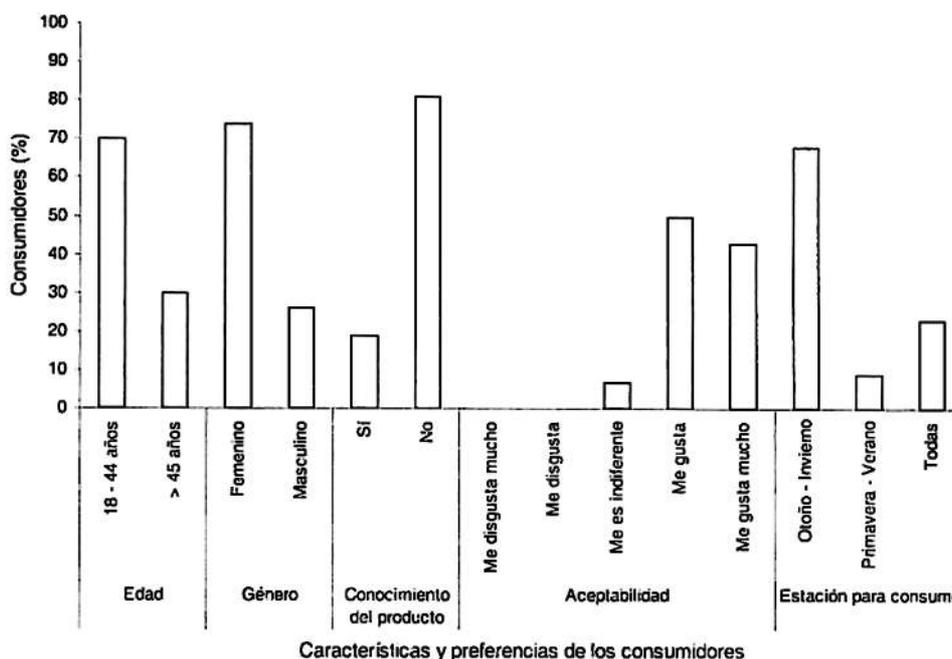


Figura 2. Características de los consumidores encuestados en supermercados y aceptabilidad de manjar sólido (MS) elaborado con 3 g kg⁻¹ de ι-carragenina y 15% de sacarosa.

Figure 2. Characteristics of consumers surveyed at supermarkets and acceptability of solid-caramel-milk (SCM) elaborated with 3 g kg⁻¹ of ι-carrageenan and 15% of sucrose.

DISCUSIÓN

El mayor contenido de sacarosa en el MS contribuyó al desarrollo de un color más intenso, lo cual fue percibido por los panelistas (Tabla 5), concordando con el análisis instrumental (Tabla 3). La luminosidad (L*) de MS disminuyó con la concentración de sacarosa (Tabla 3), lo que concuerda con lo encontrado por Pauletti *et al.* (1996) en dulce de leche. Esto se debe principalmente a las reacciones de Maillard y de caramelización, las cuales ocurren en forma simultánea (Pauletti *et al.*, 1995). Los compuestos coloreados que se generan en este tipo de sistemas (caseína-azúcar) están formados principalmente por subestructuras cromofóricas, derivadas de carbohidratos, incorporadas en proteínas oligoméricas (Hofmann, 1998). El MS obtenido en este estudio presenta valores menores de L* y mayores de a* y b* comparado con leche UHT (Clare *et al.*, 2005; Schamberger & Labuza, 2007),

debido a que la temperatura aplicada y el tiempo de calentamiento incrementan la reacción de Maillard (Jing & Kitts, 2002; Wijewickreme & Kitts, 1997), sumado a la adición de sacarosa.

Se puede observar en la Tabla 4 que el perfil de textura de MS fue influenciado principalmente por la concentración de sacarosa, lo cual se debe al entrecruzamiento de las proteínas y las interacciones con los productos de la reacción de Maillard y caramelización como consecuencia de la aplicación de calor, produciendo cambios en la textura de los alimentos (Gerrard *et al.*, 1998; Seki *et al.*, 1998; Ashie & Lanier, 1999; Ting *et al.*, 1999; Peng *et al.*, 2000; Gerrard *et al.*, 2000). En este estudio, el contenido de ι-carragenina no tuvo un efecto marcado en el perfil de textura de MS, lo cual se puede deber a que todas las concentraciones utilizadas fueron elevadas (3-5 g kg⁻¹) y el efecto sería el mismo en todos los casos. A concentraciones elevadas de carragenina, se favorecen las interacciones en-

Tabla 3. Color de manjar sólido (MS) elaborado con diferentes concentraciones de sacarosa y ι -carragenina.
Table 3. Color of solid-caramel-milk (SCM) elaborated with different sucrose and ι -carrageenan concentrations.

ι -carragenina (g kg ⁻¹)	Sacarosa (%)		
	15	25	35
a) L* (luminosidad)			
3	69,42 A ² a ¹	67,02 Aa	67,58 Aa
4	77,10 Bb	68,70 Aa	73,66 Ba
5	84,28 Cb	69,17 Aa	69,46 Ba
b) a* (intensidad de rojo)			
3	-0,79 Ba	0,79 Ba	2,13 Ab
4	-1,68 Aab	-0,30 Aa	1,67 Ab
5	-0,73 Ba	-0,35 Ab	2,21 Ac
c) b* (intensidad amarillo)			
3	24,34 Ca	26,25 Aa	27,53 Ba
4	18,25 Ba	24,49 Ab	20,32 Ab
5	13,40 Aa	23,85 Ab	26,84 Bc
d) h* _{ab} (ángulo de tono)			
3	92,11 Aa	88,41 Aa	85,76 Aa
4	124,72 Bb	90,90 Aa	80,71 Aa
5	136,04 Bb	91,16 Aa	85,34 Aa
e) C* _{ab} (croma)			
3	24,40 Ca	26,28 Ba	27,64 Ba
4	19,20 Ba	24,51 Ab	20,50 Ab
5	13,89 Aa	23,90 Ab	26,95 Bc

¹Letras minúsculas distintas en una fila indican diferencias significativas según test de Duncan ($p \leq 0,05$).

²Letras mayúsculas distintas en una columna indican diferencias significativas según test de Duncan ($p \leq 0,05$).

tre las moléculas de carragenina, permaneciendo atrapadas dentro de esta red las micelas de caseínas. En cambio, a bajas concentraciones de carragenina, las interacciones entre las moléculas de carragenina permiten solamente estabilizar las proteínas de la leche (Schorsch *et al.*, 2000; Ji *et al.*, 2008).

Como no existe información sobre las características del MS, se puede comparar algunos valores de los parámetros de textura de MS con otros productos de referencia. La mayoría de los tratamientos de MS tuvieron valores menores de dureza y valores de gomosidad cercanos a Tofu, el cual corresponde a cuajada de soja preparada con la adición de carragenina (0-2 g L⁻¹) (Karim *et al.*, 1999). Tanto la dureza como la elasticidad y gomosidad de MS no fueron claramente afectadas por la adición de ι -carragenina, contrario a lo obtenido por Karim *et al.* (1999) en Tofu. El MS obtenido en este estudio presentó una dureza y masticabilidad menor que el turrón Xixona, un producto de confitería en base a leche, almendras, azúcar, miel y ovoalbúmina (Martínez-Navarrete *et al.*, 1996). Las diferencias que se presentan en las características de textura entre MS y los productos anteriormente mencionados se pueden deber a diferencias en la formulación, resultando en interacciones entre las moléculas de ι -carragenina, micelas de caseína y productos de la reacción de

Maillard y de caramelización en el MS.

En el análisis sensorial de la textura de MS también se observó una mayor influencia de la concentración de sacarosa. A niveles altos de ι -carragenina se observó que las características sensoriales de dureza, masticabilidad y suavidad de las muestras están influenciadas por el contenido de sacarosa (Tabla 5). La suavidad del producto percibida en el paladar está relacionada con la cristalización de la lactosa. La solubilidad de la lactosa aumenta en caliente, y cristaliza al enfriar soluciones concentradas (Madrid, 1996). Una alternativa utilizada en la elaboración de manjar o dulce de leche que permite disminuir la granulosidad corresponde a la hidrólisis de la lactosa (Giménez *et al.*, 2008), lo cual se podría recomendar en el proceso de elaboración de MS para aumentar la suavidad del producto. Sin embargo, la hidrólisis de la lactosa podría afectar además otras características, tales como el color por aumento de la reacción de Maillard y el sabor del producto (Giménez *et al.*, 2008).

La aceptabilidad de las muestras de MS por parte del panel de jueces fue alta (Tabla 5). Por esta razón se seleccionó el tratamiento con menor contenido de ι -carragenina y sacarosa (3 g kg⁻¹ de ι -carragenina y 15% de sacarosa) para utilizarlo en la encuesta a consumidores en supermercados. Los consumidores encuestados coincidieron con el pa-

Tabla 4. Análisis del perfil de textura (TPA) de manjar sólido (MS), elaborado con diferentes concentraciones de sacarosa y ι-carragenina.

Table 4. Texture profile analysis (TPA) of solid-caramel-milk (SCM) elaborated with different sucrose and ι-carrageenan concentrations.

	ι-carragenina (g kg ⁻¹)	Sacarosa (%)		
		15	25	35
a) Dureza (N)				
	3	5,77 A ³ b ¹	3,26 Aa	11,73 Bc
	4	5,90 Ab	2,68 Aa	2,33 Aa
	5	5,98 Ab	5,07 Bb	2,29 Aa
b) Elasticidad				
	3	0,60 Ac	0,32 Ab	0,17 Aa
	4	0,66 Ac	0,51 Bb	0,28 Ba
	5	0,74 Ac	0,52 Bb	0,14 Aa
c) Cohesividad				
	3	0,40 Ac	0,21 Ab	0,06 Aa
	4	0,43 Ac	0,32 Bb	0,16 Ba
	5	0,42 Ac	0,29 Bb	0,12 ABa
d) Gomosidad (N)				
	3	2,65 Ac	0,87 Aa	1,30 Bb
	4	2,98 Ac	1,34 ABb	0,52 Aa
	5	2,92 Ac	1,83 Bb	0,53 Aa
e) Masticabilidad (N)				
	3	1,91 Ab	0,31 Aa	0,24 Aa
	4	1,96 Ac	0,96 Bb	0,25 Aa
	5	2,22 Ac	1,06 Bb	0,29 Aa
f) Adhesividad (N s)				
	3	0,24 Aa	0,99 Ab	0,96 Ab
	4	0,46 Aa	0,72 Aa	0,70 Aa
	5	0,24 Aa	1,67 Bb	0,35 Aab

¹Letras minúsculas distintas en una fila indican diferencias significativas según test de Duncan ($p \leq 0,05$).

²Letras mayúsculas distintas en una columna indican diferencias significativas según test de Duncan ($p \leq 0,05$).

nel sensorial al asignar un puntaje alto a la aceptabilidad de la muestra de MS (Fig. 2). Cabe señalar que la muestra de consumidores estaba compuesta en su mayoría por mujeres, con edades entre 18 y 44 años y que en general no conocían el producto. Los consumidores encuestados relacionaron el consumo del producto con la época del año de menores temperaturas, lo cual coincide con la percepción que tenían del producto de presentar mayor contenido de calorías (observaciones de los consumidores en la encuesta).

CONCLUSIONES

El color y la textura medidos en forma instrumental y las características sensoriales de MS están influenciados principalmente por la concentración de sacarosa, disminuyendo la luminosidad (L^*) y aumentando la intensidad de rojo (a^*), resultando

en un color más intenso, aumentando la elasticidad, gomosidad y masticabilidad, y disminuyendo la dureza y suavidad. El efecto del contenido de ι-carragenina en el color medido en forma instrumental tiene lugar a las concentraciones más bajas de sacarosa. A pesar de que el MS es un producto prácticamente desconocido por los consumidores, la aceptabilidad de este alimento es alta. Para aumentar el consumo del producto se recomienda diversificar la oferta de MS, a través de la incorporación de diferentes agentes edulcorantes (calóricos y no-calóricos) y espesantes en su formulación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Proyecto DIUC 205.121.010, Universidad de Concepción, Chile con la participación de la Universidad del Bío-Bío, Chile.

Tabla 5. Características sensoriales promedio de manjar sólido (MS), elaborado con diferentes concentraciones de sacarosa y κ -carragenina.

Table 5. Mean sensory characteristics of solid-caramel-milk (SCM) elaborated with different sucrose and κ -carrageenan concentrations.

t-carragenina (g kg ⁻¹)	Sacarosa (%)		
	15	25	35
a) Color			
3	3,00 Bb	2,29 Aa	3,29 Bb
4	1,43 Aa	2,50 ABb	2,21 Ab
5	1,07 Aa	3,00 Bb	2,71 Ab
b) Intensidad de aroma			
3	2,93 Aa	2,79 Aa	3,00 Aa
4	2,43 Aa	2,57 Aa	2,50 Aa
5	2,50 Aa	2,57 Aa	3,14 Aa
c) Intensidad de sabor			
3	3,29 Ab	2,50 Aa	3,43 Ab
4	3,21 Aa	2,29 Aa	3,21 Aa
5	2,79 Aa	3,43 Ba	3,50 Aa
d) Dureza			
3	2,64 Bb	2,07 Aa	2,64 Ab
4	2,00 Aa	2,86 Bb	2,07 Aa
5	1,86 Aa	2,21 ABa	3,43 Bb
e) Masticabilidad			
3	3,50 Ba	2,71 Aa	2,93 Aa
4	2,86 Aab	3,07 Ab	2,57 Aa
5	2,21 Aa	2,57 Aa	3,43 Ab
f) Adhesividad			
3	2,50 Aa	2,29 Aa	2,57 Aa
4	2,86 Aa	2,86 Aa	2,93 Aa
5	2,57 Aa	3,71 Bb	2,14 Aa
g) Suavidad			
3	2,00 Aa	4,14 Bb	2,57 Aa
4	3,93 Bb	2,86 Aa	4,43 Bb
5	3,57 Bb	4,36 Bb	1,93 Aa
h) Aceptabilidad			
3	3,79 Ab	2,50 Aa	3,43 Aab
4	3,64 Aa	3,29 Aa	3,64 Aa
5	3,57 Aa	3,43 Aa	3,21 Aa

¹Letras minúsculas distintas en una fila indican diferencias significativas según test de Conover ($p \leq 0,05$).

²Letras mayúsculas distintas en una columna indican diferencias significativas según test de Conover ($p \leq 0,05$).

BIBLIOGRAFÍA

- Arltoft, D., F. Madsen & R. Ipsen. 2008. Relating the microstructure of pectin and carrageenan in dairy desserts to rheological and sensory characteristics. *Food Hydrocolloid*. 22: 660-673.
- Ashie, I.N.A. & T.C. Lanier. 1999. High Pressure Effects on Gelation of Surimi and Turkey Breast Muscle Enhanced by Microbial Transglutaminase. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acirbia, S.A., Zaragoza, España.
- Ayo, J., J. Carballo, M.T. Solas & F. Jiménez-Colmenero. 2008. Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. *Food Chem*. 107: 547-1552.
- Cerniková, M., F. Bunka, V. Pavlínek, P. Brezina, J. Hrabe & P. Valášek. 2008. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloid*. 22: 1054-1061.
- Clare, D.A., W.S. Bang, G. Cartwright, M.A. Drake, P. Coronel & J. Simunovic. 2005. Comparison of sensory, microbiological and biochemical parameters of microwave versus indirect

- UHT fluid milk during storage. *J. Dairy Sci.* 88: 4172-4182.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada & C.W. Robledo. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 2000. Elaboración de productos con leche de cabra. Santiago, Chile.
- Gerrard, J.A., S.E. Fayle, A.J. Wilson, M.P. Newberry, M. Ross & S. Kavale. 1998. Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Gerrard, J.A., M.P. Newberry, M. Ross, A.J. Wilson, S.E. Fayle & S. Kavale. 2000. Pastry lift and croissant volume as affected by microbial transglutaminase. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Giménez, A., G. Ares & A. Gámbaro. 2008. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *Int. Dairy J.* 18: 951-955.
- Hofmann, T. 1998. Characterization of the chemical structure of novel colored Maillard reaction products from furan-2-carboxaldehyde and amino acids. *J. Agr. Food Chem.* 46(3): 932-940.
- Ji, S., M. Corredig, & H.D. Goff. 2008. Aggregation of casein micelles and κ -carrageenan in reconstituted skim milk. *Food Hydrocolloid.* 22: 56-64.
- Jing, H. & D.D. Kitts. 2002. Chemical and biochemical properties of casein-sugar Maillard reaction products. *Food Chem. Toxicol.* 40: 1007-1015.
- Karim, A.A., G.A. Sulebele, M.E. Azhar & C.Y. Ping. 1999. Effect of carrageenan on yield and properties of tofu. *Food Chem.* 66: 159-165.
- Kealy, T. (2006). Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid foods. *Food Res. Int.* 39: 265-276.
- Madrid, A. 1996. *Curso de industrias lácteas*. Primera edición. AMV Ediciones, Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Martínez-Navarrete, N., P. Fito & A. Chiralt. 1996. Influence of conditions of manufacture and storage time on the textural characteristics of Xixona turrón. *Food Control* 7(6): 317-324.
- Pauletti, M.S., E. Castelao, N.G. Sabbag & S. Costa 1995. Note: Color development rate in dulce de leche. *Food Sci. Technol. Int.* 1: 137-140.
- Pauletti, M.S., E. Castelao & M.C. Bernardi, 1996. Nota: Influencia de los sólidos solubles, de la acidez y del azúcar sobre el color del dulce de leche / Note: Influence of soluble solids, acidity and sugar on the color of dulce de leche. *Food Sci. Technol. Int.* 2(1): 45-49.
- Peng, L.K., N. Ismail & A.M. Easa. 2000. Effects of reducing sugars on texture of thermally processed soy protein isolate-glucono-delta-lactone gels. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Revilla, A. 1982. *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Segunda edición. San José, Costa Rica.
- Rovedo, C., P. Viollas & C. Suárez. 1991. The Effect of pH and temperature on the rheological behavior of dulce de leche, a typical dairy argentine product. *J. Dairy Sci.* 74: 1497-1502.
- Sancho, J., E. Bota & J.J. de Castro. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Schamberger, G.P. & T.P. Labuza. 2007. Effect of green tea flavonoids on Maillard browning in UHT milk. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 1410-1417.
- Schorsch, C., M.G. Jones & T. Norton. 2000. Phase behaviour of pure micellar casein/ κ -carrageenan systems in milk salt ultrafiltrate. *Food Hydrocolloid.* 14: 347-358.
- Seki, N., H. Nozawa & S.W. Ni. 1998. Effect of transglutaminase on the gelation of heat-denatured surimi. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Theron, H., P. Venter & J.F.R. Lues. 2003. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environment. *Food Res. Int.* 36: 969-975.
- Ting, H.Y., S. Ishizaki, & M. Tanaka. 1999. Polylysine improves the quality of surimi products. En Fayle, S.E. & J.A. Gerrard (eds.). *La reacción de Maillard*. pp. 11-23. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Truong, V.D., C.R. Daubert, M.A. Drake & S.R. Baxter. 2002. Vane rheometry for textural characterization of cheddar cheeses: correlation with other instrumental and sensory measurements. *LWT-Food Sci. Technol.* 35: 305-314.
- Verbeke, D., K. Bael, O. Thas & K. Dewettinck. 2005. Interactions between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts. *Int. Dairy J.* 16: 482-488.
- Webster, A. 2000. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Wijewickreme, A.N. & D.D. Kitts. 1997. Influence

- of reaction conditions on the oxidative behavior of model Maillard Reaction Products. *J. Agr. Food Chem.* 45(12): 4571-4576.
- Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Universidad de Chile, Santiago, Chile. <http://mazinger.sisib.uchile.cl> [consulta: 19 junio 2009].
- Yuguchi, Y., T.T. Thuy, H. Urakawa & K. Kajiwara, 2002. Structural characteristics of carrageenan gels: temperature and concentration dependence. *Food Hydrocolloid.* 16: 515-522.

Recibido: 16.12.2009

Aceptado: 05.05.2010