

RENDIMIENTO, FIRMEZA Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE QUESO PANELA ADICIONADO CON ESTABILIZANTES

Yield, firmness and sensory acceptance of panela cheese with added stabilisers

Angélica Alejandra Ochoa-Flores ✉, Josafat Alberto Hernández-Becerra, Eloísa López-Hernández, Hugo Sergio García-Galindo

(AAOF) Laboratorio de Bromatología. División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT. 25 km. carretera Villahermosa - Teapa, Villahermosa 86280 Tabasco, México angelica.ochoa@ujat.mx

(JAHB) División de Procesos Industriales, UTTAB.

(ELH) División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT.

(HSG) Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, ITV.

Artículo recibido: 19 de noviembre de 2010 **aceptado:** 24 de septiembre de 2013

RESUMEN. El queso fresco está expuesto frecuentemente a la pérdida de humedad, lo que cambia su textura, atributos sensoriales y rendimiento. Se evaluó el efecto de la adición de los estabilizantes pectina, carragenina, gretetina y goma guar en la retención de humedad, firmeza, aceptación sensorial y rendimiento del queso fresco tipo panela. Los quesos con mayor rendimiento fueron los elaborados con carragenina al 0.075 % (21.64 %), 0.025 % (20.28 %) y 0.050 % (19.53 %). Con las menores pérdidas de suero resultaron los quesos control, pectina al 0.075 % y carragenina al 0.025 %. Los valores más altos de masa retenida ($\text{kg } 100 \text{ L}^{-1}$ de leche) fueron para los quesos elaborados con carragenina al 0.025 % (17.01), 0.050 % (16.22) y gretetina al 0.075 % (15.70). Los resultados de humedad, firmeza y nivel de agrado para el queso control y los quesos elaborados con carragenina al 0.025 y 0.050 % y gretetina al 0.075 % indicaron que el queso control fue significativamente diferente a los quesos adicionados con estabilizantes, no encontrándose diferencias significativas entre éstos últimos en contenido de humedad y nivel de agrado, pero sí en la firmeza. Los estabilizantes, de acuerdo con su naturaleza química y concentración, modificaron la retención de humedad en el queso panela, así como su firmeza y su aceptación por los consumidores.

Palabras clave: Queso panela, estabilizantes, rendimiento, aceptación sensorial.

ABSTRACT. Fresh cheese is often exposed to a loss of moisture, which changes its texture, sensory attributes and yield. This study evaluated the effect of adding the stabilisers pectin, carrageenan, gretetin and guar gum on moisture retention, firmness, sensory acceptance and yield of panela-type fresh cheese. The cheeses with the greatest yields were those prepared with 0.075 % (21.64 %), 0.025 % (20.28 %) and 0.050 % (19.53 %) carrageenan. The control cheeses and those prepared with 0.075 % pectin and 0.025 % carrageenan had the smallest whey losses. The cheeses prepared with carrageenan at 0.025 % (17.01) and 0.050 % (16.22), and with gretetin at 0.075 % (15.70) presented the greatest values of retained mass ($\text{kg } 100 \text{ L}^{-1}$ of milk). The data on moisture, firmness and palatability for the control cheese and for those prepared with 0.025 and 0.050 % carrageenan and 0.075 % gretetin indicated that the control cheese was significantly different from the cheeses prepared with stabilisers, with no significant differences among the latter in terms of moisture content and consumer acceptance, but with a difference with respect to firmness. The stabilisers modified the ability of the panela cheese to retain moisture, as well as its firmness and consumer acceptance, in agreement with their chemical nature and concentration.

Key words: Panela cheese, stabilisers, yield, sensory acceptance

INTRODUCCIÓN

El queso fresco tipo panela es un producto de consumo popular en México. Es un queso blanco y de forma tronco-cónica invertida. Para el año 2012, se produjeron 43 192 Toneladas, cifra que repre-

sentó el 14.86 % del total de la producción quesera en el país (SIAP 2013). El panela es un queso suave, cremoso, con una delicada textura y un agradable sabor a leche fresca y sal (Villegas & Cervantes 2011). Este tipo de queso presenta un contenido de humedad entre 50 y 60 % y un pH inicial por

arriba de 6. Por estas razones, es un producto con una vida de anaquel limitada aún a temperaturas de refrigeración (Vega 1997). El queso fresco debe su alto nivel de humedad al suero que retiene durante la coagulación de las caseínas durante su producción (Lobato-Calleros *et al.* 2000). Esta humedad desempeña un papel fundamental en sus atributos sensoriales y en textura, así como en su vida de anaquel y rendimiento (Escobar *et al.* 2012). Sin embargo, el queso fresco es un sistema metaestable que sufre con el tiempo cambios marcados en su contenido de humedad, su textura, atributos sensoriales y rendimiento (Lobato-Calleros *et al.* 2006).

Se han realizado diversos estudios para evitar o disminuir la sinéresis o pérdida de suero en quesos (Metzger *et al.* 2000, Swenson *et al.* 2000, Lobato-Calleros *et al.* 2006, Mateo *et al.* 2009, Brown *et al.* 2012, Arango *et al.* 2013). En este sentido, una alternativa es el uso de agentes estabilizantes debido a sus propiedades de ligar agua o, en algunos casos, su capacidad de interactuar con las caseínas o con las proteínas séricas (Piyasena & Chambers 2003, Tan *et al.* 2007). Chávez-Martínez *et al.* (2001) evaluaron el efecto de la adición de una mezcla de kappa e iota carrageninas (1:1) y una mezcla comercial de estabilizantes en la retención de agua en queso Chihuahua, encontrando un incremento en la retención de agua y, por lo tanto, en el rendimiento de los quesos adicionados con los agentes estabilizantes. Mientras que Vega (1997) evaluó el efecto de una mezcla comercial de hidrocoloides conocida como Novagel NC en el control de la pérdida de suero en quesos frescos, concluyendo que la adición de la mezcla de estabilizantes permitía una menor pérdida de humedad durante su almacenamiento. En otro estudio, Manning (1985) encontró un incremento del 16 % en el rendimiento y de un 6 % en el contenido de sólidos totales en queso Cottage adicionado con carragenina en comparación al control.

Existen pocos reportes en la literatura científica relacionados con la adición de estabilizantes naturales en la elaboración de queso fresco tipo panela y los efectos de estos sobre la retención de humedad, textura, características sensoriales y rendimiento (Paz *et al.* 1998). Por todo lo ante-

rior, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de la adición de estabilizantes en la elaboración de queso fresco tipo panela sobre la retención de humedad, textura, aceptación y rendimiento del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos

Los experimentos se llevaron a cabo en la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en Tabasco, México. Los quesos frescos tipo Panela se elaboraron en el Taller de Lácteos, con leche obtenida del hato lechero del Área de Producción.

El contenido graso de la leche se estandarizó a un porcentaje de 3.0 para elaborar el queso control y los tratamientos, quesos adicionados con los agentes estabilizantes (pectina, carragenina, gretina o goma guar), a tres niveles de adición (0.025, 0.050 y 0.075 %). Los agentes estabilizantes se disolvieron previamente en agua caliente (solución al 1 % a 82 °C) y se adicionaron a la leche previamente pasteurizada (72 °C por 15 segundos) directamente en la tina de cuajado. Se adicionó también una solución de cloruro de calcio al 50 % (p/v) en una proporción de 21 ml por cada 100 litros de leche y cuajo líquido de fuerza 1:10,000 en una proporción de 30 ml por cada 100 litros de leche. Agregado el cuajo la leche se dejó reposar por 45 min. El corte de la cuajada se realizó con un par de liras de acero inoxidable, obteniéndose cubos de aproximadamente 1 cm³, inmediatamente después se realizó una ligera agitación durante 30 segundos y se dejó en reposo durante 15 minutos. El pH del sistema se mantuvo en 6.8 hasta el desuerado, que se realizó a través de un tamiz de acero inoxidable. La cuajada se saló mediante la adición directa de sal de mesa, en una proporción de 4.5 g de NaCl por litro de leche y se colocó en moldes de plástico tipo canasta, especiales para queso fresco tipo Panela, de 500 g de capacidad. Transcurrida 1 hora, los quesos fueron sacados de los moldes, empacados en bolsas de polietileno y almacenados a una temperatura de 6 °C.

Métodos y técnicas de laboratorio

Se determinó el rendimiento del queso control y los tratamientos evaluados por pesado de cada una de las piezas de producto elaborado. Diariamente, durante 15 días, se determinó el contenido de humedad por el método de secado en estufa de vacío (AOAC 2000). La pérdida de peso se determinó pesando los quesos, fuera de su empaque; para ello se permitió el escurrido del suero de las piezas de queso sosteniéndolas por 5 segundos sobre su mismo empaque, para después ser colocadas sobre el plato de la balanza granataria. Además, se pesó diariamente el suero liberado y contenido en el empaque, durante los mismos 15 días, para obtener la liberación de suero durante el periodo de almacenamiento. Con los resultados obtenidos en rendimiento y liberación de suero se calculó la masa retenida ($\text{kg } 100 \text{ L}^{-1}$ de leche). Para la determinación de firmeza se utilizó un penetrómetro universal marca Humboldt modelo H-1250 (Norridge, Illinois, USA). La evaluación sensorial del queso se realizó a través de una prueba afectiva utilizando una escala estructurada de 9 puntos (1 = me disgusta muchísimo, 2 = me disgusta mucho, 3 = me disgusta bastante, 4 = me disgusta ligeramente, 5 = ni me gusta ni me disgusta, 6 = me gusta ligeramente, 7 = me gusta bastante, 8 = me gusta mucho y 9 = me gusta muchísimo) con consumidores. Los jueces recibieron cuatro muestras de queso fresco, 18 horas después de haberse elaborado: una del queso control y tres más elaborados con carragenina al 0.025 %, carragenina al 0.050 % y gretina al 0.075 %; que corresponden a aquellos tratamientos que tuvieron el mayor efecto en la cantidad de masa retenida (kg) por cada 100 L de leche utilizada. Las muestras fueron cortadas en cubos de tamaño homogéneo (1x1x1 cm), colocadas en recipientes de plástico, tapadas y refrigeradas a 8 °C. Para ser presentadas a los consumidores fueron codificadas utilizando números aleatorios de 3 dígitos.

Condiciones experimentales

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo factorial considerando a los diferentes agentes estabilizantes

como uno de los factores (pectina, carragenina, gretina o goma guar) y sus concentraciones como un segundo factor, a cuatro niveles (0, 0.025, 0.050 y 0.075 %), un total de 16 tratamientos con tres repeticiones cada uno; se utilizaron para cada tratamiento 30 litros de leche, con los que se obtuvieron 9 piezas de queso de aproximadamente 500 g cada una.

Análisis de datos

Los resultados se analizaron por medio de un análisis de varianza con posterior análisis de comparación de medias. Se empleó una prueba de Tukey a una $P < 0.05$ con el paquete estadístico STATISTICA V. 6.0.

RESULTADOS

Rendimiento, sinéresis y masa retenida.

En relación al rendimiento, el tipo de aditivo (ANDEVA $F = 31.4622$; $P < 0.0001$) y su concen-

Tabla 1. Rendimiento (kg por cada 100 L de leche) al día 1, sinéresis (% p / p) y masa retenida (kg por cada 100 L de leche), al día 15 de almacenamiento, obtenidos en queso panela adicionado con estabilizantes a diferentes concentraciones.

Table 1. Yield (kg per 100 L of milk) on day 1, syneresis (% w / w) and retained mass (kg per 100 L of milk) after 15 days of storage, recorded for panela cheese prepared with stabilisers at different concentrations.

Estabilizante	Rendimiento	Sinéresis	Masa retenida
Control	17.60 cf	9.28 c	15.20 bcd
Carragenina 0.025 %	20.28 ab	11.54 bc	17.01 a
Carragenina 0.050 %	19.53 ac	12.99 ac	16.22 ab
Carragenina 0.075 %	21.64 a	17.78 a	15.67 bc
Goma Guar 0.025 %	18.24 bce	15.01 ac	14.68 cd
Goma Guar 0.050 %	18.39 bce	14.24 ac	14.80 cd
Goma Guar 0.075 %	16.86 def	16.04 ab	13.02 e
Gretina 0.025 %	17.63 cf	13.64 ac	14.20 de
Gretina 0.050 %	17.12 def	11.61 bc	14.25 de
Gretina 0.075 %	18.59 bcd	11.69 bc	15.70 ac
Pectina 0.025 %	16.32 ef	12.27 ac	14.12 de
Pectina 0.050 %	17.19 def	15.04 ac	14.00 de
Pectina 0.075 %	17.36 def	10.09 c	14.84 cd

*Cada valor representa la media de tres determinaciones; dentro de la misma columna letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$). *Each entry represents the mean of three determinations. Same superscripts in the same column represent statistical differences according to Tukey's test ($p < 0.05$).

tración (ANDEVA $F = 4.9273$; $P = 0.0154$) mostraron tener efecto significativo. El estabilizante carragenina fue el que mostró el mayor rendimiento a las concentraciones de 0.075 y 0.025 %, mientras que el resto de los tratamientos evaluados fueron similares al control ($P < 0.05$) (Tabla 1).

La sinéresis de los quesos adicionados con las gomas fue afectada por el tipo de estabilizante (ANDEVA $F = 162.3979$; $P < 0.0001$), su concentración (ANDEVA $F = 215.8601$; $P < 0.0001$) y el tiempo de almacenamiento (ANDEVA $F = 213.3976$; $P < 0.0001$). Los tratamientos con carragenina y goma guar al 0.075 %, presentaron mayor sinéresis ($P < 0.05$), observándose un incremento significativo en la sinéresis al aumentar la concentración de ambos estabilizantes ($P < 0.05$). Así mismo, se encontró que la pérdida de suero en los diferentes tratamientos mantuvo un comportamiento lineal a lo largo de los quince días de almacenamiento (datos no mostrados), siendo su velocidad de liberación similar en todos los casos, excepto para carragenina al 0.075 %, en la que la velocidad de pérdida de suero fue mayor.

En relación a la masa retenida ambos factores, tipo de aditivo (ANDEVA $F = 180.6253$; $P < 0.0001$) y su concentración (ANDEVA $F = 242.0525$; $P < 0.0001$) mostraron tener efecto significativo. Los estabilizantes que produjeron una masa retenida significativamente mayor a la del queso control fueron carragenina y gnetina ($P < 0.05$). En orden descendente, los tratamientos con carragenina al 0.025 %, carragenina al 0.050 %, gnetina al 0.075 % y carragenina al 0.075 % presentaron valores de masa retenida superiores al queso control.

En el resto de los tratamientos la masa retenida resultó inferior, aunque no estadísticamente significativa, a la obtenida para el queso control (Tabla 1). A lo largo de los quince días de almacenamiento, la masa retenida para todos los tratamientos evaluados presentó una disminución lineal, así como una velocidad de disminución similar al queso control; excepto para el tratamiento de carragenina al 0.075 %, el cual presentó una mayor velocidad de disminución en masa retenida que el queso control (Figura 1).

Por lo tanto, aunque el estabilizante carra-

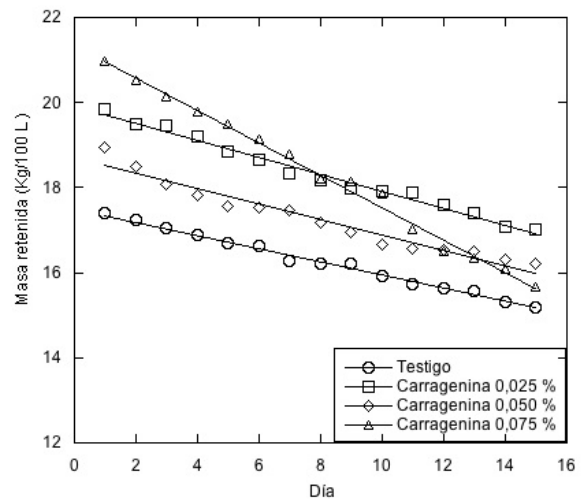


Figura 1. Disminución de la masa retenida (kg por cada 100 L de leche) durante el almacenamiento de queso panela elaborado con diferentes concentraciones de carragenina. Las velocidades de disminución de masa retenida ($\text{kg } 100 \text{ L}^{-1} \cdot \text{día}$) fueron: \square Control, -0.1552 ($R^2 = 0.99$); \square Carragenina 0.025 %, -0.1991 ($R^2 = 0.99$); \diamond Carragenina 0.05 %, -0.1806 ($R^2 = 0.95$); \triangle Carragenina 0.075 %, -0.3803 ($R^2 = 0.99$).

Figure 1. Decrease in retained mass (kg/100 L of milk) during storage of panela cheese prepared with different concentrations of carrageenan. The rates of decrease of retained mass ($\text{kg } 100 \text{ L}^{-1} \cdot \text{day}$) were: \square Control, -0.1552 ($R^2 = 0.99$); \square Carrageenan 0.025 %, -0.1991 ($R^2 = 0.99$); \diamond Carrageenan 0.05 %, -0.1806 ($R^2 = 0.95$); \triangle Carrageenan 0.075 %, -0.3803 ($R^2 = 0.99$).

nina al 0.075 % obtuvo el mayor rendimiento y uno de los mayores valores de masa retenida, la velocidad de disminución de este parámetro fue tal, que término de quince días de almacenamiento alcanzó un valor menor que el de las otras dos concentraciones de carragenina (0.025 y 0.050 %) y de gnetina 0.075 %; esto se debe a la mayor velocidad de sinéresis para este tratamiento.

Contenido de humedad y textura

El contenido de humedad de los quesos se vio afectado por el tipo (ANDEVA $F = 451.2878$; $P < 0.005$) y concentración de estabilizante (ANDEVA $F = 139.7602$; $P < 0.005$), así como por el tiempo de almacenamiento (ANDEVA $F = 9.5639$; $P < 0.005$). Los quesos elaborados con carragenina y goma guar presentaron mayor contenido de

Tabla 2. Contenido de humedad (%) en queso panela adicionado con estabilizantes a diferentes concentraciones, al día 1, 7 y 15 de almacenamiento. Cada valor representa la media de tres determinaciones; excepto columna promedio, que muestra los valores medios de tres determinaciones realizadas cada día de muestreo.

Table 2. Moisture content (%) in panela cheese prepared with stabilisers at different concentrations, on days 1, 7 and 15 of storage. Each value represents the mean of three values, except for the column of averages that shows the average values of three data recorded each sampling day.

Estabilizante	Día 1	Día 7	Día 15
Control	58.12 bc,A	57.39 ce,A	57.24 cd,A
Carragenina 0.025 %	60.99 ac,A	61.89 ac,A	62.64 ac,A
Carragenina 0.050 %	63.73 ab,A	63.02 ac,A	63.31 ac,A
Carragenina 0.075 %	67.26 a,A	66.96 a,A	64.78 ab,A
Goma Guar 0.025 %	63.39 ac,A	62.46 ac,A	61.24 ac,A
Goma Guar 0.050 %	64.56 ab,A	62.76 ac,A	64.42 ab,A
Goma Guar 0.075 %	64.6 ab,A	64.78 ab,A	66.88 a,A
Grenetina 0.025 %	62.56 ac,A	63.39 ac,A	61.76 ac,A
Grenetina 0.050 %	61.46 ac,A	58.65 bcd,A	58.29 bc,A
Grenetina 0.075 %	60.86 ac,A	59.69 bcd,A	60.77 ac,A
Pectina 0.025 %	62.39 ac,A	61.31 ac,A	58.35 bc,A
Pectina 0.050 %	56.74 c,A	53.11 def,AB	49.83 e,B
Pectina 0.075 %	59.27 bc,A	50.61 f,B	51.53 de,B

*Letras distintas dentro de la misma columna (minúsculas) y fila (mayúsculas), representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$). *Different superscripts in the same column (low caps) and row (high caps), represent statistical differences according to Tukey's test ($p < 0.05$).

humedad a los días 1, 7 y 15, siendo la concentración de 0.075 % en cada uno de estos estabilizantes la que presentó mayores valores (Tabla 2). Por otro lado, la adición de pectina provocó en los quesos una significativa disminución de contenido de humedad al aumentar su concentración ($P < 0.05$). A lo largo de los 15 días de almacenamiento, el contenido de humedad los quesos con carragenina, goma guar y grenetina se mantuvo sin cambio significativo ($P < 0.05$). No obstante, el contenido de humedad de los quesos con pectina disminuyó significativamente a lo largo de los 15 d de almacenamiento ($P < 0.05$).

En relación a la firmeza, los quesos elaborados con los estabilizantes carragenina, grenetina y pectina mostraron una mayor firmeza, mientras que los quesos elaborados con goma guar presentaron una textura más suave ($P < 0.05$). Así mismo, se observó una disminución de la firmeza al aumentar la concentración de goma guar; esto provocado por el mayor contenido de humedad en estos quesos ($P < 0.05$). En los quesos adicionados con grenetina, el contenido de humedad no cambió significativamente

y su firmeza se mantuvo sin cambios al aumentar su concentración ($P < 0.05$). Los quesos adicionados con pectina presentaron menores contenidos de humedad y una mayor firmeza a medida que la concentración del estabilizante aumentó. Los quesos adicionados con carragenina presentaron un significativo incremento en el contenido de humedad ($P < 0.05$), no obstante a las concentraciones de 0.025 % y 0.050 % se tuvieron quesos con una firmeza significativamente mayor ($P < 0.05$) en comparación a la obtenida con los demás estabilizantes; sin embargo, cuando la concentración se incrementa a 0,075 % la firmeza de los quesos disminuyó significativamente en comparación al control ($P < 0.05$) (Tabla 3).

La firmeza de los quesos elaborados con grenetina, disminuyó significativamente durante el periodo de almacenamiento aun y cuando la humedad se mantuvo constante; mientras que en los quesos elaborados con pectina la firmeza aumentó.

Tabla 3. Firmeza (g) en queso panela adicionado con estabilizantes a diferentes concentraciones, al día 1, 7 y 15 de almacenamiento. Cada valor representa la media de tres determinaciones, excepto columna promedio, que muestra valor medio de tres determinaciones realizadas cada día durante los 15 días de almacenamiento.

Table 3. Firmness (g) of panela cheese prepared with stabilisers at different concentrations, on days 1, 7 and 15 of storage. Each value represents the mean of three values, except for the column of averages that shows the average values of three data recorded each day during the 15 days of storage.

Estabilizante	Día 1	Día 7	Día 15
Control	125,56 bcd,A	124,33 bd,A	123,89 bc,A
Carragenina 0.025 %	130.44 ac,A	131.67 a,A	134.22 a,A
Carragenina 0.050 %	133.67 a,A	133.11 a,A	131.44 a,A
Carragenina 0.075 %	125.00 bcd,A	118.11 efg,B	121.78 c,B
Goma Guar 0.025 %	122.33 d,A	120.44 dg,A	123.78 bc,A
Goma Guar 0.050 %	124.56 cd,A	123.56 cde,A	124.78 bc,A
Goma Guar 0.075 %	121.78 d,A	121.44 df,A	120.44 c,A
Grenetina 0.025 %	130.00 ac,A	125.22 bd,A	121.33 c,B
Grenetina 0.050 %	132.33 a,A	124.56 bd,B	122.56 c,B
Grenetina 0.075 %	130.78 ab,A	129.78 ab,A	124.33 bc,B
Pectina 0.025 %	110.27 e,A	114.83 g,A	129.67 ab,B
Pectina 0.050 %	113.33 e,A	128.33 abc,B	133.67 a,B
Pectina 0.075 %	130.53 ab,A	125.11 bd,B	131.22 a,B

*Letras distintas dentro de la misma columna (minúsculas) y fila (mayúsculas) representan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$). *Different superscripts in the same column (low caps) and row (high caps), represent statistical differences according to Tukey's test ($p < 0.05$).

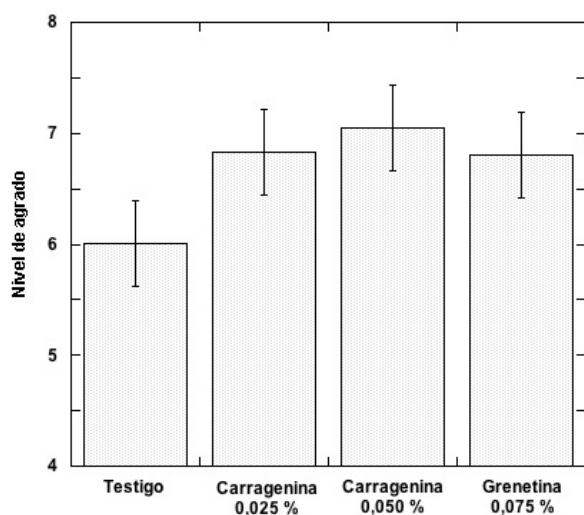


Figura 2. Nivel de aceptación de los tratamientos seleccionados. Las barras indican un intervalo de confianza de 95 %.

Figure 2. Acceptance level of the selected treatments. The bars indicate a confidence interval of 95 %.

Nivel de agrado

Se determinó el nivel de agrado al queso con-

trol, así como a los tratamientos que produjeron los valores más altos de masa retenida, carragenina al 0.025 y 0.050 % y grenetina al 0.075 %. La evaluación sensorial se llevó a cabo con 111 jueces afectivos, 56 mujeres y 55 hombres. Su edad promedio fue de 22.3 años, con una desviación estándar de 5.4 años.

En comparación con el control, los quesos adicionados con estabilizantes presentaron mayor nivel de agrado ($P < 0.05$), no encontrándose diferencia significativa en la aceptación de los quesos adicionados con estabilizantes (Figura 2); sin embargo, se observó una tendencia de mayor aceptación para el queso adicionado con 0.050 % de carragenina.

DISCUSIÓN

Rendimiento, sinéresis y masa retenida

Se sabe que diversos agentes estabilizantes incrementan el rendimiento debido a sus propiedades

de ligar agua (Piyasena & Chambers 2003, Tan *et al.* 2007), pero además, algunos como la carragenina, tienen la capacidad de interactuar con las proteínas séricas durante la coagulación de las caseínas para integrar así un coágulo con ambas proteínas (Abbasi & Dickinson 2003, Tan *et al.* 2007), lo que explica el mayor rendimiento observado para este aditivo.

El control de la sinéresis es un paso clave para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de la cuajada durante el proceso de elaboración del queso (Arango *et al.* 2013). El drenado del suero y, especialmente el alcance y la velocidad de la sinéresis, influyen directamente en la humedad del queso, las condiciones y tiempo de su elaboración, y determina las pérdidas de proteína y grasa en el suero, afectando las propiedades químicas, reológicas y organolépticas del queso (Castillo *et al.* 2000). En el presente estudio se encontró que las gomas carragenina y goma guar provocaron una mayor sinéresis y que está se incrementó al aumentar su concentración. Numerosos factores afectan el volumen final de suero de drenado; con respecto a la cinética y la tasa de sinéresis, hay diferencias sustanciales de autor a autor. Al respecto Kaitanli *et al.* (1994), indican que la sinéresis se ajusta a una cinética de primer orden, en donde el logaritmo natural del volumen del suero contra el tiempo es lineal. Sin embargo, El-Shobery & Shalaby (1992) encontraron una relación lineal entre el inverso del volumen de suero liberado y el tiempo; mismo comportamiento encontrado por nosotros.

Contenido de humedad y textura

El mayor contenido de humedad mostrado por los estabilizantes carragenina y goma guar a la concentración de 0.075 % es congruente con los resultados de rendimiento obtenidos en el presente estudio, ya que de acuerdo con Moore *et al.* (1986) el contenido de humedad está directamente relacionado con el rendimiento, de manera que mayores rendimientos están acompañados de mayores contenidos de humedad. Los estabilizantes carragenina y goma guar provocaron un mayor contenido de humedad en los quesos al aumentar su concentración; diversas investigaciones han reportado el mismo comportamiento, cuanto mayor es la concen-

tración de goma en el queso, mayor es el contenido de humedad en el mismo (Koka & Metin 2004, Volikakis *et al.* 2004, Rahimi *et al.* 2007). Esto ha sido probado para carragenina en queso Oaxaca (Totosaus & Guemes-Vera 2008), queso blanco fresco "para untar" (Lluch *et al.* 1999), queso Chihuahua (Chávez-Martínez *et al.* 2001) y quesos blanco, cottage y cheddar (Manning 1985). Por otro lado, la adición de pectina provocó una significativa disminución del contenido de humedad al aumentar su concentración; esto pudiera estar relacionado con el hecho de que al pH de la leche, y de las cuajadas para quesos frescos, la agregación de las micelas de caseína y la pectina es impedida por la k-caseína y, solo cuando el pH decrece se promueve la agregación isoeléctrica de las micelas de caseína y la formación de los complejos caseína-pectina (Marozienne & de Kruif 2000, Harte *et al.* 2007). La significativa disminución de el contenido de humedad de los quesos elaborados con pectina a lo largo de los quince días de almacenamiento concuerda con lo descrito por Lobato-Calleros *et al.* (2006), quienes concluyeron que aún cuando la adición de pectina permite la retención de mayores cantidades de suero, comparado con el queso elaborado sin estabilizante, el contenido de humedad de estos decae significativamente después de 6 a 9 d. de almacenamiento.

En relación a la firmeza, los resultados concuerdan con los obtenidos por Swenson *et al.* (2000) quienes al evaluar el efecto de diferentes estabilizantes, encontraron que la goma guar produjo una textura más suave que la obtenida en el queso control; y con los resultados obtenidos por Fagan *et al.* (2006) quienes determinaron que la adición de pectina aumento la firmeza del queso en comparación con la obtenida en el control. Mackú *et al.* (2008) evaluaron el efecto de la concentración de pectina en la firmeza de los quesos elaborados, concluyendo que todos los quesos adicionados con pectina presentaron mayor firmeza que los elaborados sin el estabilizante. Al analizar la relación entre la firmeza y el contenido de humedad de los quesos, en los distintos tratamientos, todo podría indicar que mecanismos distintos de interacción entre el tipo de aditivo y la matriz que conforma el queso se llevan a cabo. En este sentido, Lobato-Calleros

et al. (2008) indicaron que distintos agentes estabilizantes influyeron de manera distinta en la composición química, rendimiento, arreglo estructural, textura y comportamiento reológico de los productos; de acuerdo con sus características particulares tales como naturaleza química, capacidad ligante de agua, capacidad gelificante, capacidad emulsificante, nivel de microencapsulación, distribución e interacción con otros componentes del alimento. No obstante es notable la capacidad de la carragenina para retener agua en el queso e incrementar la firmeza del mismo en concentraciones de 0,025 y 0,050 %, cuando su concentración se incrementa a 0,075 % la firmeza de los quesos disminuye significativamente a niveles por debajo del control (Tabla 3). Lo anterior indica que este estabilizante presenta un límite de retención de agua, de tal manera que cuando éste es rebasado la matriz estructural del queso se desestabiliza, lo que puede producir productos más blandos. Esto coincide con las observaciones de Manning (1985), Rahimi et al. (2007) y Cerníková et al. (2008), quienes concluyeron que a elevadas concentraciones de este estabilizante el resultado es una retención excesiva de agua, la obtención de un coágulo de difícil drenado y finalmente un queso de textura muy suave, frágil, fácil de desmoronar y deshacer.

Nivel de agrado

Al igual que los resultados encontrados en el presente estudio, distintos autores concuerdan en que el uso de agentes estabilizantes en la elaboración de quesos modifica sus características químicas, reo-

lógicas y su microestructura (Lobato-Calleros et al. 2006). De esta forma, sus propiedades sensoriales y su aceptación por parte de los consumidores son también modificadas (Rahimi et al. 2007). Al igual que nosotros, distintos autores como Hernando et al. (1999), Lluch et al. (1999), Gammariello et al. (2008) y Lobato-Calleros et al. (2008) coinciden en que las propiedades sensoriales y la aceptación sensorial por parte de los consumidores es incrementada en los quesos adicionados con agentes estabilizantes, en comparación con los quesos no adicionados con agentes estabilizantes. Finalmente, es importante destacar que los resultados obtenidos indicaron que los quesos elaborados con carragenina al 0.025 %, carragenina al 0.050 % y grenetina al 0.075 % de adición presentaron además de una mayor masa retenida y una disminución lineal de la misma, similar a la del queso control a lo largo del almacenamiento, una mayor aceptación sensorial, en comparación con el queso control. Por lo anterior, se puede aseverar que la adición de estos agentes estabilizantes permitirán disminuir las pérdidas económicas para los productores queseros, así como reducir las mermas del producto en los establecimientos que lo comercializan.

AGREDECIMIENTO

El presente trabajo se realizó con recursos del proyecto "Estudio de la retención de humedad y características sensoriales del queso fresco tipo panela adicionado con agentes estabilizantes naturales" financiado por la Fundación Produce Tabasco, A. C.

LITERATURA CITADA

- Abbasi S, Dickinson E (2003) Interaction of micellar casein and *I*-carrageenan: influence of high pressure. High Pressure Research 23 (1): 71-75.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th Ed. Gaithersburg, MD, USA, Association of Official Analytical Chemists.
- Arango O, Trujillo AJ, Castillo M (2013) Influence of fat replacement by inulin on rheological properties, kinetics of rennet milk coagulation, and syneresis of milk gels. Journal of Dairy Science 96 (4): 1984-1996.
- Brown KM, McManus WR, McMahon DJ (2012) Starch addition in renneted milk gels: Partitioning between curd and whey and effect on curd syneresis and gel microstructure. Journal of Dairy Science 95 (12): 6871-6881.
- Castillo M, Jordan MJ, Godoy A, Laencina J, Lopez MB (2000) Kinetics of syneresis in fresh goat cheese. Milchwissenschaft 55 (10): 566-569.

- Cerníková M, Bunka F, Pavlínek V, Brezina P, Hrabe J, Valásek P (2008) Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids* 22 (6): 1054-1061.
- Chávez-Martínez A, Mendoza V, Aguilar B, Márquez-Meléndez R, Nieto-Montenegro S (2001) Effect of stabilizers on water retention and texture characteristics of Chihuahua cheese. *IFT Annual Meeting Book of Abstracts*. 153 pp.
- El-Shobery MA, Shalaby SO (1992). Kinetics of coagulum syneresis. *Egyptian Journal of Dairy Science* 20 (1): 151-158.
- Escobar MC, Van-Tassel ML, Martínez-Bustos F, Singh M, Castaño-Tostado E, Amaya-Llano SL, Miller MJ (2012) Characterization of a Panela cheese with added probiotics and fava bean Storch. *Journal of Dairy Science* 95 (6): 2779-2787.
- Fagan CC, O'Donnell CP, Cullen PJ, Brennan CS (2006) The effect of dietary fibre inclusion on milk coagulation kinetics. *Journal of Food Engineering* 77 (2): 261-268.
- Gammariello D, Chillo S, Mastromatteo M, Di Giulio S, Attanasio M, Del Nobile MA (2008) Effect of chitosan on the rheological and sensorial characteristics of Apulia spreadable cheese. *Journal of Dairy Science* 91 (11): 4155-4163.
- Harte FM, Montes C, Adams M, San Martin-Gonzalez MF (2007) Solubilized micellar calcium induced low methoxyl-pectin aggregation during milk acidification. *Journal of Dairy Science* 90 (6): 2705-2709.
- Hernando I, Perez-Munera I, Lluch MA (1999) Influencia de la adición de hidrocoloides sobre la sinéresis del queso de Burgos. *Alimentaria* 36 (299): 47-50.
- Kaytanli M, Erdem YK, Tamer M (1994) Factors affecting whey drainage rate of renneted skim milk gels: A kinetic approach. *Milchwiss* 49 (4): 197-200.
- Koca N, Metin M (2004) Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers. *International Dairy Journal* 14 (4): 365-373.
- Lluch MA, Hernando I, Perez-Munera I (1999) Desarrollo de productos lácteos frescos obtenidos por coagulación enzimática de la leche (I): influencia de la adición de pectina a la cuajada y de su trituración. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 18 (6): 59-64.
- Lobato-Calleros C, Aguirre-Mandujano E, Vernon-Carter EJ, Sánchez-García J (2000) Viscoelastic properties of white fresh cheese filled with sodium caseinate. *Journal of Texture Studies* 31 (4): 379-390.
- Lobato-Calleros C, Ramos-Solís L, Santos-Moreno A, Rodríguez-Huezo ME (2006) Microstructure and texture of Panela tipe cheese-like products: use of low methoxyl pectin and canola oil as milk-fat substitutes. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 5 (1): 71-79.
- Lobato-Calleros C, Sosa-Pérez A, Rodríguez-Tafuya J, Sandoval-Castilla O, Pérez-Alonso C, Vernon-Carter EJ (2008) Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products made from W1/O/W2 emulsions and skim milk. *LWT-Food Science and Technology* 41 (10): 1847-1856.
- Mackú I, Bunka F, Pavlínek V, Leciánová P, Hrabe J (2008) The effect of pectin concentration on viscoelastic and sensory properties of processed cheese. *International Journal of Food Science and Technology* 43 (9): 1663-1670.
- Manning DW (1985) Increasing cheese yields with carrageenan. 22nd Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar. USA.
- Marozziene A, de Kruif CG (2000) Interaction of pectin and casein micelles. *Food Hydrocolloids* 14 (4): 391-394.
- Mateo MJ, Everard CD, Fagan CC, O'Donnell CP, Castillo M, Payne FA, O'Callaghan DJ (2009) Effect of milk fat concentration and gel firmness on syneresis during curd stirring in cheese-making. *International Dairy Journal* 19 (4): 264-268.
- Metzger LE, Barbano DM, Rudan MA, Kindstedt PS (2000) Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 83 (4): 648-658.
- Moore PL, Richter RL, Dill CW (1986) Composition, yield, texture, and sensory characteristics of Mexican White Cheese. *Journal of Dairy Science* 69 (3): 855-862.
- Paz E, Montero M, Angulo O, García HS (1998) Preparation of a low fat fresh-type cheese. *Milchwissen- schaff* 53 (2): 81-83.

- Piyasena P, Chambers J (2003) Influence of whey protein on syneresis of raw milk curds. *International Journal of Food Science and Technology*. 38 (6): 669-675.
- Rahimi J, Khosrowshahi A, Madadlou A, Aziznia S (2007) Texture of Low-Fat Iranian White Cheese as Influenced by Gum Tragacanth as a Fat Replacer. *Journal of Dairy Science* 90 (9): 4058-4070.
- SIAP (2013) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Boletín de leche. www.siap.sagarpa.gob.mx. Consultado el 18 de septiembre de 2013.
- Swenson BJ, Wendorff WL, Lindsay RC (2000) Effects of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. *Journal of Food Science* 65 (5): 822-825.
- Tan YL, Ye A, Shingh H, Hemar Y (2007) Effects of biopolymer addition on the dynamic rheology and microstructure of renneted skim milk systems. *Journal of Texture Studies* 38 (3): 404-422.
- Totosaus A, Guemes-Vera N (2008) Effect of k- and l-carrageenans as fat-replacers in low-fat Oaxaca cheese. *International Journal of Food Properties* 11 (3): 656-668.
- Vega RA (1997) Control de pérdida de suero del queso fresco durante su vida de anaquel. *Lácteos y Cárnicos Mexicanos* 11 (6): 9-11.
- Villegas A, Cervantes F (2011) La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. *Estudios Sociales* 19 (38):146-164.
- Volikakis P, Biliaderis CG, Vamvakas C, Zerfiridis GK (2004) Effects of a commercial oat-B-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Research International* 37 (1): 83-94.