

Influence of locust bean and xanthan gums on the stability and acceptability of dairy cream

Influencia de gomas de algarrobo y xantana en la estabilidad y aceptabilidad de crema láctea

Eva Montserrat Sánchez-Ortega; Aldo Hernández-Calette; Arturo Hernández-Montes*

Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230, MÉXICO. *Corresponding author: sensorial@prodigy.net.mx.

Abstract

Introduction: In making a cream, various additives can be added, among which gums, which have been the subject of interest due to their advantages in industrial production, stand out.

Objective: To evaluate the effect of xanthan and locust bean gums on the physical and sensory properties of acidified dairy creams.

Materials and methods: The factors studied were: concentration (xanthan gum from 0.025 to 0.5 % and locust bean gum from 0.05 to 0.5 %) and acidity percentage (from 0.5 to 0.65 % in both gums). A mixture design was applied with the concentrations of the two gums studied. The variables viscosity, drainage stability, consistency and adhesiveness were measured instrumentally, while sensorially the consistency, viscosity and acidity were evaluated with a JAR (Just About Right) test using five-point scales, and on the acceptability for attributes and overall acceptability a nine-point hedonic scale was used.

Results and discussion: The creams with the greatest acceptability corresponded to concentrations of 0.2 to 0.38 % xanthan gum and 0.46 to 0.5 % locust bean gum. The JAR test showed that the best mixture was the one containing 0.325 and 0.175 % xanthan and locust bean gums, respectively; this last treatment was compared with three commercial creams and one of them presented viscosity and consistency values ($10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ and $4,000 \text{ g}_r$, respectively) similar to those of the mixture obtained.

Conclusions: It is possible to assume the existence of a masking effect of the sensory perception of acidity due to the high viscosities provided by xanthan gum. On the other hand, the viscosity acceptability and overall acceptability curves showed a maximum.

Keywords: optimization, consistency, viscosity, mixture design, JAR scale.

Resumen

Introducción: En la elaboración de una crema se permite añadir diversos aditivos, entre los que destacan las gomas; las cuales han sido objeto de interés debido a sus ventajas en la producción industrial.

Objetivo: Evaluar el efecto de las gomas xantana y algarrobo en las propiedades físicas y sensoriales de cremas lácteas acidificadas.

Materiales y métodos: Los factores estudiados fueron: concentración (goma xantana de 0.025 a 0.5 % y goma de algarrobo de 0.05 a 0.5 %) y porcentaje de acidez (de 0.5 a 0.65 % en ambas gomas). Se aplicó un diseño de mezcla con las concentraciones de las dos gomas estudiadas. Las variables viscosidad, estabilidad al drenado, consistencia y adhesividad se midieron instrumentalmente, mientras que sensorialmente se evaluó la consistencia, viscosidad y acidez, con una prueba JAR (*Just About Right*) usando escalas de cinco puntos, y en la aceptabilidad para atributos y la global se empleó una escala hedónica de nueve puntos.

Resultados y discusión: Las cremas con mayor aceptabilidad correspondieron a concentraciones de 0.2 a 0.38 % de goma xantana y de 0.46 a 0.5 % de goma de algarrobo. La prueba JAR mostró que la mejor mezcla fue la que contenía 0.325 y 0.175 % de gomas xantana y algarrobo, respectivamente; este último tratamiento se comparó con tres cremas comerciales y una de ellas presentó valores de viscosidad y consistencia ($10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ y $4,000 \text{ g}_r$, respectivamente) similares a los de la mezcla obtenida.

Conclusiones: Es posible suponer la existencia de un efecto de enmascaramiento de la percepción sensorial de la acidez debido a las altas viscosidades provistas por la goma xantana. Por otro lado, las curvas de aceptabilidad de viscosidad y aceptabilidad global presentaron un máximo.

Palabras clave: optimización, consistencia, viscosidad, diseño de mezcla, escala JAR.



Introduction

In the market there are fermented or acidified creams whose butterfat content must be at least 30 % and acidity 0.5 %, a quality that gives them their characteristic acid taste (Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO], 2007). In making a cream, various additives can be added, such as thickeners, emulsifiers, stabilizers, dyes and flavorings, among others (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – Organización mundial de la salud [FAO – OMS], 2011). In recent years, hydrocolloids, or gums, used as stabilizing, thickening and gelling agents in the preparation of the cream have been the subject of growing interest due to their obvious advantages in industrial production (Van lent, Thu-Le, Vanlerberghe, & Van der Meeren, 2008). The use of these gums in dairy products helps improve the body, texture and mouthfeel, as well as modify the consistency and viscosity (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2009); the above has allowed generating new products accepted by consumers. Among these additives are starch, carrageenan, xanthan gum, guar gum, pectin and other lesser-used ones (Dziezak, 1991).

Xanthan gum has the ability to stabilize emulsions, it is compatible with various additives and the resulting solutions have a shear thinning behavior. On the other hand, some studies have shown that locust bean gum increases the stability of emulsions at low concentrations (Camacho, Martínez-Navarrete, & Chiralt, 2005). The two gums are known to interact strongly with each other in aqueous solutions (Dolz, Hernández, Delegido, & Muñoz, 2007); as a consequence, there is a great increase in viscosity, or even gel formation, depending on their concentrations and the physical conditions in which the interactions take place (Ramírez, Barrera, Morales, & Vázquez, 2002). Thixotropic-type fluids arise from this mixture (Dolz et al., 2007). The synergistic effects between these hydrocolloids are advantageous in the food industry, so they represent an important field of research. If the stabilizers added to the cream exert the appropriate functionality, they can mitigate the separation of the phases and provide the desired viscosity, thereby improving their sensory quality (Sharma, Naresh, Dhuldhoya, Merchant, & Merchant, 2006).

Schmidt and Smith (1992) defined milk reactivity as the ability of a gum to produce higher viscosities in milk than in water. Mixtures of locust bean and xanthan gums in skim milk powder (SMP) and in whey protein concentrate (WPC), both reconstituted to 11 % solids, showed that 0.2 % locust bean gum showed reactivity with SMP and WPC, while 0.05 % xanthan gum only did so with WPC.

There are several models that explain the intermolecular associations between xanthan gum and locust bean

Introducción

En el mercado existen cremas fermentadas o acidificadas cuyo contenido de grasa butírica debe ser al menos de 30 % y acidez de 0.5 %, cualidad que les da su característico sabor ácido (Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO], 2007). En la elaboración de una crema, se permite añadir diversos aditivos, como espesantes, emulsionantes, estabilizantes, colorantes, aromatizantes, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – Organización mundial de la salud [FAO – OMS], 2011). En años recientes, los hidrocoloides, o gomas, empleados como agentes estabilizantes, espesantes y gelificantes en la elaboración de la crema han sido objeto de un interés creciente debido a sus evidentes ventajas en la producción industrial (Van lent, Thu-Le, Vanlerberghe, & Van der Meeren, 2008). El uso de estas gomas en productos lácteos contribuye a mejorar el cuerpo, textura y sensación en boca, así como a modificar la consistencia y viscosidad (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2009); lo anterior ha permitido generar nuevos productos aceptados por los consumidores. Dentro de estos aditivos se encuentran el almidón, la carragenina, la goma xantana, la goma guar, la pectina y otros menos usados (Dziezak, 1991).

La goma xantana tiene la capacidad de estabilizar emulsiones, es compatible con diversos aditivos y las soluciones resultantes presentan un comportamiento reofluidificado por cizalla. Por otro lado, algunos estudios han demostrado que la goma de algarrobo incrementa la estabilidad de las emulsiones en concentraciones bajas (Camacho, Martínez-Navarrete, & Chiralt, 2005). Ambas gomas son conocidas por interactuar fuertemente entre ellas en soluciones acuosas (Dolz, Hernández, Delegido, & Muñoz, 2007); como consecuencia de ello se produce gran aumento de la viscosidad, o incluso la formación de gel, dependiendo de sus concentraciones y de las condiciones físicas en las cuales se producen las interacciones (Ramírez, Barrera, Morales, & Vázquez, 2002). De esta mezcla surgen fluidos del tipo tixotrópico (Dolz et al., 2007). Los efectos sinérgicos entre estos hidrocoloides son ventajosos en la industria de los alimentos, por lo que representan un importante campo de investigación. Si los estabilizantes agregados a la crema ejercen la funcionalidad adecuada pueden mitigar la separación de las fases y proveer la viscosidad deseada mejorando su calidad sensorial (Sharma, Naresh, Dhuldhoya, Merchant, & Merchant, 2006).

Schmidt y Smith (1992) definieron la reactividad de la leche como la habilidad de las gomas de producir viscosidades mayores en leche que en agua. Las mezclas de gomas de algarrobo y xantana en leche descremada en polvo (LDP) y en concentrado de proteína de suero (CPS), ambos reconstituidos al 11 % de sólidos,

gum (Takemasa & Nishinari, 2016). One model proposes that there is an association between the unsubstituted regions of the mannose backbone of the locust bean gum with the surface of the xanthan helix. A second model expresses that locust bean gum is attached to the cellulosic backbone of xanthan in the disordered state, at low temperatures or in the presence of sufficient amounts of salt, initially giving a fluid solution, but after heating it forms a gel. A third model explains that there are non-covalent bonds between the galactomannan molecules of the locust bean gum and the xanthan side chains, which allow gelation.

Grisel, Aguni, Renou, and Malhiac (2015) found in locust bean gums, where galactomannans are poorly substituted by galactose, that the junction zone model is the main mechanism that governs the interactions with xanthan gum and does not depend on the fine structure of galactomannans. Therefore, the regularity of the substitution of galactose along the mannoses backbone in galactomannans (locust bean and guar gums) is a key point in the interactions of these gums with xanthan.

Sandolo et al. (2010) reported that guar/xanthan gum systems form different types of networks depending on the ratio of the two polymers (1:1, 1:3, 1:9) and the preparation temperature. The formation of gels, through physical interactions, was observed using light scattering techniques, rheology and scanning microscopy. At the highest concentration of guar gum (1:1), a gel was always obtained; at intermediate concentrations (1:3), weak gels were obtained, under hot gum preparation conditions; and at the lowest concentration (1:9), gel spots were observed under hot preparation conditions and solutions under cold preparation conditions.

The objective of this study was to evaluate the effect of xanthan and locust bean gums on the physical and sensory properties of acidified dairy creams, in order to obtain the best acceptability by consumers.

Materials and methods

Extraction of the cream

Raw milk from Holstein breed cows kept in the Dairy Technological Unit stable at the *Universidad Autónoma Chapingo*, Mexico, was used to extract the cream; for this, an Elecrem® ELE-3 skimmer (Elècrem, Corp., France) with 22-L storage capacity was used. Xanthan gum, locust bean gum and citric acid (purity = 98.5 %) were provided by Química Laitz S.A. (Mexico City, Mexico).

The experiment was divided into three parts. In phase 1, the effect of the xanthan and locust bean gums at

mostraron que la goma de algarrobo al 0.2 % presentó reactividad con LDP y CPS; mientras que la goma xantana al 0.05 % únicamente lo hizo con CPS.

Existen varios modelos que explican las asociaciones intermoleculares entre la goma xantana y el algarrobo (Takemasa & Nishinari, 2016). Un primer modelo propone que existe una asociación de las regiones sin sustituir de la cadena de manosas de la goma de algarrobo con la superficie de la hélice de xantana. Un segundo modelo expresa que el algarrobo está unido a la cadena celulósica de la xantana en el estado de desorden, a bajas temperaturas o por la presencia de cantidades suficientes de sal, dando inicialmente una solución fluida, pero después de calentarse forma un gel. Un último modelo explica que existen enlaces no covalentes entre las moléculas de galactomananas del algarrobo y las cadenas laterales de la xantana, los cuales permiten la gelación.

Grisel, Aguni, Renou, y Malhiac (2015) encontraron en gomas de algarrobo, en donde se presentan galactomananas sustituidas pobremente por galactosa, que el modelo de zona de unión es el mecanismo principal que rige las interacciones con la goma xantana y no depende de la estructura fina de las galactomananas. Por lo que, la regularidad de la sustitución de la galactosa a lo largo de la cadena de manosas en las galactomananas (gomas de algarrobo y guar) es un punto clave en las interacciones de estas gomas con la xantana.

Sandolo et al. (2010) reportó que los sistemas de goma guar/xantana forman diferentes tipos de redes dependiendo de la proporción de los dos polímeros (1:1; 1:3; 1:9) y de la temperatura de preparación. La formación de geles, a través de interacciones físicas, fue observada empleando técnicas de dispersión de luz, reología y microscopía de barrido. A mayor concentración de goma guar (1:1) siempre se obtuvo un gel; a concentraciones intermedias (1:3) se obtuvieron geles débiles, en condiciones de preparación de las gomas en caliente; y con la menor concentración (1:9) se observaron puntos de gel en condiciones de preparación en caliente y soluciones en condiciones de preparación en frío.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las gomas xantana y algarrobo en las propiedades físicas y sensoriales de cremas lácteas acidificadas. Lo anterior para obtener la mejor aceptabilidad por parte de los consumidores.

Materiales y métodos

Extracción de la crema

Se usó leche bronca de vacas de raza Holstein del establo de la Unidad Tecnológica Lechera de la Universidad

different acidity levels was evaluated. In 2, the effect of mixing the gums on the cream was determined, taking as a basis the best results obtained from phase 1. For phase 3, the best cream formulation with a mixture of stabilizers was compared with three commercial creams. In each of the phases, consistency, adhesiveness, viscosity and drainage stability were evaluated as physical parameters.

Preparation of the cream

The percentage of fat solids in the cream was determined by the Köehler method and adjusted with skim milk to obtain 30 % (v/v). The acidity level (% w/w) for each formulation was adjusted with citric acid (Santos-Moreno, 1995); this adjustment consists of making a correction of the amount of citric acid equivalent to lactic acid (Equation 1).

$$CA = \frac{C (A_f - A_i)}{1.4 - A_f} \times 1000 \quad (1)$$

$$P_A$$

Where:

CA = Amount of citric acid (g) to be added to reach A_f
 C = Cream mass (kg)
 A_f = Acidity to which it must be adjusted (%)
 A_i = Acidity before adjustment (%)
 P_A = Purity of citric acid (%)
 1.4 = Correction Factor (equivalent weight of lactic acid per equivalent weight of citric acid)

For each experimental unit, the amounts of acid and stabilizer (locust bean gum and xanthan gum) were weighed and stored in small plastic bags. This mixture (citric acid plus stabilizer) was called "powders." On the other hand, the cream was heated in a water bath to 60 °C. Subsequently, 400-mL cream batches were mixed with the "powders" in an Osterizer® model 450-10 blender (Sunbeam Corp., E.U.A.) for 5 s. The mixed cream was placed in 1-L glass jars and pasteurized in a water bath at 80-85 °C, for 3 min; finally, the jars were covered and refrigerated for 24 h.

The method of adding powders may not favor a complete hydration of the xanthan gum and possibly favor the formation of conglomerates. Doublier and Llamas (1991) reported dispersion of a xanthan solution at 25 °C with stirring for 2 h. On the other hand, Ramírez et al. (2002) added xanthan (X) and locust bean (LB) gum mixtures without hydrating in surimi gels and found that the shear and strain stress decreased with the increase in the X/LB ratio, and when the gums were solubilized, but the increase in xanthan gum in the X/LB ratio from 0/1 to 0.5/0.5 improved the shear and strain stress of the surimi gels.

Autónoma Chapingo, México, para extraer la crema; para ello se utilizó una descremadora Elecrem® ELE-3 (Elècrem, Corp., Francia) con capacidad de depósito de 22 L. La goma xantana, goma de algarrobo y el ácido cítrico (pureza = 98.5 %) fueron provistos por Química Laitz S.A. (Ciudad de México, México).

El experimento se dividió en tres partes. En la fase 1, se evaluó el efecto de las gomas xantana y algarrobo a diferentes niveles de acidez. En la 2, se determinó el efecto de la mezcla de las gomas en la crema, tomando como base los mejores resultados obtenidos de la fase 1. Para la fase 3, se comparó la mejor formulación de crema con mezcla de estabilizantes contra tres cremas comerciales. En cada una de las fases se evaluaron como parámetros físicos la consistencia, la adhesividad, la viscosidad y la estabilidad al drenado.

Preparación de la crema

El porcentaje de sólidos grasos de la crema se determinó por el método de Köehler y se ajustó con leche descremada hasta obtener 30 % (v/v). El nivel de acidez (% p/p) para cada formulación se ajustó con ácido cítrico (Santos-Moreno, 1995); dicho ajuste consiste en realizar una corrección de la cantidad de ácido cítrico equivalente al ácido láctico (Ecuación 1).

$$CA = \frac{C (A_f - A_i)}{1.4 - A_f} \times 1000 \quad (1)$$

$$P_A$$

Donde:

CA = Cantidad de ácido cítrico (g) por agregar para alcanzar A_f
 C = Masa de crema (kg)
 A_f = Acidez a la que debe ajustarse (%)
 A_i = Acidez antes de ajuste (%)
 P_A = Pureza del ácido cítrico (%)
 1.4 = Factor de corrección (peso equivalente de ácido láctico por peso equivalente de ácido cítrico)

Para cada unidad experimental se pesaron las cantidades de ácido y de estabilizante (algarrobo y xantana), y se guardaron en pequeñas bolsas de plástico. Esta mezcla (ácido cítrico más estabilizante) se denominó "polvos". Por otro lado, la crema se calentó en baño María hasta alcanzar 60 °C. Posteriormente, se mezclaron lotes de 400 mL crema con los "polvos" en una licuadora Osterizer® modelo 450-10 (Sunbeam Corp., E.U.A.) por 5 s. La crema mezclada se depositó en frascos de vidrio de 1 L y se pasteurizó en baño María a 80-85 °C, por 3 min; finalmente, los frascos se cubrieron y refrigeraron durante 24 h.

Determination of physical characteristics

Consistency and adhesiveness. 80-g cream samples were placed in cylindrical containers to employ the back-extrusion procedure with a TA-Xt2i[®] texturometer (Stable Micro Systems, UK) using the Texture Expert Analyzer[®] ver. 7.15 H procedure. For the above, the 5-kg cell was used and the head applied a uniaxial compression with pre-test, test and post-test speeds of 1 mm·s⁻¹ and a penetration distance of 30 mm.

Viscosity. 200-mL cream samples placed in 250-mL beakers (diameter 7.0 cm and height 9.5 cm) were measured for viscosity using a Brookfield[®] model DV2T viscometer (Brookfield Engineering Lab, 2000) with LV3 (63) and LV4 (64) spindles. The rotation period for the measurement was 30 s at 15 rpm.

Drainage stability. This parameter was measured according to the procedure described by Van lent et al. (2008), for which a 30-g cream sample (m_{cream}) was placed on a stainless-steel mesh, with openings of approximately 1.14 mm, and it on a plastic cup to capture the released liquid. After one hour, the drained liquid (m_{liquid}) was weighed and the quotient obtained between it and the initial cream mass represented the drainage percentage.

Sensory evaluation

Acceptability test. Number-zero plastic cups with 10 mL of cream each were presented randomly in triad form. After each three samples, the panelists were asked to take a break of between 5 and 10 min, while they were served an apple slice, to clean the palate and avoid the sensory fatigue caused by the samples. The acceptability of the individual attributes of the creams (Table 1) and the overall acceptability were determined using a nine-point hedonic scale. A total of 99 panelists (56 women, 43 men) who were cream users (with once-a-month consumption frequency) were recruited, and each panelist evaluated the nine samples with locust bean gum in one day and nine samples of xanthan gum another day.

JAR test. The five treatments were evaluated on a single day with 105 panelists (57 women and 48 men). Panelists were asked to express their opinion on the adequacy of the perceived intensity of each attribute. For each of them, a five-point Just About Right (JAR) scale was used. The evaluations of these attributes allowed elucidating those treatments that do not have the appropriate levels of each factor. With the data obtained from JAR and the overall acceptability of the samples, a penalty analysis was performed with the XLSTAT[®] program (Addinsoft SARL, 2017) for each treatment.

El método de adición de polvos pudo no favorecer una completa hidratación de la goma xantana y posiblemente favorecer la formación de conglomerados. Doublier y Llamas (1991) reportaron dispersión de una solución de xantana a 25 °C con agitación por 2 h. Por otro lado, Ramírez et al. (2002) adicionaron mezclas de gomas de xantana (X) y algarrobo (A) sin hidratar en geles de surimi y encontraron que los esfuerzos de cizalla y de deformación disminuyeron con el incremento de la relación X/A, y cuando se solubilizaron las gomas, pero el incremento de la xantana en la relación X/A de 0/1 a 0.5/0.5 mejoraron los esfuerzo de cizalla y de deformación de los geles de surimi.

Determinación de las características físicas

Consistencia y adhesividad. Se colocaron muestras de 80 g de crema en recipientes cilíndricos para emplear el procedimiento de extrusión hacia atrás con el texturómetro TA-Xt2i[®] (Stable Micro Systems, Reino Unido) usando el programa Texture Expert Analyzer[®] ver. 7.15 H. Para lo anterior se usó la celda de 5 kg y el cabezal aplicó una compresión uniaxial con velocidades de pre-ensayo, ensayo y post-ensayo de 1 mm·s⁻¹ y una distancia de penetración de 30 mm.

Viscosidad. A muestras de 200 mL de crema colocadas en vasos de precipitado de 250 mL (diámetro 7.0 cm y altura 9.5 cm) se les midió la viscosidad empleando un Viscosímetro Brookfield[®] modelo DV2T (Brookfield Engineering Lab, 2000) con los husillos LV3 (63) y LV4 (64). El periodo de rotación para la medición fue de 30 s a 15 rpm.

Estabilidad al drenado. Este parámetro se midió de acuerdo con el procedimiento descrito por Van lent et al. (2008), para lo cual se colocó una muestra de 30 g (m_{crema}) de crema sobre una malla de acero inoxidable, con apertura de aproximadamente 1.14 mm, y ésta sobre un vaso de plástico para captar el líquido liberado. Después de una hora, se pesó el líquido drenado (m_{liquido}) y el cociente obtenido entre éste y la masa inicial de crema representó el porcentaje de drenado.

Evaluación sensorial

Prueba de aceptabilidad. Se presentaron aleatoriamente en forma de triadas vasos de plástico del número cero con 10 mL de crema. Después de cada tres muestras, se les pidió a los panelistas tomar un descanso de entre 5 y 10 min, mientras se les servía una rodaja de manzana, para limpiar el paladar y evitar la fatiga sensorial causada por las muestras. La aceptabilidad de los atributos individuales de las cremas (Cuadro 1) y la aceptabilidad global se realizaron empleando una escala hedónica de nueve puntos. Se reclutaron a 99 panelistas (56 mujeres, 43 hombres) consumidores de

Table 1. Attributes, description and procedures to evaluate the acceptability in dairy creams.**Cuadro 1. Atributos, descripción y procedimientos para evaluar la aceptabilidad en cremas lácteas.**

Attribute/Atributo	Description/Descripción	Evaluation procedure/ Procedimiento para evaluar
Consistency/ Consistencia	As a texture characteristic, it describes a product that, during chewing, opposes certain resistance to breaking (Bourne, 2002). In relation to viscosity, it refers to the ability of a fluid to remain with a certain shape (Clark, Costello, Drake, & Bodyfelt, 2009)./ Como característica de textura, describe a un producto que, durante la masticación, opone cierta resistencia a romperse (Bourne, 2002). En relación a la viscosidad, se refiere a la capacidad de un fluido de permanecer con una forma determinada (Clark, Costello, Drake, & Bodyfelt, 2009).	With a spoon, take a little cream and observe the shape you get on the spoon (Clark et al., 2009); a cream with high firmness keeps its shape in the spoon, while a cream less firm falls from the spoon (flows)./ Con una cuchara, tomar un poco de crema y observar la forma que obtiene sobre la cuchara (Clark et al., 2009) una crema con alta firmeza guarda su forma en la cuchara, mientras que una crema poco firme cae de la cuchara (fluye).
Acidity/ Acidez	Characteristic sensation of the predominant acid in the cream, either lactic or citric added, on the tongue (sense of taste)./ Sensación característica del ácido predominante en la crema, ya sea láctico o cítrico añadido, en la lengua (sentido del gusto).	Put a spoonful of cream on the tongue and taste it, paying special attention to this attribute./ Poner una cucharada de crema en la lengua y degustarla, poniendo especial atención en dicho atributo.
Viscosity/ Viscosidad	Force required to flow a liquid by the tongue (Anzaldúa-Morales, 1994)./ Fuerza requerida para pasar un líquido por la lengua (Anzaldúa-Morales, 1994).	Take cream with a spoon and make it flow with a rolled tongue./ Tomar crema con una cuchara y jalar con la lengua enrollada un sorbo de crema.
Sensation of fat in the mouth/ Sensación de grasa en boca	Sensation that is generated in the mouth when tasting a fatty food./ Sensación que se genera en la boca al probar un alimento grasoso.	Taste the cream, pass it through the mouth and discriminate the sensation of fat in the mouth./ Probar la crema, pasarla por la boca y discriminar la sensación de grasa en boca.

Contrast with commercial creams. The physical characteristics of the treatment with the greatest degree of acceptability in this research were compared with those of commercial creams of the Lyncott®, Lala® and Alpura® brands. The response variables were viscosity, consistency, adhesiveness and drainage stability.

Statistical analysis

Optimization design. For the evaluation of the effect of the gum (either xanthan or locust bean) and acidity factor levels, an inscribed central composite (ICC) optimization design was used in a randomized distribution (Montgomery, 2011) of two factors with five levels each. The design distribution was made up of a central point, four axials, four factorials, three repetitions and a type I error of 0.05. The designs for each gum were obtained with the The Unscrambler 10.2 program (Unscrambler, 2012), with a total of nine treatments and three repetitions. The acidity factor was designed with levels from 0.5 to 0.65 % in both experiments (expressed as grams of lactic acid per 100 g of cream), and in the gum concentration factor a range of 0.025 to 0.5 % and 0.05 to 0.5 % was used for xanthan and locust bean

crema (con frecuencia de consumo de una vez al mes), cada panelista evaluó las nueve muestras con goma de algarrobo en un día y las nueve de goma xantana otro día.

Prueba JAR. Los cinco tratamientos se evaluaron un solo día con 105 panelistas (57 mujeres y 48 hombres). Se solicitó a los panelistas expresar su opinión sobre lo adecuado que fue la intensidad percibida de cada atributo. Para cada uno de ellos, se empleó una escala *Just About Right* (JAR) de cinco puntos. Las evaluaciones de dichos atributos permitieron dilucidar aquellos tratamientos que no poseen los niveles adecuados de cada factor. Con los datos obtenidos de JAR y la aceptabilidad global de las muestras, se efectuó un análisis de penalización de medias con el programa XLSTAT® (Addinsoft SARL, 2017) para cada tratamiento.

Contraste con cremas comerciales. Las características físicas del tratamiento con mayor grado de aceptabilidad en esta investigación se compararon con las de cremas comerciales de las marcas Lyncott®, Lala® y Alpura®. Las variables de respuesta fueron viscosidad, consistencia, adhesividad y estabilidad al drenado.

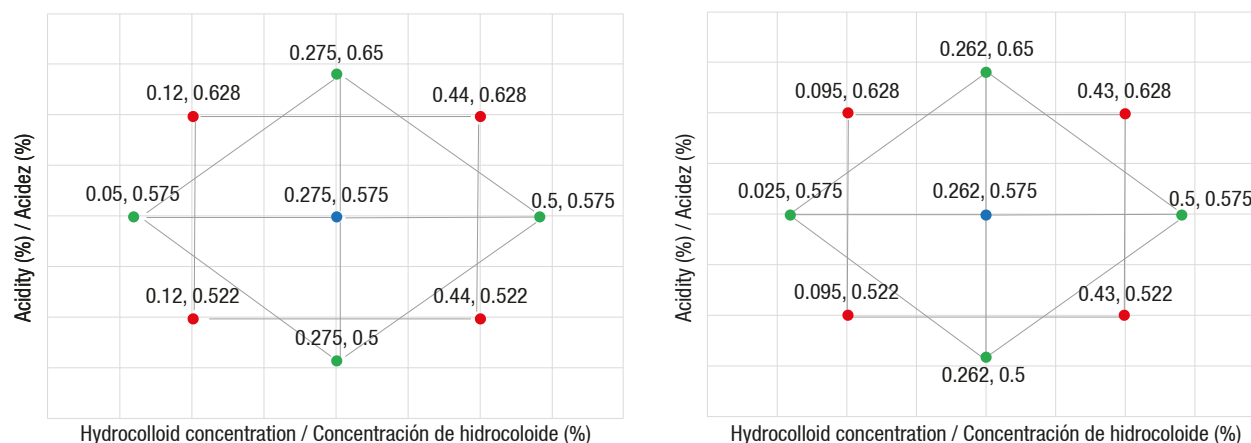


Figure 1. Inscribed central composite (ICC) design in a randomized distribution (Montgomery, 2011). Design for locust bean gum (left) and xanthan gum (right).

Figura 1. Diseño compuesto central inscrito (CCI) en una distribución aleatorizada (Montgomery, 2011). Diseño para goma algarrobo (izquierda) y goma xantana (derecha).

gums, respectively. The results were analyzed with the response surface method (Figure 1).

Mixture design. We used an increased simplex-centroid mixture design, where the total amount of gum did not exceed 0.5 %, specified in the Mexican standard NMX-731 (Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC], 2012). The amount of xanthan and locust bean gums was limited to a range of 0.1 to 0.4 % (Figure 2). The design was obtained with the XLSTAT® program (Addinsoft SARL, 2017), using five treatments and three repetitions.

Comparison with commercial creams. We used a completely randomized design, where the experimental units were 1 kg of each cream, Lala®, Alpura®, and Lyncott®, and the cream studied, with three repetitions (giving a total of nine experimental units). The means of each treatment were subjected to a least significant difference (LSD) test.

Análisis estadístico

Diseño de optimización. Para la evaluación del efecto de los niveles del factor goma (ya sea xantana o de algarrobo) y acidez, se usó un diseño de optimización compuesto central inscrito (CCI) en una distribución aleatorizada (Montgomery, 2011) de dos factores con cinco niveles cada uno. La distribución del diseño se conformó de un punto central, cuatro axiales, cuatro factoriales, tres repeticiones y un error tipo I de 0.05. Los diseños para cada goma se obtuvieron con el programa The Unscrambler 10.2 (Unscrambler, 2012), con un total de nueve tratamientos y tres repeticiones. El factor acidez se diseñó con niveles de 0.5 a 0.65 % en ambos experimentos (expresado como gramos de ácido láctico por 100 g de crema), y en el factor concentración de goma se utilizó un rango de 0.025 a 0.5 % y de 0.05 a 0.5 % para xantana y algarrobo, respectivamente. Los resultados se analizaron con el método de superficie de respuesta (Figura 1).

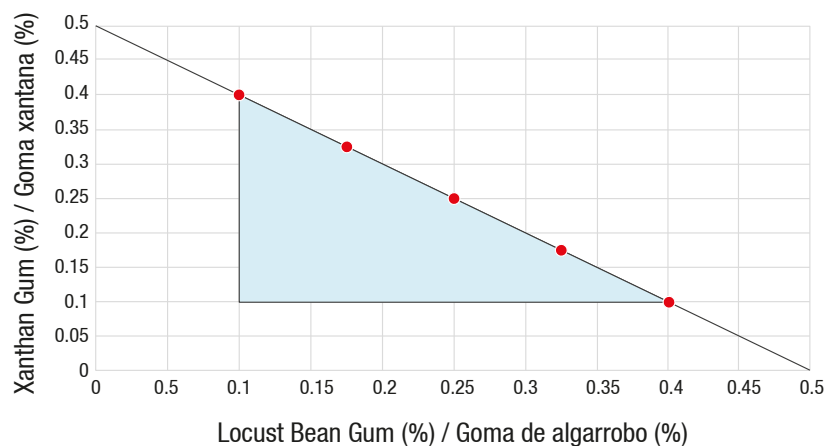


Figure 2. Space used for the experiment involving a gum mixture (xanthan gum + locust bean gum).

Figura 2. Espacio utilizado para el experimento de la mezcla de gomas (xantana + algarrobo).

Results and discussion

Crems with xanthan or locust bean gums as stabilizers and different acidity percentages

Linear array models were used for all response variables. The goodness of fit test proved not to be significant ($P > 0.05$), indicating that the theoretical model fit the observed data. The acidity factor was not significant for any variable; however, in the gum factor, a significant difference was found for all the response variables, except for the viscosity in locust bean gum (Table 2).

Figure 3 shows the cream consistency values, which increased with increasing concentrations of xanthan gum ($P < 0.05$), with values of approximately 300 to 4,000 g_r. The acidity factor showed no influence on the consistency of the cream ($P = 0.72$); this can be explained by the stable behavior of xanthan gum to changes in acidity and temperature. Due to its shear thinning behavior (pseudoplasticity), xanthan is used as a thickening, stabilizing and dispersing agent (Habibi & Khosravi-Darani, 2017).

Adding xanthan gum to the cream favored the creation of a semi-solid product, which was formed thanks to the negative charges of the carboxyl groups of the xanthan gum's lateral chains, causing the molecules to form a viscous fluid, which makes the cream spreadable. The high viscosities of xanthan solutions, subjected to low shear, have been attributed to the weak associations between their helical structures; a network easily destroyed, but easily restored by removing the shear

Diseño de mezcla. Se empleó un diseño de mezcla simple centroide aumentado, donde la cantidad de goma total no rebasó 0.5 %, especificado en la norma mexicana NMX-731 (Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC], 2012). La cantidad de las gomas xantana y algarrobo se limitó a un rango de 0.1 a 0.4 % (Figura 2). El diseño se obtuvo con el programa XLSTAT® (Addinsoft SARL, 2017), empleando cinco tratamientos y tres repeticiones.

Comparación con cremas comerciales. Se empleó un diseño completamente al azar, donde las unidades experimentales fueron 1 kg de cada crema: Lala®, Alpura®, Lyncott® y la crema estudiada, con tres repeticiones (dando un total de nueve unidades experimentales). Las medias de cada tratamiento se sometieron a una prueba de comparación de medias de diferencia mínima significativa (LSD).

Resultados y discusión

Crems con gomas xantana o algarrobo como estabilizantes y diferentes porcentajes de acidez

Se emplearon modelos de arreglo lineales para todas las variables de respuesta. La prueba de bondad de ajuste mostró no ser significativa ($P > 0.05$), indicando que el modelo teórico se ajustó a los datos observados. El factor acidez no fue significativo para ninguna variable; sin embargo, en el factor goma se encontró diferencia significativa para todas las variables de respuesta, a excepción de la viscosidad en la goma de algarrobo (Cuadro 2).

Table 2. Significance of the factors in the variables and goodness of fit test.

Cuadro 2. Significancia de los factores en las variables y bondad de ajuste de la prueba.

Gum/Goma	Response variable/ Variable de respuesta	Acidity*/ Acidez*	Gum*/ Goma*	Model's goodness of fit*/ Bondad de ajuste del modelo*
Xanthan/ Xantana	Consistency/ Consistencia	0.721	*	0.837
	Adhesiveness/ Adhesividad	0.443	*	0.839
	Viscosity/ Viscosidad	0.626	*	0.208
	Drainage/ Drenado	0.958	*	0.904
Locust bean/ Algarrobo	Consistency/ Consistencia	0.084	*	0.778
	Adhesiveness/ Adhesividad	0.113	*	0.491
	Viscosity/ Viscosidad	0.174	0.108	0.402

(*) $P \leq 0.05$

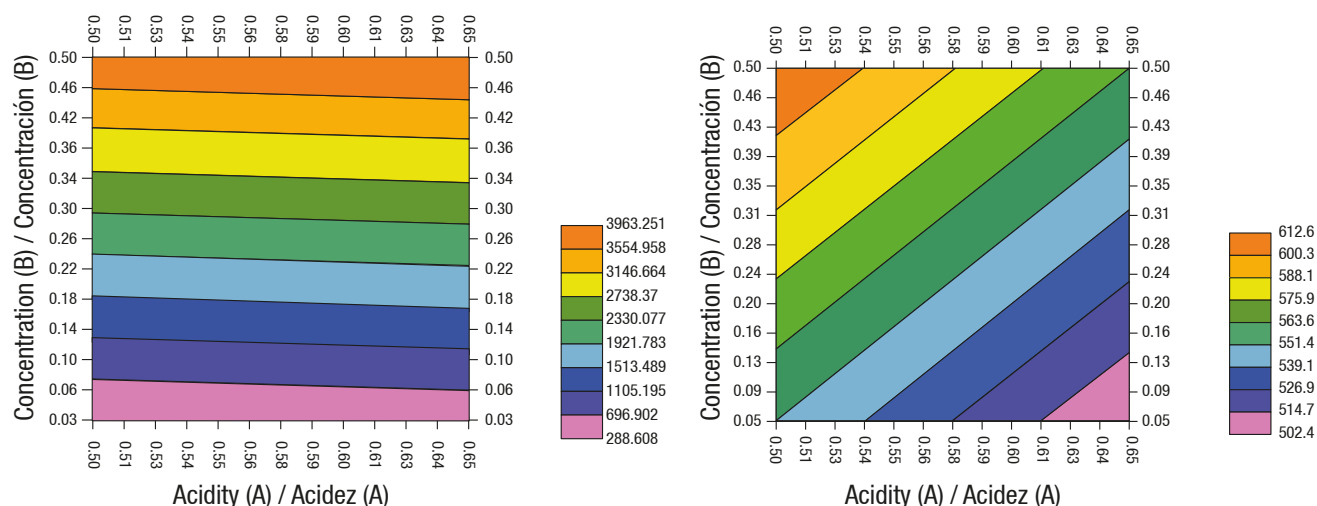


Figure 3. Response surface in the consistency of cream with xanthan gum (left) and locust bean gum (right). The consistency values are expressed in units of g_r.

Figura 3. Superficie de respuesta en la consistencia de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha). Los valores de consistencia son expresados en unidades de g_r.

stress (Mannion et al., 1992). On the other hand, the best consistency with locust bean gum was achieved with 0.43 % gum rubber and below 0.54 % acidity, with maximum values of 600 g_r.

In the variable adhesiveness (Figure 4), a statistical difference was found in the gum factor ($P < 0.05$), but not in the acidity factor ($P > 0.05$). The adhesiveness range found was lower for creams with locust bean gum.

The xanthan gum factor affected the viscosity, showing difference among the treatments. This behavior

En la Figura 3 se muestran los valores de la consistencia de la crema; la cual incrementó al aumentar la concentración de goma xantana ($P < 0.05$), con valores aproximadamente de 300 a 4,000 g_r. El factor acidez no mostró influencia sobre la consistencia de la crema ($P = 0.72$); esto puede ser explicado por el comportamiento estable de la goma xantana a los cambios de acidez y temperatura. Debido a su comportamiento reofluidificado por cizalla (pseudoplasticidad), la xantana es usada como un agente espesante, estabilizador y dispersante (Habibi & Khosravi-Darani, 2017).

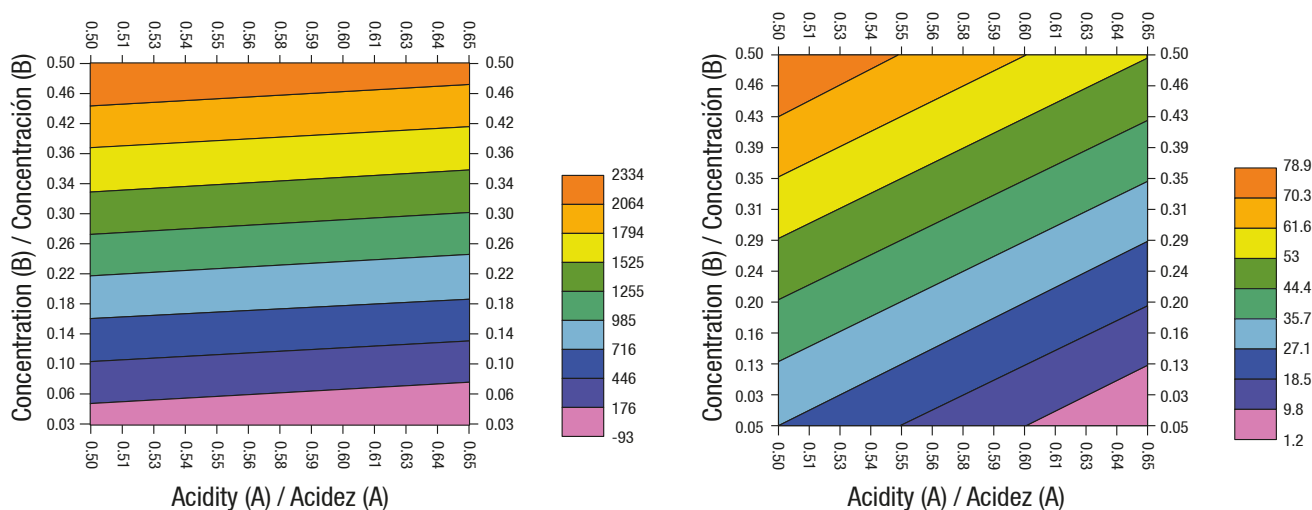


Figure 4. Response surface in the adhesiveness of cream with xanthan gum (left) and with locust bean gum (right). Adhesiveness values expressed as -g_r.

Figura 4. Superficie de respuesta en la adhesividad de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha). Valores de adhesividad expresados como -g_r.

has been reported by Gaviria, Restrepo-Molina, and Suarez-Mahecha (2010) in a dairy product. When the particles of a hydrocolloid are hydrated in a dispersion, the viscosity increases because the hydrated particles offer greater resistance to flow (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2009). The viscosity had values of $0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ with 0.025 % gum and up to $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ with 0.5 % hydrocolloid, which shows the influence of xanthan gum on cream viscosity (Figure 5).

The viscosity of cream with locust bean gum reached values higher than $1.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ with 0.43 % of this gum and 0.61 % acidity. Ünal, Metin, and Işıklı (2003) reported the absence of a significant effect of locust bean gum on yoghurt viscosity, but an effect on the reduction of syneresis and pH. The low viscosity produced by locust bean gum can be explained by the

La adición de goma xantana a la crema favoreció la creación de un producto semisólido, el cual se formó gracias a las cargas negativas de los grupos carboxilos de las cadenas laterales de goma xantana, causando que las moléculas formaran un fluido viscoso, lo que hace a la crema unttable. Las viscosidades altas de soluciones de xantana, sometidas a baja cizalladura, han sido atribuidas a las asociaciones débiles entre sus estructuras de helice; una red fácilmente destruida, pero fácilmente restaurada al retirar la fuerza de cizalla (Mannion et al., 1992). Por otro lado, la mejor consistencia con goma de algarrobo se alcanzó con 0.43 % de goma y debajo de 0.54 % de acidez, con valores máximos de 600 g_r.

En la variable adhesividad (Figura 4) se encontró diferencia estadística en el factor goma ($P < 0.05$), pero no en el factor acidez ($P > 0.05$). El rango encontrado

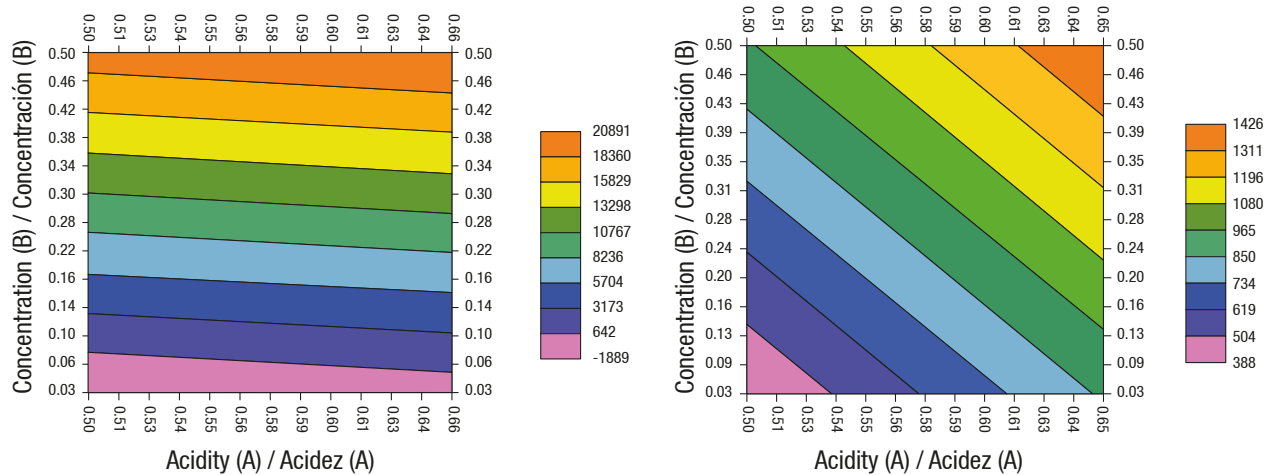


Figure 5. Response surface in the viscosity of the cream with xanthan gum (left) and with locust bean gum (right). Viscosity $\times 10^{-3} \text{ (kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1})$.

Figura 5. Superficie de respuesta en la viscosidad de la crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha). Viscosidad $\times 10^{-3} \text{ (kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1})$.

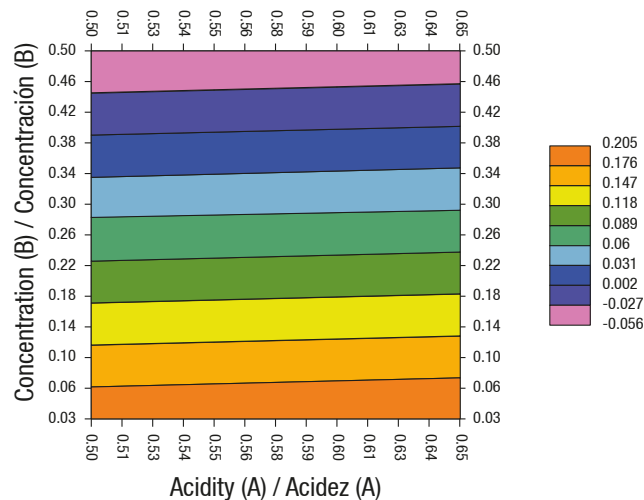


Figure 6. Response surface in draining the cream with xanthan gum (% mass/mass).

Figura 6. Superficie de respuesta en el drenado de la crema con goma xantana (% masa/masa).

few interactions between the same macromolecules (Doublier & Llamas, 1991).

In the drainage evaluation it was observed that at higher concentrations of xanthan gum the cream did not drain through the mesh, which means that the stability increased (Figure 6). Due to the strengthening of the gum bonds that more effectively trap the liquid phase of the cream, the stabilizers increased the viscosity of the serum phase, increasing the resistance of the product to drainage (Stanley, Goff, & Smith, 1996). In the case of cream with locust bean gum, the method used did not allow us to measure the drainage, because the samples showed low viscosity and drained completely through the mesh.

Acceptability test

In the sensory test, for the creams with xanthan gum, quadratic models were used, and with locust bean gum, linear models. The goodness-of-fit test showed that the quadratic model in xanthan gum was fitted for all acceptability variables ($P > 0.05$), except for viscosity ($P < 0.05$). The effect of the acidity factor was not significant ($P > 0.05$) in the acceptability of the specific attributes of the creams with xanthan gum added, except for the acceptability of the viscosity. On the other hand, it was observed that the acidity of the creams with locust bean gum showed significant differences in the acceptability of the acidity and overall acceptability ($P < 0.05$). The concentration of xanthan and locust bean gums in the creams (Table 3) had a significant effect ($P < 0.05$) on overall acceptability and on the acceptability of specific attributes.

de adhesividad fue menor para las cremas con goma de algarrobo.

El factor goma xantana afectó la viscosidad, mostrando diferencia entre los tratamientos. Este comportamiento ha sido reportado por Gaviria, Restrepo-Molina, y Suarez-Mahecha (2010) en un producto lácteo. Cuando las partículas de un hidrocoloide se hidratan en una dispersión, la viscosidad aumenta debido a que las partículas hidratadas ofrecen mayor resistencia al flujo (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2009). La viscosidad arrojó valores de $0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ con 0.025 % de goma y hasta $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ con 0.5 % del hidrocoloide, lo que muestra la influencia de la goma xantana en la viscosidad de la crema (Figura 5).

La viscosidad de crema con algarrobo alcanzó valores superiores a $1.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ con 0.43 % de goma de algarrobo y 0.61 % de acidez. Ünal, Metin, y Işıklı (2003) reportaron la inexistencia de un efecto significativo de la goma de algarrobo en la viscosidad de yogur, pero sí un efecto en la reducción de sinéresis y de pH. La viscosidad baja producida por la goma de algarrobo puede ser explicada por las escasas interacciones entre las mismas macromoléculas (Doublier & Llamas, 1991).

En la evaluación del drenado se observó que a concentraciones mayores de goma xantana la crema no drenaba por la malla, lo que quiere decir que la estabilidad aumentó (Figura 6). Debido al fortalecimiento de los enlaces de la goma que atrapan con mayor efectividad a la fase líquida de la crema, los estabilizantes incrementaron la viscosidad de la fase sérica, aumentando la resistencia del producto al

Table 3. Significance of the factors in the sensory acceptability variables studied, and goodness of fit of the model used in the experiments involving cream with xanthan gum and locust bean gum.

Cuadro 3. Significancia de los factores en las variables de aceptabilidad sensorial estudiadas, y bondad de ajuste del modelo empleado en los experimentos de crema con goma xantana y con goma algarrobo.

	Response variable/ Variable de respuesta	Acidity (A)/ Acidez (A)	Gum (G)/ Goma (G)	Interaction A - G/ Interacción A - G	A ²	G ²	Model's goodness of fit */ Bondad de ajuste del modelo*
Xanthan gum/ Goma de xantana	Overall acceptability/ Aceptabilidad global	0.178	*	0.480	0.261	*	0.098
	Consistency/Consistencia	0.418	*	0.434	*	*	0.197
	Acidity/Acidez	0.741	*	0.300	0.715	*	0.572
	Viscosity/Viscosidad	*	*	0.608	*	*	*
Locust bean gum/ Goma de algarrobo	Overall acceptability/ Aceptabilidad global	*	*				0.803
	Consistency/Consistencia	0.843	*				0.480
	Acidity/Acidez	*	*				0.232
	Viscosity/Viscosidad	0.143	*				0.742

(*) $P \leq 0.05$

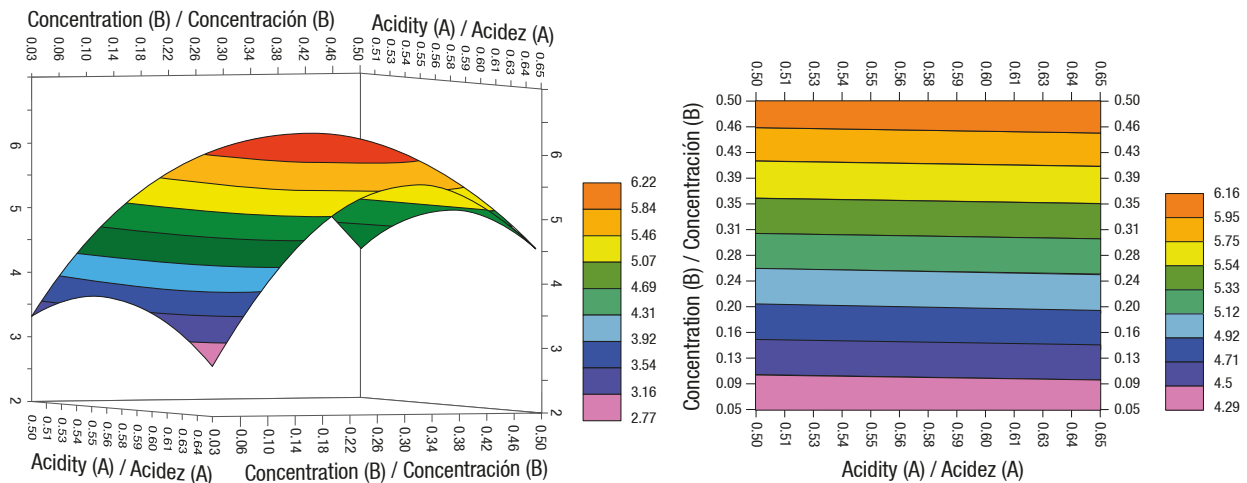
A three-dimensional graph of response surface for consistency acceptability showed a positive maximum range on the hedonic scale for concentrations between 0.13 and 0.5 % xanthan gum, while the cream with locust bean gum showed it at concentrations of 0.25 to 0.5 % (Figure 7).

The response surface for acidity acceptability (Figure 8) showed a “peak” (maximum) surface between the 0.22 and 0.5 % concentrations of xanthan gum. It is possible to assume a masking effect of acidity thanks to the xanthan gum; thus, people did not detect a difference between acidity levels. Ayenew, Puri, Kumar, and Basal (2009) suggest that increasing viscosity through the use of viscosity enhancers, such as xanthan gum, slows the migration of acid molecules to taste receptors in the mouth. Recent studies have also reported this phenomenon with pectin and guar gum in sour milk for a yogurt type drink (Aysel & Meral, 2004).

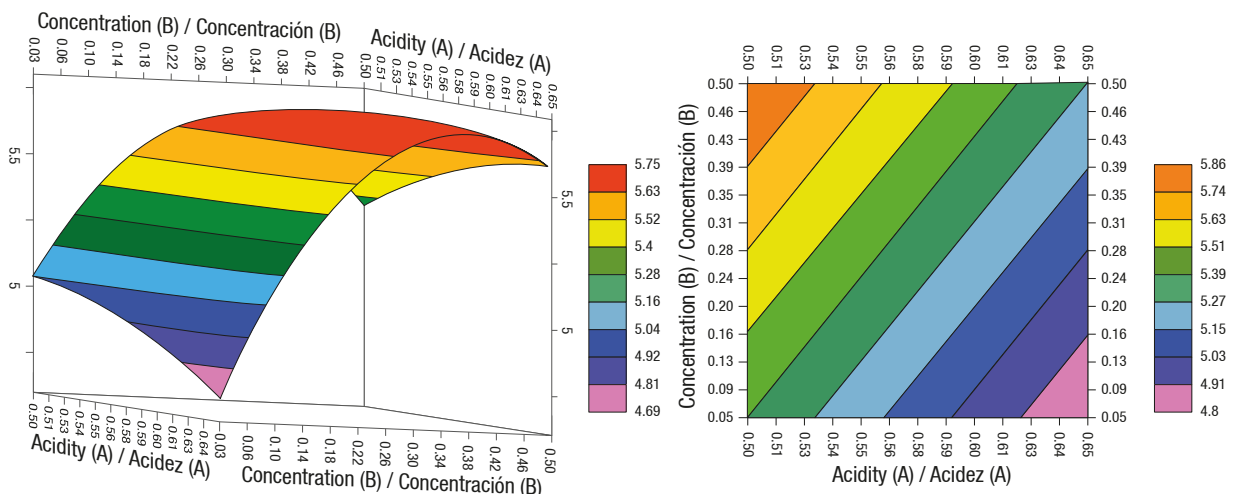
drenado (Stanley, Goff, & Smith, 1996). En el caso de crema con goma de algarrobo, el método empleado no permitió medir el drenado, debido a que las muestras presentaron baja viscosidad y drenaban completamente por la malla.

Prueba de aceptabilidad

En la prueba sensorial, para las cremas con goma xantana se emplearon modelos cuadráticos, y con goma de algarrobo, modelos lineales. La prueba de bondad de ajuste mostró que el modelo cuadrático en goma xantana se ajustó para todas las variables de aceptabilidad ($P > 0.05$), a excepción de la viscosidad ($P < 0.05$). El efecto del factor acidez no fue significativo ($P > 0.05$) en la aceptabilidad de los atributos específicos de las cremas adicionadas con goma xantana, excepto para la aceptabilidad de la viscosidad. Por otro lado, se observó que la acidez de las cremas con goma de



**Figure 7. Response surface in the consistency acceptability of cream with xanthan gum (left) and locust bean gum (right).
Figura 7. Superficie de respuesta en la aceptabilidad de consistencia de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha).**



**Figure 8. Response surface in the acidity acceptability of cream with xanthan gum (left) and locust bean gum (right).
Figura 8. Superficie de respuesta en la aceptabilidad de acidez de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha).**

In the acidity acceptability of the creams with locust bean gum, statistical significance ($P < 0.05$) was found in both study factors (acidity and gum concentration). The graph clearly shows a minimum “peak” of acceptability. The values predicted by the model, in this case the percentages of gum and acidity with greater acceptability, are oriented towards the upper left quadrant; the less accepted treatments are found above 0.64 % acidity and below 0.2 4% concentration of locust bean gum (Figure 8).

Viscosity is often a very important property, both for the quality control of dairy products and sensory properties, especially in products where the consumer’s pleasure is focused on the appearance and mouthfeel (Lewis, 1996). Aysel and Meral (2004) report the need for increased viscosity and consistency to raise the degree of acceptance of yogurt. With respect to the physical variables, locust bean gum showed lower viscosities than those obtained with xanthan gum; therefore, higher acceptability values were expected in the creams made with xanthan gum, which was verified. Furthermore, in concentrations of approximately 0.26 % xanthan gum, higher viscosity acceptances were obtained, while with locust bean gum, percentages of up to 0.45 % were necessary to obtain the same results (Figure 9).

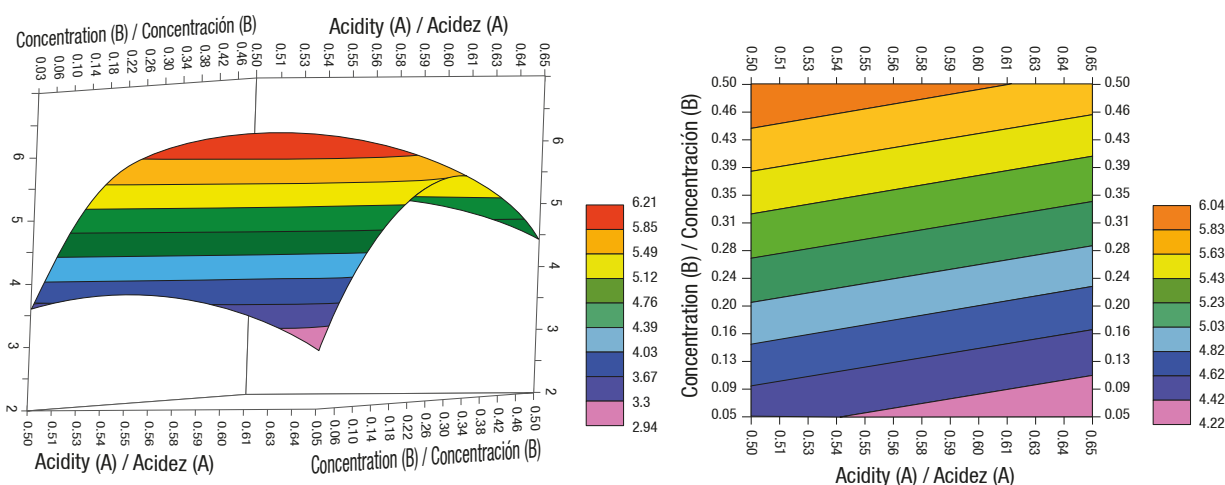
The three-dimensional graph for the overall acceptability of the cream with xanthan gum (Figure 10) presented a parabolic shape with a maximum acceptability on the hedonic scale of more than 6, including a range of gum concentrations from 0.2 to 0.38 %. An acceptability below five was observed in xanthan gum concentrations lower than 0.15 %. To obtain the maximum overall acceptability in the cream with locust bean gum, the gum concentration should have been 0.46 %. On the contrary, at lower concentrations, such as 0.28 %, the acceptability decreased.

algarrobo mostró diferencias significativas en la aceptabilidad de la acidez y la aceptabilidad global ($P < 0.05$). La concentración de gomas de xantana y algarrobo en las cremas (Cuadro 3) tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la aceptabilidad global y en la de los atributos específicos.

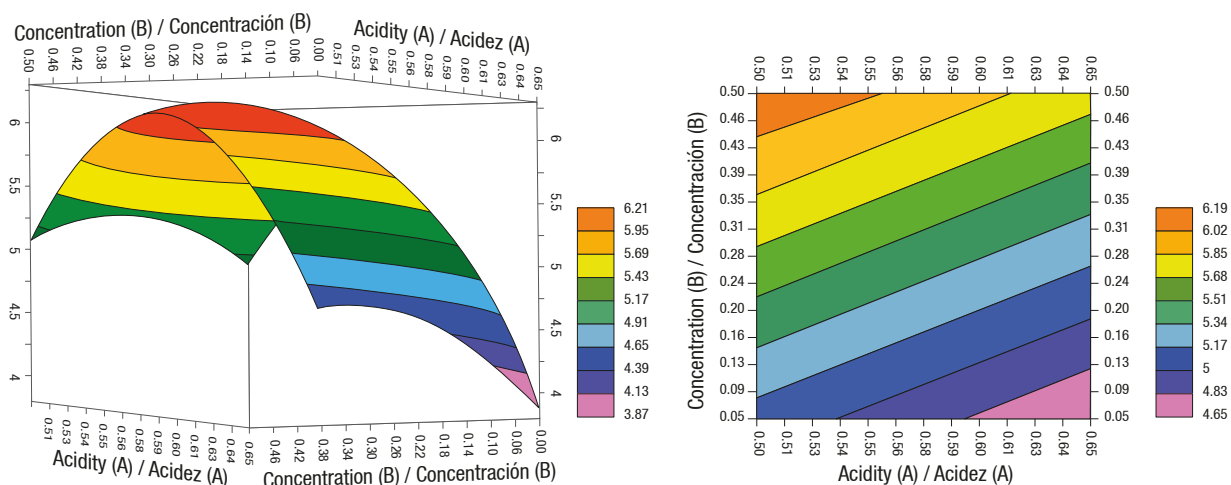
La gráfica tridimensional de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la consistencia mostró un rango máximo positivo en la escala hedónica para las concentraciones entre 0.13 y 0.5 % de goma xantana, mientras para la crema con algarrobo la mostró en concentraciones de 0.25 a 0.5 % (Figura 7).

La superficie de respuesta para la aceptabilidad de acidez (Figura 8) mostró una superficie “pico” (máxima) entre las concentraciones de 0.22 y 0.5 % de goma xantana. Es posible suponer un efecto de enmascaramiento de la acidez gracias a la goma xantana; de esta manera, las personas no detectaron una diferencia entre los niveles de acidez. Ayenew, Puri, Kumar, y Basal (2009) plantea que al aumentar la viscosidad gracias al uso de potenciadores de viscosidad, como la goma xantana, se retarda la migración de las moléculas de ácido a los receptores del sabor en la boca. Estudios recientes han reportado este fenómeno también con pectina y goma gellán en leche agria para una bebida tipo yogurt (Aysel & Meral, 2004).

En la aceptabilidad de la acidez de las cremas con goma de algarrobo se encontró significancia estadística ($P < 0.05$) en ambos factores de estudio (acidez y concentración de goma). La gráfica muestra claramente un “pico” mínimo de aceptabilidad. Los valores predichos por el modelo, en este caso los porcentajes de goma y acidez con mayor aceptabilidad, se encuentran orientados hacia el cuadrante superior izquierdo; los tratamientos menos aceptados se encuentran por encima de 0.64 %



**Figure 9. Response surface in the viscosity acceptability of cream with xanthan gum (left) and locust bean gum (right).
Figura 9. Superficie de respuesta en la aceptabilidad de viscosidad de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha).**



**Figure 10. Response surface in the overall acceptability of cream with xanthan gum (left) and locust bean gum (right).
Figura 10. Superficie de respuesta en la aceptabilidad global de crema con goma xantana (izquierda) y con goma algarrobo (derecha).**

Penalty analysis

The penalty of each attribute is given by the decrease in the acceptability average of the characteristic in the product and the percentage of consumers that defined the intensity of the attribute as not adequate (often referred to as non-JAR %). Thus, a product with a high acceptability value and a small non-JAR percentage will have little effect in terms of reducing the average (Gacula, Rutenbeck, Pollack, & Moskowitz, 2007). The penalty analysis often uses a “pruning” of the non-JAR % in the attributes that have the least impact on the product. This cut obeys the Pareto principle, which establishes that 80 % of the effects correspond to 20 % of the causes; therefore, the smallest 20 % is taken as “not important” to explain the total analysis of the product (Narayanan, Chinnasamy, & Jin, 2014). In this case, a “threshold” of 50 % of the evaluators was established, which allows separating the intensities to be corrected from the attributes with problems of subjective perception of the intensity.

In this section, the most accepted treatments are discussed: T5 with xanthan gum (0.262 %) (Figure 11) and T9 with locust bean gum (0.5 %) (Figure 12). T5 showed all non-JAR attributes below 50 % of the evaluators. For all the above, it is possible to take this as the best formulation, corresponding to 0.262 % xanthan gum and 0.575 % acidity. On the other hand, formulations 6, 7, 8 and 9 (not shown), with greater amounts of xanthan gum, showed that the percentage of consumers who perceived the viscosity and consistency to be in excess increased, moving away from the optimal treatment.

For locust bean gum, the formulation with the maximum amount (0.5 %) showed that the average overall acceptability penalties, imposed by consumers, were below the established threshold of 50 % of the

de acidez y por debajo de 0.24 % de concentración de goma de algarrobo (Figura 8).

La viscosidad es a menudo una propiedad muy importante, tanto para el control de calidad de productos lácteos como en las propiedades sensoriales, sobre todo en los productos en donde el agrado del consumidor se enfoca en la apariencia y sensación en boca (Lewis, 1996). Aysel y Meral (2004) reportan la necesidad del aumento de viscosidad y consistencia para elevar el grado de aceptación de yogurt. Con respecto a las variables físicas, la goma de algarrobo mostró viscosidades más bajas que las obtenidas con goma xantana: por lo tanto, se esperaba obtener valores más altos de aceptabilidad en las cremas elaboradas con goma xantana, lo cual fue comprobado. Además, en concentraciones de aproximadamente 0.26 % de goma xantana se obtuvieron aceptabilidades más altas de viscosidad, mientras que con la goma de algarrobo fueron necesarios porcentajes de hasta 0.45 % para obtener los mismos resultados (Figura 9).

La gráfica tridimensional para la aceptabilidad global de la crema con goma xantana (Figura 10) presentó una forma parabólica con un máximo de aceptabilidad, de la escala hedónica, mayor a 6, incluyendo un rango de concentraciones de 0.2 a 0.38 % de goma. Una aceptabilidad menor a cinco se observó en concentraciones de goma xantana inferiores a 0.15 %. Para obtener la máxima aceptabilidad global en la crema con goma de algarrobo, la concentración de goma debió ser de 0.46 %. Por el contrario, a concentraciones menores, como 0.28 %, la aceptabilidad disminuyó.

Análisis de penalización de medias

La penalización de cada atributo está dada por el decremento de la media en la aceptabilidad de la

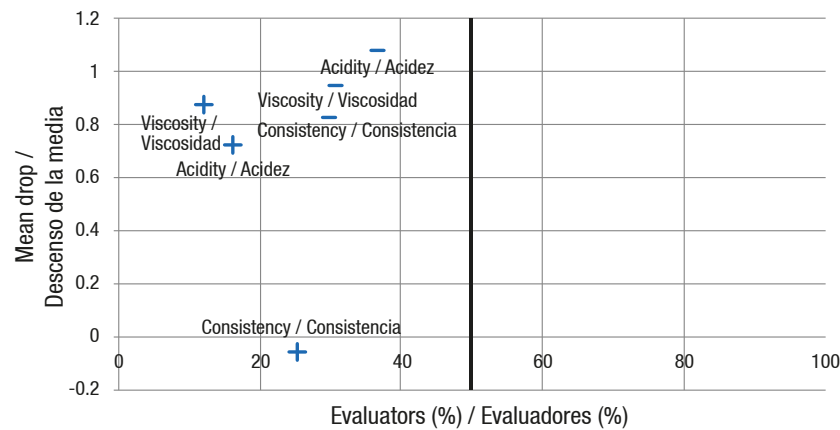


Figure 11. Penalty analysis for the treatment 5 (0.262 % xanthan gum and 0.575 % acidity). Insufficient intensity (-), excessive (+).

Figura 11. Análisis de penalización de medias para el tratamiento 5 (0.262 % de goma xantana y 0.575 % de acidez). Insuficiente intensidad (-), excesiva (+).

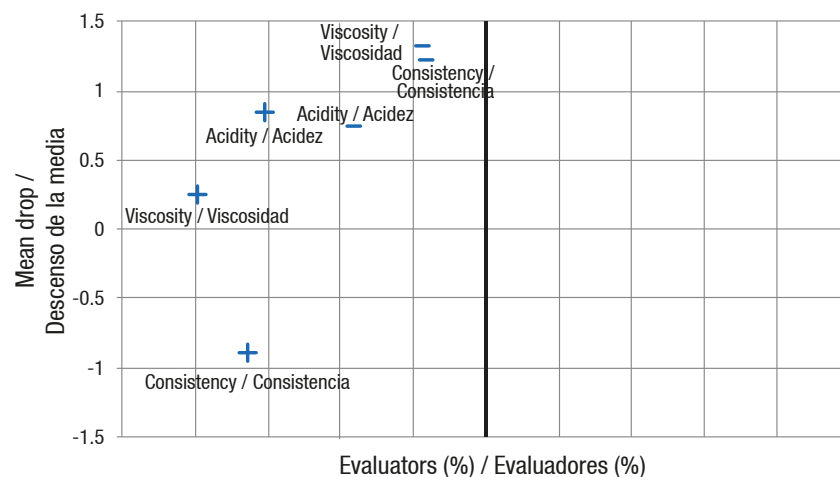


Figure 12. Penalty analysis for the treatment 9 (0.5 % locust bean gum and 0.575 % acidity). Insufficient intensity (-), excessive (+).

Figura 12. Análisis de penalización de medias para el tratamiento 9 (0.5 % de goma algarrobo y 0.575 % de acidez). Insuficiente intensidad (-), excesiva (+).

total judgments. The acidity coincided with that used in the treatment with xanthan gum (0.575 %), and in this case only 30 % of consumers thought that it was insufficiently acidic. With 0.5 % locust bean gum, the percentage of consumers who found the intensity of the viscosity and consistency attributes not to their liking decreased considerably, with respect to the other amounts of locust bean gum tested.

Cream with gum mixture

For the second phase, the effect of the acidity factor remained constant, using the minimum necessary (0.5 % lactic acid) for economic convenience, since it showed no significant difference in the acceptability of both gums; in addition, the viscosity masked the perception of acidity. The selection of the gum ranges to be used in this phase was made taking into account

característica en el producto y el porcentaje de consumidores que definieron la intensidad del atributo como no adecuada (a menudo nombrado como “% no-JAR). De tal manera que un producto con un valor de aceptabilidad alto y un porcentaje no-JAR pequeño tendrá poco efecto en la reducción de la media (Gacula, Rutenbeck, Pollack, & Moskowitz, 2007). El análisis de penalización de medias utiliza a menudo una “poda” de los % no-JAR en los atributos que menor impacto muestran en el producto. Este corte obedece al principio de Pareto, en el que se establece que el 80 % de los efectos corresponde al 20 % de las causas; por lo cual, el 20 % más pequeño se toma como “no importante” para explicar el análisis total del producto (Narayanan, Chinnasamy, & Jin, 2014). En este caso, se estableció un “umbral” de 50 % de los evaluadores, que permite separar a las intensidades a corregir de los atributos con problemas de percepción subjetiva de la intensidad.

the acceptability and penalty values obtained. In the previous analysis, xanthan gum was found to have greater influence on the variables of consistency, adhesiveness and viscosity of the cream. Therefore, it was taken as the basis of the formulation.

On the other hand, locust bean gum gave the creams more attractive visual properties, so it was a complement of xanthan gum, with the premise of improving the characteristics of the cream. This gum achieved acceptability levels of greater than 5 points on the hedonic scale, at concentrations of 0.1 to 0.4 %. Taking into account that the legal standard for dairy for dairy creams (CANILEC, 2012) restricts the maximum value of stabilizers to 0.5 % (alone or as a mixture), the values of locust bean gum in this mixture were adjusted by supplementing the established xanthan gum concentrations so that the mixture could reach 0.5 %.

The results showed significant difference among treatments for all attributes ($P < 0.05$). The fit of the linear models (R^2) was greater than 95 %. The effects of the formulations on physicochemical properties are shown in Table 4, where it can be seen that with the addition of xanthan gum and the decrease in the proportion of locust bean gum the values of the three physical parameters increased. In addition, the grouping of means showed that the treatments with a greater and equal proportion of locust bean gum compared to that of xanthan belonged to the same group, and those with a higher concentration of xanthan gum and a lower concentration of locust bean gum were identified as different treatments; this behavior was presented in all response variables.

There is evidence to suggest a synergistic effect between xanthan gum and locust bean gum, due to the increase in the viscosity or strength of the dispersant medium gel (Mannion et al., 1992; Schorsch, Garnier, & Doublier, 1997). On the other hand, using solutions based on mixtures of these gums in mayonnaise, Dolz et al. (2007)

En este apartado se discuten los tratamientos más aceptados: el T5 con goma xantana (0.262 %) (Figura 11) y el T9 con goma de algarrobo (0.5 %) (Figura 12). El T5 mostró a todos los atributos no-JAR por debajo del 50 % de los evaluadores. Por todo lo anterior, es posible tomar a éste como la mejor formulación, correspondiente al 0.262 % de goma xantana y 0.575 % de acidez. Por otro lado, las formulaciones 6, 7, 8 y 9 (no presentadas), con mayores cantidades de goma xantana, mostraron que el porcentaje de consumidores que percibieron en exceso la viscosidad y consistencia se incrementó, alejándose del tratamiento óptimo.

Para la goma de algarrobo, la formulación con la cantidad máxima (0.5 %) mostró que los castigos al promedio de la aceptabilidad global, impuestos por los consumidores, se encontraban por debajo del umbral establecido de 50 % del total de los juicios. La acidez coincidió con el empleado en el tratamiento con goma xantana (0.575 %), y en este caso sólo el 30 % de los consumidores pensó que fue insuficientemente ácida. Con 0.5 % de goma de algarrobo, el porcentaje de consumidores a los que la intensidad de los atributos de viscosidad y consistencia no fue de su agrado disminuyó considerablemente, con respecto a las demás cantidades de goma de algarrobo probadas.

Crema con mezcla de gomas

Para la segunda fase, el efecto del factor acidez permaneció constante, empleando el mínimo necesario (0.5 % de ácido láctico), por conveniencia económica, ya que no mostró diferencia significativa en la aceptabilidad de ambas gomas, además de que la viscosidad enmascaró la percepción de la acidez. La elección de los rangos de gomas a utilizar en esta fase se realizó tomando en cuenta los valores de aceptabilidad y penalizaciones obtenidas. En el análisis anterior se encontró mayor influencia de la goma xantana en las variables de consistencia, adhesividad y viscosidad de la crema. Por lo que se tomó como base de la formulación a la goma xantana.

Table 4. Analysis of the physical parameters of the cream formulations with xanthan gum and locust bean gum.
Cuadro 4. Análisis de los parámetros físicos de las formulaciones de crema con goma xantana y con goma algarrobo.

Treatment (% XG ¹ : % LBG) / Tratamiento (% GX ¹ : % GA)	Consistency (g _f) / Consistencia (g _f)	Adhesiveness (-g _f) / Adhesividad (-g _f)	Viscosity (kg·m ⁻¹ ·s ⁻¹) / Viscosidad (kg·m ⁻¹ ·s ⁻¹)
T1 (0.1:0.4)	1595.9 a ²	729.5 a	2.87 a
T2 (0.175:0.325)	1309.6 a	463.2 a	3.33 a
T3 (0.25:0.25)	1710.6 a	841.3 a	4.50 a
T4 (0.325:0.175)	3939.8 b	2099.6 b	11.93 b
T5 (0.4:0.1)	10784.6 c	5385.0 c	16.85 c
LSD	1826.2	1134.7	3.03

¹XG: xanthan gum, LBG: locust bean gum, LSD: least significant difference.

²Means with the same letter within each column do not differ statistically ($P < 0.05$).

¹GX: goma xantana, GA: goma algarrobo, LSD: diferencia mínima significativa.

²Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

did not find a synergistic effect of the gums, but they did have an effect separately. Smith et al. (2010) attributed the synergistic behavior of these two gums in the formation of stiffer gels to the interaction between the helices of xanthan gum and the non-galactose region of the main chain of locust bean gum, in which a xanthan chain could be associated with one or more locust bean gum molecules. This interaction allows the liquid to be trapped more effectively and to form a stiffer gel than that resulting from the individual effect of each gum (Stuart-Tipson & Horton, 1975). On the other hand, Mannion et al. (1992) found that stronger xanthan/locust bean gels were formed when the dispersions were heated at 80 °C for 30 min, and in diluted solutions of 0.12 % xanthan/locust bean gums (0.5/0.5) they reported the formation of a super-aggregate network, which could be reversibly fragmented by shearing to give aggregates.

The consistency, adhesiveness and viscosity in the cream with a hydrocolloid mixture did not correspond to the arithmetic sum of the values of the creams formulated with each gum separately, so it was an enhancement synergy. The viscosity and consistency of the treatments T1, T2 and T3 are two to three times greater than the effects of the similar concentrations of locust bean gum individually evaluated (Table 4). In T4 (0.325:0.175), the viscosity and consistency values were approximately double those of the 0.325 % xanthan gum treatments in the first phase, while in T5 (0.4:0.1) the effects tripled with respect to the 0.4 % xanthan gum treatment individually tested. These results are consistent with the findings reported by Mannion et al. (1992), where the storage modules of the xanthan/locust bean gum mixture were larger than the individual xanthan module.

In aqueous solutions, xanthan gum does not form gels, but its anionic behavior allows it to interact with proteins that are positively charged (below its isoelectric point), and the electrostatic interactions are responsible for the hydrocolloid-protein interaction. In surimi with 1 % xanthan gum added, the addition of 0.4 % calcium allowed the formation of gels (Ramírez et al., 2002). Ma and Cánovas-Barbosa (1997) reported that some cations could interact with xanthan gum to form gels; sodium and calcium increased the stiffness, but the ferric ion gave the gel the greatest rigidity. On the other hand, Sharma et al. (2006) reported that at high pH levels (> 10) xanthan gum tends to form gels in the presence of divalent ions.

Acceptability test

The Friedman test (Table 5) showed significant statistical difference in consistency and viscosity acceptability ($P < 0.05$), but not overall acceptability ($P > 0.05$); therefore, it can be assumed that there were attributes that were not studied and that influenced the overall acceptability of each cream formulation.

Por otro lado, la goma de algarrobo proporcionó a las cremas propiedades visuales más atractivas, por lo que ésta fue un complemento de la goma xantana, con la premisa de mejorar las características de la crema. Esta goma logró aceptabilidades mayores a 5 puntos de la escala hedónica, en concentraciones de 0.1 a 0.4 %. Tomando en cuenta que la normativa legal para cremas lácteas (CANILEC, 2012) restringe el valor máximo de estabilizantes a 0.5 % (solos o en mezcla), los valores de goma de algarrobo en esta mezcla se ajustaron complementando las concentraciones de goma xantana que se establecieron para que la mezcla pudiera alcanzar 0.5 %.

Los resultados mostraron diferencia significativa entre tratamientos para todos los atributos ($P < 0.05$). El ajuste de los modelos lineales (R^2) fue mayor a 95 %. En el Cuadro 4 se comparan los efectos de las formulaciones sobre las propiedades fisicoquímicas, y en él se observó que con la adición de goma xantana y la disminución de la proporción de goma de algarrobo los valores de los tres parámetros físicos aumentaron. Además, la agrupación de medias mostró que los tratamientos con mayor e igual proporción de goma de algarrobo con respecto a la de xantana pertenecieron al mismo grupo, y se identificaron a los de mayor concentración de goma xantana y menor concentración de algarrobo como tratamientos diferentes; este comportamiento se presentó en todas las variables de respuesta.

Existen evidencias que señalan un efecto sinérgico entre la goma xantana y la de algarrobo, debido al aumento en la viscosidad o en la fuerza del gel del medio dispersante (Mannion et al., 1992; Schorsch, Garnier, & Doublier, 1997). Por otro lado, empleando soluciones de mezclas de estas gomas en mayonesa, Dolz et al. (2007) no encontraron un efecto sinérgico de las gomas, pero si un efecto por separado de las mismas. Smith et al. (2010) atribuyeron el comportamiento sinérgico de estas dos gomas en la formación de geles más rígidos a la interacción entre las hélices de la goma xantana y la región sin galactosa de la cadena principal de la goma de algarrobo, en el que una cadena de xantana podría asociarse con una o más moléculas de goma de algarrobo. Esta interacción permite atrapar el líquido de manera más efectiva y formar un gel más rígido que el resultante del efecto individual de cada goma (Stuart-Tipson & Horton, 1975). Por otra parte, Mannion et al. (1992) encontraron que geles más fuertes de xantana/algarrobo se formaron cuando las dispersiones se calentaron a 80 °C por 30 min, y en soluciones diluidas de 0.12 % de gomas xantana/algarrobo (0.5/0.5) reportaron la formación de una red super-agregada, la cual pudo ser fragmentada reversiblemente por cizalladura para dar agregados.

La consistencia, adhesividad y viscosidad en la crema con mezcla de hidrocoloides no correspondió a la suma aritmética de los valores de las cremas formuladas con

Table 5. Acceptability analysis of the creams with a gum mixture.**Cuadro 5. Análisis de aceptabilidad de las cremas con mezcla de gomas.**

Treatment (% XG ¹ : % LBG) / Tratamiento (% GX ¹ : % GA)	Consistency accept. / Acept. consistencia	Viscosity accept. / Acept. viscosidad	Global accept. / Acept. global
T1 (0.1:0.4)	5.73 a ²	5.36 ab	5.62 a
T2 (0.175:0.325)	5.79 a	5.44 a	5.57 a
T3 (0.25:0.25)	5.36 ab	4.92 ab	5.22 a
T4 (0.325:0.175)	5.21 ab	4.78 ab	5.19 a
T5 (0.4:0.1)	4.84 b	4.67 b	5.00 a
R ²	0.95	0.76	0.976

¹XG: xanthan gum, LBG: locust bean gum.

²Means with the same letter within each column do not differ statistically ($P < 0.05$).

¹GX: goma xantana, GA: goma algarrobo.

²Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

Penalty analysis

The evaluation with the JAR scale showed differences in the intensity of practically all the attributes for all the formulations, except for the consistency of T3. The treatments T1, T2 and T3 had penalties in the lack of consistency and viscosity (data not shown). However, the addition of xanthan gum that contributes to improving consistency and viscosity helped provide the better perception and valuation of these attributes, since in T4 (Figure 13) there was a decrease in the non-JAR % of all the attributes; therefore, the JAR % (that is, the percentage of consumers who considered this formulation adequate) was greater. This treatment corresponded to a ratio of 1:3 (locust bean gum:xanthan

cada goma por separado, por lo que se trató de una sinergia de potenciación. La viscosidad y consistencia de los tratamientos T1, T2 y T3 son de dos a tres veces mayores que los efectos de las concentraciones similares de goma de algarrobo evaluadas individualmente (Cuadro 4). En el T4 (0.325:0.175), los valores de viscosidad y consistencia fueron aproximadamente el doble de los tratamientos de 0.325 % de goma xantana en la primera fase; mientras que en el T5 (0.4:0.1) se triplicaron los efectos con respecto al tratamiento de 0.4 % de goma xantana probado individualmente. Estos resultados son congruentes con lo reportado por Mannion et al. (1992), donde los módulos de almacenamiento de la mezcla de las gomas de xantana/algarrobo fueron mayores que el módulo individual de xantana.

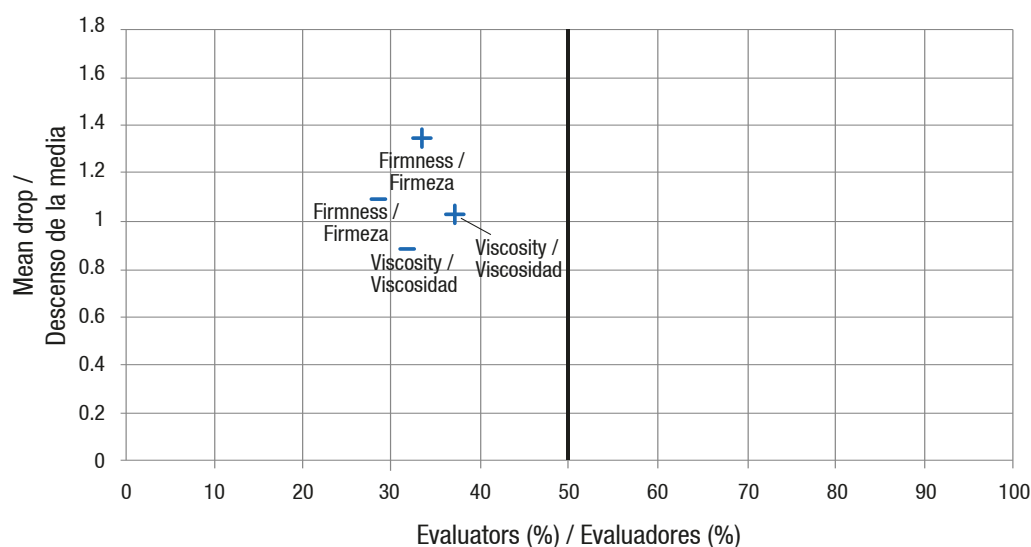


Figure 13. Penalty analysis for treatment 4 (0.325 % xanthan gum and 0.175 % locust bean). Insufficient intensity (-), excessive (+).

Figura 13. Análisis de penalización de medias para el tratamiento 4 (0.325 % de goma xantana y 0.175 % de goma algarrobo). Insuficiente intensidad (-), excesiva (+).

gum). The above agrees with the findings reported by Sandolo, Coviello, Matricardi, & Alhaique (2007), who observed that proportions of locust bean gum/xanthan gum between 1:1 and 1:3 produced gels ranging from very rigid to weak. Moreover, Sworn (2009) also suggests that the optimum ratio for the use of locust bean gum/xanthan gum is 2:3, due to the synergistic interaction of xanthan gum with galactomannans.

Comparison with commercial creams

The commercial creams (Table 6) showed very high and different values of viscosity, consistency and adhesiveness ($P < 0.05$). The treatment with 0.325 % xanthan gum and 0.175 % locust bean gum was better accepted and presented values similar to those of Lyncott® cream ($P > 0.05$). The difference in the drainage percentage was not statistically significant ($P > 0.05$). The similarity found between the cream made in this experiment and the Lyncott® one is explained by the use of xanthan and locust bean gums, as shown on its label. The Lyncott® cream additionally uses guar gum and carboxymethylcellulose (CMC), the Lala® cream uses guar gum and the Alpura® one a combination of guar gum, CMC and carrageenan.

En soluciones acuosas, la goma xantana no forma geles, pero su comportamiento aniónico le permite interactuar con proteínas que estén cargadas positivamente (por debajo de su punto isoeléctrico), y las interacciones electrostáticas son las responsables de la interacción hidrocoloide-proteína. En surimi adicionado con xantana al 1 %, la adición de 0.4 % de calcio permitió la formación de geles (Ramírez et al., 2002). Ma y Cánovas-Barbosa (1997) reportaron que algunos cationes podían interactuar con la goma xantana para formar geles; sodio y calcio aumentaron la rigidez, pero el ion férrico dio la mayor rigidez del gel. Por otro lado, Sharma et al. (2006) reportaron que a niveles altos de pH (> 10) la goma xantana tiende a formar geles en presencia de iones divalentes.

Prueba de aceptabilidad

La prueba de Friedman (Cuadro 5) mostró diferencia estadística significativa en la aceptabilidad de consistencia y viscosidad ($P < 0.05$), pero no en la aceptabilidad global ($P > 0.05$); por lo que se puede suponer que existieron atributos que no fueron estudiados y que influyeron en la aceptabilidad global de cada formulación de crema.

Table 6. Comparison of physical parameters of three commercial creams vs the treatment with the best results in phase 2.

Cuadro 6. Comparación de parámetros físicos de tres cremas comerciales vs el tratamiento con mejores resultados en la fase 2.

Brand/ Marca	Viscosity ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)/ Viscosidad ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	Consistency (g_r)/ Consistencia (g_r)	Adhesiveness ($-\text{g}_r$)/ Adhesividad ($-\text{g}_r$)	Drainage (%)/ Drenado (%)
Lala®	2,006.6 ± 200.97 a	14,005 ± 364 a	8,641 ± 306 a	1.72 ± 0.02 a
Alpura®	630.6 ± 120.77 b	9,258 ± 396 b	6,675 ± 748 b	0
Lyncott®	17.2 ± 1.08 c	4,239 ± 249 c	2,600 ± 376 c	0
Cream with gums/ Crema con gomas	11.9 ± 2.88 c	3,939 ± 202 c	2,099 ± 1,187 c	0.77 ± 0.01 a
LSD ¹	266.324	2152.2	1674.8	0.0173

LSD: least significant difference.

¹Means with the same letter within each column do not differ statistically ($P < 0.05$).

LSD: diferencia mínima significativa.

²Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

Conclusions

The acidity factor did not show a significant statistical difference between the response variables of the creams that used both xanthan gum and locust bean gum, so the use of 0.5 % acidity was sufficient to preserve their acceptability. Xanthan gum gave higher values in the textural and viscosity properties; in addition, it is possible to assume the existence of a masking effect of the sensory perception of acidity due to the high viscosities provided by the gum.

The cream with xanthan gum showed higher acceptability values at concentrations of 0.2 to 0.38,

Análisis de penalización de medias

La evaluación con la escala JAR mostró diferencias en la intensidad de prácticamente todos los atributos para todas las formulaciones, excepto en la consistencia del T3. Los tratamientos T1, T2 y T3 se presentaron con penalizaciones en la falta de la consistencia y la viscosidad (datos no mostrados). Sin embargo, la adición de goma xantana que contribuye a mejorar la consistencia y viscosidad ayudó a la mejor percepción y valoración de estos atributos, puesto que en el T4 (Figura 13) se apreció una disminución del %-no JAR de todos los atributos; por lo tanto, el %-JAR (es decir, el porcentaje de consumidores que consideraron a

while cream with locust bean gum showed greater acceptability at concentrations of 0.46 to 0.5 %. In both cases, acceptability values greater than 6 were scored on the hedonic scale.

The JAR test revealed that the best cream was the one containing 0.325 % xanthan gum and 0.175 % locust bean gum, as it favored consistency and viscosity, and reduced the percentage of people who penalized or punished the attributes.

The data obtained from the instrumental measurements of the best gum mixture were similar to those of the commercial creams whose viscosity and consistency values were approximately $10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ and 4,000 g_r, respectively.

End of English version

References / Referencias

- Addinsoft S.A.R.L. (2017). *XLSTAT software, version 19.5*. U.S.A.: Author
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: Acibria.
- Aynew, Z., Puri, V., Kumar, L., & Basal, A. K. (2009). Trends in pharmaceutical taste masking technologies: A patent review. *Recent Pat Drug Delivery Formulation*, 3(1), 26-39. doi: 10.2174/187221109787158364
- Aysel, K., & Meral, K. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 593-600. doi: 10.1016/j.foodhyd.2003.10.002
- Bourne, M. C. (2002). *Food Texture and viscosity. Concept and Measurement*. Chicago, U.S.A.: Elsevier.
- Brookfield Engineering Lab. Inc. (2000). *More solutions to sticky problems: A guide to getting more from your Brookfield viscometer*. Middleboro, U.S.A.: Author
- Camacho, M., Martínez-Navarrete, N., & Chiralt, A. (2005). Rheological characterization of experimental dairy foams formulated with locust bean gum (LBG) and λ -carrageenan combinations. *International Dairy Journal*, 15(3), 243-248. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.07.008
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). (2012). *NMX-F-731-COFOCALEC. Sistema Producto Leche - Alimentos - Lácteos - Crema y crema con grasa vegetal - Denominaciones, especificaciones y métodos de prueba*. Ciudad de México, México: Author. Retrieved from <http://dof.gob.mx/normasOficiales.php>
- Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (2009). *The sensory evaluation of dairy products*. New York, U.S.A.: Springer.
- Dolz, A., Hernández, M. J., Delegido, J., & Muñoz, J. (2007). Influence of xanthan gum and locust bean gum upon flow and thixotropic behaviour of food emulsions containing modified starch. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 179-186. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.10.020

esta formulación como la adecuada) fue mayor. Este tratamiento correspondió a una relación de 1:3 (goma de algarrobo:xantana). Lo anterior concuerda con lo descrito por Sandolo, Coviello, Matricardi, & Alhaique (2007), quienes observaron que proporciones de goma de algarrobo/xantana de entre 1:1 y 1:3 produjeron geles que iban de muy rígidos a débiles. Por otro lado, Sworn (2009) también sugiere que la relación óptima para el uso de goma de algarrobo/xantana es de 2:3, debido a la interacción sinérgica de la goma xantana con los galactomananos.

Comparación con cremas comerciales

Las cremas comerciales (Cuadro 6) mostraron valores muy altos y distintos entre sí de viscosidad, consistencia y adhesividad ($P < 0.05$). El tratamiento con 0.325 % de goma xantana y 0.175 % de algarrobo resultó mejor aceptado y presentó valores similares a los de la crema Lyncott® ($P > 0.05$). La diferencia en el porcentaje de drenado no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$). La similitud encontrada entre la crema elaborada en este experimento y la Lyncott® se explica por el uso de goma xantana y de algarrobo, de acuerdo con lo mostrado en su etiqueta. La crema Lyncott® emplea adicionalmente goma guar y carboximetilcelulosa (CMC), la crema Lala® utiliza goma guar y la Alpura® una combinación de goma guar, CMC y carragenina.

Conclusiones

El factor acidez no mostró diferencia estadística significativa entre las variables de respuesta de las cremas que emplearon tanto goma xantana como de algarrobo, por lo que el uso de 0.5 % de acidez fue suficiente para conservar la aceptabilidad de las mismas. La goma xantana aportó valores mayores en las propiedades texturales y de viscosidad; además, es posible suponer la existencia de un efecto de enmascaramiento de la percepción sensorial de la acidez debido a las altas viscosidades provistas por la goma.

La crema con goma xantana presentó mayores valores de aceptabilidad a concentraciones de 0.2 a 0.38 %; mientras que la crema con goma de algarrobo mostró mayor aceptabilidad a concentraciones de 0.46 a 0.5 %. En ambos casos aceptabilidades mayores a 6 en la escala hedónica.

La prueba JAR reveló que la mejor crema fue la que contenía 0.325 % de goma xantana y 0.175 % de goma de algarrobo, favoreciendo la consistencia y viscosidad, y reduciendo el porcentaje de personas que penalizaron o castigaron los atributos.

Las mediciones de las variables medidas instrumentalmente a la mejor mezcla de gomas fueron similares a una de las cremas comerciales,

- Doublier, J. L., & Llamas, G. (1991). Flow and viscoelastic properties of mixed xanthan gum + galactomannan systems. In: *Food Polymers, Gels and Colloids* (pp. 349-356). Cambridge, GBR: Royal Society of Chemistry. Retrieved from <http://prodinra.inra.fr/record/95725>
- Dziezak, J. D. (1991). A focus on gums. *Food Technology*, 45(3), 116-132. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=5404207>
- Gacula, Jr., M., Rutenbeck, S., Pollack, L., & Moskowitz, H. (2007). The just-about-right intensity scale: Functional analyses and relation to hedonics. *Journal of Sensory Studies*, 22(2), 194-211. doi: 10.1111/j.1745-459X.2007.00102.x
- Gaviria, P. M., Restrepo-Molina, D. A., & Suarez-Mahecha, H. (2010). Use of hydrocolloids in dairy beverages kumis type. *Vitae*, 17(1), 29-36. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/262752978_Use_of_hydrocolloids_in_dairy_beverages_kumis_type
- Grisel, M., Aguni, Y., Renou, F., & Malhiac, C. (2015). Impact of fine structure of galactomannans on their interactions with xanthan: Two co-existing mechanisms to explain the synergy. *Food Hydrocolloids*, 51, 449-458. doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.05.041
- Habibi, H., & Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: a review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130-140. doi: 10.1016/j.bcab.2017.02.013
- Lewis, M. J. (1996). *Physical properties of food and food processing systems*. Cambridge, R.U.: Woodhead Publishing Limited.
- Ma, L., & Cánovas-Barbosa, G. (1997). Viscoelastic properties of xanthan gels interacting with cations. *Journal of Food Science*, 62(6), 1124-1128. doi: 10.1111/j.1365-2621.1997.tb12227.x
- Mannion, R. O., Melia, C. D., Launay, B., Cuvelier, G., Hill, S. E., Harding, S. E., & Mitchell, J. R. (1992). Xanthan/locust bean gum interactions at room temperature. *Carbohydrate Polymers*, 19(2), 91-97. doi: 10.1016/0144-8617(92)90118-A
- Montgomery, D. C. (2011). *Diseño y análisis de experimentos*. Arizona, U.S.A.: Wiley.
- Narayanan, P., Chinnasamy, B., & Jin, L. (2014). Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. *Journal of Dairy Science and Technology*, 97(6), 3262-3272. doi: 10.3168/jds.2013-7365
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – Organización mundial de la salud (FAO–OMS). (2011). *Leche y productos lácteos*. In: *Codex alimentarius*. Rome, Italy: Authors. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). (2007). *Cremas comestibles*. México: Author. Retrieved from http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_07/cremas%20junio%202007.pdf
- cuyos valores de viscosidad y consistencia fueron de aproximadamente 10 kg·m⁻¹·s⁻¹ y 4,000 g_r·s, respectivamente.

Fin de la versión en español

- Ramírez, J. A., Barrera, M., Morales, O. G., & Vázquez, M. (2002). Effect of xanthan and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein. *Food Hydrocolloids*, 16(1), 11-16. doi: 10.1016/S0268-005X(01)00033-9
- Ramírez-Sucre, M. O., & Vélez-Ruiz, J. F. (2009). Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 3(2), 4-13. Retrieved from [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-2/TSIA-3\(2\)-Ramirez-Sucre-et-al-2009.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-2/TSIA-3(2)-Ramirez-Sucre-et-al-2009.pdf)
- Sandolo, C., Bulone, D., Mangione, M. R., Margheritelli, S., di Meo, C., Alhaique, F., Matricardi, P., & Coviello, T. (2010). Synergistic interaction of Locust Bean Gum and Xanthan investigated by rheology and light scattering. *Carbohydrate Polymers*, 82(3), 733-741. doi: 10.1016/j.carbpol.2010.05.044
- Sandolo, C., Coviello, T., Matricardi, P., & Alhaique, F. (2007). Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery. *European Biophysics Journal*, 36, 693-700. doi: 10.1007/s00249-007-0158-y
- Santos-Moreno, A. (1995). *Productos lácteos: Análisis y elaboración*. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Schmidt, K., & Smith, D. E. (1992). Milk reactivity of gum and milk protein solutions. *Journal of Dairy Science*, 75(12), 3290-3295. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78104-1
- Schorsch, C., Garnier, C., & Doublier, J. L. (1997). Viscoelastic properties of xanthan/galactomannan mixtures: Comparison of guar gum with locust bean gum. *Carbohydrate polymers*, 34(3), 165-175. doi: 10.1016/S0144-8617(97)00095-7
- Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldhoya, N. C., Merchant, S. U., & Merchant, U. C. (2006). Xanthan gum: A boon to food industry. *Food Promotion Chronicle*, 1(5), 26-30. Retrieved from <http://lucidcolloids.com/pdf/xanthan.pdf>
- Smith, B., Bean, S. R., Schober, T. J., Tilley, M., Herald, T. J., & Aramouni, F. (2010). Composition and molecular weight distribution of carob germ protein fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(13), 7794-8000. doi: 10.1021/jf101523p
- Stanley, D., Goff, H., & Smith, A. (1996). Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. *Food Research International*, 19(1), 1-13. doi: 10.1016/0963-9969(95)00063-1
- Stuart-Tipson, R., & Horton, D., (1975). *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*. New York, U.S.A.: Academic Press Inc.

- Sworn, G. (2009). Xanthan gum. In: Phillips, G. O., & Williams, P. A. (Eds.), *Handbook of Hydrocolloids* (pp. 186-203). U.S.A.: CRC Press.
- Takemasa, M., & Nishinari, K. (2016). Solution structure of molecular associations investigated using NMR for polysaccharides: xanthan/galactomannan mixtures. *The Journal of Physical Chemistry B*, 120(12), 3027-3037. doi: 10.1021/acs.jpcc.5b11665
- Ünal, B., Metin, S., & Işıklı, N. D. (2003). Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locus bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low fat set yoghurt. *International Dairy Journal*, 13(11), 909-916. doi: 10.1016/S0958-6946(03)00118-3
- Unscrambler 10.2. (2012). *Computer aided modelling software AS*. Norway: Author.
- Van Lent, K., Thu-Le, C., Vanlerberghe, B., & Van der Meeren, P. (2008). Effect of formulation on the emulsion and whipping properties of recombined dairy cream. *International Dairy Journal*, 18(10-11), 1003-1010. doi: 10.1016/j.idairyj.2008.04.002