

## Efecto en la adición de quitosano en helado de leche: agente emulsionante y estabilizante.

Almaguer Lira, S. R.,\* Díaz Narváez, G. C., Ramírez Carrillo, R. E., y Pérez Cabrera, L. E.,

<sup>a</sup> Departamento de Tecnología de Alimentos del Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags. México \* [rocioalmaguer3@gmail.com](mailto:rocioalmaguer3@gmail.com)

### RESUMEN:

El quitosano tiene varias propiedades funcionales, entre ellas se encuentran su poder espesante, estabilizante y emulsificante, éstas ayudan a tener un mejor batido en la mezcla, lo cual aumenta el porcentaje de overrun en el helado. En este trabajo se evaluó la efectividad del quitosano de camarón en el aumento del índice de aireación en diferentes formulaciones de helado sabor nuez, elaborado a partir de una base de helado. Se hicieron 2 formulaciones con quitosano (al 1% y 2%), las cuales se compararon con la formulación control (sin quitosano). A cada helado se le determinó °Bx, pH, % acidez, % overrun, % grasa, % humedad, ceniza y textura (dureza y firmeza), al término del estudio se observó que la formulación con mayor índice de aireación (overrun) y mejor textura fue la del quitosano al 3%, obteniéndose hasta un 60% más de índice de aireación que la muestra control..

**Palabras clave:** Quitosano, helado, overrun, emulsificante, espesante, dureza.

### ABSTRACT:

The chitosan possess several functional properties. Among them, there is his thickening, emulsifier and stabilizing power those help to get a better whipped in the mixture, which increase the overrun percentage in the ice cream. In this job it was evaluated the effectiveness of the shrimp's chitosan in the increase of the air index on different ice cream formulations with a nut flavor, elaborated from ice cream base. Two formulations were made with chitosan (1% and 2%), which were compared with the control formulation (without chitosan). It was determined for each ice cream the values of °Bx, pH, % of acidity, % of overflow, % of fat, % of humidity, ash and texture (hardness and firmness). At the end of the study it was observed that the formulation with the highest aeration rate (overrun) and better texture was the one with 3% of chitosan. Obtaining up to 60% more aeration index than the control sample..

**Key words:** Chitosan, ice cream, overrun, emulsify, thickener, hardness

## INTRODUCCIÓN

El quitosano es un biopolímero natural el cual fue descubierto por Rouget en 1859 y tiene importantes propiedades funcionales y a este hecho se suma el valor añadido de obtenerse a partir de la quitina, que se extrae principalmente de los exoesqueletos de crustáceos y que constituye un subproducto importante procedente de la industria pesquera (Rhazi *et al.*, 2004). La principal fuente de exoesqueletos para obtención de la quitina proviene de los desechos de la industria camaronera, los cuales representan millones de toneladas de basura a nivel mundial, siendo los exoesqueletos de camarón los que contienen una alta concentración de quitina (Hernández *et al.*, 2009).

Entre las numerosas propiedades funcionales que se le han atribuido al quitosano están: biodegradabilidad, biocompatibilidad, capacidad filmogénica, actividad antimicrobiana, actividad antifúngica, actividad hipocolesterolémica, actividad antioxidante, mucoadhesión, hemostático y promotor de absorción. Estas propiedades funcionales han promovido su utilización a lo largo de los años en varios campos distintos como son la agricultura, la industria alimentaria, farmacéutica y la medicina (Rinaudo *et al.*, 2006). La fuente y el método de obtención determinan la composición de las cadenas de quitosano y su tamaño. Por este motivo, en la industria alimentaria, el quitosano ofrece un amplio espectro de aplicaciones únicas como su actividad antimicrobiana y su empleo también como conservante en emulsiones, espesante, gelificante y emulgente. El quitosano presenta propiedades emulgentes mediante la formación de emulsiones estables múltiples del tipo agua/aceite/agua (Schulz *et al.*, 1998). Su carácter de polielectrolito anfifílico, debido a la presencia de moléculas con diferente grado de acetilación, le confiere dicha propiedad ya que combina mecanismos de estabilidad electrostáticos y de viscosidad que hacen que pueda emplearse como un emulgente sin la necesidad del uso de surfactantes (Rodríguez *et al.*, 2000). Por tanto el quitosano es un producto altamente viscoso similar a las gomas naturales. Puede emplearse como espesante, estabilizante o agente de dispersión, ya que forma espumas, emulsiones, geles con polianiones, y retener

humedad por la presencia de los grupos amino libres que al disolverse en solución acuosa acidificada adquieren carga positiva (Gaffrey C., 2014). Se ha demostrado que el quitosano es capaz de formar geles en solución con excelentes propiedades, ya que disminuye la sinéresis del gel debido a su capacidad de retención de agua, variando sus propiedades mecánicas. La pérdida de agua es menor mientras mayor sea el tamaño de la molécula. Este polímero absorbe de 230-440% de agua, superando al almidón de papa y a la carboximetilcelulosa (Gaffrey C., 2014). Debido a las propiedades espesantes, emulsificantes y estabilizantes que éste contiene se ha podido identificar una enorme cantidad de aplicaciones, en este caso será sobre helados.

Los helados son alimentos producidos mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios. De acuerdo con sus características y/o a los ingredientes empleados en su elaboración, los helados se clasifican en 3 diferentes tipos (Morales, J., 2000): Helados de crema: obtenidos con crema de leche como base; un contenido mínimo de 7% de grasa de leche, no menos del 7% de sólidos no grasos de leche y 26% de sólidos totales. Helados de leche: obtenidos de la leche como base; un contenido mínimo de grasa de 2%, no menos de 9% de sólidos no grasos de leche y 25% de sólidos totales, y Sorbetes: los helados obtenidos de leche; un contenido mínimo del 1% de sólidos no grasos de la leche y 15% de sólidos totales. En las clasificaciones anteriormente mencionadas se miden diferentes parámetros para conocer la calidad del helado, entre ellos se encuentran las propiedades sensoriales (color, sabor, olor, textura y forma), nutricionales (digestibilidad), sanitarias (microorganismos y contaminantes), fisicoquímicas (pH, acidez, propiedades, coligativas, viscosidad) y funcionales (overrun, derretimiento y capacidad de porcionado), siendo el overrun uno de los parámetros más importantes a tomar en cuenta, ya que define la calidad de un helado, éste es el índice de aireación o cantidad de aire agregado a la mezcla en porcentaje sobre la misma en volumen, si hay un agregado excesivo de aire dará un helado de baja calidad, sin cuerpo deshaciéndose en la boca dejando una leve sensación, mientras que un helado con poco aire incorporado da una sensación pesada, muy fuerte que tampoco es deseable (Di Bartolo E., 2005). En el presente trabajo se tuvo como objetivo evaluar la efectividad del quitosano como emulsificante, mejorando las cualidades del batido y aumentando así el porcentaje de overrun en un helado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materias Primas

Se utilizó base para helado de la marca Mixgo Comercial® y concentrado de nuez marca Demian®, los cuales se adquirieron en la Surtidora de peleterías en la ciudad de Aguascalientes.

### Formulación de helado

Se elaboraron 3 formulaciones diferentes para en base a 250 g de base de helado según las especificaciones del fabricante, se adiciono la misma cantidad de concentrado de nuez (sabor y color) a las formulaciones y se les incorporo el 0 (control), 1 y 3 % quitosano de camarón obtenido en el laboratorio mediante un tratamiento termoalcalino con un grado de desacetilización de 87.7%, según las especificaciones de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Formulaciones para elaboración de helado sabor nuez

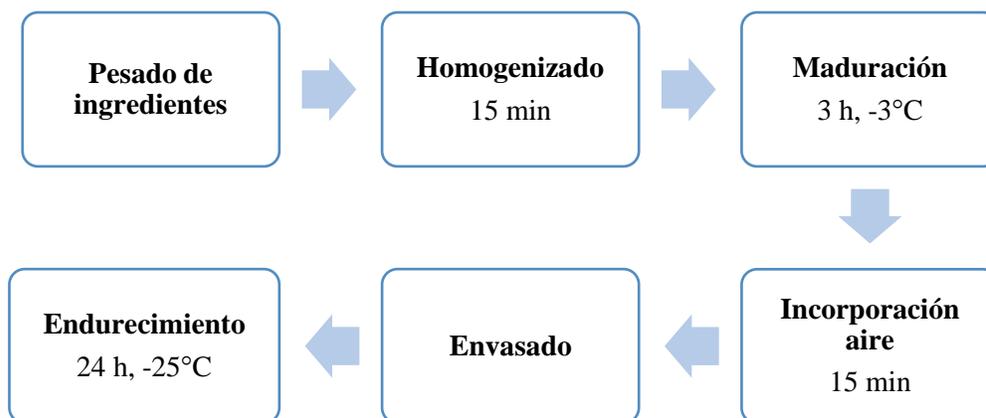
<b>Ingrediente (%)</b>	<b>Control</b>	<b>Quitosano 1%</b>	<b>Quitosano 3%</b>
	Base de helado		
Agua	50	50	50
Concentrado a nuez	0.3	0.3	0.3
Quitosano	0	1	3

La selección del concentrado de nuez (sabor y color) se realizó en base a las especificaciones técnicas del comerciante de la base, esto al solicitarle su opción para evitar el posible sabor residual del quitosano en el helado, con lo cual el concentrado de nuez pudiese actuar como enmascarador de sabor.

Proceso de elaboración

Para la elaboración de las diferentes formulaciones experimentales se siguió el proceso general que se presenta en la Figura 1.

En una primera etapa se formuló y se pesaron la base de helado, el agua, el quitosano y se colocaron en un recipiente de acero inoxidable, éstos se batieron a velocidad 2 durante 15 min con la batidora kitchen aid, posteriormente se colocaron las mezclas en recipientes de 500 g, se taparon y se metieron al congelador, el cual tenía una temperatura de -3°C. Después de 3 horas se sacaron las mezclas, se batieron nuevamente durante 15 min a velocidad 2 y se agregó el concentrado de nuez, para finalmente envasarse en botes con capacidad de 500 g, y congelarse en el ultra congelador So Low® U4013 a -25°C durante 24 h.



**Fig. 1** Proceso general para elaboración de helado sabor nuez a partir de base de helado

Después de 24 h de su elaboración se inició con las evaluaciones sensoriales, fisicoquímicas y proximales las cuales se llevaron a cabo por duplicado a cada tratamiento después del homogenizado, de la incorporación de aire y el endurecimiento, con excepción de las propiedades mecánicas (textura) que se hizo por triplicado al final del endurecimiento y de los análisis proximales que sólo se aplicaron después del homogenizado y del endurecimiento.

**Métodos de análisis fisicoquímicos**

La medición de °Bx, pH, % de acidez y % de overrun se aplicó a la base del helado, al helado homogenizado, al helado después de la incorporación del aire y después del endurecimiento.

Determinación de sólidos solubles (°Bx)

Los °Bx se determinaron por medio del refractómetro HANNA® HI 96801, el cual primero fue calibrado con agua destilada y posteriormente se le colocó una gota de la muestra.

Determinación de pH

El pH se determinó por medio del uso del pHmetro HANNA® HI 99163, el cual fue calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4,0 y 7,0. Una vez calibrado se introdujo en la mezcla esperando a que marcara un valor fijo durante al menos 15 s.

Determinación del % de acidez titulable

Para la obtención de acidez se utilizó 1ml de muestra, 9 ml de agua destilada, 2 gotas de fenofaleína como indicador y NaOH como titulador, aplicándose la fórmula marcada en la NOM-155-SCFI-2012 con la cual se obtiene el porcentaje de ácido láctico que el helado contiene, la cual es:

$$\% \text{ Acidez} = V \times N \times M.\text{equ.} / M$$

Donde: V= Mililitros gastados de NaOH 0.1N en la titulación, N= Normalidad de la disolución de NaOH, M= Volumen de la muestra en ml, M. equ. = Factor de conversión para ácido láctico

### Métodos de análisis proximales

Determinación de porcentaje de grasa

La determinación de grasas se realizó a la base de helado, la mezcla después del homogenizado y después del endurecimiento por medio del método Goldfish descrito por Medina M. (2012), haciendo uso del extractor de grasa y aceite Labconco® 3500100, al cual se le programó la entrada de calor variable de 30% de su capacidad dejando 3 g. de muestra en el cartucho sumergido en 80 ml de éter de petróleo durante 4 h. Después se recuperó el éter de petróleo, se pesó el vaso de precipitados y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%Grasa = \frac{\text{Volumen inicial del vaso} - \text{Volumen final del vaso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Humedad

El porcentaje de humedad se realizó sobre la base de helado, la mezcla después del homogenizado y después del endurecimiento, se obtuvo por medio del secado de 3 g de muestra, la cual se colocó en el horno Felisa® FE-230 a 105°C durante 24 h, para posteriormente, determinar por diferencia de peso entre el material seco y húmedo, usando la fórmula descrita por Olvera M., *et al.* (1993).

$$\%Humedad = \frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \times 100$$

Donde: A = Peso del vaso de precipitados seco y limpio (g), B = Peso de vaso de precipitados + muestra húmeda (g) y C = Peso de vaso de precipitados + muestra seca (g)

Ceniza

Para la determinación de ceniza se siguió el protocolo indicado en la NMX-F-066-S-1978, el cual consistió en calcinar la muestra resultante de la prueba de humedad en la mufla Felisa a 550°C por 3 horas. Posteriormente se dejó enfriar en el desecador para su completo enfriamiento y se determinó el porcentaje de cenizas por medio de la siguiente fórmula:

$$\%Cenizas = \frac{(\text{Masa del crisol con cenizas}) - (\text{Masa del crisol vacío})}{(\text{Masa de la muestra})} \times 100$$

### Métodos de análisis funcionales y de textura

Determinación de *overrun*

Para el cálculo de éste se comparó el peso de la base de helado y el helado homogenizado en un recipiente de volumen fijo, después se comparó el peso del helado homogenizado contra la mezcla después de la aireación, por último, se comparó el peso de la mezcla después de la aireación contra el helado resultante del endurecimiento y la base de helado contra el helado resultante del endurecimiento. Se aplicó la fórmula descrita por Di Bartolo E. (2005).

$$\text{Índice de aireación (overrun)} = \frac{\text{Volumen del helado} - \text{Volumen de la mezcla}}{\text{Volumen de la mezcla}} \times 100$$

### Evaluación de propiedades mecánicas (textura)

Se analizaron las muestras finales (después del endurecimiento), las cuales estaban envasadas en recipientes cilíndricos de 500g. a una temperatura de entre -5°C a -11°C, para ello se utilizó el *Texture Analyzer TA-XT2*, realizándose pruebas por triplicado a cada muestra con el protocolo *ICE-CREAM with Particles* por medio de una celda *Multiple Puncture Probe (A/MPP)* con una carga de 25 kg, a partir de ésta se obtuvo la dureza del helado a una velocidad de penetración de 2.0 mm/s y a una distancia 50 mm.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 24 h se iniciaron los análisis fisicoquímicos, proximales, funcionales y de textura por medio de la metodología anteriormente descrita, en la Tabla 3 se muestran los análisis realizados a la mezcla resultante del primer batido, mientras que en la Tabla 2 se muestran los resultados de las pruebas aplicadas a la base de helado sin ningún ingrediente ni proceso. Como se observa en la Tabla 2, la base contiene una alta cantidad de grasa y °Bx, los cuales se vieron disminuidos en la primera batida debido a que se le agregó agua, por ello también aumentó el porcentaje de la humedad en la mezcla, tal y como se observa en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Caracterización de la Base para la elaboración de helado

Parámetro						
°Bx	pH	% Acidez	% Overrun	% Grasa	% Humedad	% Cenizas
42.2	6.3	0.09%	17.8	5.1	44.6	1.3

**Tabla 3.** Caracterización de formulaciones de helado (homogenización)

Muestra	°Bx	pH	%Acidez	%Overrun	%Grasa	%Humedad	%Cenizas
Control	22.5	6.7	0.09	24.5	2.2	73.4	0.3
Quitosano 1%	21.2	7.4	0.09	16.8	3.0	73.5	0.3
Quitosano 3%	21.9	7.7	0.09	18.5	1.9	73.3	0.4

Por otro lado, la muestra con menor cantidad de grasa fue la que contenía mayor porcentaje de quitosano, esto se debe a las propiedades emulsificantes y su poder de captación de grasas que éste contiene (Gaffrey M., 2014). En el caso de las cenizas también se obtuvo un porcentaje mayor en la muestra Quitosano 3%, debido a la cantidad de minerales extra que aporta el quitosano. Como se observó en la Tabla 3, se obtuvo un mayor porcentaje de overrun en la muestra Control, sin embargo, fue hasta el segundo batido en el cual el quitosano hizo efecto, ya que como se observa en la Tabla 4. fue la muestra Quitosano 3% la que obtuvo una mayor cantidad de overrun, seguida de la muestra Quitosano 1%, esto se debe a que en esta 2° batida los glóbulos grasos fueron finamente divididos aumentando la superficie de los mismos y los espacios interglobulares ocupados por aire (Mora y Maestre, 2017).

**Tabla 4.** Caracterización de formulaciones de helado (incorporación de aire)

Muestra	°Bx	pH	%Acidez	%Overrun
Control	22.1	6.7	0.09	1.4
Quitosano 1%	21.5	7.4	0.09	31.5
Quitosano 3%	22.4	7.7	0.09	48.6

Asimismo, la cantidad de °Bx y de pH siguió aumentando en el caso de las muestras de Quitosano 1 y 3%, siendo mayores que el control a excepción del Quitosano 1%. Después se obtuvieron los valores de las pruebas realizadas al producto final después de congelarse, las cuales se muestran en la Tabla 5, en ésta se observa que el porcentaje de overrun no aumentó significativamente, sin embargo, al compararlo con la base se obtuvo un porcentaje más alto en la muestra con mayor cantidad de quitosano (Quitosano 3%). También se volvió a presentar una cantidad alta de ceniza en la muestra 3%, así como una mayor cantidad de humedad y de pH, siendo éste último valor el que permite que algunas proteínas en esta región aumenten su capacidad emulsificante, ya que adoptan una estructura menos compacta lo que provoca el desdoblamiento y absorción en la interfase (Ferreira J., 2007).

**Tabla 5.** Caracterización de helado

Muestra	°Bx	pH	%Acidez	%Overrun (vs 2° batido)	%Overrun (vs base)	%Gras a	%Humeda d	%Cenizas
---------	-----	----	---------	-------------------------------	-----------------------	------------	--------------	----------

<b>Control</b>	22. 8	6.4	0.09	37.4	10.9	1.2	73.4	0.4
<b>Qitosano 1%</b>	22. 9	7.6	0.09	7.1	60.9	3.9	73.5	0.3
<b>Qitosano 3%</b>	23. 0	8.1	0.09	8.0	87.5	2.1	73.5	0.4

## CONCLUSIÓN

El uso de quitosano de camarón como agente emulsificante demostró su capacidad de incrementar el porcentaje de aireación (overrun), aumentando hasta un 70% más en comparación a la muestra Control, debido a sus propiedades de captación de grasa, aumentando la superficie de globulos grasos y de los espacios interglobulares ocupados por aire. Asimismo, se obtuvo una mayor cantidad de cenizas y de pH, el cual ayuda a mantener una mezcla más homogénea y estable, además de tener una mayor capacidad de retención de humedad, lo cual se observó el helado final. El empleo del quitosano como emulsionante y estabilizante para las industrias de helados logra ser eficiente. El empleo de quitosano, como aditivo confiere homogeneidad a la mezcla (dispersión uniforme), facilitando su batido y proporcionando alta viscosidad en alimentos emulsionados. Presenta una gran capacidad de absorción de agua, y previene por ello la formación de cristales, garantizando texturas adecuadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chacón, A., Pineda, M., & Jiménez, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Agronomía mesoamericana*. 27 (1), 22-25
- Di Bartolo, E. (2005). Guía de elaboración de helados. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 20-27.
- Ferreira, J., Kuskoski, E., Bordignon, M., Barrera, D., Fett, R. Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuete (*Arachis hypogaea* Lineau). *Grasas y aceites*. 58 (3), 265-267
- Gaffrey, M. (2014). Mayonesa con quitosano. Argentina, 8-14.
- Hernandez Y.B; Díaz R.T (2008). Evaluación de las propiedades emulsificantes de la quitosana en un aderezo tipo mayonesa. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana. Cuba.
- Hernández, H., Águila, E., Flores, O., Viveros, E., & Ramos, E. (2009). Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. *Superficies y vacío*. 22 (3), 27-60.
- Medina, M. (2012). Cuantificación del porcentaje de grasa cruda, extracto lipídico, extracto etéreo o fracción lipídica. Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 65-67.
- Mora, J. & Maestre, S. (2017). Fundamentos científicos de la heladería. España: Universitat d'Alacant. 355-357
- Morales, J. (2000). El helado, su composición y su papel en la alimentación. *Cuadernos de Nutrición*. Vol 23 (4)
- NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas mexicanas. Dirección general de normas
- Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993. Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación. México, DF.
- Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.

Olvera, M., Martínez, C., & Real, E. (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. México

Rhazi, M; Desbrieres J; Tolaimate A; Alagui A; Vottero P (2004). Investigation of different natural sources of chitin: influence of the source and deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan. *Polymer International* 49(4): 337-44.

Rinaudo, M (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science* 31(7): 603-632.

Rodríguez M.S; Albertengo L.E; Agulló E (2000) Emulsification capacity and hypolipidemic effect of chitosan, Chitosan per os: from dietary supplement to drug carrier. Editor: R.A.A.

Sato, H., Mizutani, S., & Tsuge, S. (1998). Determination of the degree of acetylation of chitin/chitosan by pyrolysis-Gas chromatography in the presence of oxalic acid. *Analytical Chemistry, Analytical Chemistry*. 70 (1), 7-12.

Schulz, P.C; Rodríguez M.S; Del Blanco L.F; Pistonesi, M; Agulló, E (1998). Emulsification properties of chitosan, *Colloid & Polymer Science* (12) 276: 1159-1165.

Tolaimate A; Debrieres J; Rhazi M; Alagui A; Vincendon M; Vottero, P (2000). The influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. *Polimer* 41: 2463- 2469.