

## Caracterización de espumas aplicadas en la panificación: Propiedades reológicas y estabilidad

D.G. Meza-Hernández, L.G. Perez Trujillo, E.E. Lozano Bernal, R.Flores Alemán, C. T. Gallardo-Rivera, J.G. Báez-González, K. G. García-Alanís, C.A. Amaya-Guerra.

Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Ciencias de alimentos, Universidad Autónoma de Nuevo León. Gallardoclaudia975@gmail.com

### RESUMEN:

La tecnología de espuma ofrece la oportunidad de desarrollar productos de panificación, donde el uso de hidrocoloides es fundamental para brindar estabilidad a la espuma y contribuir a las características de textura en el producto cocido. El presente estudio evalúa el efecto del contenido de hidrocoloides como Goma Xantana (GX, 0.3%) y Carboximetilcelulosa (CMC, 0.8%) en la capacidad y estabilidad de la espuma, cuyos formulados tienen una proporción de azúcar 26% menor respecto a la utilizada en sus correspondientes comerciales. Las variables de estudio incluyen la densidad (g/mL), volumen de expansión de la espuma (%), viscosidad (Pa s), índice de drenado y el diámetro promedio de las burbujas ( $\mu\text{m}$ ) que es obtenido por un sistema de análisis de imagen. Los resultados indican que las espumas que contienen CMC y GX muestran un comportamiento pseudoplástico, que puede ser ajustado al modelo de ley de potencia, para obtener el índice de flujo de  $0.65 \pm 0.01$  a  $0.46 \pm 0.02$  y coeficiente de consistencia de  $8.6 \pm 0.02$  a  $9.2 \pm 3.8$ , respectivamente. El volumen de expansión de la mejor espuma (CMC, 0.8%) es de  $44 \pm 3$ , con un diámetro promedio de burbuja  $36 \pm 5.7 \mu\text{m}$ . No obstante, las espumas que contienen cada hidrocoloide se mantienen sin drenado en un intervalo de 6 h.

**Palabras clave:** Carboximetilcelulosa, Espuma, Goma Xantana.

### ABSTRACT:

Foam technology offers the opportunity to develop bakery products where the use of hydrocolloids is critical to provide foam stability and contribute to texture characteristics in the baked product. The present study evaluates the effect of the content of hydrocolloids such as Xanthan Gum (GX, 0.3%) and Carboxymethylcellulose (CMC, 0.8%) on foam capacity and stability, whose formulations have a sugar content 26% lower than that used in their corresponding commercial. The study variables include the density (g/mL), foam expansion volume (%), viscosity (Pa s), drainage index and the average diameter of the bubbles ( $\mu\text{m}$ ) that is obtained by a system of image analysis. The results indicate that the foams containing CMC and XG show a pseudoplastic behavior, which can be adjusted to the power law model, to obtain the flow rate from  $0.650 \pm 0.01$  to  $0.460 \pm 0.02$  and consistency coefficient from  $8.6 \pm 0.02$  to  $9.2 \pm 3.8$ , respectively. The expansion volume of the best foam (CMC, 0.8%) is  $44 \pm 3$ , with an average bubble diameter of  $365.7 \mu\text{m}$ . However, the foams containing each hydrocollide are kept undrained within a period of 6 h.

**Keywords:** Carboxymethylcellulose, Foam, Xanthan Gum.

## INTRODUCCIÓN

Las espumas son sistemas dispersos constituidos por gas en un líquido que son desarrolladas a partir de emulsiones que juegan un papel clave en la elaboración de una variedad de alimentos tales como helados, confitería, panes y bebidas. La clasificación de las espumas depende de su relación gas-líquido y la forma de las celdas que contienen el gas, de tal manera que pueden ser espumas burbujeantes (helados) las que tienen una baja relación gas líquido y celdas del gas deformadas respecto de la forma esférica. En lo que concierne a las espumas polihedricas (espuma de cerveza) las burbujas están más cercanas y constituyen una estructura tipo panal (Rodríguez y col., 1997; Dickinson y McClements, 1996). La funcionalidad de la espuma depende de su capacidad e inestabilidad, la capacidad es determinada por la medida del incremento en el volumen de la espuma cuando se incorpora el gas a la solución emulsificadora. La inestabilidad se debe al cambio temporal de la distribución del gas y líquido asociado con procesos como el drenado y coalescencia. Para mantener las propiedades citadas, los hidrocoloides han sido usados como ingredientes funcionales en la industria de alimentos. Estos polisacáridos pueden ser extraídos de plantas, fuentes microbianas así como de biopolímeros modificados preparados por tratamientos químicos (Zatlica y col., 2009; Dickinson, 2003). La importancia de los hidrocoloides radica en su capacidad para modificar las características viscoelásticas en espumas y emulsiones donde actúa como espesante y estabilizante, reducir la velocidad de retrodegradación del almidón, controlar la movilidad del agua, aumentar la vida de anaquel y su función como sustitutos de lípidos y gluten en procesos de panificación (Arendt y col., 2008). En este estudio se utilizaron hidrocoloides como Carboximetilcelulosa (CMC) y Goma Xantana (GX) en un rango de 0.3 a 0.8% para brindar capacidad y estabilidad a espumas utilizadas en la panificación caracterizadas por tiempos de cocción cortos (5 min<). Destaca que la formulación de la emulsión posee un contenido de azúcar 26% menor respecto al incorporado en sus análogos comerciales. Considerando lo anterior, la presente investigación establece los fundamentos para la elaboración de productos de panificación a partir de espumas que pueden contribuir a reducir sobrepeso y obesidad en la población mexicana que consume entre 32.5 a 34.5 kilos de pan/habitante-año (Rioja-Scott, 2016). De acuerdo a los reportes del Observatorio Mexicano de Enfermedades no Transmisibles, la población que padece estas enfermedades corresponde al 33% de niños en edad escolar (5-11 años), 36.3% adolescentes (12-19 años) y 73% de adultos.

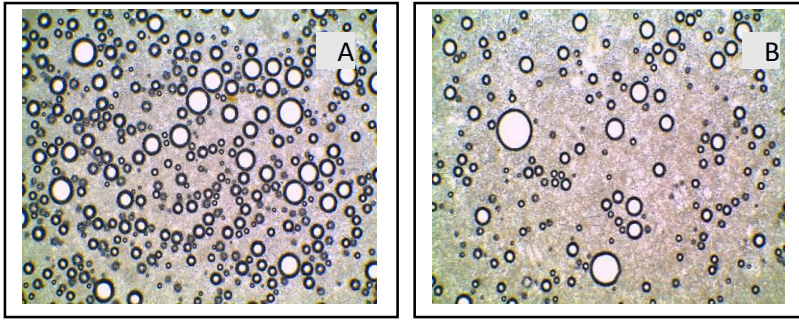
## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de formación de la espuma incluye la formulación de la emulsión que tiene como ingredientes harina, agua, azúcar, aceite de cártamo, huevo, hidrocoloide (CMC, GX) y vainilla. En esta formulación la fracción de cada ingrediente se especifica respecto del contenido de harina. Los sólidos y líquidos se mezclan por separado, por lo tanto, la emulsión es preparada mediante la adición de los sólidos a los líquidos que son mezclados con una batidora (OSTERIZER, Mod. 2532-013) durante un tiempo menor a 5 minutos. La espuma se desarrolla debido a la incorporación de óxido nitroso (16g) a la emulsión (contenida en un sifón) y la agitación vigorosa durante 1 minuto. La caracterización de la espuma refrigerada a 4°C en un tiempo de 1h, se realiza mediante las pruebas por triplicado de la capacidad y estabilidad, que incluyen: volumen de expansión de la espuma, densidad, comportamiento viscoso (RHEOLAB QC/Anton Paar Mod. G-LTD801QC), índice de drenado y diámetro promedio de las burbujas (IMAGE-ProPlus).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

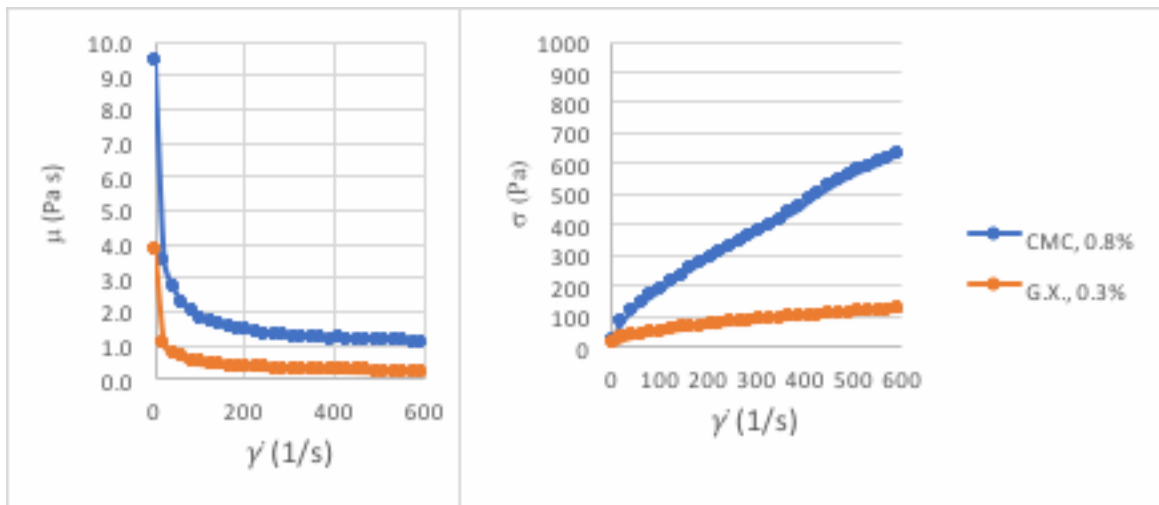
La tabla I señala las características de capacidad y estabilidad de las espumas desarrolladas a partir de emulsiones formuladas con Carboximetilcelulosa (CMC, 0.8%) y Goma Xantana (GX, 0.3%), donde la proporción se estableció de acuerdo con la NOM-247-SSAI-2008. La capacidad de la espuma es evaluada a través del volumen de expansión (%), diámetro promedio de las burbujas ( $\mu\text{m}$ ) y densidad ( $\text{g/mL}$ ). Los resultados muestran que la densidad de la espuma y el diámetro promedio de sus burbujas son congruentes, dado que la densidad de la mejor espuma ( $0.88 \text{ g/mL}$ ) exhibe el menor diámetro promedio en las burbujas ( $36 \pm 5.73$ ). Lo anterior, sugiere que dicha espuma puede desarrollar un volumen de expansión mayor ( $44 \pm 3$ ), lo que es soportado por el análisis microscópico del tamaño de burbujas presentes en 7 micrografías de cada experimento (Figura 1).

<b>Tabla I.</b> Propiedades de capacidad y estabilidad de las espumas.		
	CMC-0.8% w/w	GX-0.3% w/w
Densidad de la espuma ( $\text{g/mL}$ )	0.88	0.95
Volumen de expansión de la espuma (%)	$44 \pm 3$	$8.7 \pm 2$
Diámetro promedio de las burbujas ( $\mu\text{m}$ )	$36 \pm 5.73$	$41 \pm 6.12$
Índice de drenado	0	0
Parámetros reológicos		
Índice de flujo, n	$0.65 \pm 0.01$	$0.46 \pm 0.02$
Coefficiente de consistencia, K ( $\text{Pa s}^n$ )	$8.6 \pm 0.02$	$9.20 \pm 3.85$



**Figura 1.** Espuma desarrollada a partir de una emulsión formulada con (A) Carboximetilcelulosa CMC,0.8% y (B) Goma Xantana, GX,0.3%.

Por otra parte, la Figura 2 subraya un comportamiento pseudoplástico de las espumas investigadas (A) y (B), que puede ser ajustado al modelo de ley de potencia, para obtener el índice de flujo de  $0.65 \pm 0.01$  a  $0.46 \pm 0.02$  y coeficiente de consistencia de  $8.6 \pm 0.02$  a  $9.2 \pm 3.85$ , respectivamente.



**Figura 2.** Curva de flujo de las espumas que contienen CMC, 0.8% y Goma Xantana, 0.3%

## CONCLUSIONES

Este estudio determina las propiedades de las espumas (aplicadas en la panificación) evaluando el efecto del contenido de Carboximetilcelulosa (0.8%) y Goma xantana (0.3%) en la capacidad de la espuma (densidad, volumen de expansión), estabilidad (índice de drenado, comportamiento reológico) y análisis de imagen de la estructura microscópica. Se establece la referencia para el desarrollo de productos de panificación a partir de espumas caracterizados por procesos de cocción cortos (5min<).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Arent, E.K., Morrisey, A., Moore, M.M., Dal Bello, F. 2008. Gluten-free breads. En: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, editado por: Elke, K.A. Dal Bello, F. (págs. 289-319). Academic Press.
- Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, **17**, 25–39.
- Dickinson, E. & McClements, D.I. 1996. *Advances in Food Colloids*. (pags 1-200) States United: Springer US
- NOM-247-SSA1-2008, Norma disponible (1 Mayo 2017).
- Rioja-Scott, I. 2016. Informe anual de México, Industria alimenticia. [www.industriaalimenticia.com](http://www.industriaalimenticia.com) (1 Mayo 2017). Rodríguez J. M., Rodriguez, N. & Álvarez J.M. 1997. Interfacial and foaming characteristics of protein-lipid systems. *Food Hydrocolloids*, **2**, 49-58.
- Zlatica, K. & Karovičová, J. 2009. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Versita Chemical papers* **63**, 26-38.