

## **Propiedades Físicas y Sensoriales de Productos Panificables Libres de Gluten con la Adición de Almidón de Yuca y Goma Xantana**

**Galván-Navarro, A., Rendón-López, J.M., Barragán-Pacheco, A., Nieto-Mazzocco, E., Ozuna, C.\***

Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Alimentos, Carretera Irapuato Silao km 9, Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Guanajuato, 36000, México. \*cesar.ozuna@ugto.mx

### **RESUMEN:**

Actualmente, existe una creciente demanda de productos panificables libres de gluten. Sin embargo, el desarrollo de estos productos representa un gran desafío debido a que la carencia de gluten dentro de sus formulaciones causa la pérdida de propiedades viscoelásticas del pan. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la incorporación de almidón de yuca (0-20%, p/p) y goma de xantana (0-4%, p/p) en las propiedades físicas y sensoriales de productos panificables libres de gluten a base de harina de arroz y amaranto, en comparación con un pan convencional de harina de trigo. Se midieron las características físicas (altura, dureza y color) de los panes elaborados y se realizó una evaluación sensorial de los mismos con 30 panelistas no entrenados. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que, al incrementar la concentración de los aditivos naturales estudiados y al disminuir la concentración de harina de amaranto en las formulaciones, los panes libres de gluten mostraron características físicas y sensoriales similares al pan elaborado con harina de trigo. Estos resultados sugieren que la incorporación de almidón de yuca y goma de xantana en productos panificables libres de gluten puede mejorar su calidad y aceptabilidad por parte del consumidor..

**Palabras clave:** Gluten, Amaranto, Arroz, Hidrocoloides, *Manihot esculenta*, *Xanthomonas campestris*.

### **ABSTRACT:**

Currently, there is a growing demand for gluten-free bakery products. However, the development of these products represents a great challenge since the lack of gluten in their formulations causes the loss of viscoelastic properties of the bread. The aim of this research was to evaluate the effect of the incorporation of cassava starch (0-20%, w/w) and xanthan gum (0-4%, w/w) on the physical and sensory properties of gluten-free bakery products made with rice and amaranth flour, compared to a conventional wheat-flour bread. The physical characteristics (height, hardness and color) of the different products were measured and their sensory evaluation was carried out with 30 untrained panelists. The results obtained in this research show that, by increasing the concentration of the two natural additives and by decreasing the concentration of amaranth flour in the formulations, the gluten-free breads showed physical and sensory characteristics similar to those of the conventional bread made with wheat flour. These results suggest that the incorporation of cassava starch and xanthan gum in gluten-free bakery products can improve their quality and acceptability on the part of the consumer..

**Key words:** Gluten, Amaranth, Rice, Hydrocolloids, *Manihot esculenta*, *Xanthomonas campestris*.

**Área:** Cereales, leguminosas y oleaginosas.

## INTRODUCCIÓN

Tras la creciente demanda de alimentos libres de gluten por parte de los consumidores, de manera particular aquellos que padecen celiaquía, se han buscado alternativas para satisfacer esta necesidad (Naqash *et al.*, 2017). La enfermedad celíaca es causada por la ingesta de gluten: una proteína vegetal compuesta por fracciones de prolaminas y gliadinas en diferente proporción, contenida en las semillas de los cereales como el trigo (Hollon *et al.*, 2015). Sin embargo, el gluten aporta propiedades importantes a los productos panificables, tales como la elasticidad, volumen y viscosidad, debido a su capacidad de retener aire en su matriz proteica (Mert *et al.*, 2016). Por este motivo, la producción de productos panificables libres de gluten representa un desafío tecnológico importante (Alvis *et al.*, 2011). Esto ha creado un área de oportunidad para la industria alimentaria, cuyo reto es replicar las propiedades y características de un pan convencional en una formulación a base de harinas libres de gluten (Naqash *et al.*, 2017).

Dentro de los (pseudo)cereales con mayor interés tecnológico y funcional para ser empleadas como sustituto del trigo en la industria panadera se encuentran el arroz y el amaranto (De la Barca *et al.*, 2010, Torbica *et al.*, 2010). El pan elaborado con harina de arroz supone una excelente fuente de energía y nutrientes. Sus proteínas están compuestas mayoritariamente de albúminas, globulinas y de una proporción insignificante de prolaminas, por lo cual casi no contiene gluten (Matos *et al.*, 2014). Además de tener un sabor suave, la harina de arroz se caracteriza por poseer propiedades hipoalergénicas y bajo contenido en grasas y sodio, lo cual la hace fácilmente digerible (Torbica *et al.*, 2010). Sin embargo, su adición en productos panificables representa un gran reto, ya que estos suelen contar con baja aceptabilidad por parte de los consumidores (Alvis *et al.*, 2011). Por otra parte, el amaranto es un pseudocereal rico en proteína y contiene almidón aglutinante y no aglutinante. El almidón aglutinante es el más adecuado para la industria panadera y es el que también presentan algunos cereales como arroz y maíz (De Beer *et al.*, 2016). El almidón total presente en el amaranto constituye alrededor del 50-60% del peso seco de la semilla y la amilasa de entre un 0-22% del total del almidón, lo cual contribuye a la formación de miga (Bressani, 2004). La inclusión de harina de amaranto en la elaboración de panes mejora su calidad nutritiva y su sabor, muy parecido al de la nuez (James, 2017).

Actualmente, existe un interés por incorporar almidones e hidrocoloides en la formulación de productos panificables libres de gluten. La adición de estos ingredientes permite mejorar las propiedades reológicas de la masa, y el volumen y las características de la miga (Morreale *et al.*, 2017). Además, estos aditivos retrasan el envejecimiento del pan debido a sus propiedades de retener de agua y evitar así la reducción de su actividad (Mohammadi *et al.*, 2014). El propósito de añadir almidones a las formulaciones de productos panificables libres de gluten es conseguir replicar las propiedades de los panes convencionales, es decir, una textura estable, mayor volumen, una miga menos compacta, y una simulación de la malla de gluten (Sinha, 2007). Los hidrocoloides, incluyendo la goma de xantana, se incorporan a menudo en formulaciones de harinas libres de gluten con la intención de mejorar las características del pan mediante la formación de complejos hidrofílicos con las proteínas (Hager y Arendt, 2013).

El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar un producto panificable libre de gluten con características parecidas a un pan convencional. Para cumplir con este propósito se evaluó el efecto de la adición del almidón de yuca y la goma xantana en las propiedades físicas (altura, dureza y color) y sensoriales (textura, sabor, color y olor) de productos panificables libres de gluten, hechos a base de harina de amaranto y arroz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Materia prima.** Los ingredientes empleados para la elaboración de las distintas formulaciones investigadas (Tabla 1) fueron adquiridos en un establecimiento comercial en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, México.

**Tabla 1.** Formulación de los diferentes productos panificables elaborados (g).

<i>Ingredientes</i>	<i>Tc</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>Harina de trigo</i>	100	--	--	--	--	--
<i>Harina de amaranto</i>	--	40	37.6	35.2	32.8	30.4
<i>Harina de arroz</i>	--	60	56.4	52.8	48.2	45.6
<i>Almidón de yuca</i>	--	--	5	10	15	20
<i>Goma xantana</i>	--	--	1	2	3	4
<i>Sal</i>	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
<i>Levadura instantánea</i>	3	3	3	3	3 g	3
<i>Agua</i>	100	100	100	100	100	100

**Elaboración del producto panificable.** La elaboración del producto tipo pan rústico consistió en mezclar de forma manual los ingredientes sólidos (harina, levadura, almidón de yuca y goma de xantana). Posteriormente, se incorporó la sal y se continuó con el mezclado. Enseguida, se agregaron 100 mL de agua y se mezcló hasta formar una masa homogénea. Para el producto control (Tc) elaborado con harina de trigo, al igual que para la formulación libre de gluten y aditivos (T1), se siguió la misma metodología a excepción de la adición de almidón de yuca y goma de xantana. Posteriormente, las masas se fermentaron durante 90 min a 35°C. Una vez transcurrido este tiempo, los panes se hornearon a 190°C por 30 min. Finalmente, los productos finales se dejaron reposar durante 30 min y después se les realizó la caracterización física y sensorial.

**Caracterización física.** Se midieron los parámetros físicos del producto final, tales como la altura, el color (miga y corteza) y la dureza. Se midieron los parámetros de tres productos finales de cada formulación. Todos los parámetros fueron medidos por triplicado (altura) o quintuple (color y dureza) y expresados como promedio aritmético. La altura se midió empleando un vernier. El color de la miga y la corteza se determinó a través de un colorímetro (Hunterlab, modelo ColorFlex EZ), de acuerdo con el sistema CIE L\*a\*b\*. La diferencia global de color de las diferentes formulaciones en comparación con el control se calculó empleando Ec. 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}; \Delta L = L - L_0; \Delta a = a - a_0; \Delta b = b - b_0 \quad \text{Ec. (1);}$$

donde  $L_0, a_0, b_0$  representan los valores de color del pan control.

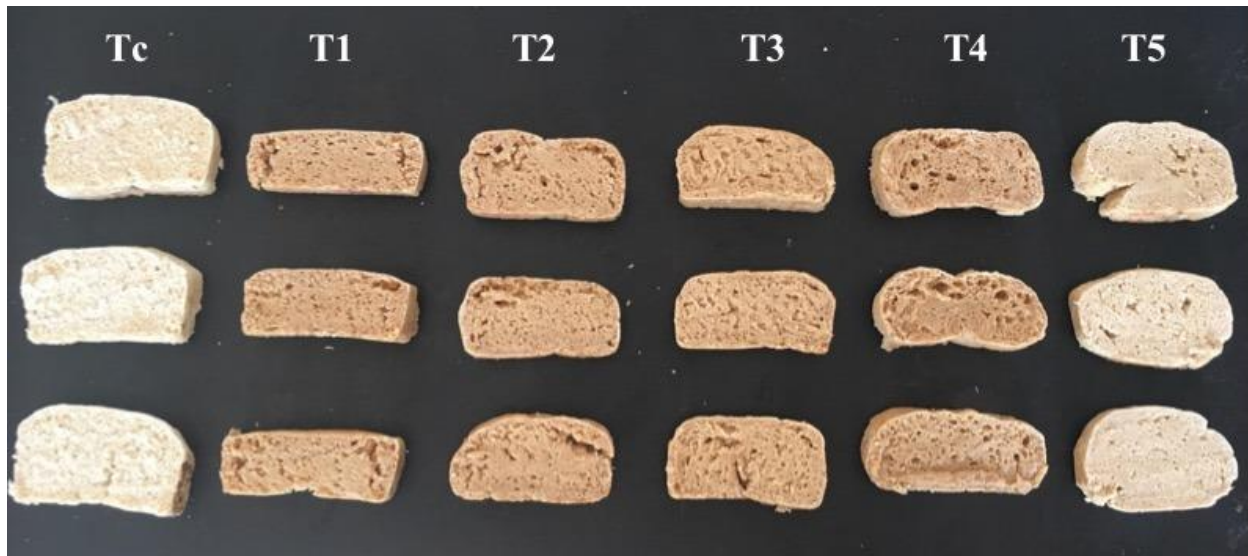
Finalmente, para evaluar la dureza se llevó a cabo un análisis de perfil de textura (TPA) a través de un texturómetro (Stable Micro Systems, Mod. TA-XT2).

**Evaluación sensorial.** Para la evaluación sensorial de los diferentes productos elaborados se empleó la prueba de nivel de agrado o aceptación total (Liria, 2007), donde 30 panelistas no entrenados (consumidores habituales) llenaron un formato de escala hedónica de 5 puntos (1= me disgusta mucho, 2= me disgusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4= me gusta, 5= me gusta mucho). Las muestras se evaluaron con base a los atributos característicos de un pan rústico (olor, color, sabor y textura).

**Análisis estadístico.** El análisis estadístico se llevó a cabo mediante del análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un análisis *post-hoc* de Tukey. Para determinar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las formulaciones, los datos experimentales se analizaron mediante el programa estadístico SPSS versión 18.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

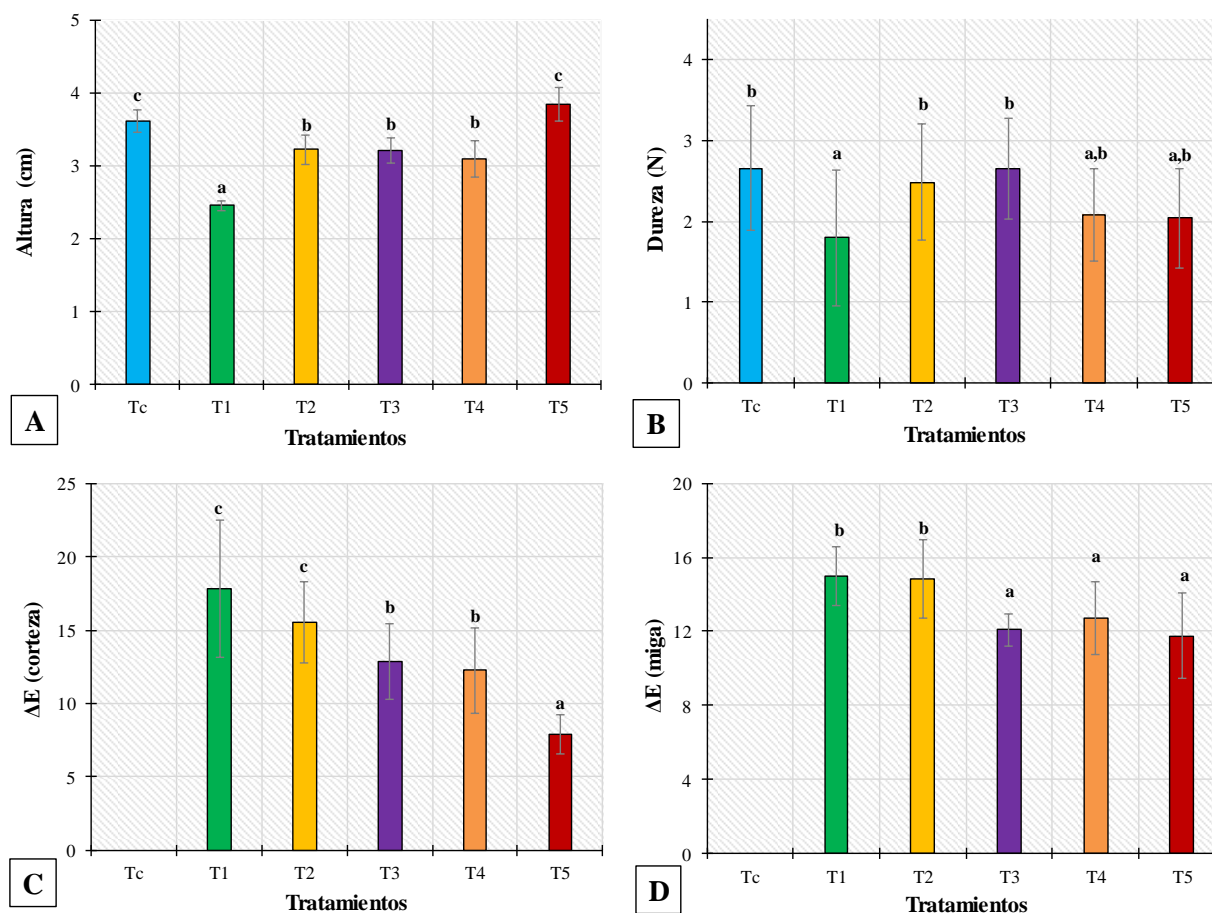
La Figura 1 muestra el efecto de la adición de almidón de yuca y goma de xantana en la miga de un producto panificable libre de gluten.



**Figura 1.** Efecto de la adición de goma de xantana y almidón de yuca en la miga del producto final.

Al comparar el producto control (Tc) con respecto a las formulaciones de panes libres de gluten (T1-T5) de manera meramente visual, se observa que el incremento de la concentración de goma de xantana y almidón de yuca mejoraron el aspecto y color de la miga del producto. En este sentido, la formulación T5 (30.4 g de harina de amaranto, 45.6 g de harina de arroz, 20 g de almidón de yuca y 4 g de goma de xantana) presentó un aspecto visual similar al producto elaborado con harina de trigo.

En la Fig. 2A se presenta el efecto de la adición de almidón de yuca y goma de xantana en la altura del producto final. La altura de Tc y T1 (producto libre de gluten sin adición de almidón de yuca y goma de xantana) fue de  $3.61 \pm 0.16$  y  $2.46 \pm 0.07$  cm, respectivamente. Los resultados del ANOVA confirmaron un efecto significativo de la formulación sobre la altura de los panes ( $F(5,48)=56,569$ ,  $p<0.001$ ). La altura del producto final aumentó significativamente ( $p<0.05$ ) con el incremento de la concentración de almidón de yuca y goma de xantana, llegando a obtener valores máximos de  $3.83 \pm 0.23$  cm para la formulación T5.



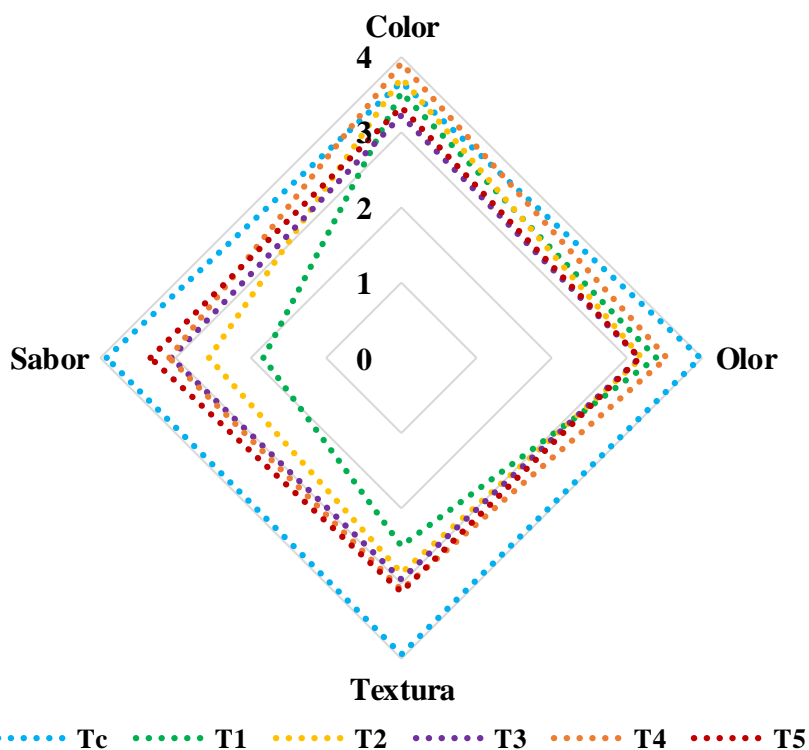
**Figura 2.** Efecto de la adición de goma de xantana y almidón de yuca en la altura (A), dureza (B),  $\Delta E$  en la corteza (C) y  $\Delta E$  en miga del producto final. Los superíndices a, b y c muestran grupos homogéneos establecidos a partir de los intervalos de Tukey ( $p < 0.05$ ).

La Fig. 2B muestra el efecto de la adición de almidón de yuca y goma de xantana en la dureza del producto final. Los resultados del ANOVA confirmaron un efecto significativo de la formulación sobre la dureza de los panes ( $F(5,84)=3,769$ ,  $p=0.003$ ). Como puede observarse, T1 fue el producto que presentó el valor mínimo de dureza ( $1.79 \pm 0.77$  N), un valor significativamente menor ( $p < 0.05$ ) al producto control (Tc). Esto puede ser atribuido a que en la formulación T1 no se incorporó goma de xantana y almidón de yuca y este hecho pudo haber provocado que el producto no lograra a completar la cocción, presentando zonas de masa cruda que no llegaron a formar miga. Por otro lado, los productos libres de gluten a los que sí se les incorporaron los aditivos estudiados en esta investigación (T2-T5) mostraron valores de dureza similares al producto control (Tc). Crockett *et al.* (2011), al estudiar la adición de 2, 3 y 5% (p/p) de goma de xantana en la elaboración de un pan a base de harina de arroz y almidón de yuca, no encontraron cambios significativos en la dureza del producto con respecto al producto elaborado con harina de trigo y sin la adición de goma de xantana.

Respecto a los cambios globales de color provocados por la adición de almidón de yuca y goma de xantana en los panes libres de gluten con respecto a Tc, las Figs. 2C y 2D muestran los valores de  $\Delta E$  de la corteza y la miga, respectivamente. Los resultados de los ANOVAs confirmaron efectos significativos de la formulación sobre el cambio de color de la corteza ( $F(4,69)=32,869$ ,  $p < 0.001$ ) y de la miga ( $F(4,69)=9,243$ ,  $p < 0.001$ ). En ambos casos, el incremento de la concentración de almidón de yuca y goma de xantana disminuyeron los cambios globales de color con respecto al producto elaborado con harina de trigo (Tc), siendo la formulación T5 la que presentó valores

de  $\Delta E$  significativamente inferiores ( $p < 0.05$ ) tanto para la corteza como para la miga del pan ( $7.88 \pm 1.36$  y  $11.73 \pm 2.31$ , respectivamente). De acuerdo con Clarke y Treanor (2017), valores de  $\Delta E$  superiores a 2 son cambios de color perceptibles por el ojo humano.

Finalmente, en la Fig. 3 se presenta el efecto de la incorporación de goma de xantana y almidón de yuca en la evaluación sensorial del producto final. En general, a menor concentración de harina de amaranto y mayores concentraciones de almidón de yuca y goma de xantana, los panes libres de gluten presentaron características sensoriales similares al producto elaborado con trigo. En los resultados obtenidos, el producto control fue el que presentó mejor aceptación por parte de los panelistas respecto al color, olor, textura y sabor. Por el contrario, la formulación T1 (producto libre de gluten sin adición de aditivos) fue la que mostró menos aceptación. Este hecho puede ser atribuido a que esta formulación presentara la mayor concentración de amaranto. James (2017) reporta que el incremento de la concentración de harina de amaranto en la elaboración de pan dulce tipo *red velvet* mejoró la textura y el volumen del producto final. Sin embargo, el autor observó que la incorporación de este pseudocereal produjo un rechazo por parte de los panelistas debido a un sabor amargo y notas de nuez que generalmente no se asocian con el pan dulce tipo *red velvet*.



**Figura 3.** Efecto de la adición de goma de xantana y almidón de yuca en la evaluación sensorial del producto final.

## CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos, el uso de goma de xantana y almidón de yuca representan una alternativa viable para la elaboración de panes libres de gluten con características físicas y sensoriales similares a los productos elaborados con harina de trigo. En este sentido, la formulación T5 (30.4 g de harina de amaranto, 45.6 g de harina de arroz, 20 g de almidón de yuca y 4 g de goma de xantana) fue la que presentó mayor similitud en sus características globales con respecto al control. Sin embargo, futuros trabajos deben centrar sus investigaciones en comparar la calidad nutritiva de estos productos panificables elaborados sin gluten con respecto al pan de trigo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvis, A., Pérez J. L. & Arrazola S. G. (2011). Estudio de propiedades físicas y viscoelásticas de panes elaborados con mezclas de harinas de trigo y de arroz integral. *Información Tecnológica*, 22(4), 107-116.
- Bressani, R. (2004). *Amaranth Biology, Chemistry and Technology*. Chapter 10. CRC Press.
- Clarke, E. L., & Treanor, D. (2017). Colour in digital pathology: a review. *Histopathology*, 70(2), 153-163.
- Crockett, R., Ie, P., & Vodovotz, Y. (2011). How Do Xanthan and Hydroxypropyl Methylcellulose Individually Affect the Physicochemical Properties in a Model Gluten- Free Dough?. *Journal of Food Science*, 76(3), E274-E282.
- De Beer, H., Mielmann, A., & Coetzee, L. (2016). Exploring the acceptability of amaranth-enriched bread to support household food security. *British Food Journal*, 118(11), 2632-2646.
- De la Barca, A. M. C., Rojas-Martínez, M. E., Islas-Rubio, A. R., & Cabrera-Chávez, F. (2010). Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(3), 241-246.
- Hager, A. S., & Arendt, E. K. (2013). Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, 32(1), 195-203.
- Hollon, J., Puppa, E. L., Greenwald, B., Goldberg, E., Guerrerío, A., & Fasano, A. (2015). Effect of gliadin on permeability of intestinal biopsy explants from celiac disease patients and patients with non-celiac gluten sensitivity. *Nutrients*, 7(3), 1565-1576.
- James, S.P. (2017). Sensory evaluation on flavor, volume, and texture of substituting amaranth flour for wheat flour in red velvet cupcakes. Recuperado de <<http://digitalcommons.murraystate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1250&context=postersatthecapitol>> Fecha de consulta: 22 de abril de 2017.
- Liria, M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Perú: CIAT. Recuperado de <<http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2018.
- Matos, M. E., Sanz, T., & Rosell, C. M. (2014). Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. *Food Hydrocolloids*, 35, 150-158.
- Mert, I. D., Sumnu, G., & Sahin, S. (2016). Microstructure of gluten-free baked products. In *Imaging Technologies and Data Processing for Food Engineers* (pp. 197-242). Springer, Cham.
- Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M. H., Neyestani, T. R., & Mortazavian, A. M. (2014). Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(4), 1812-1818.

- Morreale, F., Garzón, R., & Rosell, C. M. (2017). Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose. *Food Hydrocolloids*, 629-635.
- Naqash, F., Gani, A., Gani, A., & Masoodi, F. A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98-107.
- Sinha, N. Ph.D. (2007). *Handbook of Food Products Manufacturing*. Vol. 2, John Wiley & Sons: New Jersey.
- Torbica, A., Hadnadev, M., & Dapčević, T. (2010). Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food hydrocolloids*, 24(6-7), 626-632.