

## Evaluación proximal y antioxidante de un pan tipo coyota a partir de harinas de trigo, frijol y nopal con mermelada de higo

S. M. Solís-García<sup>1</sup>, M. Juárez-García<sup>2,4</sup>, S. O. Mendoza-Díaz<sup>3</sup>, M. Avila-Ontiveros<sup>2</sup>, F. Ramírez-García<sup>2</sup> y J. Mancillas-Medina<sup>2</sup>.

1 Pasante de Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias (IIA), Instituto tecnológico Superior Zacatecas Norte (ITSZN) 2 Profesor-Investigador de la Carrera de IIA del ITSZN. 3 Profesor Investigador en el área de Ciencia y Química de los Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) 4 Contacto [juareztec2018@hotmail.com](mailto:juareztec2018@hotmail.com)

**RESUMEN:** Se desarrolló un pan tipo coyota a partir de una harina compuesta de trigo, frijol y nopal al cual se le evaluaron fenoles totales y actividad antioxidante. Ésta, consistió en el desarrollo de tres formulaciones con diferentes proporciones partiendo de la cantidad mayor harina de trigo a la cantidad menor (harina de nopal), estas se denominaron (T1) 90:8:2, (T2) 80:18:2 y (T3) 70:28:2 y se evaluaron visualmente en color, textura y sabor dónde se eligió el tratamiento 2. A su vez, el T2 se denominó coyota experimental, la cual se comparó con una coyota comercial mediante el análisis proximal y antioxidante. Los principales resultados fueron: en proteína un 14.0%, en grasas 16.2% y en carbohidratos 49.5%. Además, en fenoles totales 0.65 mg/g y en actividad antioxidante de 0.05 mg/g, los cuales fueron mayores en un 100% en proteínas y resultados similares en fenoles totales y bajos en actividad antioxidante encontrándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) y pudieron deberse a la proporción de harina de frijol y se utilizaron los softwares Statistica e Infostat versión 2015. De acuerdo a esto, se generó un producto natural, innovador y nutritivo con valor agregado en la región centro norte del Estado de Zacatecas.

**Palabras clave:** Antioxidante, frijol, pan.

**ABSTRACT:** A coyota type bread was developed from a flour composed of wheat, beans and nopal, to which total phenols and antioxidant activity were evaluated. This consisted in the development of three formulations with different proportions starting from the highest quantity of wheat flour to the smallest amount (cactus flour), these were denominated (T1) 90: 8: 2, (T2) 80: 18: 2 and (T3) 70: 28: 2 and were visually evaluated in color, texture and taste where the treatment was chosen 2. In turn, the T2 was called experimental coyota, which was compared with a commercial coyota by proximal analysis and antioxidant the main results were: protein 14.0%, fat 16.2% and carbohydrates 49.5%. In addition, in total phenols 0.65 mg / g and antioxidant activity of 0.05 mg / g, which were 100% higher in proteins and similar results in total phenols and low in antioxidant activity, significant differences were found ( $p < 0.05$ ) and could be due to the proportion of bean flour and Statistica and Infostat software version 2015 were used. According to this, a natural, innovative and nutritious product with added value was generated in the north central region of the State of Zacatecas.

**Keywords:** Antioxidant, beans, bread.

**Área:** Aprovechamiento y valorización de subproductos

### INTRODUCCIÓN

En México, el consumo per cápita anual de pan dulce, es de 33.5 kilos. De igual manera el principal problema que acontece hoy en día a la población es el consumo excesivo de harinas refinadas, constituyendo un riesgo para la salud en México (CANAIPAN, 2018). Aunado a esto, existen pocas variedades y diversificaciones de uso de otro tipo de harinas para la elaboración y desarrollo de este tipo de panes tradicionales de México. La importancia del consumo de las harinas compuestas es que contiene un alto contenido de nutrientes a diferencia de un tipo de harina convencional. Por otra parte, Henao-Osorio y Aristizábal-Galvis (2009), mencionan que las harinas compuestas tienen un mayor contenido de fibra y azúcares reductores que el patrón de harina de trigo, lo cual aumenta la absorción de agua y el contenido de azúcares disponibles en la fermentación. Es por ello, que Defloor (1995),

utilizó diferentes formulaciones dónde añadía desde un 5 a un 15 % de harina de yuca para el desarrollo de un pan. Así mismo, Surco-Almendras y Alvarado-Kirigin (2010), realizaron un pan a partir de sorgo y trigo, con seis formulaciones desde un 5 hasta un 30% de sustitución de trigo por harina de sorgo. Los productos elaborados con sorgo tienen una mayor cantidad de minerales. Al incrementar la cantidad de sorgo mejoró el valor nutricional en la mayoría de las variables estudiadas. La harina con 10-15% de sorgo presentó buenos valores nutricionales. El contenido de los nutrientes se comparó con los reportados en tablas extranjeras de uso frecuente. Los panes mostraron contenidos (grasa, energía y otros valores) más elevados que los de trigo, excepto en proteína bruta. El estudio de las propiedades reológicas (volumen, farinogramas y extensogramas) de las mezclas determinó las proporciones más adecuadas para panificación (Hoyos-Sánchez y Palacios-Peña, 2015). Dónde realizaron dos productos de panificación, galleta tipo polvorón y pan de molde, empleando mezclas de harinas de trigo, garbanzo, maíz y fibra de piña. Los productos se elaboraron a partir de cuatro formulaciones, las galletas con sustituciones entre el 80 y 100% y los panes con sustituciones entre el 33 y 43%. Esto quiere decir, que es posible utilizar otros tipos de harinas con el fin de enriquecer o dar un aporte amplio de nutrientes y características a los productos de panificación. Además, de diversificar los productos existentes de pan integral (Bautista-Justo *et al.*, 2000).

En este sentido, existen materias primas como el frijol el cual tiene un alto contenido de fibra y antioxidantes (Ulloa *et al.*, 2011) y proteína (Chaquilla-Quilca *et al.*, 2018) y se ha utilizado ya en diferentes productos de panificación, tales como: barritas y panqué (Figuroa-González *et al.*, 2011), pay (Zumaran-Alvarado *et al.*, 2017), entre otros. En el caso de la avena, se han desarrollado galletas (Gutkoski *et al.*, 2007) pan, entre otros. De la misma manera, con el nopal se han desarrollado tortillas (ENSANUT, 2006) snack (Giraldo-Gómez, 2013), barras nutritivas (Olivera *et al.*, 2012), entre otras. A su vez, el frijol, el cual es una leguminosa y su producción en el Estado de Zacatecas es alta (cerca de las 400 mil toneladas), pero no hay una diversificación de productos como tal, este se consume esencialmente de la olla y fritos, por lo cual no hay un aprovechamiento ni valor agregado a la materia prima. Tomando en cuenta su alto contenido de proteínas, fibra y antioxidantes principalmente y sus múltiples beneficios. Asimismo, el trigo es un cereal rico en proteína y fibra, vitaminas su producción en el Estado es considerable (más de 3000 toneladas). De acuerdo a lo anterior, en el presente trabajo se elaboró un pan con harinas de trigo, frijol y nopal de alto poder antioxidante. Además, de generar un valor agregado e incrementar el número de empleos en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área del estudio

El presente proyecto se realizó en el taller de Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte ubicado en la carretera a González Ortega Km. 3 del municipio de Río Grande, Zacatecas, México.

### Obtención de Harinas

Para la obtención de la harina de frijol, consistió en seleccionar el grano y se le dio un secado en un deshidratador solar a una temperatura ambiente de 23 ° y un tiempo de 12 horas a su vez, se pasó a un molino de grano sanbar marca honda 1897 dónde se trituro a un tamaño de 0.955 mm equivalente a 955 micras y se embolsó en poli papel con una humedad de menos de 12%. En la harina de nopal, igualmente se seleccionó la penca acuerdo al tamaño, calidad, etc. Y se le dio un secado en un deshidratador solar a una temperatura ambiente de 23 °C y un tiempo de 24 hrs a su vez, se realizó un molido mecánico en el mismo molino a un tamaño de 1.956 mm equivalente a 1956 micras y se embolsó en polipapel con el mismo contenido de humedad que el frijol.

### Formulaciones y pruebas preliminares

Para la elaboración del pan tipo coyota, se plantearon tres formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo por harina frijol y nopal, dónde se mencionan como T1 (90:8:2), T2 (80:18:2) y T3

(70:28:2). Para la elección de la formulación fue de acuerdo a la que tuvo mejor color, sabor y textura, aunque los resultados no se agregaron. La formulación dos (T2) fue la mejor y posteriormente se le denominó **experimental**.

### **Elaboración de un pan tipo coyota**

Preparar la formulación que tuvo las mejores características (T2), se pesaron los ingredientes en una balanza analítica, se mezcló la harina compuesta con la manteca vegetal hasta homogeneizar y se deja reposar durante 30 minutos. Por otra parte, en un tazón con agua se disuelven algunos piloncillos con el fin de y usarse posteriormente en el amasado y otra parte de los piloncillos se quebraron y se mezcla con la harina. Después, se hicieron las bolas de harina de aproximadamente 5 cm de diámetro, se extendieron con un rodillo hasta dejar una lámina cilíndrica de aproximadamente 3 mm de grosor y de 10-15 cm de  $\Theta$ . Posteriormente, agregó en esa lámina la mermelada de sabor higo y se cubrió con otra lámina de las mismas características y se unen por las orillas con un tenedor y haciendo pequeños orificios en la parte superior, se engrasaron las charolas con manteca vegetal suficiente para que al momento de hornear los panes no se peguen a ellas. Después, se precalentó el horno a 200°C durante 10 minutos y se introdujeron las charolas al horno y dejar entre 12 y 15 minutos a una temperatura de 200°C. finalmente, se dejó enfriar a temperatura ambiente y embolsar en poli papel dejándolas en un lugar seco.

### **Determinaciones**

La determinación de Proteína se realizó de acuerdo a la NMX-F-608-1980; grasa, NOM-086-SSA1-1994; carbohidratos, NMX-F-312-1978; Fenoles Totales, Folin Ciocalteu y Capacidad Antioxidante, con la metodología de Blois (1958).

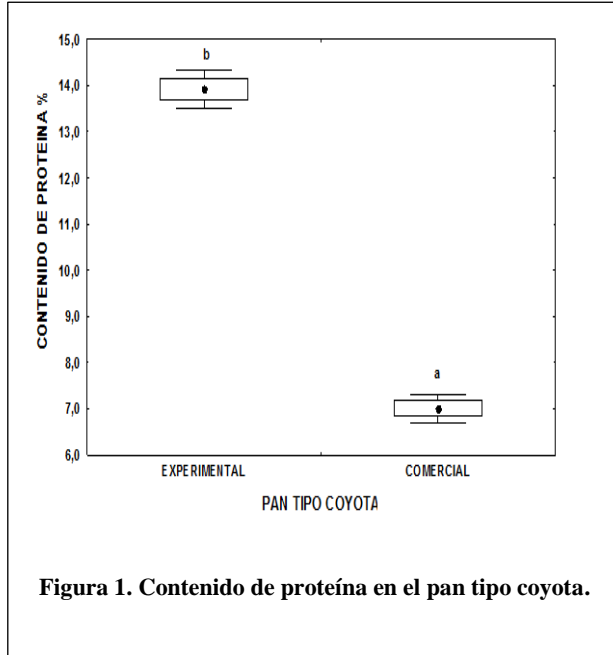
### **Diseño experimental y Análisis Estadístico**

En el presente trabajo se utilizó un diseño de bloques con arreglo factorial, dónde se evaluó contenido nutricional y fenoles totales y capacidad antioxidante con la aplicación de dos niveles de temperaturas (170 y 180°C) y dos niveles de tiempo (11 y 13 minutos) al pan tipo coyota.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

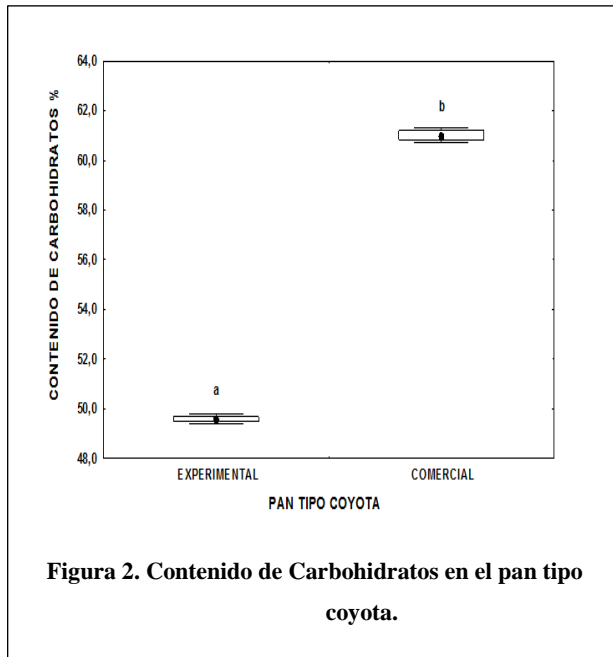
### **Proteína**

El resultado de proteína de la coyota experimental presentó un valor promedio del 14.0 %, esto significa que la harina compuesta tiene componentes con alto contenido en este nutriente, esto es que la formulación principalmente contenía harinas de trigo y frijol y en mínimo porcentaje (4%) harina de nopal. Así mismo, esta se comparó estadísticamente con la coyota comercial (El Indio Yaqui®), donde la experimental fue dos veces más alta que la comercial (7.0%), existiendo diferencias estadísticas entre ellas ( $p < 0.05$ ; Fig. 1). De acuerdo a otros estudios, dónde desarrollaron coyotas tradicionales presentaron un 5% (Coyotas Lulú y coyotas de Sonora Estilo Oquitoa 6% (Coyotas Melly *myfitnesspal* Sonora (2019); además, existen otras marcas como Noralu®, Mozas®, El Maná®, entre otras.



Por otra parte, no existen estudios científicos que aporten su contenido para compararlas de forma nutricional. A su vez, se comparó con otros estudios como el mencionado por Pérez-Hernández *et al.* (2018), dónde realizó una evaluación proximal y mineral en cajas de harinas compuestas a base de trigo leguminosas y oleaginosas, los panes elaborados de harinas compuestas a base de trigo, una leguminosa y otras semillas dónde presentaron valores de 9.8 a 10.7%.

De la misma manera, con Zumaran-Alvarado *et al.* (2017), los cuales desarrollaron un pay de harina de frijol con relleno de mermelada de chilacayote dónde se utilizaron cuatro tratamientos con diferentes proporciones de harinas de trigo y frijol, dónde presentó un 6.3% de proteína.

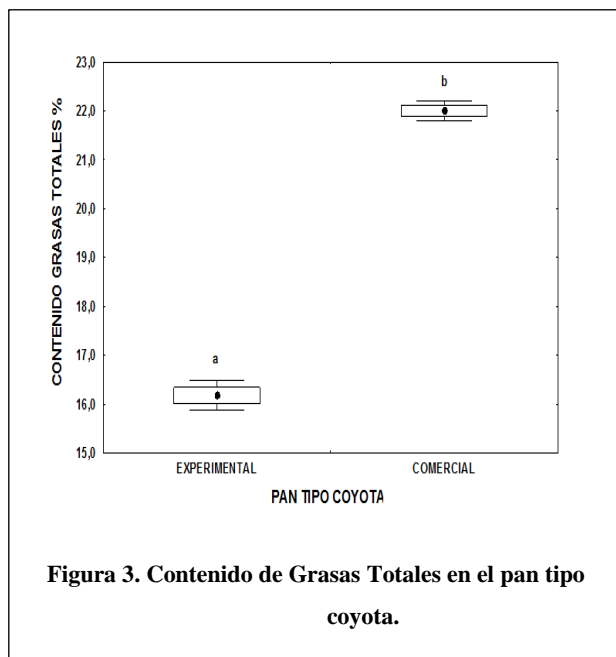


#### Carbohidratos

Los resultados que se obtuvieron en carbohidratos en el pan tipo coyota fueron de 49.58%, lo que significa un 20% menor a los encontrados en panes comerciales y lo cual beneficia al consumidor al disminuir la conversión de azúcares a grasas. A su vez, se comparó con una coyota comercial (61%) mencionada anteriormente, presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ; Fig. 2).

De acuerdo a otros estudios, mencionan un valor de 50 a 64% de carbohidratos en coyotas tipo Oquitoa, Melly, Lulú, entre otras (*Myfitnesspal*, 2019), como se mencionó anteriormente en carbohidratos no existen estudios científicos de la valoración con productos comerciales (coyotas).

Por otra parte, Obregón *et al.* (2013), en el estudio mencionado anteriormente de un pan con sustitución de un 10% de harina trigo por harinas de maíz y papa obtuvieron un pan con el 50.32% de carbohidratos. Así mismo, Zumaran-Alvarado (2017), obtuvo en el pay de harina de frijol Negro San Luis un 61.8 % de carbohidratos.

**Grasas Totales**

El contenido en grasas totales en la coyota a partir de frijol, trigo y nopal fue de 16,18%, esto significa que tuvo un valor ligeramente menor comparada con la coyota comercial (El Indio Yaqui®) con un 22%. Sin embargo, la grasa utilizada fue vegetal y no se considera dañina en su consumo. Así mismo, se compararon estadísticamente existiendo diferencias estadísticas entre ellas ( $p < 0,05$ ; Fig. 3) presentando un 27% menos que la coyota comercial. A su vez, se compararon los resultados de la coyota experimental con otros estudios de coyotas comerciales tradicionales (El Indio Yaqui®), y se encontró un rango de 13 a 20%. Estos son similares a los presentados en este trabajo. Por otra parte, Figueroa-González *et al.* (2010), un 17,0% en un panqué y Zumaran-Alvarado *et al.* (2017) un 25,0% en un pay, lo cual significa que fue mayor en casi 40% de grasa comparado con la formulada.

**Fenoles Totales**

En los resultados para fenoles totales fueron evaluadas tres muestras donde presentaron en un promedio de 0,65 mg/L, en los cuales la M2 tuvo el rango más alto y la M1 tuvo el más bajo (Fig. 4). Estas variaciones pudieron deberse al proceso de preparación de las muestras, extracto de la muestra, tiempo de preparación de la placa, entre otros. el pan tipo coyota aporta aproximadamente el 2% de los países europeos (Gracia-Nava, 2007) y cerca del 10% del consumo en México. Martínez-Dotor (2013). Por otra parte, Guajardo-Flores *et al.* (2013), cuantificaron compuestos fenoles y capacidad antioxidante en el frijol, donde se hizo una preparación del grano y testa para determinar en ambas fracciones la capacidad antioxidante se reportó para frijol negro "San Luis" un intervalo de 27 a 61 mg EAG g<sup>-1</sup>, y Para flavonoides se obtuvieron valores desde 6,35 a 26,3 mg EAG g<sup>-1</sup>. A su vez, Li *et al.* (2015), menciona que se han hecho diversos estudios con trigo, donde el color está asociado a la cantidad de antioxidantes. Contrariamente, Mpofu *et al.* (2006), expresa que el color no parece ser un factor de expresión del contenido de antioxidantes.

**Capacidad Antioxidante método ABTS**

Para el contenido en Capacidad Antioxidante por el método de ABTS presentó valores promedio de 0,05 mg ET/mg en las cuatro muestras, donde la M2 obtuvo el mayor contenido de capacidad antioxidante (0,06 mg de ET/mg) mostrando diferencia de hasta 2 mg eq Trolox/gm en comparación con M1 que obtuvo el valor más bajo de 0,4 en cada una de las muestras de los 3 promedios de coyota (Fig. 5). De igual manera se comparó la capacidad antioxidante de los resultados que obtuvimos con el método ABTS del pan tipo coyota con una harina para pan que pretende potenciar la capacidad antioxidante de sus panes de trigo mediante la adición de plantas medicinales. De acuerdo a otros estudios, Wu *et al.* (2004), reporta actividad antioxidante en granos de trigo en un rango de 1303 a 2479  $\mu\text{mol}$  equivalentes a Trolox (ET), aproximadamente de 14,7 a 28 mg por cada 100 g de producto. Así mismo, Li *et al.* (2015), evaluó variedades de trigo donde menciona que las harinas negras contienen una mayor capacidad antioxidante debido a la pigmentación del grano de trigo.

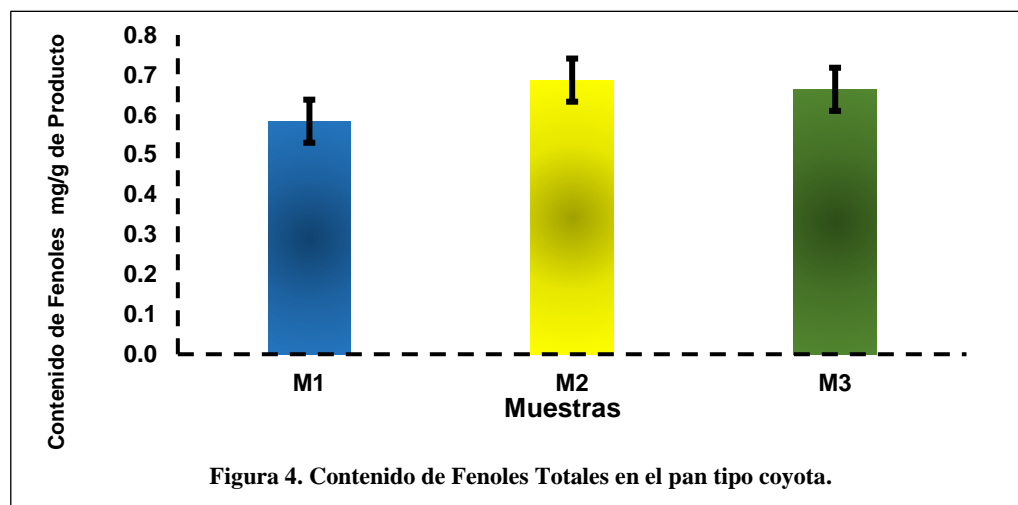


Figura 4. Contenido de Fenoles Totales en el pan tipo coyota.

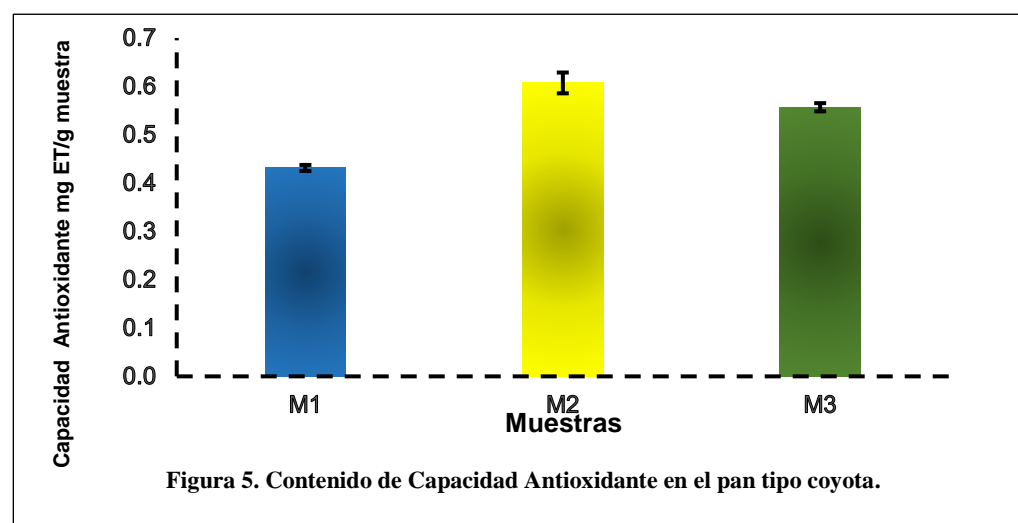


Figura 5. Contenido de Capacidad Antioxidante en el pan tipo coyota.

## BIBLIOGRAFÍA

- Capella, A. N. 2016. Desarrollo de Barra de Cereal con Ingredientes Regionales, Saludable Nutricionalmente. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de ciencias Agrarias. Mendoza, Argentina. 78 p.
- Chaquilla-Quilca, G., Balandrán-Quintana, R. R., Mendoza-Wilson, A. M., Mercado-Ruiz, J. N. 2018. Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Ciencia UAT*, 12 (2): 9.
- Defloor, I., 1995. Factors governing the breadmaking potential of cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) flour, Bélgica, K.U. Leuven
- Figuroa-González, J. J., Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera-Hernández, Ma. G. 2015. Atributo Nutricional y Nutracéutica de Panqué y Barritas a base de Harina de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotecnia*, 17 (3): 9-14.
- Henaos-Osorio, S. y Aristizábal-Galvis, J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 29 (1): 39-46.
- Pascual-Chagman, G. y Zapata-Huamán, J. 2010. Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L. por harina de Kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Revista de la Sociedad Química*, 76 (4): 12.