

ATRIBUTO NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA DE PANQUÉ Y BARRITAS A BASE DE HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

NUTRITIONAL AND NUTRACEUTICAL ATTRIBUTE OF LOAF AND BARS MADE OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) FLOUR

Juan José Figueroa González^{1*}, Salvador Horacio Guzmán Maldonado², Ma. Guadalupe Herrera Hernández²

¹ Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. A. P. 18. C.P. 98500. Tel. (01) 800 088 22 22. Ext. 82312

² Campo Experimental Bajío-INIFAP, Km. 6.0 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. Celaya, Guanajuato, México. C.P. 38110. Tel. (01) 800 088 22 22. ext. 85233

RESUMEN

El consumo *per cápita* de frijol ha disminuido en los últimos años de 25 a 10 Kg por persona por año mientras que el número de enfermedades crónicas degenerativas sigue en aumento. Sin embargo, los estudios referentes al frijol están involucrados en la disminución de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y cáncer. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una barrita y un panqué a base de harina de frijol y evaluar los atributos nutricionales y nutraceuticos comparados con alimentos comerciales similares. Se elaboraron harinas compuestas de frijol Negro Frijozac/trigo: 80:20 para el panqué, y frijol Bayo Zacatecas/avena/frutos secos: 60:30:10 peso/peso para las barritas. Se evaluaron el contenido nutricional y el potencial nutraceutico de los productos elaborados y fueron comparados con alimentos existentes en el mercado y de mayor consumo por la población. El panqué de frijol presentó alto contenido de taninos y cinco veces más fibra, que el panqué comercial, mientras que la barrita presentó excelente contenido de proteína, fenoles totales y taninos. La elaboración de nuevos productos a base de esta leguminosa es importante por su alto potencial nutraceutico y rico contenido en fibra dietaria y proteína. Asimismo, permite ampliar el canal de comercialización de este tipo de grano.

Palabras clave: valor agregado, harina compuesta, panadería, repostería, nutraceutico.

ABSTRACT

Per capita beans consumption has fallen in recent years from 25 to 10 kg per person per year and also the increment in chronic degenerative diseases continues to rise. However, studies concerning beans are involved with decreased cardiovascular disease, diabetes, obesity and cancer. The objective of this work was to develop a bean flour-based bar and a loaf and assess nutritional and nutraceutical attributes compared to similar commercial foods. For composite flour a 80:20 (w/w) ratio of Frijozac Black bean and wheat was developed for loaf; and a 60:30:10 (w/w) ratio of Bayo Zacatecas bean, oat and nut for bar. The product's nutritional content and nutraceutical potential were evaluated and compared with commercially available products of high consumption

by the population. The bean loaf presented high tannin content and five times more dietary fiber content than the commercial loaf, while the bar provided excellent protein content, total phenols and tannins. The development of new products based on this legume is important because for its high nutraceutical potential and content of dietary fiber and protein. It also allows the expansion of marketing channel in this type of grain.

Keywords: value-added, composite flour, bakery, confectionery, nutraceutical.

INTRODUCCIÓN

El frijol constituye una de las principales fuentes de proteína en la dieta de grandes segmentos de la población, lo cual es apreciable porque en México existe un nivel elevado de desnutrición energética proteínica, principalmente en las zonas rurales y urbanas marginales (Sangerman-Jarquín *et al.*, 2010). El contenido proteínico del frijol es de bajo costo comparado con la proteína de origen animal (Jacinto *et al.*, 2002). Además, el frijol es rico en carbohidratos complejos, fibra y presenta bajo contenido de lípidos. También contiene y aporta vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina y minerales como el fósforo, hierro y zinc (Díaz-Batalla *et al.*, 2006; Guzmán-Maldonado *et al.*, 2002). El consumo de frijol y otras leguminosas han sido benéficos sobre la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, enfermedades de los huesos y algunos tipos de cáncer (Kabagambe *et al.*, 2005; Rizkalla *et al.*, 2002; Mathers, 2002; Messina, 1999). Actualmente, a la producción de frijol se dedican alrededor de 622 mil productores, por lo que esta actividad es también importante desde el punto de vista social. Además, el frijol es consumido principalmente en países en desarrollo. Asimismo, Zacatecas es la entidad más importante en la producción de frijol (Magaña *et al.*, (2014). La producción y consumo de frijol claro y negro; en el norte y sur de México respectivamente motiva a la generación de productos agroindustriales de alto valor agregado ampliando así, la diversificación industrial de frijol. Rodríguez-González y Fernández-Rojas (2015) reiteran que en las poblaciones de clase media el estudio de prácticas relacionadas con el manejo de frijoles en el hogar, permite tener conocimiento

*Autor para correspondencia: Juan José Figueroa González
Correo electrónico: figueroa.juan@inifap.gob.mx

Recibido: 08 de octubre de 2015

Aceptado: 13 de noviembre de 2015

de las prácticas que son realizadas por dicha población, lo que podría ser un insumo importante a ser considerado para establecer recomendaciones en programas de educación nutricional que permitan preservar el mayor contenido de nutrientes y aumentar el consumo de frijoles.

En cambio, García *et al.* (2014) menciona que en la actualidad existe un consumo específico por los factores y características considerados por los consumidores al elegir la clase, variedad, presentación o marca comercial de su preferencia; esto lleva a preferencias de consumo de productos con mayor valor agregado obtenido a través del empaquetado de frijol. Los cambios en la satisfacción de los clientes indican que las elecciones de consumo están desplazándose hacia productos con mayor valor agregado; en el caso del frijol dicha inclinación se traducirá en el beneficio a través del empaquetado y la industrialización, o bien, por medio de la obtención de productos más saludables y convenientes para los compradores.

Por otro lado, las harinas compuestas son una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos que se crean para satisfacer las necesidades nutricionales específicas gracias a la complementación diferencial de los compuestos químicos que contienen (Ubbor y Akobundu, 2009; Shahzadi *et al.*, 2005). Estas harinas también son utilizadas en la tecnología agroindustrial para producir alimentos de alta calidad nutricional para el consumidor (Shahzadi *et al.*, 2005) como galletas, pastas y panes (Pacheco *et al.*, 2009). En la actualidad, la producción de alimentos ricos en proteína y que aporten un beneficio a la salud es un reto para los tecnólogos en alimentos con la finalidad de buscar alternativas de comercialización de granos y cereales que tienen como único canal de comercialización a granel y por tanto el precio pagado al productor es poco rentable. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una barra y un panqué a base de harina de frijol y evaluar los atributos nutricionales y nutraceuticos comparados con alimentos comerciales similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los productos fueron elaborados a nivel piloto en la planta agroindustrial ubicada en el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP. Se obtuvo la harina de frijol moliendo el grano directamente en un molino para nixtamal (1HP con piedra de 5 pulgadas, producción de hasta 60 kg/hora), se dejó enfriar y se almacenó a 5 °C hasta su uso. La formulación de cada uno de los productos elaborados se muestra en la Tabla 1.

Se trabajó con las variedades de frijol Bayo Zacatecas y Negro Frijozac proporcionadas por la Integradora de Productores de Frijol del Estado de Zacatecas, A.C. Para la elaboración del panqué se utilizó la variedad Negro Frijozac. La elaboración se hizo de la siguiente manera: en un recipiente se colocaron los dos tipos de harina de frijol y trigo, se adicionaron los demás ingredientes, polvo para hornear, sal; y se mezclaron en forma manual con una paila de madera, después se agregaron las yemas, la leche en polvo disuelta

Tabla 1. Formulación del panqué y de la barra a base de harina de frijol.
Table 1. Formulation of bean flour based loaf and bar.

Ingrediente	Panqué (%)	Barrita (%)
Harina de frijol	17.3	36
Harina de trigo	4.3	--
Avena	--	18
Nuez	--	3
Pasas	--	1.8
Amaranto	--	1.2
Azúcar	15.1	9
Mantequilla	15.1	5
Huevo	25.0	1.8
Leche	21.6	2.4
Vainilla	0.4	--
Bicarbonato de Sodio	1.1	--

en agua y la mantequilla previamente mezclada con el azúcar (para alcanzar mayor suavidad en el producto final), se incorporaron las claras batidas a punto de turrón y los saborizantes, se vaciaron en moldes y se hornearon (estufa Bosch de gas Mod. P4, piso 30 pulgadas, México) a 250 °C durante 40 minutos, se dejó reposar en el horno por 15 minutos y pasado el tiempo se sacó para enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, se desmoldó. Con respecto a la barra se utilizó la variedad de frijol Bayo Zacatecas. La mantequilla y el azúcar se mezclaron hasta formar una pasta cremosa, posteriormente se agregó la harina de frijol, la avena y la sal y se mezclaron para agregar finalmente la nuez, las pasas y el amaranto. La mezcla se refrigeró por 20 minutos envuelta dentro de una bolsa de plástico. Inmediatamente después del reposo se moldearon las barras y se hornearon a 210 °C por 43 minutos. Para comparar la calidad nutricional y nutraceutica de los alimentos a base de frijol, se adquirieron y se analizaron productos similares de marcas comerciales Bimbo® en los mercados locales.

Análisis químico

El contenido de proteína, extracto etéreo y cenizas se determinó por los métodos descritos por la AOAC (1990) mientras que la fibra dietaria se determinó de acuerdo con el método gravimétrico de Prosky *et al.* (1988).

Análisis de compuestos fitoquímicos

El método empleado para la identificación de fenoles totales, fue el de Folin Ciocalteu, descrito por Singleton *et al.* (1999); se pesaron 0.1 g de muestra y se colocaron en un vaso de precipitado con 10 mL de metanol al 30%, se filtró y el líquido resultante fue el usado como extracto para la determinación. En un tubo de ensayo se colocó 1 mL de agua grado HPLC y se adicionó 1 mL de extracto y 200 µL de reactivo de Folin Ciocalteu. Los tubos se agitaron y se dejaron reposar de 5-8 minutos. Posteriormente, fueron adicionados

2 mL de carbonato de sodio al 7% a cada tubo, se mezclaron e inmediatamente se aforaron a 5 mL con agua grado HPLC. Se dejaron reposar a temperatura ambiente de 1 a 2 horas y se leyó cada muestra en una absorbancia de 750 nm. La concentración de los taninos se identificó por el ensayo de vainillina de Deshpande y Cheryan (1985): se pesaron 200 mg de muestra y se extrajeron en 10 mL de metanol durante 24 horas. Posteriormente, se agitó y se centrifugó la muestra. Se tomó 1 mL de esta solución y se le adicionaron 5 mL de reactivo de vainillina. Se preparó un blanco con 1 mL de solución más 5 mL de HCl al 4% en metanol. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 30 °C durante 20 minutos y se leyeron en una absorbancia de 500 nm. Las antocianinas se cuantificaron conforme al método desarrollado por Abdel y Hucl (1999): se pesaron 50 mg de muestra y se extrajeron en 24 mL de etanol acidificado y se agitó durante 30 minutos. Posteriormente, se ajustó el pH a 1 con HCl (4 N). Se centrifugó la solución por 15 minutos. El sobrenadante se pasó a un matraz volumétrico y se aforó a 50 ml con etanol acidificado y se leyó en una absorbancia de 535 nm y la capacidad antioxidante equivalente de trolox se hizo de acuerdo con Van den Berg *et al.* (1999): el radical ABTS se obtuvo disolviendo 0.0038 g de ABTS (7 mM) en 1 mL de persulfato de amonio 2.45 mM. La solución se almacenó en refrigeración y se protegió de la luz 12 horas antes de su uso. La solución concentrada de ABTS se diluyó con solución amortiguadora de fosfato salino (4 g de NaCl, 0.2 g de KCl, 1.44 g de Na₂HPO₄ y 0.24 g KH₂PO₄ disueltos en 1 L de agua y se ajustó el pH a 7.4), 0.2 mL en 14 mL de solución amortiguadora aproximadamente para obtener una absorbancia final en la dilución de 0.7 ± 0.2 a una longitud de onda de 734 nm.

Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) y se efectuó un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para comparación de medias. Los resultados fueron expresados como la media ± desviación estándar (DE), se analizaron usando el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutricional del panqué

El contenido de proteína de los panqués fue estadísticamente diferente dado que el panqué de frijol Negro Frijozac presentó casi dos veces más que el panqué comercial (harina de trigo-gluten, azúcar, huevo, aceite y grasa vegetal, almidón de maíz, glicerina, colorantes y aditivos químicos) como se indica en la Tabla 2. Jacinto *et al.* (2002) menciona que el frijol es una fuente importante de proteínas de bajo costo en comparación con las proteínas de origen animal. En este sentido, una rebanada de 100 g de panqué de frijol proporciona a niños de edad preescolar el 27 % de la ingesta diaria recomendada, mientras que para jóvenes de 15 a 18 años aporta el 11 % de proteína. La cocción de ciertas proteínas vegetales produce con frecuencia un aumento de digestibilidad por desenmascarar sitios de hidrólisis. Sin embargo, si hay interacciones

Tabla 2. Composición química (%) del panqué de harina de frijol y un panque comercial.

Table 2. Chemical composition (%) of the bean flour loaf and a commercial flour wheat loaf.

Determinación	Panqué de Negro Frijozac	Panqué comercial
Proteína	15.1 ± 0.21 a	9 ± 0.075 b
Grasa	17.0 ± 0.09 a	15.85 ± 0.345 b
Cenizas	3.9 ± 0.05 a	1.23 ± 0.06 b
Fibra dietaria	27.7 ± 0.73 a	4.95 ± 0.0221 b
Carbohidratos	36.4 ± 0.88 b	68.96 ± 0.822 a

hidrofóbicas proteína-proteína, lo que puede ocurrir si el grado de desplegamiento es elevado, se produce agregación, que puede ocasionar una disminución de la solubilidad y la precipitación de la proteína (Lupano, 2013). Viswanathan y Ho (2014) reportaron para un pan de frijol rojo (15 %) mezclado con harina blanca fuerte de trigo (85 %) un contenido de proteína de 13.26 %. En tanto, que Montoya *et al.* (2014) reportó 12.34 % de proteína para un pan de trigo adicionado con vitaminas y minerales. En panes elaborados con harinas compuestas de cereales (trigo-sorgo) se reportaron valores de 15.4 a 20 % de proteína (Abou-Zaid *et al.*, 2012).

El contenido de grasa es mayor en el panqué de frijol y que el reportado por Ndife *et al.* (2011) para panes elaborados con soya y trigo los cuales contenían entre 4.0 y 6.4 % de grasa total. Las leguminosas son alimentos de bajo contenido graso, contienen 50 % de ácidos grasos poliinsaturados y 25 % de monoinsaturados (Silveira *et al.*, 2003). Se ha informado que los ácidos grasos de cadena corta, especialmente butirato, juegan un papel importante en la prevención de cáncer de colon (Bornet y col., 2000; Barshishast *et al.*, 2000). El panqué comercial presentó menos grasa, sin embargo, en el producto comercial se declara en las etiquetas que contienen mantecas vegetales parcialmente hidrogenadas; éstas podrían contener ácidos grasos *trans* que provocan pérdida de elasticidad en los vasos sanguíneos (Bautista *et al.*, 2010). Además, la grasa ablanda los pasteles debido a que corta las ramificaciones de proteína-almidón. Provoca un aumento del volumen (Vaclavik, 2002) incorporando aire dentro de la mezcla (Charley, 2007). Las grasas contribuyen al hornear y al endurecimiento (Al-Dmoor, 2011). El contenido de grasa en un pastel no tradicional elaborado con harina de sorgo, reportado por Hussein *et al.* (2012) es de 5.26 % y Manisha *et al.* (2012) en pasteles donde sustituyó el azúcar por estevia y además contiene goma xantana presentó valores de 28.4 % de contenido graso.

El consumo de frijol como fuente de fibra produce una mayor saciedad, debido a varias causas: mayor volumen de alimentos, mayor tiempo de ingestión, lo que produce una mayor sensación de plenitud y motilidad intestinal (Mederos, 2006; Silveira *et al.*, 2003); aumento de la excreción de ácidos biliares y propiedades antioxidantes (Silveira *et al.*, 2003). En este sentido el panqué de frijol puede presentar estos efectos dado que presentó cinco veces más fibra que el panqué comercial. Además, el panqué de frijol presentó 24 %

más que el reportado por Pacheco y Testa (2005) para pan de molde de trigo que es de 3.80 % y que Bhatt y Grupta (2015) quienes encontraron entre 12.61 y 14.82 % de fibra dietaria en panes elaborados con harinas compuestas de trigo, sorgo, maíz, garbanzo, cebada y soya.

Calidad funcional del panqué

Los valores de fenoles solubles totales (FST) encontrados para el panqué comercial fueron mayores que el producto de frijol (Tabla 3), la mayoría de estos compuestos confieren a los alimentos características peculiares en cuanto al amargor y astringencia. Esto hace que muchos alimentos sean rechazados por el consumidor y que la industria agroalimentaria seleccione productos con bajo contenido de los mismos (Silveira *et al.*, 2003). Además, los FST se han relacionado con su capacidad para prevenir enfermedades cardíacas (Drago *et al.*, 2006). Por otro lado, el contenido de antocianinas totales (AT) fue mucho mayor en el panqué de frijol Negro Frijozac, Takeoka *et al.*, (1997); Salinas-Moreno y col. (2005) mencionan que el frijol negro contiene 213 mg/100 g de AT las cuáles tienen un interés potencial como colorantes y antioxidantes naturales en alimentos, tal es el caso del panqué de frijol negro, al cual no se le añadieron colorantes. El contenido de taninos condensados (TC) fue cuatro veces mayor que el producto comercial. Los taninos pueden mejorar la salud del tracto urinario y prevenir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Hasler, 2000). En tanto, la capacidad antioxidante TEAC es mayor en el panqué de frijol que en el producto comercial. A comparación de los otros productos el panqué tiene menor capacidad antioxidante lo cual puede estar relacionado con la mención de Korus *et al.* (2006), quienes dicen que durante el procesamiento de los alimentos los fenoles sufren diversos cambios, los cuales pueden alterar la actividad antioxidante de los productos.

Tabla 3. Contenido de Fenoles solubles totales (FST), antocianinas totales (AT) y taninos condensados (TC) (mg/100 g) y la capacidad antioxidante (TEAC, $\mu\text{mol/g}$) de panqué de harina de frijol y de un panqué comercial.

Table 3. Total soluble phenols (FST), total anthocyanins (TA) and condensed tannins (TC) content (mg/100 g) and antioxidant capacity (TEAC, $\mu\text{mol/g}$) of bean flour loaf and a commercial loaf.

Determinación	Panqué de Negro Frijozac	Panqué Comercial
FST	49.8 ± 4.9 b	82.6 ± 1.88 a
AT	16.1 ± 1.0 a	0.02 ± 0 b
TC	291.8 ± 18.9 a	70.3 ± 9.98 b
TEAC	17.9 ± 0.0 a	11.9 ± 0.01 b

Medias en columnas con la misma letra son significativamente iguales; prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Valor nutricional de la barra de frijol y avena

La composición química de la barra de frijol Bayo Zacatecas, así como de la barra comercial (harina de trigo-gluten, azúcar, nuez, grasa butírica, grasa vegetal, harina de cebada y harina de avena.) se indica en la Tabla 4. El contenido de proteína presente en la barra de frijol es casi dos veces

Tabla 4. Composición química (%) de una barra de frijol y una barra comercial.

Table 4. Chemical composition (%) of bean bar and a commercial bar.

Determinación	Barrita de Bayo Zacatecas	Barrita Comercial
Proteína	15.9 ± 0.42 a	8.7 ± 0.19 b
Grasa	11.6 ± 0.78 b	26.1 ± 0.01 a
Cenizas	3.6 ± 0.39 a	1.7 ± 0.11 b
Fibra dietaria	15.4 ± 1.51 a	8.6 ± 0.16 b
Carbohidratos	53.5 ± 1.33 a	54.9 ± 0.34 a

Medias en columnas con la misma letra son significativamente iguales; prueba de Tukey ($p < 0.05$).

más que el producto comercial y menor que lo reportado por Nadeem *et al.* (2012) para una barra de harina de maíz con proteína concentrada de suero quienes encontraron valores de 7.41 a 14.95 %. Por lo que lo convierte en bocadillo nutritivo que proporcione la proteína necesaria antes y después de cada comida. El alto consumo de proteínas de origen animal principalmente por la carne roja está asociada en el desarrollo de cáncer de mama (Hawrylewicz *et al.*, 1995) debido a la producción de hidrocarburos poliaromáticos y otros carcinógenos producidos por la destrucción de las proteínas al cocinar la carne a altas temperaturas (Mora, 2014). Por otro lado, existe mayor contenido de proteína que en las barras de cereales y nuez elaboradas por Estévez *et al.* (2000) que presentan valores de 10-14 %. El contenido de proteína soluble en frijol es alrededor del 50 % y el presentado en la variedad Bayo Berrendo es de 16.47 % (Raya-Pérez *et al.*, 2014), sin embargo la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta 70 % comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100 % (Ulloa *et al.*, 2011). Con respecto al contenido de grasa es dos veces mayor en la barra comercial y que es comparado con las barras de cereales reportadas por Estévez *et al.* (2000) las cuales contienen de 23-27 % de grasa. Dietas altas en grasa son también asociadas con enfermedades como la diabetes (Bermudez y Tucker, 2003). Además, este tipo de barra se sometió al proceso de horneado el cual consiste en un proceso de cocción donde se utiliza aire seco, es decir no se impregnó de grasa por lo que disminuyó su contenido lipídico. Sin embargo, los lípidos insaturados se pueden oxidar a hidroperóxidos, peróxidos cíclicos, epóxidos y aldehídos. Estos derivados no sólo afectan desfavorablemente el aroma y el sabor de los alimentos, también pueden interactuar con proteínas y otros componentes de los alimentos reduciendo su calidad nutricional y su inocuidad (Lupano, 2013). Por otro lado, el contenido de cenizas se incrementa dos veces más en la barra de frijol que en el producto comercial, haciendo mención que las legumbres son ricas en minerales como calcio (Bazzano *et al.*, 2001; Guzmán-Maldonado *et al.*, 2003), potasio, magnesio (Bazzano *et al.*, 2001) fierro y zinc (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2003). En relación con la fibra dietética el mayor valor se presenta en la barra de frijol. El consumo de frijol disminuye las concentraciones de colesterol en la sangre hasta 10 %; efecto

que se atribuye al contenido de fibra en el grano (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2002) y la fibra insoluble es escasamente fermentada y tiene un marcado efecto laxante y regulador intestinal, mientras que la fibra soluble es fermentada en alta proporción y sus principales propiedades se relacionan con disminución de colesterol y glucosa en sangre y desarrollo de la flora intestinal (Silveira *et al.*, 2003; Mederos, 2006; Venn y Mann 2004; Ulloa *et al.*, 2011).

Calidad funcional de la barrita

El contenido de fenoles solubles totales fueron estadísticamente similar entre la barrita de frijol y el producto comercial (Tabla 5). La actividad antioxidante de los polifenoles se ha relacionado con su capacidad para prevenir falla cardiaca, aterosclerosis, enfermedad cardiovascular y neoplasias (Drago *et al.*, 2006) y la actividad antioxidante de estos compuestos se debe a su capacidad para atrapar radicales libres (Reynoso-Camacho *et al.*, 2007). Mientras que la cantidad de antocianinas fue mucho mayor en la barrita de frijol. El contenido de antocianinas reportado por Lopez y Bressani (2008) para el frijol crudo es de 14.8 mg/100 gramos, y el presentado en esta barrita de frijol es de 14.96 mg/100 gramos y es un alimento horneado; por lo que se puede atribuir, que el horneado no afecta el contenido de antocianinas en los alimentos producidos a base de frijol. Además, tienen un papel importante en la reducción de enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios, mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo (Garzón, 2008). La concentración de taninos condensados (TC) en la barrita de frijol fue quince veces más que en el producto comercial. El frijol común es un alimento saludable y funcional con excelente valor nutritivo, presenta excelente contenido de taninos (Araya y Lutz, 2003).

Tabla 5. Contenido de Fenoles solubles totales (FST), antocianinas totales (AT) y taninos condensados (TC) (mg/100 g) y la capacidad antioxidante (TEAC, μmol/g) de una barrita de harina de frijol y de una barrita comercial.
Table 5. Total soluble phenols (FST), total anthocyanins (TA) and condensed tannins (TC) (mg/100 g) content and antioxidant capacity (TEAC, μmol/g) of bean flour bar and a commercial bar.

Determinación	Barrita de Bayo Zacatecas	Barrita Comercial
FST	100.52±4.92 a	101.01±2.19 a
AT	14.96±1.01 a	0.004±0 b
TC	204.69±7.14 a	13.01±1.4 b
TEAC	26.65±0.06 a	22.51±0.31 b

Medias en columnas con la misma letra son significativamente iguales; prueba de Tukey (p<0.05).

CONCLUSIONES

La producción tecnológica del panqué y la barrita de frijol puede ser viable, y por sus propiedades nutraceuticas pueden ser aptos para personas diabéticas y con cierto grado de obesidad. Los productos agroindustriales de frijol presentados en este trabajo son ricos en fenoles, taninos y una excelente capacidad antioxidante. Por otro lado, el contenido de fibra dietaria es mayor en los alimentos producidos

a base de frijol que en los productos comerciales. El panqué de frijol puede resultar más ambicioso por su alto contenido de taninos y fibra; elementos actualmente estudiados en la prevención y control de enfermedades crónico degenerativas. Es importante continuar con este tipo de investigación para conocer las propiedades físicas (perfil de textura) de la harina y de los productos elaborados.

REFERENCIAS

Abdel-Aal, E. S. M. and Hucl, P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *American Association of Cereal Chemists, Inc.* 76 (3): 350-354.

Abou-Zaid, A. A. M., El-Bandy, M. A. and Ismaeili, H. 2012. Rheological properties and quality evaluation of bread and biscuits supplemented with mushroom micells flours. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 66: 237-245.

Al-Dmoor, H. M. 2011. Cake flour: functionality and quality (Review). *Journal European Scientific*. 9 (3): 166-180. ISSN: 1857-7431.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.

Araya, H. y Lutz, R. M. 2003. Alimentos funcionales y saludables. *Rev. Chil. Nutr.* 30 (1): 8-14.

Bautista, J. M., Pineda-Torres, R. I., Camarena-Aguilar, E., Alanís-Guzmán, G., Mota, V. M. and Barboza-Corona, J.E. 2010. El nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqué. *Acta universitaria de la Universidad Autónoma de Guanajuato*. 20: 11-17.

Bhatt, S. M. and Gupta, R. K. 2015. Bread (composite flour) formulation and study of its nutritive, phytochemicals and functional properties. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4: 254-268.

Barshishat, M., Polak-Charcon, S. and Schwartz, B. 2000. Butyrate regulates E-cadherin transcription, isoform expression and intracellular position in colon cancer cells. *J. Cancer*. 88: 195-203.

Bazzano, L. A., Jiang, H., Lorraine, G. O., Loria, C., Vupputuri, S., Myers, L. and Whelton, P. K. 2001. Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women. *NHANES I Epidemiologic Follow-Up Study. Arch Intern Med*. 161: 2573-2578.

Bermudez, O. I. y Tucker, K. L. 2003. Tendencias en el consumo de alimentos en poblaciones latinoamericanas. *Cad. Saude Publica, Río de Janeiro*, 19: 87-99.

Bornet, F. R. J., Meflah, K. and Menanteau, J. 2002. Enhancement of gut immune functions by short-chain fructooligosaccharides and reduction of colon cancer risk. *Simp. Bioscience Microflora*. 21: 55-62.

Charley, H. 2007. Tecnología de alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa, 1ª ed. México. 767 p.

Deshpande, S. S. and Cheryan, M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science* 50: 905-910.

Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M., Fahey, G. C., Castaño-Tostado, E. and Paredes-López, O. 2006. Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem*. 54: 2045-2052.

Drago, S. M. E., López, L. M. y Sainz E. T. R. 2006. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Rev. Mex. Cienc. Farma*. 37: 58-68.

Estévez, A. A. M., Escobar, A. B. y Ugarte, A. V. 2000. Utilización de cotiledones de algarobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. *Arch. Latinoamericanos Nutr*. 50: 148-151.

García, S. J. A., López, M. E. F., Soria, E. G., y Sánchez, R. C. G. 2014. Establecimiento de plantas beneficiadoras de frijol

- negro en Zacatecas: un estudio sobre ubicación óptima de instalaciones. *Investigación y Ciencia*, 22 (62): 33-41.
- Garzón, G. A. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biol. Colomb.* 13: 27-36.
- Guzmán, M. S. H., Acosta, G. J. A., Álvarez, M. M. A., García, D. S. y Loarca, P. G. 2002. Calidad alimentaria y potencial nutracéutico del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Rev. Agric. Técn. Méx.* 28 (2): 159-173.
- Guzmán, M. S. H., Martínez, O., Acosta, G. J. A., Guevara, L. F. and Paredes, L. O. 2003. Putative quantitative trait loci for physical and chemical components of common bean. *Crop Sci.* 43: 1029-1035.
- Hasler, C. M. 2000. The changing face of functional foods. *Jour. Nutr.* 19: 499-506.
- Hawrylewics, E. J., Zapata, J. J. and Blair, W. H. 1995. Soy and experimental cancer: animal studies. *J. Nutr.* 22: 3166-3195.
- Hussein, A. M. S., Hegazy, N. A. and Ibrahim, T. A. A. 2012. Production and evaluation of gluten-free cakes. *Australian Journal of Basic and Applied Science.* 6 (12): 482-491.
- Jacinto, H. C., Hernández, S. H., Azpíroz, R. H. S., Acosta, G. J. A. y Bernal, L. I. 2002. Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia*, jul-agos. Vol. 36: 451-459.
- Kabagambe, E. K., Bayln, A., Ruiz-Narvarez, E., Siles, X. and Campos, H. 2005. Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction. *J. Nutr.* 135: 1770-1775.
- Korus, J., Gumul, D. and Czechowska, K. 2007. Effect of extrusion on the phenolic composition and antioxidant activity of dry beans of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Food. Technol. Biotechnol.* 45: 139-146.
- López, G. C. M. and Bressani, R. 2008. Uso del cowpea (*Vigna unguiculata*) en mezclas con frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. *Arch. Latinoamericanos Nutr.* 58: 71-80.
- Lupano, C. E. 2013. Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. 1ª ed. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-1028-8. 218 p.
- Magaña, L. D., Piedra, S. D. G., y Rico, L. D. F. 2015. Análisis Sectorial y de la Dinámica de los Precios del Frijol en México. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 3 (1): 1-21.
- Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *J. Food Hydrocolloids.* 29: 363-373.
- Mathers, J. C. 2002. Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. *J. Nutr.* 88: 273-279.
- Mederos, Y. 2006. Indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales.* 27: 55-62.
- Messina, M. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 439-450.
- Montoya, L. J., Giraldo, G. A. G., y Valencia, C. A. C. 2014. Determinación del efecto del procesamiento de panificación de la harina de trigo en la concentración de vitaminas y minerales. *Sinapsis-Revista de Investigación de la Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM*, 4 (4): 228-240.
- Mora, E. G. 2014. Un enfoque actualizado del tamizaje y epidemiología. *Rev. Med. De Costa Rica y Centroamérica.* 71: 763-770.
- Nadeem, M., Muhammad Anjum, F., Murtaza, M. A. and Mueenud-Din, G. 2012. Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surface methodology. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Ndife, J., Abdulraheem, L. O. and Zakari, U. M. 2011. Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends. *African Journal of Food Science.* 5: 466-472.
- Pacheco, D. E., Peña, J. y Jiménez, P. 2009. Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo. *Rev. Fac. Agron.* 26: 583-598.
- Pacheco-Delayahe, E. y Testa, G. 2005. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia.* 30: 300-304.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., DeVries, J. W. and Furda, I. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Anal. Chem.* 71: 1017-1023.
- Raya-Pérez, J. C., Gutiérrez-Benicio, G. M., Ramírez-Pimentel, J. G., Covarrubias-Prieto, J., y Aguirre-Mancilla, C. L. 2014. Caracterización de proteínas y contenido mineral de dos variedades nativas de frijol de México. *Agronomía Mesoamericana*, 25: 1-11.
- Reynoso-Camacho, R., Ríos-Ugalde, C., Torres-Pacheco, I., Acosta-Gallegos, J. A., Palomino-Salinas, J., Ramos-Gómez, M., González-Jasso E. y Guzmán-Maldonado, S. H. 2007. Efecto del consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el cáncer de colon en ratas Sprague-Dawley. *Agric. Tec. Méx.* 33: 43-52.
- Rizkalla, S. W., Bellisle, F. and Slama, G. 2002. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. *J. Nutr.* 88: 255-262.
- Rodríguez-González, S., y Fernández-Rojas, X. E. 2015. Prácticas culinarias asociadas al consumo de frijoles en familias costarricenses. *Agronomía Mesoamericana*, 26 (1): 145-151.
- Shahzadi, N., Butt, M. S., Rehman, S. and Sharif, K. 2005. Chemical characteristics of various composite flours. *J. Agricult. Biology.* 7: 105-108.
- Salinas-Moreno, Y., Rojas-Herrera, L., Sosa-Montes, E. y Pérez-Herrera, P. 2005. Composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en México. *Agrociencia.* 39: 385-394.
- Sangerman-Jarquín, D. M., Acosta-Gallegos, J. A., Shwenstesis, R. R., Damían, H. M. A. y Larque, S. B. S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 1: 363-380.
- Silveira, R. M. B., Monereo, M. S. y Molina, B. B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos? *Rev. Esp. Salud Pública.* 77: 317-331.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol.* 299: 152-178.
- Statistical Analysis System (SAS). (2002). For Windows. Version 9.0. SAS Institute, Inc. Cary, N. C. USA.
- Takeoka, G. R., Dao, L. T., Full, G. H., Wong, R. Y., Harden, L. A., Edwards, R. H. and Berrios, J. J. 1997. Characterization of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3395-3400.
- Ubbor, S. C. and Akobundu, E. N. T. 2009. Quality characteristics of cookies from composite flours of watermelon seed, cassava and wheat. *J. Nutr.* 8: 1097-1102.
- Vaclavik, V. A. 2002. Fundamentos de ciencia de los alimentos. Editorial Acribia, 1ª ed. Zaragoza, España. 485 p.
- Van den Berg, R., Haenen, G. R. M. M., Van den Berg, H. and Bast, A. 1999. Applicability of an improved trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *J. Food Chemistry.* 66: 511-517.
- Venn, B. J. and Mann, J. I. 2004. Cereal grains, legumes and diabetes. *European journal of clinical nutrition* 58: 1443-1461.
- Viswanathan, K. and Ho, P. 2014. Fortification of white flat bread with sprouted red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 13: 27-34.