

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

### Nutraceutical evaluation of a coyota-type bread made from wheat flour, beans and nopal with fig jam

Santos Matías Solís-García\*, Sandra Olimpia Mendoza-Díaz\*\*, Manuel Juárez-García\*✉, José Mancillas-Medina\*, Martha Ávila-Ontiveros\*, Areli Leyva-Maldonado\*, J. Francisco Ramírez-García\*.

Solís-García, S. M., Mendoza-Díaz, S. O., Juárez-García, M., Mancillas-Medina, J., Ávila-Ontiveros, M., Leyva-Maldonado, A., & Ramírez-García, J. F. (2021). Evaluación nutracéutica de un pan tipo coyota a partir de harinas de trigo, frijol y nopal con mermelada de higo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 29(82), 24-32.

#### RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló un pan tipo coyota a partir de una harina compuesta de trigo, frijol y nopal. La coyota obtenida con la mezcla 80%, 18% y 2% de harinas de trigo, frijol y nopal presentó 14.0%, 49.58%, y 16.18% en el contenido de proteína, carbohidratos y lípidos, respectivamente. En comparación con las coyotas comerciales, la coyota formulada contiene 100% más proteína y 16% y 17% menos carbohidratos y grasas, respectivamente. Demuestra un contenido de fenoles totales de 0.65 mg EAG/g y una capacidad antioxidante de 0.05 mg

ET/g evaluada por el método de ABTS. De acuerdo con esto, se generó un producto natural, innovador y nutritivo y de valor agregado usando productos de la región centro norte del estado de Zacatecas.

#### ABSTRACT

In this work, a Coyota bread was developed based in wheat, common bean and nopal flour. Coyota bread obtained with 80%, 18% and 2% of wheat, common bean and nopal flour showed 14.0%, 49.58% and 16.18% of protein, carbohydrate and lipid contents, respectively. Compared with the commercial coyota bread, the developed coyota showed 100% higher protein content and 16% and 17% less carbohydrate and lipid contents, respectively. Furthermore, coyota bread showed 0.65 mg EAG/g and 0.05 mg ET/g for total phenolic content and antioxidant capacity which was evaluated by the ABTS method. A natural, innovative and nutritive value added product was developed using regional products from the north central region of Zacatecas.

**Palabras clave:** pan tipo coyota; harina de frijol; harina de nopal; actividad antioxidante.

**Keywords:** : coyota bread; wheat flour; common bean flour; nopal flour; antioxidant activity.

Recibido: 26 de marzo de 2020, Aceptado: 22 de enero de 2021

\* Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte. Carretera a González Ortega km 3, Río Grande, C. P. 98400, Zacatecas, México. Correo electrónico: santosolis39@yahoo.com.mx; juareztec2018@hotmail.com; jdmancillas@yahoo.com; mavilaontiveros@gmail.com; arelilm@hotmail.com; ramesfrg@yahoo.com.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6715-0669>; <http://orcid.org/0000-0002-5487-1026>; <http://orcid.org/0000-0002-8827-5505>; <http://orcid.org/0000-0002-1310-6088>; <http://orcid.org/0000-0002-0618-8097>; <http://orcid.org/0000-0003-4326-6856>

\*\* Posgrado de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas s/n, Las Campanas, C. P. 76010, Querétaro, Qro., México. Correo electrónico: smendoza@uaq.mx ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1321-2857>

✉ Autor para correspondencia

#### INTRODUCCIÓN

Hoy día en México el consumo de una gran variedad de pan dulce es muy extenso, ya que en el mercado existe un sinnúmero de productos de repostería y panificación en diferentes formas, colores y texturas. El consumo per cápita anual de pan es de 33.5 kg, del cual 30% corresponde a pan dulce (La Jornada, 26 de agosto de 2018). Los cambios en estilo de vida y dieta del mexicano han contribuido al incremento de

sobrepeso y obesidad en la población, por tal motivo es indispensable el desarrollo de formulaciones para producción de pan con bajo contenido calórico, pero con atributos sensoriales que satisfagan el gusto del mexicano.

Existen pocas variedades y diversificaciones de uso de harinas diferentes al trigo para la elaboración y desarrollo de panes tradicionales de México. La sustitución de la harina de trigo es un reto en la industria de la panadería, ya que el gluten es el responsable de las características esponjosas del pan y, por tanto, de propiedades sensoriales importantes. Se han reportado investigaciones donde sustituyen un porcentaje de harina de trigo por otras no convencionales para elaboración de panes y galletas. Gonzales-Barron et al. (2020) desarrollaron un pan con una mezcla de harina de trigo y mezquite, con lo que incrementa el contenido de fibra y ácidos grasos no saturados.

Se han desarrollado formulaciones para productos de panadería usando mezclas de harina de trigo con harina de lenteja roja (Marchini et al., 2021), harina de sorgo (Surco-Almendras & Alvarado-Kirigin, 2010; Torbica, Belović, & Tomić, 2019), harina de frijol lima (Franco-Miranda, Chel-Guerrero, Gallegos-Tintoré, Castellanos-Ruelas, & Betancur-Ancona, 2017), malanga (Calle, Benavent, & Rosell, 2020), yuca (Defloor, 1995); estas formulaciones han mejorado las propiedades de nutrientes. Henao-Osorio y Aristizábal-Galvis (2009) mencionan que las harinas compuestas, al tener un mayor contenido de fibra y azúcares reductores que el patrón de harina de trigo, aumenta la absorción de agua y el contenido de azúcares disponibles en la fermentación.

El pan tipo coyota tiene su origen en el estado de Sonora y se elabora principalmente de harina de trigo, manteca vegetal y con relleno de mermeladas o de cajeta; se le considera un postre o pan típico de aquella región. En este trabajo se consideró la sustitución de un porcentaje de harina de trigo por harina de frijol y nopal; se consideran las propiedades nutracéuticas de frijol y el nopal, así como el aprovechamiento de estas especies que son cultivadas en la región.

El frijol es una leguminosa de alta producción en el estado de Zacatecas (cerca de las 400,000 t), comercializado y autoconsumido esencialmente en las preparaciones de frijol de la olla y fritos. El frijol

tiene un contenido de proteínas entre 14 y el 33%. La fracción proteica del frijol es rica en aminoácidos como lisina, fenilalanina y tirosina. Una porción de 90 g de frijoles proporciona 8 g de proteína, casi 15% del consumo diario recomendado para un adulto que pesa 70 kg (Chaquilla-Quilca, Balandrán-Quintana, Mendoza-Wilson, & Mercado-Ruiz, 2018; Chávez-Mendoza & Sánchez, 2017). Otros componentes de la semilla de frijol son fibras, tocoferoles, ácidos grasos insaturados, minerales (Ca, 3 g/kg; Fe, 40 mg/kg; Zn, 35 mg/kg), entre otros (Gomes Basso, Ferreira, Wojeicchowski, Nogueira, & Mottin, 2018; Ulloa, Rosas-Ulloa, Ramírez-Ramírez, & Ulloa-Rangel, 2011).

El nopal es una fuente de polisacáridos, fibra soluble e insoluble, minerales y compuestos con actividad antioxidante (Valente et al., 2010). El frijol se ha utilizado para elaborar barritas, panqué (Figueroa-González, Juárez, Herrera, Guzmán, & Sánchez, 2011) y pay (Zumarán-Alvarado, Juárez-García, Mancillas-Medina, Ávila-Ontiveros, & Leyva-Maldonado, 2017), entre otros. Mediante la incorporación de harina de nopal se han desarrollado tortillas (Olaiz-Fernández et al., 2006), botanas (Giraldo-Gómez, 2013), barras nutritivas (Olivera et al., 2012), entre otras. El desarrollo de un pan tipo coyota a partir de harinas de trigo, frijol negro y nopal aportará un mayor contenido de nutrimental y antioxidante comparado con las coyotas comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Reactivos y materiales

Los solventes fueron grado reactivo y se obtuvieron de la compañía J. T. Baker. Los reactivos de Folin Ciocalteu, ABTS, persulfato de sodio, ácido gálico y trolox se compraron en Sigma Chemical Co. Los higos frescos, el piloncillo de azúcar morena marca El Sarape, la manteca vegetal marca Inca®, la harina de trigo marca Tres Estrellas® y el polvo para hornear marca Royal se adquirieron en el mercado local.

### Harinas de frijol y nopal

Para la obtención de la harina de frijol se utilizó frijol negro San Luis de acuerdo con la metodología de Figueroa-González et al. (2011), donde el frijol limpio fue secado en un deshidratador solar a una temperatura ambiente de 23 °C por 12 h. Posteriormente se molió con un molino de grano Sanbar marca Honda 1897 hasta obtener un tamaño

de 955  $\mu\text{m}$  (micras), finalmente se almacenó en polipapel de 20 cm por 30 cm con un porcentaje de humedad de menos de 12%, con el fin de evitar presencia de microorganismos o proliferación de plagas.

Para la preparación de la harina de nopal los nopales frescos se obtuvieron del mercado local; se seleccionaron, limpiaron y secaron en un deshidratador solar a temperatura ambiente de 23 °C por 24 h. Posteriormente la muestra se molió con un molido mecánico Sanbar marca Honda 1897 donde se trituró a 1956  $\mu\text{m}$ , finalmente se almacenó en polipapel de 15 cm por 25 cm con un porcentaje de humedad menor a 12%.

### Mermelada de higo

Los higos maduros (1000 g) se lavaron y desinfectaron con Cl, la cáscara se retiró, la pulpa se coció con 450 g de azúcar y 100 ml de agua durante 30 min a 70 °C. La mermelada se almacenó en frascos de vidrio previamente esterilizados.

### Formulaciones

Para la elaboración del pan tipo coyota se plantearon tres formulaciones, las cuales se diferenciaron específicamente en la cantidad sustituida de harina de trigo por harina de frijol y de nopal. La harina de trigo varió entre 90, 80 y 70%; la harina de nopal entre 8%, 18% y 28%, respectivamente; la harina de nopal se mantuvo constante en 2% en todas las formulaciones (tabla 1).

### Procedimiento para elaboración de un pan tipo coyota

Se mezclaron las harinas con la manteca vegetal hasta homogeneizar, la mezcla se dejó reposar por 30 min. Mientras, en un tazón con 100 ml de agua se disolvió la mitad del piloncillo y los piloncillos restantes se trituraron hasta lograr un polvo fino. Se agregó a la mezcla de harina y se amasó. Se elaboraron bolas de masa de 5 cm de diámetro, se extendió la masa con un rodillo hasta dejar una lámina cilíndrica de aproximadamente 3 mm de grosor y entre 10 y 15 cm de diámetro. A una lámina se agregaron 20 g de mermelada de higo que se cubrió con otra lámina de masa uniendo las orillas con un tenedor y haciendo pequeños orificios en la parte superior. Se colocaron en charolas previamente engrasadas con manteca vegetal, se precalentó el horno a 200 °C durante 10 min y se hornearon entre 12 y 15 min a la misma temperatura. Se enfriaron a temperatura ambiente y se embolsaron en polipapel, se dejaron en un lugar seco. De acuerdo con el color, sabor y textura se eligió la formulación F2 (coyota experimental) para la determinación de parámetros nutrimentales.

### Determinaciones proximales

La determinación de proteína se realizó de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-F-68-S-1980 (SPFI, 4 de agosto de 1980), los carbohidratos con la NMX-F-312-1978 (SPFI, 15 de marzo de 1978) y las grasas con la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994 (SSA, 26 de junio de 1996).

Tabla 1

*Formulaciones para la obtención del pan tipo coyota*

Ingredientes	F1	F2	F3
	90:8:2	80:18:2	70:28:2
	(g)	(g)	(g)
Harina de trigo	180	160	140
Harina de frijol	16	36	56
Harina de nopal	4	4	4
Manteca vegetal	11.5	11.5	11.5
Mantequilla	11.5	11.5	11.5
Sal	5	5	5
Azúcar	15	15	15
Mermelada de higo	20	20	20

*Nota:* Elaboración propia.

### Evaluación de fenoles totales y capacidad antioxidante

El contenido de fenoles totales se determinó de acuerdo con la metodología descrita por Loarca-Piña et al. (2019). Brevemente se empleó una microplaca de 96 pozos a la cual se agregaron 150  $\mu$ l de reactivo de Folin Ciocalteu (1:10), 30  $\mu$ l de extracto de coyota y 120  $\mu$ l de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (75% w/v). Después de 30 min se leyó la microplaca en un espectrofotómetro Spectra Max 190 a una longitud de onda de 765 nm. Se realizó una curva de calibración de ácido gálico. Los resultados se reportaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de producto.

Para determinar la capacidad antioxidante se utilizó el método del radical ABTS•+ (Loarca-Piña et al., 2019). Se mezclaron 5 ml de una solución acuosa de 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico (ABTS) 7mM y 88  $\mu$ l de una solución de persulfato de potasio K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 140 mM, conservándose en un lugar oscuro durante 12 h para la generación del radical. Posteriormente a 500  $\mu$ l de la solución se agregaron 20 ml de etanol. Se agregaron 20  $\mu$ L del extracto seguidos de 230  $\mu$ l de solución ABTS a una microplaca de 96 pozos. Se registró la absorbancia en un espectrofotómetro Spectra Max 190 a una longitud de onda de 734 nm. Se realizó una curva de calibración de Trolox y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de Trolox/g de producto.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar para el análisis proximal y un diseño de bloques con arreglo factorial para fenoles totales y capacidad

antioxidante en el pan tipo coyota experimental (F2) de forma independiente a partir de sustituciones parciales de harina de trigo por harinas de frijol negro San Luis y nopal con la aplicación de dos niveles de temperaturas (170 y 180 °C) y dos niveles de tiempo (11 y 13 min) (tabla 2).

En el análisis de datos se utilizó un análisis de varianza para observar si existían diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). En el caso de existir diferencias significativas se utilizó la comparación de medias a través de la prueba de Tukey. Los gráficos y su interpretación fue con el programa estadístico InfoStat® versión 2015 de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

## RESULTADOS

El pan tipo coyota formulación F2 se eligió por ser el que presentó mejores características visuales y se denominó de ahí en adelante *coyota experimental*, de la cual se determinó el contenido de proteína, carbohidratos y grasa (figura 1). La coyota experimental presentó un contenido con valores promedio para proteína, carbohidratos y lípidos de 14.0%, 49.58% y 16.18%, respectivamente. La coyota comercial (El Indio Yaquí®) reporta valores de 7.0%, 61% y 22% para proteína, carbohidratos y lípidos, respectivamente. Para los tres parámetros existe diferencia estadística significativa entre la coyota experimental y comercial ( $p < 0.05$ ; figura 1). La coyota experimental presenta un mayor contenido de proteína y menores contenidos de carbohidratos y lípidos debido a la sustitución de harina de trigo por harinas de frijol y nopal.

Tabla 2

#### Diseño experimental

Tratamientos	Temperatura			
	170	170	180	180
	Tiempo			
	11	13	11	13
F1				
F2				
F3				

Nota: Elaboración propia.

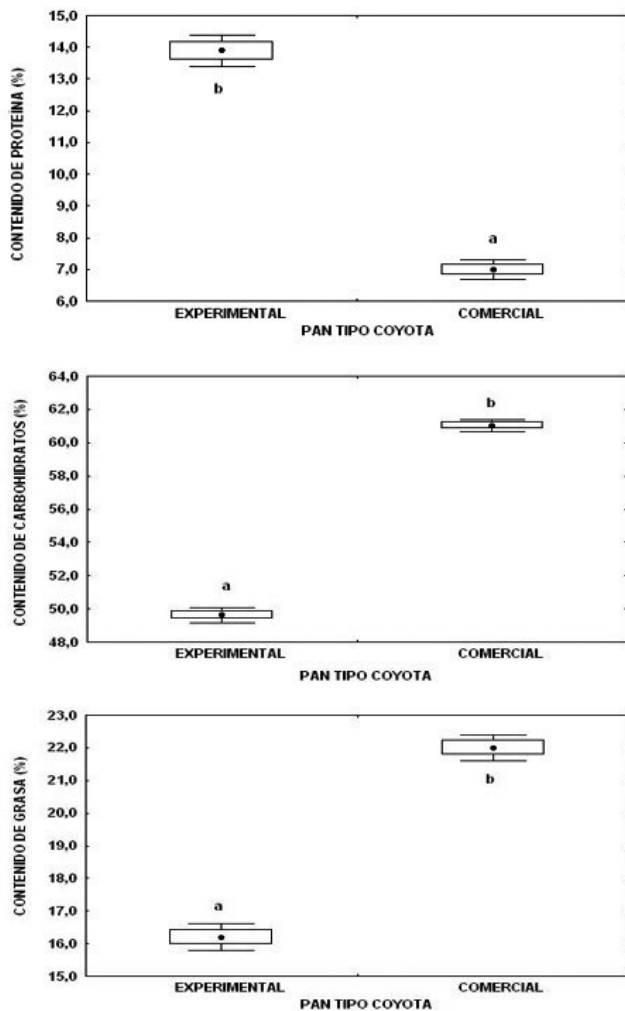


Figura 1. Contenido de proteína, carbohidratos y lípidos en el pan tipo coyota. Elaboración propia.

En los resultados para fenoles totales fueron evaluadas tres muestras con tres repeticiones cada una. Se observó un promedio de 0.65 mg/l, en los cuales la M2 tuvo el mayor contenido (figura 2). Estas variaciones pudieron deberse al proceso de preparación y extracto de las muestras, tiempo de preparación de la placa, entre otros. Para evaluar la capacidad antioxidante se utilizó el método de ABTS. La coyota presentó valores promedio de 0.05 mg ET/g, la M2 presentó el mayor valor de capacidad antioxidante (0.06 mg de ET/g), con diferencia de hasta 2 mg eq Trolox/g en comparación con M1 (figura 3).

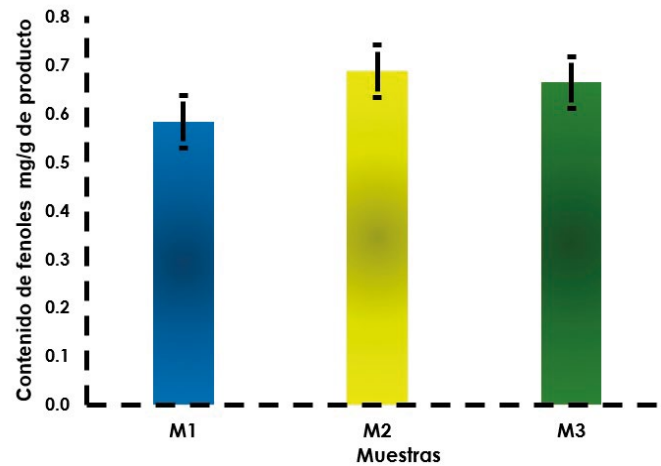


Figura 2. Contenido de fenoles totales. Elaboración propia.

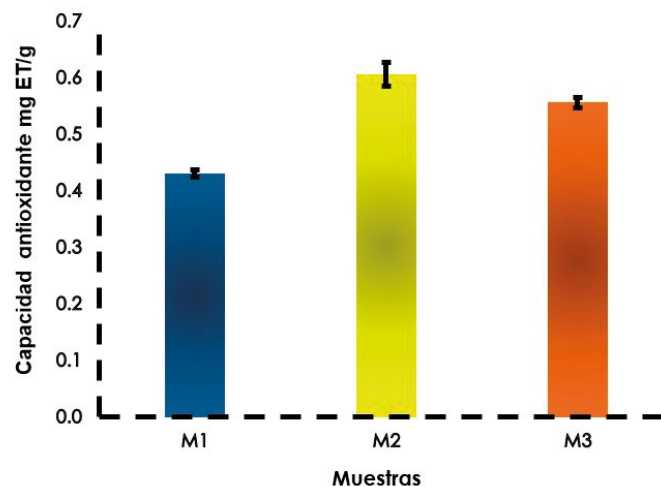


Figura 3. Valores de capacidad antioxidante ABTS. Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Las etiquetas de información nutrimental de las coyotas comerciales indican entre 5 y 6% de proteína en el contenido; como ejemplo coyotas Lulú, coyotas de Sonora estilo Oquitoa y coyotas sonorenses Melly (myfitnesspal, s. f.). No existen estudios científicos que aporten su contenido para compararlas de forma nutricional. Al comparar el pan tipo coyota con otros estudios donde utilizan mezclas de harinas no convencionales se tienen reportes como el de Pérez-Hernández et al. (2018), donde se realiza una evaluación proximal y mineral en cajas de

harinas compuestas a base de trigo, leguminosas y oleaginosas con valores de 9.86 a 10.73% de proteína.

Zumarán-Alvarado et al. (2017) desarrollaron un pay de harina de frijol con relleno de mermelada de chilacayote donde se utilizaron cuatro tratamientos con diferentes proporciones de harinas de trigo y frijol, donde presentó 6.3% de proteína. Pascual-Chagman y Zapata-Huamán (2010) elaboraron un pan a partir de sustitución parcial de harina de trigo por harina de Kiwicha con cinco niveles de sustitución, donde obtuvieron desde 12.5 hasta 13.6% de proteína. Obregón, Contreras, Muñoz, Ayquipa y Fernández (2013) desarrollaron un pan a partir de sustitución parcial de harina de trigo por harinas de maíz y papa en 10%, mismo que evaluaron sensorial y nutricionalmente, con el cual se obtuvo desde 10.88 hasta 13.10% de proteína en las dos mejores formulaciones.

En cuanto a carbohidratos, las coyotas comerciales presentan valores desde 50 hasta 64%. Obregón et al. (2013), en el estudio mencionado anteriormente de un pan con sustitución de 10% de harina trigo por harinas de maíz y papa, obtuvieron un pan con 50.32% de dichos elementos; asimismo, Zumarán-Alvarado et al. (2017) obtuvieron en el pay de harina de frijol Negro San Luis 61.8% de los mismos.

Con relación al contenido de grasas, Figueroa-González et al. (2011) encontraron 17% al elaborar un panqué basado en harina de frijol negro Frijozac. A su vez, Zumarán-Alvarado et al. (2017) reportaron 25% de grasa en el desarrollo de un pay de harina



Figura 4. Pan tipo coyota.  
Imagen tomada por los autores.

de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades funcionales. La coyota formulada (figura 4) en comparación con la coyota comercial ha aumentado en proteína 100% y disminuido carbohidratos y grasas en 16 y 17%, respectivamente; lo que representa una mejora en su calidad nutricional.

Los compuestos fenólicos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Son componentes importantes en la dieta humana y su consumo mejora el estado de salud. Es preferible consumir frutas frescas para mantener el consumo de agentes nutraceuticos; sin embargo, se busca que los alimentos procesados contengan alta cantidad de estos. En los panes, las harinas de leguminosas proporcionan fenoles debido a la testa de frijoles. El relleno de fruta también contribuye al contenido de fenoles.

Martínez-Dotor y López-Martínez (2013) evaluaron la retención de componentes bioactivos y capacidad antioxidante contra los radicales ABTS<sup>•+</sup> y DPPH de cinco variedades de frijol consumido en México (bayo, flor de mayo, mayocoba, negro Jamaica y pinto) y reportaron valores desde 17.6 hasta 35 mg/g en el frijol crudo. Guajardo-Flores, Serna-Saldívar y Gutiérrez-Urbe (2013) cuantificaron compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en el frijol, donde se separaron grano y testa para determinar en ambas fracciones la capacidad antioxidante reportando para frijol negro San Luis valores desde 27 hasta 61 mg EAG/g, y desde 6.35 hasta 26.3 mg EAG/g para fenoles y flavonoides, respectivamente.

Li et al. (2015) señalan que se han hecho estudios con trigo donde el color está asociado con la cantidad de compuestos antioxidantes. Por el contrario, Mpofu, Sapirstein y Beta (2006) expresan que el color no parece ser un factor de expresión del contenido de dichos elementos. Por su parte, Rosas-Hernández, Maldonado-Garfía, Centeno-Rodríguez, Abraham-Juárez y Cerón-García (2017) desarrollaron un pan tipo bolillo parcialmente sustituido con harina de fibra de mango en 10 y 20%, con un incremento en 100% de fenoles comparado con un pan tipo bolillo convencional.

Los componentes fenólicos de la coyota, al igual que la proteína, son los responsables de la capacidad antioxidante observada. Dimov et al. (2018) desarrollaron un pan mezclando harina de trigo y plantas medicinales con el objetivo de tener un pan con capacidad antioxidante, el pan presentó valo-

res de  $0.31 \pm 0.05$  mg ET/g. Comparando este resultado con los valores obtenidos en el presente trabajo, la coyota demuestra mayor capacidad antioxidante.

De acuerdo con otros estudios, Wu et al. (2004) reportan actividad antioxidante en granos de trigo con valores desde 1303 hasta 2479  $\mu\text{mol}$  equivalentes a Trolox (ET), aproximadamente desde 14.7 hasta 28 mg por cada 100 g de producto. Asimismo, Li et al. (2015) evaluaron diferentes variedades de trigo donde mencionan que las harinas negras contienen una mayor capacidad antioxidante debido a la pigmentación del grano de trigo.

## CONCLUSIONES

Se elaboró un pan tipo coyota con sustituciones de harinas de trigo, frijol y nopal con mermelada de higo. La coyota obtenida presenta mayor contenido de proteína y menor contenido de carbohidratos y grasa en comparación con coyotas comerciales. El pan presenta un contenido de fenoles totales que se asocia con su actividad antioxidante. La sustitución de harina de trigo por harinas de frijol y nopal no sólo mejora la calidad nutricional del producto artesanal, sino enriquece el contenido de agentes nutracéuticos con propiedades antioxidantes. El valor agregado de este pan artesanal tipo coyota promueve el uso de las materias primas de la región, como frijol y nopal. Además, se intenta generar fuentes de empleo con estos proyectos.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo técnico-económico otorgado al Laboratorio de Nutracéuticos de la Universidad Autónoma de Querétaro para los análisis de esta investigación; así como a la LC. Luz Margarita Chávez García, directora del ITSZN, por el apoyo y facilidades para este trabajo.

## REFERENCIAS

- Calle, J., Benavent, G. Y., & Rosell, C. M. (2020). Development of gluten free breads from *Colocasia esculenta* flour blended with hydrocolloids and enzymes. *Food Hydrocolloid*, 98, 105243. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105243
- 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), 137-147.
- Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. (2017). Bioactive compounds from mexican varieties of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications of health. *Molecules*, 22(8), 1360. doi: 10.3390/molecules22081360
- Defloor, I. (1995). Factors governing the breadmaking potential of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour. Bélgica: K. U. Leuven.
- Dimov, I., Petkova, N., Nakov, G., Taneva, I., Ivanov, I., & Stamatovska, V. (2018). Improvement of antioxidant potential of wheat flours and breads by addition of medicinal plants. *Ukrainian Food Journal*, 7(4), 671-681. doi: 10.24263/2304-974X-2018-7-4-11
- Figuroa-González, J. J., Juárez, I. C. A., Herrera, H. M. G., Guzmán, M. S. H., & Sánchez, T. B. I. (2011). *Manual elaboración de productos agroindustriales de frijol* (35 pp.). Publicación especial No. 21. México: CIRNOC INIFAP Campo Experimental Zacatecas.
- Franco-Miranda, H., Chel-Guerrero, L., Gallegos-Tintoré, S., Castellanos-Ruelas, A., & Betancur-Ancona, D. (2017). Physicochemical, rheological, bioactive and consumer acceptance analyses of concha-type Mexican sweet bread containing Lima bean or cowpea hydrolysates. *LWT Food Science and Technology*, 80, 250-256. doi: 10.1016/j.lwt.2017.02.034
- Giraldo-Gómez, J. A. (2013). *Desarrollo de un producto tipo "snack" por el método de deshidratación combinada a partir de la piña variedad "oro miel" (Golden)* (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gomes-Basso, F., Ferreira, A., Wojcicichowski, J. P., Nogueira, A., & Mottin, I. (2018). Bean (*Phaseolus vulgaris* L.): Whole seeds with complex chemical composition. *Current Opinion in Food Science*, 19, 63-71. doi: 10.1016/j.cofs.2018.01.010
- Gonzales-Barron, U., Dijkshoorn, R., Maloncy, M., Finimundy, T., Carocho, M., Ferreira, Isabel C. F. R., ... Cadavez, V. (2020). Nutritional quality and staling of wheat bread partially replaced with peruvian mesquite (*Prosopis pallida*) flour.

- Food Research International*, 137, 109621. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109621
- Guajardo-Flores, D., Serna-Saldívar, S. O., & Gutiérrez-Urbe, J. A. (2013). Evaluation of the antioxidant and antiproliferative activities of extracted saponins and flavonols from germinated black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 141(2), 1497-1503. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.010
  - Henao-Osorio, S., & Aristizábal-Galvis, J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Revista Ingeniería e Investigación*, 29(1), 39-46.
  - La Jornada. (26 de agosto de 2018). Sector informal hunde a industria del pan: Canainpa. *VANGUARDIA HD* (periódico digital). Recuperado de <http://vanguardia.com.mx/articulo/sector-informal-hunde-industria-del-pan-canainpa>
  - Li, Y., Ma, D., Sun, D., Wang, C., Zhang, J., Xie, Y., & Guo, T. (2015). Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop Journal*, 3(4), 328-334. doi: 10.1016/j.cj.2015.04.004
  - Loarca-Piña, G., Neri, M., Figueroa, J. D., Castaño-Tostado E., Ramos-Gómez, M., Reynoso, R., & Mendoza, S. (2019). Chemical characterization, antioxidant and antimutagenic evaluation of pigmented corn. *Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3177-3184.
  - Marchini, M., Carini, E., Cataldi, N., Boukid, F., Blandino, M., Ganino, T., ...Pellegrini, N. (2021). The use of red lentil flour in bakery products: How do particle size and substitution level affect rheological properties of wheat bread dough? *LWT*, 136, 110299. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110299>
  - Martínez-Dotor, J., & López-Martínez, L. X. (2013). *Efecto del procesamiento en el contenido de compuestos fenólicos y las propiedades antioxidantes de diferentes variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) mexicano* (Tesis de licenciatura). Repositorio institucional UAEM. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14379>
  - Mpofo, A., Sapirstein, H. D., & Beta, T. (2006). Genotype and environmental variation in phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of hard spring wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1265-1270. doi: 10.1021/jf052683d
  - myfitnesspal. (s. f.). Coyotas sonorenses Melly [Entrada en blog]. Recuperada de <https://www.myfitnesspal.com/es/nutrition-facts-calories/coyotas-sonorense-melly>
  - Obregón, A., Contreras, E., Muñoz, A. M., Ayquipa, R., & Fernández, W. (2013). Evaluación sensorial y físicoquímica de panes con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de maíz (*Zea mays*) y papa (*Solanum tuberosum*). *Ciencia e Investigación*, 16(2), 73-76. doi: 10.15381/ci.v16i2.9960
  - Olaiz-Fernández, G., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Rojas, R., Villalpando-Hernández, S., Hernández-Ávila, M., & Sepúlveda-Amor, J. (2006). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
  - Olivera C., M., Ferreyra D., V., Giacomino M., S., Curia C., A., Pellegrino G., N., Fournier U., M., & Apro C., N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(3), 18-25.
  - Pascual-Chagman, G., & 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 del Perú*, 76(4), 377-388.
  - Pérez-Hernández, W. T., De la Cruz-Magaña, Y., Miranda-Cruz, E., Ochoa-Flores, A. A., Corzo-Sosa, C. A., López-Hernández, E., ...Rodríguez-Blanco, L. (2018). Evaluación proximal y mineral en pan de caja de harinas compuestas a base de trigo, leguminosas y oleaginosas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(2018), 41-47.
  - Rosas-Hernández, A., Maldonado-Garfía, C., Centeno-Rodríguez, M. A. C., Abraham-Juárez, Ma. R., & Cerón-García, A. (2017). Efecto en la capacidad antioxidante, fenoles y flavonoides totales del pan bolillo parcialmente sustituido con harina de fibra de mango. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2017), 15-20.
  - Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. (15 de marzo de 1978). Aviso a los industriales, comerciantes y público en general, sobre normas para productos industriales, NOM-F-312-1978 (determinación de reductores directos y totales en alimentos, etcétera. *Diario Oficial de la Federación*, 7. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?codnota=4691678&fecha=15/03/1978&cod\\_diario=202195](http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4691678&fecha=15/03/1978&cod_diario=202195)
  - ----- (4 de agosto de 1980). Alimentos Determinación de Proteínas, (esta Norma cancela la NOM-F-68-1977). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4858024&fecha=04/08/1980](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4858024&fecha=04/08/1980)
  - Secretaría de Salud. (26 de junio de 1996). Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4890075&fecha=26/06/1996](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4890075&fecha=26/06/1996)



- Surco-Almendras, J. C., & Alvarado-Kirigin, J. A. (2010). Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 27(1), 19-28.
- Torbica, A., Belović, M., & Tomić, J. (2019). Novel breads of non-wheat flours. *Food Chemistry*, 282(1), 134-140. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.113
- Ulloa, J. A., Rosas-Ulloa, P., Ramírez-Ramírez, J. C., & Ulloa-Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): Su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5-9.
- Valente, L. M. M., da Paixão, D., do Nascimento, A. C., dos Santos, P. F. P., Scheinvar, L. A., Moura, M. R. L., ... da Silva, J. F. M. (2010). Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). *Food Chemistry*, 123(4), 1127-1131. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.05.074
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12), 4026-4037. doi: 10.1021/jf049696w
- Zumarán-Alvarado, E., M., Juárez-García, M., Mancillas-Medina, J., Ávila-Ontiveros, M., & Leyva-Maldonado, A. (2017). Desarrollo de un pay de harina de frijol negro San Luis con mermelada de chilacayote de altas propiedades nutricionales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 25(71), 27-33.