

## ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE UNA TORTILLA MULTIPROTÉICA CON CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

*Karen E. Martínez-Jiménez, Ma. Cristina Vázquez-Hernández\**

### RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las poáceas, a partir del cual se producen diversos alimentos, entre ellos la tortilla. En México, esta es un producto primordial dentro de la canasta básica, que en 2016 su consumo fue 57-80 kg per cápita al año, según encuestas de CONEVAL. La tortilla aporta el 47% de la ingesta calórica y es deficiente en aminoácidos esenciales y hierro. En zonas rurales de México, la aportación nutrimental llega al 70% de calorías totales y 50% de proteínas, lo cual ha contribuido a la desnutrición. El objetivo de esta investigación fue diseñar, elaborar y analizar los componentes de una tortilla con características funcionales para ofrecer un producto con alto valor nutricional a los consumidores. Los resultados mostraron un alto contenido proteico (10.08%) y de fibra (6.23%).

### Palabras clave

Desnutrición, enfermedades crónico-degenerativas, alimentos endémicos.

### ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) belongs to the Poaceae family, from which various foods are produced, including tortillas. In Mexico, it is a primary product within the basic food basket in 2016 its consumption was around 57-80 kg per capita per year, according to surveys conducted by CONEVAL. Tortilla provides 47% of caloric intake and is deficient in essential amino acids and iron. In rural areas of México, it is estimated to provide up to 70% of total calories and 50% of proteins, contributing to malnutrition. This research aimed to design, prepare, and analyze the components of a tortilla with functional characteristics to offer a product with high nutritional value. Results showed a high protein (10.08%) and fiber (6.23%) content.

### Keywords:

Malnutrition, chronic-degenerative diseases, endemic foods.

Departamento de Ingenierías, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38124, Roque, Celaya, Guanajuato, México.

\*Autor de correspondencia: ma.vh@roque.tecnm.mx

## 1. Introducción

En México, el grano de maíz es utilizado para la producción de diversos alimentos como harinas, almidón modificado, jarabes de alta fructosa, etanol, entre otros productos dentro de los cuales destaca la tortilla. Actualmente, este alimento forma parte de la canasta básica y es altamente consumido por su sabor, diversificación en otros productos y por tradición (Aproximadamente el 94% de los mexicanos consumen tortilla) (Toledo et al., 2019). Como lo menciona el CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social), en 2016 el consumo per cápita es de entre 57 a 80 kg de tortillas por año tanto en zonas rurales como urbanizadas. Desde la antigüedad, el proceso de obtención se lleva a cabo mediante la nixtamalización (agregando hidróxido de calcio al agua de cocción), molienda, prensado y cocción en comal. Este procedimiento agrega calcio al producto final y características fisicoquímicas y reológicas agradables al consumidor; sin embargo, este producto es deficiente en aminoácidos esenciales (triptófano y lisina) (Chaudhary et al., 2014; Santiago-Ramos et al., 2018; Escalante-Aburto et al., 2020).

La pobreza alimentaria se relaciona con la seguridad alimentaria y el consumo alimentario, además está asociada con el entorno social y cultural y la capacidad económica de un estrato social (López Salazar, 2015). El hambre y la pobreza han aumentado significativamente hasta 2,000 millones de personas en el mundo en 2019 y estimando que para 2023 se sumarán entre 83 y 132 millones personas que no logran acceder a alimentos inocuos, nutritivos y suficientes (Ramírez-Juárez, 2022). El estudio diagnóstico del Derecho a la Alimentación Nutritiva y de Calidad llevada a cabo por el CONEVAL, en 2018, mostró que México atraviesa un grave problema de vulneración en el tema de seguridad alimentaria que afecta de forma general a la mayoría de las familias, lo cual se traduce en que seis de cada diez hogares no cuentan con los recursos suficientes para tener una alimentación adecuada de calidad (Fierro-Moreno et al., 2023). En Guanajuato, el 43% a 51% del total de la población experimenta dificultades para satisfacer sus necesidades alimentarias (ENSANUT, 2018; INEGI, 2018). El Gobierno de México a través de Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica (SUAVE, 2021) indica que más del 59% de la población tiene sobrepeso y obesidad, con una actividad física insuficiente, altos niveles de colesterol y presión sanguínea, prevalencia de diabetes mellitus tipo 2, y desnutrición en los grados leve, moderada y severa con

las tasas de incidencia de 15.2, 2.6 y 1.4 casos por cada 100 mil habitantes, respectivamente.

Este trabajo diseñó, elaboró y caracterizó bromatológicamente una tortilla de maíz colorado adicionada con lenteja, cúrcuma, cáscara de jitomate orgánico y chía. Las lentejas proporcionan proteínas altamente digeribles, no contienen colesterol ni grasas saturadas, y contienen carbohidratos complejos y de lenta absorción y bajo índice glicémico (Antonio, 2022; Lugo et al., 2023). El consumo de cúrcuma en la alimentación diaria es de gran importancia por su aporte de antioxidantes (curcumina) que puede ayudar a prevenir el envejecimiento prematuro de las células y algunos tipos de cáncer, mejorar la función hepática y disminuir la inflamación del estómago (Omonte Rodríguez & Bustamante García, 2022; Macías-Giler et al., 2023; Pinzón et al., 2024). Las semillas de chía es fuente de ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido alfa-linolénico precursor del omega-3 con propiedades antiinflamatorias, antitrombóticas y vasodilatadoras que regulan la presión arterial y el colesterol (Zettel & Hitzmann, 2018; Ullah et al., 2016). Así, este producto tiene un alto valor nutrimental, satisface el hambre, beneficia la salud disminuyendo la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas y mejora la nutrición.

## 2. Materiales y métodos

El presente proyecto fue realizado en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México en Roque, extensión de Apaseo el Alto, Guanajuato. El material biológico (maíz colorado criollo, lentejas y semilla de chía) fue cultivado en las parcelas didácticas de la institución durante el ciclo primavera-otoño 2022 y consumió residuos de jitomates orgánicos (*Solanum lycopersicum* var. Uva). La cúrcuma en polvo fue de la marca Kirkland Signature. El diseño partió de tres formulaciones modificando la cantidad de ingredientes y la optimización de las formulaciones fue posible con la herramienta SOLVER® de Excel (Santiago-Ramos et al., 2017). La elaboración de las tortillas siguió la metodología de Santiago-Ramos et al. (2017): proceso de nixtamalización, mezclado de ingredientes, cocimiento de lentejas (agua en ebullición durante 1 h), molienda de lentejas (licuadora a velocidad media durante 30 segundos), adición de semillas de chía, la cúrcuma y harina de jitomate orgánico, y cocción del producto siguiendo la metodología modificada de Carvajal-Macías et al. (2019). La Figura 1 presenta detalladamente este proceso. Posteriormente, un análisis sensorial fue

elaborado (análisis sensorial a nivel consumidor, prueba de preferencia por ordenación con 100 panelistas no entrenados, aplicando una escala de Likert de 5 puntos). La muestra seleccionada fue la de mayor aceptación para realizar la caracterización bromatológica por triplicado

(Humedad, proteína, grasa-extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y carbohidratos) conforme a la norma PROY-NOM-216-SSA1-2002. Una tabla nutricional fue propuesta con base en la norma actualizada NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (Esparza-Arroyo, 2021).



Fig. 1. Proceso de elaboración de tortillas para este proyecto: a)-b) recepción, selección y filtrado del maíz, c) lavado del maíz, d) nixtamalizado, e) masas de diferente formulación, f)-g) prensado tortillas, h) cocción de tortillas, i) tres formulaciones, j) formulación 1, k) formulación 2 y l) formulación 3 (Información clasificada).

### 3. Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que la Formulación 3, M3 (Información clasificada) tuvo un mayor grado de aceptación por parte de los consumidores y comparada con una tortilla comercial el nivel de preferencia fue 3 veces mayor. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis bromatológico realizado a las tortillas (humedad, cenizas, grasas, fibra, proteína y carbohidratos) los cuales fueron realizados por

triplicado (M1, M2 y M3). Los últimos fueron calculados matemáticamente por diferencia. Los análisis fueron por triplicado e incluyeron los cálculos de la media, desviación estándar y error. Las tortillas multiproteicas de la Formulación 3 tienen mayor contenido de fibra (6.23%) en comparación con una tortilla comercial (3.91%); el contenido de proteína es significativamente mayor en las tortillas multiproteicas (media de 10.08%) respecto a la comercial (4.78%). Estos dos nutrientes tienen gran

importancia en la nutrición de los consumidores, pues la fibra puede ayudar a mejorar el tránsito intestinal (fibra insoluble) y sentir saciedad (fibra soluble), ambos provenientes del maíz colorado, la harina de jitomate orgánico, la semilla de chía y la lenteja. El contenido de grasa reportado como extracto etéreo es similar entre la

tortilla multiproteicas: (3.86%) y la tortilla comercial (3.91%), la diferencia radica en el tipo de grasas contenidas en el producto. La Tabla 2 es el resumen nutrimental de las tortillas comerciales.

Tabla 1. Resultados de análisis bromatológicos realizados a la tortilla multiprotéicas. Datos reportados respecto a 100 g de muestra. M1, M2 y M3 indican las repeticiones de los análisis realizados.

ANÁLISIS	M1	M2	M3	Media	Desviación Estándar	Error
Humedad	46.61	46.68	46.31	46.533	0.1603	0.0925
Cenizas	1.55	1.54	1.55	1.546	0.0579	0.0334
E. Etéreo	3.96	3.69	3.93	3.86	0.2111	0.1218
Fibra Cruda	5.8027	6.7263	6.1862	6.2384	0.6562	0.3788
Proteína	10.06	10.06	10.12	10.08	0.0282	0.0162
Carbohidratos	32.0173	31.3037	31.9038	31.7416	0.1645	0.095

Tabla 2. Información nutrimental de tortilla comercial (Marca Santo Corral de 100g)

Este producto contiene azúcares y sal de mesa añadidos		
Contenido calórico: 186.95 Kcal por 100g		
Componente	Porción: 1 pieza, 23g	Porcentaje
Grasas totales	0.9	3.91
Carbohidratos totales	7.6	33
Fibra	0.9	3.91
Proteína	1.1	4.78

Tabla 3. Tabla nutrimental de las tortillas multiprotéicas (Formulación 3)  
Información Nutrimental

Tamaño de porción	100 g
Porciones por envase	1 porción de 100 g aporta:
Contenido Energético	201 kcal
Proteínas	10 g
Lípidos	4 g
Carbohidratos	32 g
Fibra	6 g

A partir de los resultados anteriores y con base en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, la tabla nutrimental del producto fue desarrollada, ver Tabla 3. El nombre de Torti Forte fue propuesto para este producto y una búsqueda en la página del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) conforme al ClasNiza (Tipo de clase: Productos, clase: 29-Carne, pescado, carne de ave y carne de caza; extractos de carne; frutas y verduras,

hortalizas y legumbres en conserva, congeladas, secas y cocidas; jaleas, confituras, compotas; huevos; leche, quesos, mantequilla, yogur y otros productos lácteos; aceites y grasas para uso alimenticio) no arrojó coincidencias. Así, el logotipo de la marca fue diseñado, como lo muestra la Figura 2.



Fig. 2. Logotipo de las Tortillas multiprotéicas con nombre del producto (Torti Forte).

---

#### 4. Conclusiones

En la última década, en México se ha incrementado considerablemente la incidencia de enfermedades crónico degenerativas y desnutrición, ocasionadas por la inseguridad alimentaria provocada por diversos factores tanto económicos como culturales sumados a los problemas mundiales como la pandemia por COVID (SARS-CoV-2) y la guerra en Ucrania, dando como resultado falta de acceso a alimentos inocuos y nutritivos. Actualmente, las tendencias en la Industria Alimentaria se dirigen al diseño y elaboración de alimentos con alto valor nutrimental y características funcionales que aporten un beneficio a la salud de los consumidores aprovechando los cultivos endémicos dentro una bioeconomía circular sostenible. Las tortillas “Torti Forte” ofrecen al consumidor un producto de la canasta básica que, por su contenido nutrimental, puede favorecer el estado nutricional de los consumidores sin el uso de conservadores.

#### Agradecimientos

Este trabajo es parte de proyectos de investigación del cuerpo académico ITROQ-CA 11 “Innovación en Bioprocesos Sustentables” del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Agradecemos a Dra. Rosa María Mariscal Moreno por su apoyo para la realización de este proyecto y la vinculación con CINESTAV Juriquilla, Qro., donde se realizaron los análisis bromatológicos del producto “Torti Forte”. Así mismo, a la empresa Salamanca Organics S.P.R. de R.L. por el jitomate

(*Solanum lycopersicum* var. Uva) proporcionado para la realización de este proyecto.

#### Referencias

- Antonio, P.L.P. (2022). Evaluación sensorial y nutricional de un producto, tipo carne, a base de lenteja (*Lens culinaris*) con haba (*Vicia faba*). Universidad agraria del Ecuador, Ecuador.
- Carvajal-Macías, B., Pérez-Ramírez, S., Gaviria-Gaviria, Y., & Alzate-Agudelo, J. (2019). Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*Brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica*) para la evaluación del desarrollo de color y textura. *Informador técnico*, 83(1), 19-29.
- Chaudhary, D.P., Kumar, S., & Langyan, S. (Eds.). (2014). *Maize: nutrition dynamics and novel uses* (Vol. 3). New Delhi, Springer India.
- ENSANUT. (2018). Recuperado de: [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
- Escalante-Aburto, A., Mariscal-Moreno, R.M., Santiago-Ramos, D., & Ponce-García, N. (2020). An update of different nixtamalization technologies, and its effects on chemical composition and nutritional value of corn tortillas. *Food Reviews International*, 36(5), 456-498.

- Esparza-Arroyo, S.E. (2021). Caracterización de un alimento preentrenamiento elaborado con camote (*Ipomea batatas* L.). TECNAM Campus Roque, México.
- Fierro-Moreno, E., Lozano-Keymolen, D., & Gaxiola-Robles Linares, S.C. (2023). Inseguridad alimentaria en México: análisis de dos escalas en 2020. *Estudios sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(61), 1-27.
- INEGI. (2018). Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAPAlimentacion.pdf>
- López Salazar, R. (2015). Pobreza alimentaria, seguridad alimentaria y consumo alimentario: una aproximación para el caso de México. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 9(1), 24-54.
- Lugo, R.D., Contreras, I.P., & Del Águila, D.C. (2023). Formulación y elaboración de postres altos en fibra basados en lenteja (*lens culinaris*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) con efectos funcionales. *Latam: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, (4), 207-216.
- Macías-Giler, E., García-Murillo, J., Cisneros-Pérez, I., & García-Muentes, S. (2023). Evaluación de los métodos de extracción de curcumina de la cúrcuma (*Curcuma longa*). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 6(12), 128-163.
- Omonte Rodríguez, L.A., & Bustamante García, Z. (2022). Actividad Antioxidante, Antibacteriana y Citostática de Extractos de Cúrcuma (*Curcuma Longa*). *Gaceta Médica Boliviana*, 45(1), 12-16.
- Pinzón, S., Cabrera, L., & Pico-Fonseca, S.M. (2024). La cúrcuma *longa* como anti-cancerígeno: Una revisión de la literatura. *Universidad y Salud*, 26(1), 1-8.
- Ramírez-Juárez, J. (2022). Seguridad alimentaria y la agricultura familiar en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3), 553-565.
- Santiago-Ramos, D., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., Véles-Medina, J.J., & Mariscal-Moreno, R.M. (2017). Changes in the thermal and structural properties of maize starch during nixtamalization and tortilla-making processes as affected by grain hardness. *Journal of Cereal Science*, 74, 72-78.
- Santiago-Ramos, D., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., Mariscal-Moreno, R.M., Escalante-Aburto, A., Ponce-García, N., & Véles-Medina, J.J. (2018). Physical and chemical changes undergone by pericarp and endosperm during corn nixtamalization-A review. *Journal of Cereal Science*, 81, 108-117.
- SUAVE. (2021). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/745354/PanoEpi\\_ENT\\_Cierre2021.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/745354/PanoEpi_ENT_Cierre2021.pdf)
- Toledo, J.M.C., Carballo, A.C., Contreras, J.A.M., de los Santos, G.G., Huerta, H.V., & González, M.C. (2019). Valoración de granos de maíces criollos sobresalientes de la raza zapalote chico. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(1), 1-17.
- Ullah, R., Nadeem, M., Khalique, A., Imran, M., Mehmood, S., Javid, A., & Hussain, J. (2016). Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 1750-1758.
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 43-50.