

Nixtamalización del maíz: un proceso tradicional con beneficios en sus propiedades nutricionales y para la salud humana

Nixtamalization of maize: A traditional process with benefits for its nutritional properties and for human health

Román Cardona-Herrera¹, Candy Salma Chávez-Gaytán², Carla Cecilia Almanza-Ruiz², César Ozuna^{1,2*}.

¹ Posgrado en Biociencias, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao km 9, Irapuato, Guanajuato 36500, México.

² Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao km 9, Irapuato, Guanajuato 36500, México.

cesar.ozuna@ugto.mx

*Autor de correspondencia:

Resumen

La nixtamalización es un proceso ancestral de Mesoamérica que consiste en cocinar los granos del maíz en una solución de cal [hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)]. Este tratamiento provoca cambios que impactan en la calidad nutricional y funcional de los alimentos. El objetivo de este artículo de divulgación es dar a conocer los efectos benéficos que tiene la nixtamalización sobre la composición nutrimental del maíz y otros alimentos; además, aborda el impacto que tiene este proceso en la salud humana. Con base en la información recabada, a nivel nutricional, la nixtamalización ayuda a que las proteínas de los alimentos se digieran mejor; esto es debido a la ruptura de enlaces en su estructura y al formar complejos con el calcio. En los carbohidratos, la nixtamalización mejora la gelatinización del almidón y la formación de almidón resistente, un tipo de fibra con efectos prebióticos y tiene beneficios metabólicos. Además, la nixtamalización aumenta el contenido de minerales como el calcio y el hierro, en parte por su absorción del medio de cocción y porque reduce la concentración de anti nutrientes, los cuales normalmente reducen la absorción de los minerales. Finalmente, se ha reportado que la nixtamalización contribuye a la liberación de compuestos fenólicos que estaban atrapados dentro de la estructura del grano, lo que mejora su aprovechamiento y ayuda a prevenir enfermedades crónicas (cáncer, diabetes, entre otras). Los efectos benéficos de este proceso no solo se han observado en el maíz, sino que también en otros alimentos nixtamalizados como el frijol, mijo, sorgo y cucurbitáceas. En conclusión, la nixtamalización no solo mejora el perfil nutricional de los alimentos, sino que también aumenta su valor funcional. Esta técnica tradicional representa una herramienta útil para desarrollar alimentos más saludables y accesibles para toda la población.

Palabras clave: Antioxidantes; Calcio; Carbohidratos; Compuestos bioactivos; Proteínas.

¿Qué es la nixtamalización?

La palabra nixtamal proviene del náhuatl, lengua originaria de México, “nixtli” (cenizas o cal) y “tamalli” (masa de maíz). La nixtamalización es un proceso de cocción de origen mesoamericano (400 a 500 a. C.), el cual es empleado originalmente para los granos de maíz. Este proceso implica que dicho cereal hierva en una solución alcalina de cal [5 % de hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$], lo cual mejora su calidad al suavizar la cáscara del grano (pericarpio), incrementa la digestibilidad de sus proteínas y la disponibilidad de la niacina y el calcio (Luga *et al.*, 2019). Además, dentro de los principales cambios fisicoquímicos en el maíz destaca la gelatinización del almidón, el cual constituye el 80 % del grano (Gutiérrez-Cortez *et al.*, 2022). Sin embargo, el proceso de la nixtamalización tiene ciertas desventajas; por ejemplo, el uso excesivo de calcio y agua, la demanda de oxígeno, la contaminación de aguas residuales y la pérdida de ciertos nutrientes y compuestos bioactivos solubles en agua (Gutiérrez-Cortez *et al.*, 2022).

En la Figura 1 se ejemplifica el proceso de la nixtamalización, el cual comienza con la limpieza de las impurezas de los granos de maíz. Enseguida, se realiza la cocción del grano (45 min aproximadamente), en la cual se utiliza una proporción de 3 kg de maíz en una mezcla de 6 L de agua con 30 g de cal. Una vez finalizada esta etapa, se lleva a cabo el remojo de los granos, el cual consiste en dejar reposarlos durante 16 h en el nejayote (agua de cocción). Posteriormente, se realiza un lavado con agua purificada (1 kg de maíz con 2 L de agua), repitiendo este paso dos veces (Rojas-Molina *et al.*, 2007). Finalmente, el maíz

nixtamalizado se muele en molinos de piedra tradicionales para obtener la masa, la cual se utiliza en la elaboración de una gran variedad de productos nixtamalizados como tortillas, tamales, atole, entre otros.



Figura 1. Proceso de la nixtamalización, molienda y productos elaborados. (Creado por BioRender.com, consultado el 14 de julio de 2025).

La nixtamalización y su efecto en las propiedades nutricionales del maíz

En la Tabla 1 se presentan los principales efectos de la nixtamalización sobre las propiedades nutricionales del maíz. Así, los nutrientes, como las proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, son sustancias que el cuerpo necesita para funcionar correctamente, crecer y mantenerse sano.

Tabla 1. Efecto de la nixtamalización en las propiedades nutricionales de maíz.

PROPIEDAD NUTRICIONAL	EFFECTO DE LA NIXTAMALIZACIÓN	REFERENCIAS
Proteínas	Mejora la digestibilidad de proteínas	(Escalante-Aburto <i>et al.</i> , 2020)
Fibra y almidón resistente	Incrementa su contenido	(Wang <i>et al.</i> , 2021; Villada <i>et al.</i> , 2017)
Vitaminas y minerales	Aumento en vitamina B ₃ y calcio por la adición de cal	(Odukoya <i>et al.</i> , 2022)
Compuestos anti nutricios	Reduce los compuestos anti nutricios, mejorando la seguridad alimentaria	(Hassan <i>et al.</i> , 2023).

Para el caso de las proteínas, diversos estudios han reportado que su disponibilidad en el cuerpo mejora después del proceso de la nixtamalización. Esto ocurre debido a que, durante la cocción con cal, las proteínas cambian su estructura y se desnaturalizan, es decir "se desenrollan" (Fig. 2). La desnaturalización ocurre a través del rompiendo de los enlaces que mantiene la estructura original (enrollada) de las proteínas. Esto permite que interactúen mejor con el calcio del proceso y aumenta su solubilidad (Escalante-Aburto *et al.*, 2020). Gracias a estos cambios provocados por el calor, el pH y el calcio de la nixtamalización, se mejora la bioaccesibilidad de las proteínas, es decir, son aprovechadas de mejor manera en nuestro cuerpo (Félix-Sámano *et al.*, 2025).

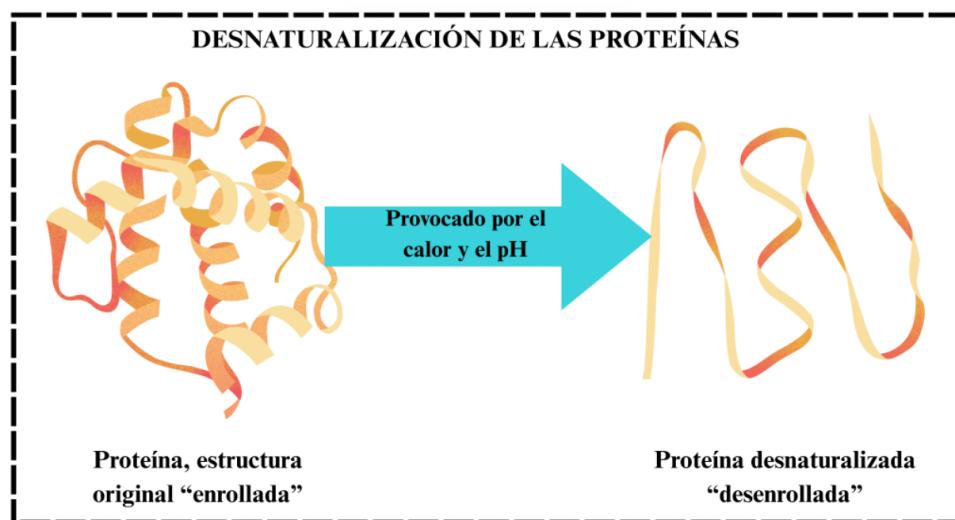


Figura 2. Diagrama de la desnaturalización de proteínas por acción de la nixtamalización. (Creado por Canva, consultado el 14 de julio de 2025).

Respecto a los carbohidratos, estos también sufren grandes cambios durante la nixtamalización. El almidón del maíz pasa por tres etapas que modifican su estructura como lo es la gelatinización (el almidón se hincha y se vuelve suave y flexible al calentarse con agua) (Fig. 3). En la primera etapa (cocción del maíz y remojo), se gelatiniza alrededor del 30 % del almidón. En la segunda etapa (molienda del maíz nixtamalizado), la fricción del molino genera un calentamiento que gelatiniza un 15 % más del almidón. Finalmente, en la tercera etapa (cocción de la tortilla), el calor y la humedad completan el proceso de gelatinización, haciendo que las tortillas sean más flexibles (Villada *et al.*, 2017). En este sentido, la nixtamalización facilita la formación de almidón resistente (un almidón que no se digiere fácilmente y actúa como fibra en el sistema digestivo). Además, el pH elevado (por el uso de la cal) permite que el calcio se una a la amilosa y resista la digestión (Félix-Sámano *et al.*, 2025).

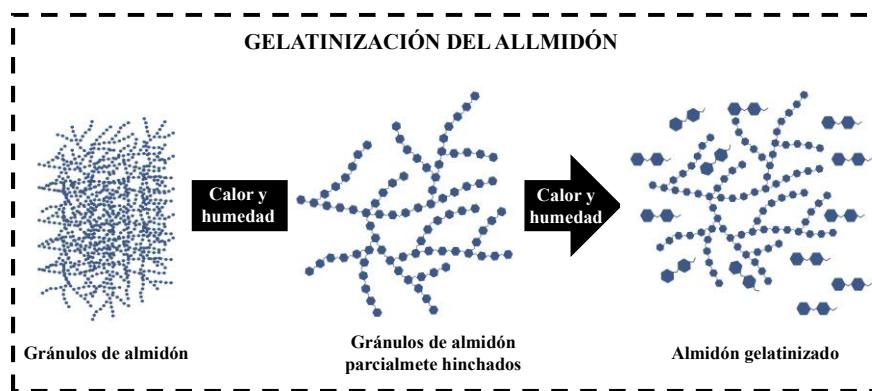


Figura 3. Diagrama de la gelatinización del almidón por acción de la nixtamalización. (Creado por BioRender.com, consultado el 14 de julio de 2025).

En el caso de los minerales, éstos también tienen cambios notorios durante la nixtamalización. El contenido de calcio puede incrementar hasta 4 veces gracias a la incorporación de la cal durante la cocción del maíz. Este calcio se une a componentes del almidón como se mencionó anteriormente y mejora, tanto la textura como la biodisponibilidad del mineral en nuestro cuerpo; es decir, permite que el cuerpo lo aproveche mejor (Odukoya *et al.*, 2022). Respecto a las vitaminas, se ha observado que durante la nixtamalización del maíz se incrementa la niacina (vitamina B₃) y se vuelve más accesible para nuestro cuerpo. Eso ocurre debido a que se libera de otras moléculas con las que normalmente está unida y eso facilita su absorción (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

Finalmente, también hay un efecto positivo en los fitatos, oxalatos y taninos. Estos compuestos se conocen como anti nutrientes ya que, en lugar de mejorar la salud del consumidor, pueden tener efectos negativos en nuestro cuerpo. Esto es debido a que pueden interferir en la absorción de minerales como el hierro, el calcio y el zinc. Durante la nixtamalización, estos compuestos anti nutricios se pueden reducir entre el 40% y el 90%. Esta disminución hace que nuestro cuerpo aproveche mejor los minerales, ya que los anti nutrientes los suelen inhibir “secuestrar” e impedir que los absorbamos (Hassan *et al.*, 2023).

La nixtamalización y su efecto en las propiedades antioxidantes del maíz

En la Tabla 2 se presentan los principales efectos de la nixtamalización sobre las propiedades antioxidantes del maíz. Las propiedades antioxidantes son la capacidad que tienen ciertos compuestos de los productos vegetales para proteger nuestras células del envejecimiento. Entre los compuestos del maíz que aportan estas funciones se encuentran los compuestos fenólicos y pigmentos como las antocianinas y carotenoides.

Tabla 2. Efecto de la nixtamalización en las propiedades antioxidantes del maíz.

PROPIEDAD ANTIOXIDANTE	EFFECTO DE LA NIXTAMALIZACIÓN	REFERENCIAS
Compuestos fenólicos	Puede haber una ligera disminución, pero aumenta su bioaccesibilidad (390 % - 666 %)	(Méndez Lagunas <i>et al.</i> , 2022)
Carotenoides	Se retienen (80 % - 100 %)	(Vázquez-Carrillo <i>et al.</i> , 2023)
Antocianinas	Las antocianinas en el maíz azul se retienen más del 20 %	(Vázquez-Carrillo <i>et al.</i> , 2023)
Capacidad antioxidante <i>in vitro</i>	Se retiene (70 % - 80 %)	(Vázquez-Carrillo <i>et al.</i> , 2023)

Se ha reportado que en las tortillas elaboradas con maíz nixtamalizado se pierde una pequeña parte de los compuestos fenólicos; sin embargo, se logra retener un porcentaje considerable de estos compuestos (entre el 87% y el 90%). Lo interesante es que, a pesar de esta disminución, el cuerpo puede aprovechar más estos compuestos, es decir aumenta su biodisponibilidad. Así, se ha demostrado que la absorción de los compuestos fenólicos en el cuerpo aumenta entre 3 y 6 veces más en maíz nixtamalizado, en comparación con el maíz crudo. Esto se debe a que, durante la nixtamalización, el calor y el ambiente alcalino (causado por la adición de cal) rompen la pared celular del grano y libera los compuestos que antes estaban “atrapados” dentro su estructura (Fig. 4). Se estima que el 80 % de estos compuestos están ligados en la pared celular, especialmente en el pericarpio (cáscara) del maíz (Méndez-Lagunas *et al.*, 2022).

En el caso de otros antioxidantes, como los carotenoides (pigmentos que dan tonalidades amarillas), se han observado que las tortillas elaboradas con maíces pigmentados conservan aproximadamente un 80 % de estos compuestos (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2023). Por otro lado, las antocianinas (pigmentos que dan tonalidades moradas), son más sensibles. Después de la nixtamalización, se retienen poco más del 20 % de ellas, ya que son sensibles al calor, a los cambios de pH y a la oxidación (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2023).

Finalmente, gracias a la liberación de estos compuestos durante el proceso de la nixtamalización (Fig. 4), la capacidad antioxidante del maíz nixtamalizado se mantiene en gran medida. Así, se ha demostrado que se conserva entre el 70% y el 80% de la capacidad antioxidante que tiene el grano crudo, en gran parte por el ácido ferúlico (compuesto fenólico), el cual es más accesible en el maíz nixtamalizado (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2023).

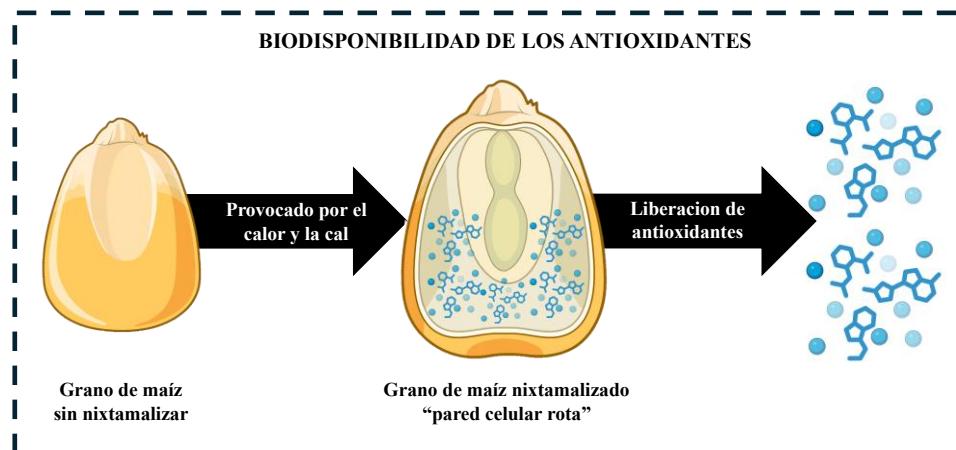


Figura 4. Diagrama de la biodisponibilidad y liberación de los antioxidantes. (Creado por BioRender.com, consultado el 14 de julio de 2025).

¿Se han nixtamalizado otros alimentos?

La respuesta es sí. En la Tabla 3 se muestran otros alimentos que han sido nixtamalizados, así como los principales beneficios que este proceso tiene en su valor nutricional.

Tabla 3. Alimentos, diferentes al maíz, que han sido nixtamalizados y su impacto en sus propiedades nutricionales.

ALIMENTOS NIXTAMALIZADOS	PRINCIPALES HALLAZGOS	REFERENCIA
Frijol negro (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	Incremento de calcio (75 %) y hierro (60 %). Mejoró la desnaturización de las proteínas y la retrogradación del almidón	(Santiago-Ramos <i>et al.</i> , 2018)
Mijo (<i>Pennisetum glaucum</i>)	Aumento en el contenido de cenizas (2.24 %), fibra total (19.29 %) y calcio (94.25 %)	(Gopika & Joshi, 2024)
Sorgo (<i>Sorghum spp.</i>)	Incremento la bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos (58 %)	(Luzardo-Ocampo <i>et al.</i> , 2020)
Cucurbitáceas (<i>Cucurbita spp.</i>)	Aumentó el calcio (90 %) y los compuestos fenólicos totales se retuvieron después de la nixtamalización (58 %)	(Cardona-Herrera <i>et al.</i> , 2025)

En el frijol negro nixtamalizado se encontró que, el almidón cambia su estructura debido al calor y la cal, lo cual incrementa la gelatinización (Fig. 3). Además, las proteínas del frijol también se vieron afectadas por el proceso (el calor y el pH), lo cual provoca que pierdan su estructura original (desnaturalización) (Fig. 2); este hecho facilita que el cuerpo las digiera mejor. Asimismo, los minerales como el calcio y hierro aumentaron su contenido gracias a la incorporación de la cal (Santiago-Ramos *et al.*, 2018).

En el caso del mijo nixtamalizado, se han encontrado mejoras en sus propiedades nutricionales. Así, se han reportado aumentos en el contenido de ceniza (residuos de minerales totales), calcio y fibra. Esto se debe a que el grano de mijo absorbe el calcio durante la cocción con cal; además, el calcio puede unirse a componentes de la fibra, formando estructuras que no se digieren. También se ha observado una reducción en el contenido de carbohidratos, ya que parte del almidón se hidroliza (desintegra) y se disuelve en el agua durante el proceso de nixtamalización (Gopika & Joshi, 2024).

En sorgo nixtamalizado se ha reportado un aumento del 58 % en la bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos. Este aumento es debido a que el proceso de nixtamalización rompe las uniones de estos compuestos con otras moléculas como las proteínas; este rompimiento contribuye a liberarlos y que nuestro cuerpo pueda aprovecharlos (Fig. 4). Además, los cambios en la estructura del grano del sorgo durante la nixtamalización también contribuyen a la liberación de los compuestos fenólicos (Luzardo-Ocampo *et al.*, 2020).

Recientemente, se ha aplicado el proceso de nixtamalización en cucurbitáceas (calabazas y calabacitas), encontrando un aumento en compuestos antioxidantes como los carotenoides y las clorofilas (pigmento con tonalidades verdes). Estos efectos se deben a que, durante nixtamalización, la cocción con la cal rompe las paredes celulares y ayuda a liberar estos pigmentos con capacidad antioxidant (Fig. 4). Además, se ha reportado un aumento del calcio hasta un 90 % comparado con las cucurbitáceas sin nixtamalizar; lo cual es debido a la absorción del calcio durante la nixtamalización (Cardona-Herrera *et al.*, 2025).

La nixtamalización y sus beneficios en la salud

Como se ha explicado en las secciones anteriores, la nixtamalización provoca cambios que mejoran el valor nutricional en los alimentos. Este proceso provoca cambios en los carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes; estas modificaciones tienen efectos benéficos en la salud del consumidor.

Uno de los beneficios más importantes que tiene la nixtamalización es que, el almidón resistente llega hasta el intestino donde es fermentado por la microbiota (bacterias benéficas que habitan en nuestros intestinos). Durante esta fermentación, se producen sustancias como el butirato, un ácido graso que ayuda a regular los niveles de glucosa (azúcar) en sangre, y previene la diabetes tipo 2. Además, este tipo de almidón genera la sensación de saciedad y puede controlar el apetito y regular el aumento del peso corporal. Por otro lado, la fibra se asocia con la reducción del colesterol malo (LDL), lo cual disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Escamilla-Urbina *et al.*, 2025).

Otro beneficio clave de la nixtamalización es que, permite que el cuerpo absorba mejor a los aminoácidos (bloques que forman las proteínas). Estos aminoácidos son fundamentales para funciones vitales, como la construcción de tejidos y la producción de enzimas necesarias para mantener el metabolismo (Escamilla-Urbina *et al.*, 2025). En cuanto a los minerales, la nixtamalización aumenta su disponibilidad del calcio, el hierro y el zinc. Gracias a esto, los alimentos nixtamalizados ayudan a prevenir enfermedades como la osteoporosis, la anemia y problemas del sistema inmune (defiende al cuerpo contra virus, bacterias, hongos y parásitos). Además, la nixtamalización reduce la presencia de anti nutrientes, al disminuir estos compuestos, reduce el riesgo de formación de cálculos renales, comúnmente conocidos como "piedras en el riñón" (Abera *et al.*, 2023; Hassan *et al.*, 2023).

También se ha observado que tras la nixtamalización hay un aumento en la cantidad y aprovechamiento de compuesto bioactivos como los compuestos fenólicos y pigmentos como carotenoides, antocianinas y clorofilas. Estos compuestos tienen una alta capacidad antioxidant, lo que significa que ayudan a neutralizar a los radicales libres, sustancias que dañan las células y están relacionadas con enfermedades crónicas como el cáncer, la diabetes y problemas cardiovasculares (asociadas con el corazón) (Ramli *et al.*, 2021). En conjunto, estos beneficios confirman que la nixtamalización no solo es una tradición milenaria y culinaria de México, sino que también es un proceso con gran potencial para mejorar la calidad nutricional de los alimentos y contribuir a la prevención de las principales enfermedades de nuestro país.

Conclusiones y perspectivas futuras

La nixtamalización es una técnica ancestral que ha demostrado ser altamente efectiva para mejorar las propiedades nutricionales y antioxidantes de los alimentos en los que se aplica. Este proceso no solo facilita la biodisponibilidad de proteínas, minerales, compuestos fenólicos y pigmentos, sino que también reduce la presencia de anti nutrientes. Estas modificaciones se traducen a beneficios metabólicos importantes, como ayudar a controlar los niveles de azúcar en sangre, lo cual es clave para prevenir la diabetes. También mejoran la digestión, ya que el cuerpo puede absorber mejor los nutrientes. Además, la liberación de compuesto antioxidant protege a las células del daño causado por los radicales libres. Esta protección celular es muy importante porque ayuda a prevenir enfermedades como el cáncer, la diabetes tipo dos, entre otras. A pesar de todos los beneficios, el uso de la nixtamalización se sigue empleando principalmente en el maíz.

Por ello, futuras investigaciones deberían centrarse en su aplicación a otros alimentos, como cereales, leguminosas y vegetales; especialmente aquellos perecederos para prolongar su vida útil y evitar desperdicios y así mantener su valor nutricional. Es fundamental promover el consumo de productos nixtamalizados como una estrategia para mejorar la salud de la población. La nixtamalización es una técnica que puede adaptarse a nuevos ingredientes, permitiendo el desarrollo de productos más nutritivos, funcionales y accesibles. Revalorizar esta técnica ancestral no solo contribuye a la conservación del patrimonio cultural de México, sino que también representa una herramienta para enfrentar desafíos actuales como la desnutrición, las enfermedades crónicas y la sostenibilidad alimentaria (producción y consumo de alimentos que beneficien a las personas, al planeta y a la economía). Esto abriría nuevas oportunidades para desarrollar productos funcionales y sostenibles, con enfoque en poblaciones vulnerables o con necesidades nutricionales específicas.

Bibliografía/Referencias

- Abera, S., Yohannes, W., & Chandravanshi, B. S. (2023). Effect of Processing Methods on Antinutritional Factors (Oxalate, Phytate, and Tannin) and Their Interaction with Minerals (Calcium, Iron, and Zinc) in Red, White, and Black Kidney Beans. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2023, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2023/6762027>
- Cardona-Herrera, R., Pérez-Carrillo, E., Quiñones-Muñoz, T. A., & Ozuna, C. (2025). Nixtamalization and its impact on the physicochemical, bioactive, and antioxidant properties of Cucurbita pepo, Cucurbita argyrosperma, and Cucurbita maxima. *LWT*, 223, 117760. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117760>
- 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. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1649693>
- Escamilla-Urbina, I., Totosaus-Sánchez, A., Rodríguez-Huezo, M. E., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2025). Effect of Calcium Hydroxide and Nixtamalization Time on the In Vitro Starch and Protein Digestibility of Traditional Maize Tortillas. *Plant Foods for Human Nutrition*, 80(1), 61. <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01245-z>
- Félix-Sámano, A. L., Félix-Medina, J. V., Quintero-Soto, M. F., Diaz-Peña, I., & Gutiérrez-Dorado, R. (2025). Nixtamalization and Extrusion Processes: Effects on Physicochemical, Nutritional, and Nutraceutical Properties in the Processing of Corn into Tortilla. *International Journal of Food Science*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/ijfo/6961009>
- Gopika, M., & Joshi, S. (2024). Elucidating the effect of nixtamalization on the functional, nutritional, and microstructure properties of pearl millet flour. *Journal of Cereal Science*, 117, 103891. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2024.103891>
- Gutiérrez-Cortez, E., Hernández-Becerra, E., Londoño-Restrepo, S. M., Millan-Malo, B. M., Morales-Sánchez, E., Gaytán-Martínez, M., & Rodriguez-García, M. E. (2022). Changes in the physicochemical properties of maize endosperm, endosperm fractions, and isolated starches because of nixtamalization. *Journal of Cereal Science*, 108, 103583. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103583>
- Hassan, S. M., Forsido, S. F., Tola, Y. B., & Mosia, A. (2023). Optimization of the Effects of Nixtamalization on the Nutritional and Anti-Nutritional Contents of Quality Protein Maize Flour. *Journal of Agriculture, Food and Natural Resources*, 1(1), 29–39.
- Iuga, M., Ávila Akerberg, V. D., González Martínez, T. M., & Mironeasa, S. (2019). Consumer Preferences and Sensory Profile Related to the Physico-Chemical Properties and Texture of Different Maize Tortilla Types. *Foods*, 8(11), 533. <https://doi.org/10.3390/foods8110533>
- Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A. K., Cabrera-Ramírez, Á. H., Rodríguez-Castillo, N., Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Gaytán-Martínez, M. (2020). Impact of cooking and nixtamalization on the bioaccessibility and antioxidant capacity of phenolic compounds from two sorghum varieties. *Food Chemistry*, 309, 125684. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125684>
- Méndez Lagunas, L. L., García Rojas, D. A., Andrés Grau, A. M., Barriada Bernal, L. G., & Rodríguez Ramírez, J. (2022). Content and bioaccessibility of phenolic compounds in blue corn products and tortillas using traditional and ecological nixtamalization. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100443>

- Odukoya, J. O., De Saeger, S., De Boevre, M., Adegoke, G. O., Audenaert, K., Croubels, S., Antonissen, G., Odukoya, J. O., & Njobeh, P. B. (2022). Influence of nixtamalization cooking ingredients on the mineral's composition of nixtamalized maize and sorghum. *Journal of Cereal Science*, 103, 103373. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103373>
- Ramli, E. S. M., Sukalingam, K., Kamaruzzaman, M. A., Soelaiman, I. N., Pang, K. L., & Chin, K. Y. (2021). Direct and indirect effect of honey as a functional food against metabolic syndrome and its skeletal complications. In *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* (Vol. 14, pp. 241–256). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S291828>
- Rojas-Molina, I., Gutierrez-Cortez, E., Palacios-Fonseca, A., Baños, L., Pons-Hernandez, J. L., Guzmán-Maldonado, S. H., Pineda-Gomez, P., & Rodríguez, M. E. (2007). Study of structural and thermal changes in endosperm of quality protein maize during traditional nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, 84(4), 304–312. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-84-4-0304>
- Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J. de D., Vélez-Medina, J. J., & Salazar, R. (2018). Physicochemical properties of nixtamalized black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Chemistry*, 240, 456–462. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.156>
- Serna-Saldivar, S. O. (2021). Understanding the functionality and manufacturing of nixtamalized maize products. In *Journal of Cereal Science* (Vol. 99). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103205>
- Vázquez-Carrillo, M. G., Toledo-Aguilar, R., Aragón-Cuevas, F., Salinas-Moreno, Y., Palacios-Rojas, N., & Santiago-Ramos, D. (2023). From maize to tlayuda, a traditional big-flat leathery tortilla. Effect of two nixtamalization processes on some physicochemical and nutraceutical properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31, 100661.
- Villada, J. A., Sánchez-Sinencio, F., Zelaya-Ángel, O., Gutiérrez-Cortez, E., & Rodríguez-García, M. E. (2017). Study of the morphological, structural, thermal, and pasting corn transformation during the traditional nixtamalization process: From corn to tortilla. *Journal of Food Engineering*, 212, 242–251. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.034>
- Wang, Y., Chen, L., Yang, T., Ma, Y., McClements, D. J., Ren, F., Tian, Y., & Jin, Z. (2021). A review of structural transformations and properties changes in starch during thermal processing of foods. *Food Hydrocolloids*, 113, 106543. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106543>