

LA NIXTAMALIZACIÓN Y EL MAÍZ

Ing. Misael García Pérez

Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz,
Ingeniero Bioquímico

Lic. Gustavo Armando Sánchez Rosas

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de
Veracruz, Licenciado en Nutrición

Dra. Rosa María González Amaro

SECIHTI-Instituto de Ecología, A.C., Doctora en Ecología y
Desarrollo sustentable

Dra. Claudia Y. Figueroa Hernández

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de
Veracruz, Doctora en Biotecnología

Dr. Oscar González Ríos

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de
Veracruz, Doctor en Ciencias en Alimentos

Dr. Zorba Josué Hernández Estrada

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de
Veracruz, Doctor en Ciencias de los Materiales

Abstract

Nixtamalization is an ancestral process of Mesoamerican origin that consists of cooking corn in an alkaline solution, generally with lime, to facilitate milling. This treatment increases the bioavailability of nutrients such as calcium and certain amino acids and reduces nixtamalized corn products' aflatoxin content. This process is mainly used in Mexico to produce a wide variety of products, including tortillas, which are the main ingredient in the Mexican diet. The importance of corn goes beyond food, due to its cultural symbol in Mexico, where there are 59 native maize landraces. On the other hand, traditional nixtamalization has environmental challenges due to its high-water consumption and generation of alkaline waste. In response to this problem, alternative methods have been developed that seek to improve the efficiency of the process and reduce its ecological impact, which are areas of interest for both industry and scientific research, as well as for crop sustainability and biodiversity preservation.

Keywords: Corn, nixtamalization, Mexican culture, nutrients.

Resumen

La nixtamalización es un proceso ancestral de origen mesoamericano que consiste en la cocción del maíz en una solución alcalina, generalmente con cal, para facilitar su molienda. Este tratamiento aumenta la biodisponibilidad de nutrientes como el calcio y ciertos aminoácidos, además, disminuye el contenido de aflatoxinas en los productos de maíz nixtamalizado. Este proceso se utiliza principalmente en México para elaborar una gran variedad de productos, entre ellos las tortillas, que son el principal ingrediente de la dieta

mexicana. La importancia del maíz va más allá de la alimentación, debido a que es un símbolo cultural en México, en donde se tienen 59 razas de maíz nativas. Por otra parte, la nixtamalización tradicional tiene desafíos ambientales debido a su alto consumo de agua y generación de residuos alcalinos. En respuesta a esta problemática se han desarrollado métodos alternativos que buscan mejorar la eficiencia del proceso y reducir su impacto ecológico, siendo áreas de interés tanto para la industria como para la investigación científica, y la sostenibilidad del cultivo y preservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Maíz, nixtamalización, cultura mexicana, nutrientes.

Nixtamalización

La palabra nixtamal se deriva de los términos náhuatl *nixtli* (cenizas) y *tamalli* (masa). La nixtamalización es una práctica ancestral transmitida por generaciones con el fin de preparar el maíz para consumo humano. Es tanta su importancia en la nutrición humana, que en 2010 fue declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO. La nixtamalización es un proceso térmico alcalino en el que los granos de maíz se cuecen de 20 a 40 minutos a temperaturas que oscilan entre 80 y 100 °C, en una solución de hidróxido de calcio (cal), a una concentración de 1 a 2% en agua. Tras la cocción, los granos reposan en esta mezcla de 8 a 12 horas, para después lavar el maíz con el objetivo de remover el exceso de cal y parte del pericarpio desprendido (Fig 1) (Paredes-López *et al.*, 2009). El resultado de este proceso es el llamado nixtamal, el cual se muele en metate, molino de muelas o molino de piedras para obtener una masa utilizada en la elaboración de tortillas, totopos, tamales, atoles y una variedad

de antojitos a base de masa frita, así espesante. como en la preparación de guisos como

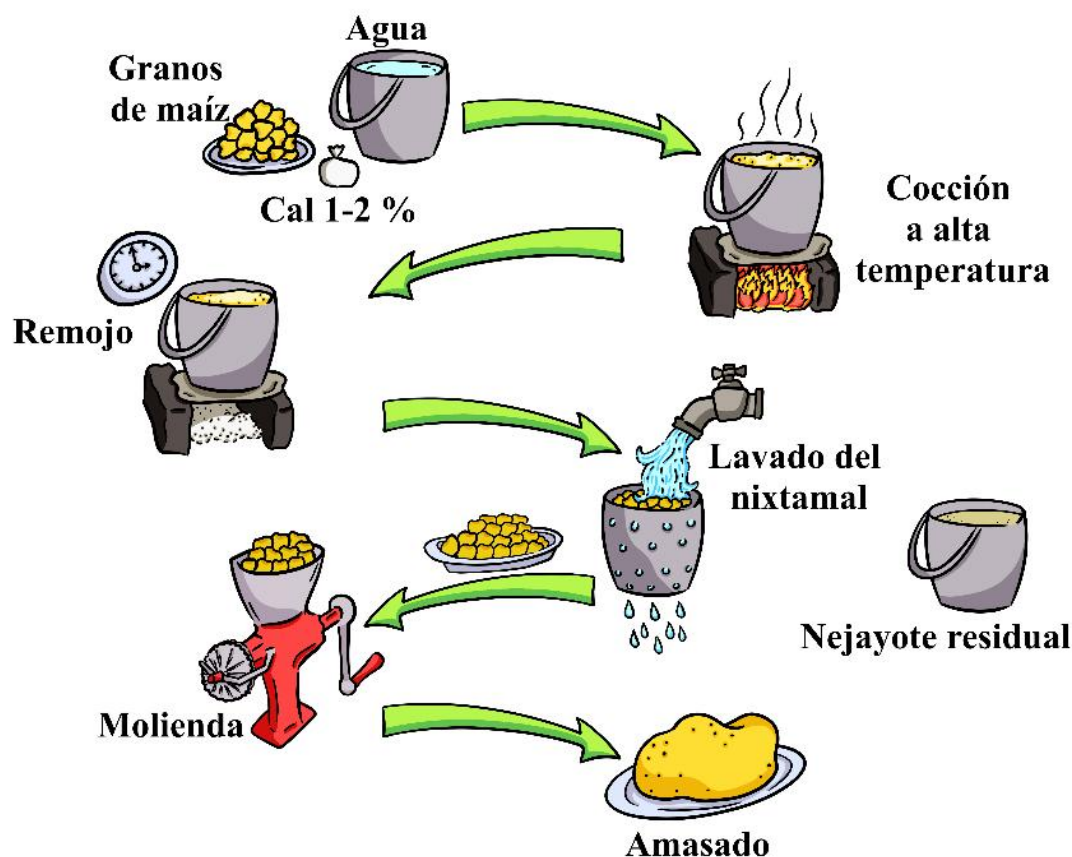


Figura 1: Proceso de nixtamalización clásico.

TORTILLA DE MAÍZ

Entre los productos de maíz nixtamalizados, las tortillas son las más populares y consumidas en México, con un promedio de 79.5 kg per cápita al año en zonas rurales y 56.7 kg en zonas urbanas. Este alimento tiene sus raíces en el México prehispánico, donde se conocía como *tlaxcalli*, que significa “*cosa cocida*”. Surgió de la necesidad de alimentar al ejército tlaxcalteca, que estaba constantemente en conflicto con los aztecas (Fig 2). Tras la conquista española, se le dio el nombre de “*tortilla*”,

derivado del diminutivo de “*torta*”, que significa “*pan de maíz*” (Figueroa Cárdenas, 2022).

La tortilla es un disco delgado de masa con un diámetro de 160 a 250 mm y un grosor de 1 a 2 mm, que se cuece sobre un comal a unos 250 °C. Sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas dependen del tipo de maíz utilizado y del proceso de nixtamalización. Existen variantes de la tortilla, como las tlayudas de Oaxaca, que son considerablemente más grandes y se utilizan en la preparación de

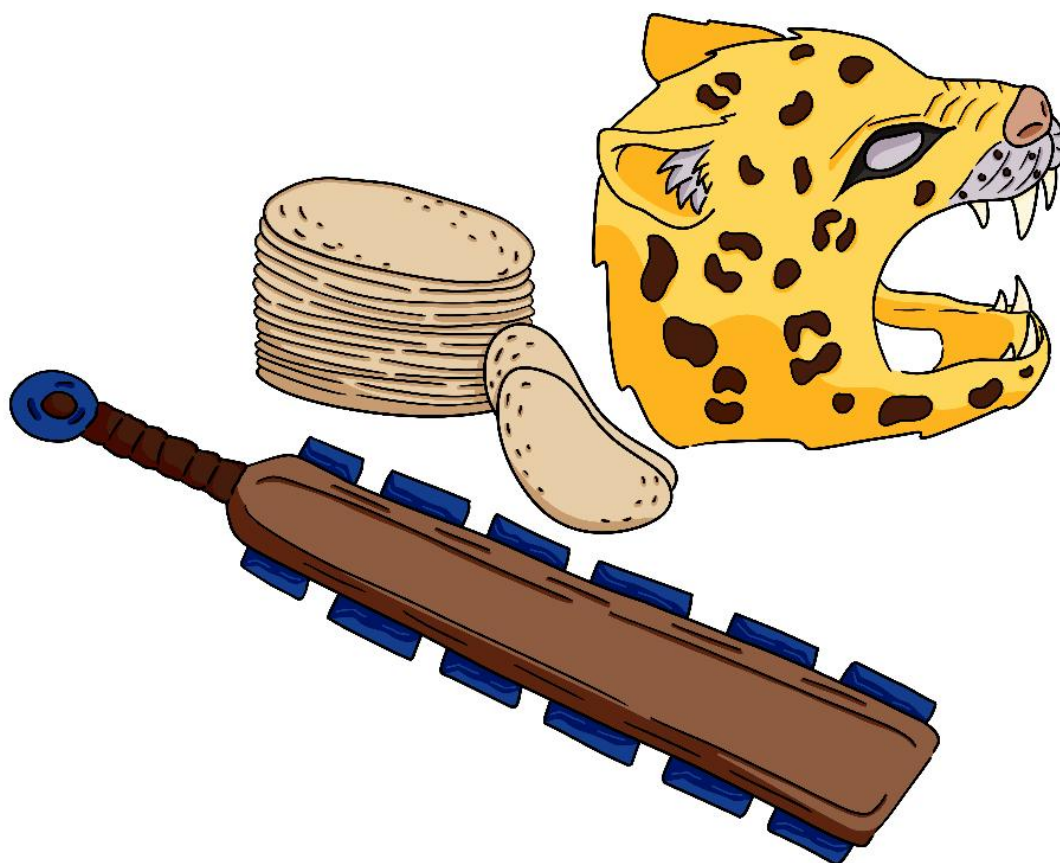


Figura 2: La tortilla como alimento del ejercito tlaxcalteca.

diversos platillos. La tortilla es muy versátil en la cocina mexicana ya que puede servir como acompañamiento en una variedad de guisos o como ingrediente principal en platillos como totopos, tacos, tostadas, enchiladas, chilaquiles, entre otros. (Lind y Barham, 2004).

A lo largo del tiempo, las actividades religiosas y culturales asociadas con la elaboración de la tortilla han evolucionado, aunque en algunas zonas rurales todavía se mantienen arraigadas a las prácticas ancestrales. Es por ello, en las zonas urbanas la tortilla ha perdido en gran medida su simbolismo tradicional y místico para convertirse en un producto industrializado que busca solamente satisfacer la demanda alimentaria

(Lind y Barham, 2004). Estas tortillas industrializadas elaboradas con harina de maíz nixtamalizado generalmente contienen aditivos como gomas, ácidos grasos, vitaminas, minerales y conservadores.

El Maíz

El maíz es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial. En 2024 se produjeron 1,214,345,000 ton (Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, 2024). En México, el maíz es un cultivo emblemático, no solo por su valor económico y nutricional, sino también por la gran diversidad genética que posee, además, de ser un símbolo cultural arraigado profundamente en la historia y la identidad del país.

La planta de maíz pertenece la familia de las gramíneas, es versátil y se desarrolla en diferentes altitudes sobre el nivel del mar y en diversos climas, por lo que tiene una gran biodiversidad en el mundo. En América Latina hay

220 razas y como se observa en la Figura 3, en México contamos con 59 razas nativas, de las cuales algunas son pigmentadas y ricas en compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas (CONABIO, 2020).



Figura 3: Cartel de maíces mexicanos. (CONABIO, 2020).

Ventajas de la nixtamalización

El proceso de nixtamalización no solo facilita la molienda de los cereales, debido a que los hace más suaves, sino que también permite mejorar la disponibilidad de nutrientes que, en su forma natural, no son eficientemente aprovechados por el cuerpo humano. Después de que el maíz es nixtamalizado, se observa un aumento en la biodisponibilidad de algunos nutrientes, como el calcio, que puede llegar a ser hasta trece veces mejor aprovechado, la fibra dietética soluble y aminoácidos esenciales (ej. la niacina, lisina y el triptófano); de esta manera, el consumo de productos

hechos a partir de maíz nixtamalizado contribuye a prevenir la incidencia de enfermedades como la pelagra y a combatir ciertas deficiencias nutricionales en comunidades cuya alimentación se basa en el maíz. Asimismo, la nixtamalización favorece la formación de almidón resistente que se comporta como un prebiótico y presenta la capacidad de degradar aflatoxinas, las cuales son toxinas producidas por hongos, lo que aumenta la seguridad alimentaria del maíz nixtamalizado (Fernández Suarez *et al.*, 2013).

Historia de la nixtamalización

El maíz es el principal ingrediente en la

dieta de la población mexicana gracias a su versatilidad para transformarse en una variedad de productos. En la Figura 4 se muestran ejemplos de algunos productos como tortillas, tamales, atoles y tostadas, derivados del maíz. Estos alimentos, en la que la nixtamalización

jugó un papel muy importante, cuentan con gran aceptación en la población mexicana, y particularmente fueron las culturas mesoamericanas, como los aztecas y los mayas, las cuales desarrollaron y perfeccionaron este método a lo largo del tiempo.

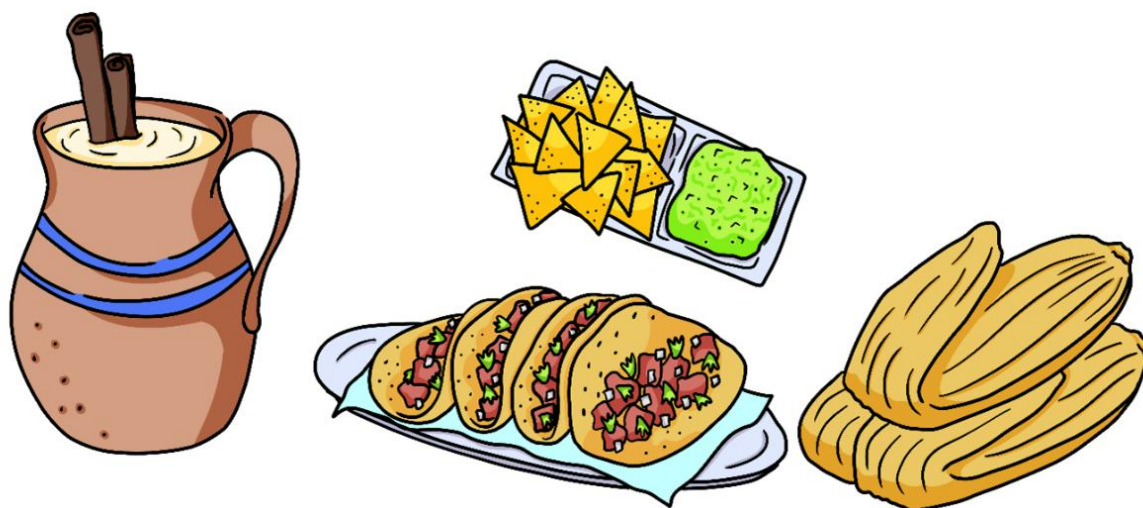


Figura 4: Alimentos elaborados de masa de maíz.

Aunque no se ha podido establecer una fecha precisa para el origen de la práctica de la nixtamalización, la evidencia arqueológica sugiere que los mayas fueron los primeros en llevar a cabo este proceso. Se cree que inicialmente utilizaron el fuego para ablandar los granos de maíz, pero enfrentaron dificultades para retirar la capa externa del grano. Para solucionar este problema, se piensa que recurrieron a las cenizas resultantes del fuego, posiblemente también a cenizas volcánicas, para facilitar la remoción de la cáscara (Vargas, 2014).

Las cenizas fueron la primera fuente de calcio utilizada en el proceso de nixtamalización, dando origen a la "nixtamalización clásica". Con el tiempo los aztecas refinaron el proceso al sustituir las cenizas por cal, que

demonstró ser más eficaz para eliminar la cáscara y mejorar la textura del maíz. La evidencia de este avance se ha encontrado en sitios arqueológicos como Salinas la Blanca, ubicado en la costa del Pacífico sur de Mesoamérica, donde se han hallado restos de tecomates con al menos 3000 años de antigüedad (Fig. 5). Estos hallazgos sugieren que ya en esa época se empleaba el fuego y la cal para remojar el maíz y facilitar su aprovechamiento (Vargas, 2014).

Con el paso del tiempo, el uso de cenizas ha sido mayoritariamente reemplazado por el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), convirtiéndose en el método más empleado en la actualidad, conocido comúnmente como "nixtamalización tradicional".

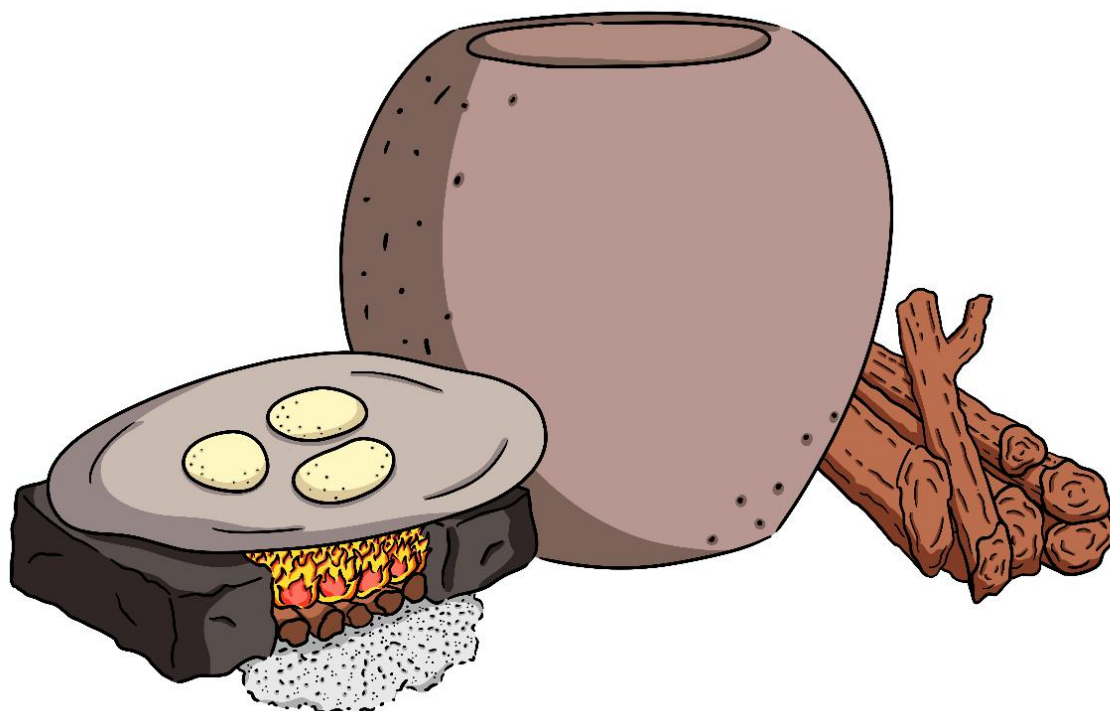


Figura 5: Proceso ancestral de elaboración de tortillas.

Los productos elaborados a partir de maíz nixtamalizado, como tortillas, totopos, tostadas, atole y tostadas, han experimentado un notable crecimiento en popularidad e importancia en Norteamérica, Europa y Asia. Este fenómeno se atribuye a las nuevas tendencias y tecnologías que priorizan la importancia nutricional y el impacto ambiental sobre los intereses económicos de la industria.

Procesos alternativos de nixtamalización

El estudio de la nixtamalización se ha centrado en reducir el consumo de agua y energía, así como en minimizar la producción de nejayote y los tiempos de proceso. Asimismo, se ha buscado aumentar el valor nutricional de los productos mediante el desarrollo de métodos alternativos a la nixtamalización tradicional.

A pesar de la existencia de evidencia

científica que respalda los beneficios de los procesos alternativos de nixtamalización, el sector industrial no ha adoptado plenamente estos nuevos métodos. Esto se debe en gran medida a la demora en la obtención de rendimientos económicos positivos, así como a la falta de aceptación por parte de los consumidores. Entre estos métodos alternos, se incluyen la nixtamalización por extrusión, el calentamiento por microondas, el calentamiento óhmico y la nixtamalización asistida por ultrasonido.

La nixtamalización ecológica, desarrollada y patentada por Figueroa-Cárdenas y colaboradores (2005), no difiere demasiado de la nixtamalización tradicional, ya que el consumo de agua, tiempos de cocción y tiempos de remojo son similares. La diferencia radica en el tipo de alcalinizante utilizado, en la nixtamalización ecológica la fuente de calcio no es el hidróxido de calcio

sino una sal de calcio como los es el sulfato de calcio, carbonato de calcio o cloruro de calcio, los cuales generan nejayote con valores de pH de 4.2 a 7.4, valores considerablemente más bajos en comparación con la nixtamalización con hidróxido de calcio (pH 12 – 14). Este proceso se caracteriza por no retirar completamente el pericarpio de los granos dando como resultado productos con mayor fibra dietética, además de tener una mayor retención de compuestos nutricionales y reduciendo la materia orgánica desechada al ambiente (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

1.6.1. Nixtamalización por extrusión

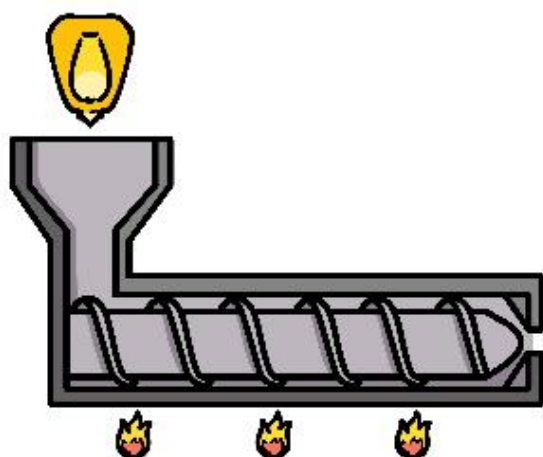


Figura 6: Nixtamalización por extrusión

Se trata de un proceso realizado a altas temperaturas con cortos tiempos de operación. Los granos de maíz primero deben ser molidos para obtener harina, luego esta se mezcla con hidróxido de calcio y agua hasta obtener una humedad del 45%, y se deja reposar por 12 h. A esto se le conoce como harina acondicionada, la cual posteriormente será vertida en la tolva de alimentación del extractor. En este punto la muestra es movida a través del equipo con ayuda de un tornillo sin fin hacia zonas del

cilindro con temperatura ajustable, al final se obtiene un material extruido que vuelve a ser molido para obtener harinas extrusionadas nixtamalizadas. Las ventajas que tiene este método son un consumo mucho menor de agua, menor generación de efluentes contaminantes, disminución de aflatoxinas y tiempo de procesamiento. No obstante, las tortillas elaboradas con este tipo de harinas no son muy aceptadas por los consumidores debido a la rigidez que presentan (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

1.6.2. Nixtamalización por calentamiento infrarrojo

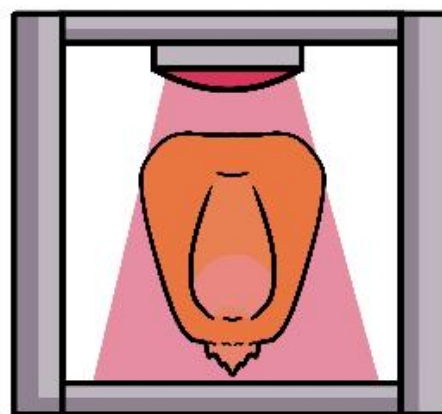


Figura 7: Nixtamalización por calentamiento infrarrojo

Similar a la nixtamalización tradicional, los granos de maíz son cocidos en una relación 1:2 o 1:3 de agua con al menos 1% de hidróxido de calcio a temperaturas y tiempos similares. La diferencia radica en la utilización de un horno donde lámparas de infrarrojo trabajan a 1300 W y una frecuencia de 60 Hz. Después del cocimiento se deja remojar la mezcla por 18 h y posteriormente se desecha el nejayote y se lava el maíz para eliminar el exceso de cal. Entre las ventajas de este método está un mejor uso de la energía, reducción del tiempo de calentamiento

o mejor conservación de las propiedades nutricionales (Zavala *et al.*, 2016).

1.6.3. Nixtamalización por calentamiento óhmico

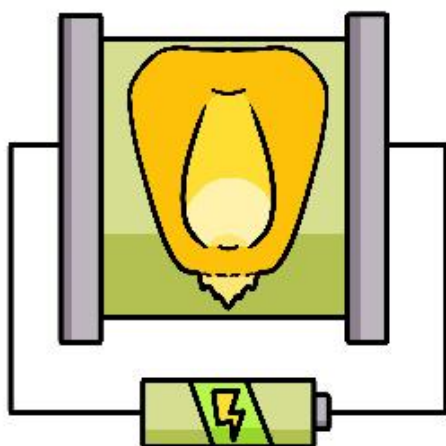


Figura 8: Nixtamalización por calentamiento óhmico

En este tipo de nixtamalización el maíz es molido y tamizado en una maya de al menos 3 mm de grosor, posteriormente se mezcla con 0.3% de hidróxido de calcio y con suficiente agua para alcanzar una humedad del 50%. Luego la mezcla pasa a un horno de calentamiento osmótico, se transporta con ayuda de un tornillo y se inserta en una celda de polycarbonato donde se aplican campos eléctricos moderados con ayuda de electrodos de acero. La mezcla actúa como una resistencia y genera calor, de esta forma se realiza la cocción a 85 °C y se obtienen masas deshidratadas que solo deben ser molidas y tamizadas para usarse en la elaboración de alimentos (Ramírez-Jiménez *et al.*, 2019).

1.6.4. Nixtamalización enzimática



Figura 9: Nixtamalización enzimática.

Para este tipo de nixtamalización, los granos se deben hidratar del 25 al 80 % y someterse a digestión en una solución proteasa alcalina, luego se añade un agente alcalinizante para favorecer la actividad enzimática donde las proteínas del pericarpio son degradadas, esto con el objetivo de suavizar la pared celular y facilitar la molienda. Si se utilizan granos duros se debe hacer un cocimiento previo de al menos 15 min a 90 °C, en cambio, si se utilizan granos blandos la nixtamalización enzimática puede ser aplicada directamente (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

1.6.5. Nixtamalización asistida por ultrasonido

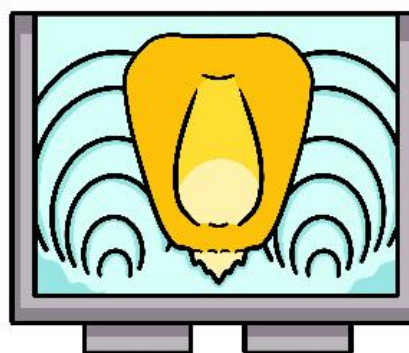


Figura 10: Nixtamalización enzimática.

Este tipo de nixtamalización utiliza condiciones similares de temperatura,

tiempo de cocción, cantidad de alcalinizante o tiempo de remojo a la nixtamalización tradicional, no obstante, su diferencia radica que, durante la cocción, se utiliza un baño sonicator de elevada potencia que genera microburbujas en el medio. Esto permite conservar mejor las estructuras del almidón y reducir los tiempos de cocción ya que las ondas ultrasónicas facilitan la difusión del agua dentro del grano (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

1.6.6. Nixtamalización asistida por microondas

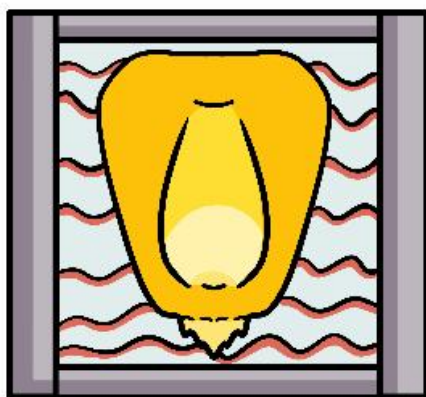


Figura 11: Nixtamalización asistida por microondas.

La nixtamalización por microondas es un método eficiente y rápido para obtener harinas similares a las obtenidas por el método tradicional. Las harinas producidas difieren en el tamaño de partícula, índice de absorción de agua y viscosidad, por ende, las masas y tortillas obtenidas también presentan diferencias. Con este método se requieren menos equipos y espacio, el tiempo de cocción también se reduce consiguiendo así una mayor eficiencia energética (Escalante-Aburto *et al.*, 2020).

Conclusión

La nixtamalización es un proceso

térmico alcalino utilizado como pretratamiento de los cereales, que inició con el maíz en México y que permite producir masas que son la base de una gran variedad de alimentos y que son clave en la alimentación y cultura de México, con beneficios nutricionales y funcionales significativos. Sin embargo, su impacto ambiental plantea desafíos que han impulsado la búsqueda de métodos más sostenibles que a su vez, permitan la obtención de productos de calidad. La investigación y mejora continua de esta técnica son esenciales para optimizar la producción de alimentos a base de maíz y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Referencias

- [1] CONABIO. Razas de maíz de México. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>. (2020).
- [2] Escalante-Aburto, A., Mariscal-Moreno, R. M., Santiago-Ramos, D., y Ponce-García, N. An update of different nixtamalization technologies, and its effects on chemical composition and nutritional value of corn tortillas, *Food Reviews International*, 36[5], pp. 456–498, 2020.
- [3] Fernández Suarez, R., Morales Chavez, L. A., y Galvez Mariscal, A., Importance of mexican maize landraces in the national diet: An essential review. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 36, pp. 275–283, 2013.
- [4] Figueroa-Cárdenas, J. D., Rodríguez-Chong, A., y Velés-Medina, J. J. Proceso ecológico de nixtamalización para la producción de harina, masa y tortillas integrales (Centro de investigación y de estudios

- avansados del I.P.N. Patent No. 289339), 2005.
- [5] Lind, D., y Barham, E., The social life of the tortilla: Food, cultural politics, and contested commodification, *Agriculture and Human Values*, 21[1], pp. 47–60, 2004.
- [6] Paredes-López, O., Lara, F. G., y Pérez, L. A. B., La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz, *Ciencias* 92, pp. 60–70, 2009.
- [7] Ramírez-Jiménez, A. K., Rangel-Hernández, J., Morales-Sánchez, E., Loarca-Piña, G., y Gaytán-Martínez, M., Changes on the phytochemicals profile of instant corn flours obtained by traditional nixtamalization and ohmic heating process, *Food Chemistry*, 276, pp. 57–62, 2019.
- [8] United States Department of Agriculture. Corn 2024 world production. Foreign Agricultural Service. <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=0440000>. (2024).
- [9] Vargas, L. A. El maíz, viajero sin equipaje. Trabajo modificado a partir de su presentación en el simposio “Somos de maíz: Principio y destino”, con motivo del vigésimo quinto aniversario de la revista Cuadernos de Nutrición, en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, 24 de julio de 2007. *Anales de Antropología*, 48[1], pp. 123–137, 2014.
- [10] Zavala, A., Martínez, H. E., y Vázquez, A., Fate of Aflatoxins from a Novel Procedure for Tortilla Making Based on Infrared Heating, *Philippine Agriculture Scientist*, 99[1], pp- 42-49, 2016.