

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS**

**ELABORACION DE
TEXTO**

**MANUAL PARA LA
NIXTAMALIZACIÓN DEL MAÍZ EN
CHIAPAS. PROCEDIMIENTO,
RECOMENDACIONES Y
PRECAUCIONES**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN GASTRONOMÍA**

PRESENTA

ADRIÁN MUÑIZ ALVARADO

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS GABRIEL MOLINA LÓPEZ





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 14 de octubre de 2024

C. Adrián Muñoz Alvarado

Pasante del Programa Educativo de: Gastronomía

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Manual para la nixtamalización del maíz en Chiapas. Procedimiento, recomendaciones

Y precauciones

En la modalidad de: Elaboración de texto

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtro. Jesús Alberto Saldaña Argüello

Dr. Jorge Alberto Esponda Pérez

Dr. Marcos Gabriel Molina López



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

Firmas

(Handwritten signatures in blue ink)

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no se hubiera convertido en una realidad sin el apoyo, respaldo y la orientación de varias personas a quienes quiero dedicar unas palabras por su constante ayuda y disposición.

Agradezco profundamente a mi director de tesis, el Dr. Marcos Gabriel Molina López, por su guía y paciencia durante todo el camino, así como su disposición y su entusiasmo por procurar el mejor resultado al que se pudiera llegar, buscando soluciones a problemas y brindando estrategias para avanzar.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por brindarme el espacio y las herramientas que necesitara durante todo el camino para la culminación del trabajo.

A la Dra. Lurline Álvarez Rateike quien me enseñó las bases y lineamientos que el trabajo necesitaba como también me dio recomendaciones que sirvieron para definir el rumbo que el trabajo tendría en su comienzo.

A la familia Cundapí de Suchiapa que con confianza me abrieron las puertas de su hogar donde realizan el trabajo de todos los días para que así tuviera una vista completa del proceso.

A la Sra. Blanca Lidia Díaz Sánchez quien con gusto fue a la escuela para con paciencia y amor enseñar su proceso y sus recetas a jóvenes interesados en el manejo del maíz.

A mi hermana Alejandra Muñoz Alvarado por ser mi guía y referencia de confianza en muchas dudas de este camino que ella ya ha recorrido.

A mi familia que siempre me alentó y motivo a seguir dando un constante esfuerzo que culminó en la elaboración de este trabajo.

A mis amigos cercanos quienes también me motivaron, pero también me ofrecieron su apoyo en los momentos difíciles o cansados, donde pude recargar energías para seguir adelante.

A lo largo de este camino enfrenté diferentes obstáculos, tanto académicos como personales que en algún momento parecieron insuperables. A través de estos, aprendí a confiar en el proceso, así como también me brindaron una valiosa lección y me ayudaron a descubrir fuerzas que no sabía que tenía. Hoy, además de culminar y lograr una etapa más en el ámbito académico, este proyecto es un testimonio de resiliencia y determinación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis dos padres, a mi madre **Lidia Jacqueline Alvarado Pacheco** y a mi padre **Humberto Muñiz León**. Gracias a su sacrificio, trabajo y amor incondicional pude tener la oportunidad de finalizar mi licenciatura. Me enseñaron el verdadero significado de la dedicación y compromiso, este trabajo es una pequeña muestra de todo lo que me han dado. Todo lo que soy se lo debo a ustedes.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	3
GENERALES.....	3
ESPECÍFICOS.....	3
MARCO TEÓRICO.....	4
EL DESCUBRIMIENTO Y ORIGEN DEL MAÍZ.....	4
EL CUIDADO Y CULTIVO DEL MAÍZ.....	6
EL MAÍZ EN LA CULTURA MODERNA.....	9
EL MAÍZ Y SU NIXTAMALIZACIÓN.....	11
PROPIEDADES DEL GRANO PARA CALIDAD DE MASA.....	16
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL MAÍZ NIXTAMALIZADO.....	19
EL MAÍZ EN CHIAPAS.....	25
METODOLOGÍA.....	31
ESTRUCTURA DEL MANUAL.....	32
PORTADA INSTITUCIONAL DEL MANUAL.....	33
RESULTADOS.....	34
PORTADILLA DEL MANUAL.....	35
CONTENIDO DEL MANUAL.....	36
INTRODUCCIÓN	37
OBJETIVO.....	38
MATERIALES.....	39
MISE EN PLACE.....	41
PRIMERA FASE.....	42
TIEMPO.....	43
SEGUNDA FASE.....	44
LIMPIEZA (maíz caliente).....	44
TERCERA FASE.....	46

LIMPIEZA (maíz reventado).....	46
MOLIDO.....	47
ENTREVISTAS.....	44
RECOMENDACIONES.....	51
GLOSARIO.....	52
REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	54
CONCLUSIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
APÉNDICES.....	63
APÉNDICE 1	64
ANEXOS.....	66
ANEXO 1. PRUEBAS DE NIXTAMALIZACIÓN 1.....	67
ANEXO 2. PRUEBAS DE NIXTAMALIZACIÓN 2.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAÍZ NIXTAMALIZADO A DIARIO EN SUCHIAPA, CHIAPAS.....	40
FIGURA 2. MAÍZ SECO PREVIO A NIXTAMALIZAR.....	41
FIGURA 3. CAL PARA MAÍZ (CALIDRA), CAL DE CONSTRUCCIÓN (GRIJALVA).....	42
FIGURA 4. LAVADO DE MAÍZ AZUL.....	42
FIGURA 5. MAÍZ Y CAL JUNTOS PREVIO A COCCIÓN.....	43
FIGURA 6. COCCIÓN DEL MAÍZ A FUEGO ALTO.....	44
FIGURA 7. ENJUAGADO DEL MAÍZ COCIDO.....	45
FIGURA 8. MASA FINA RESULTADO DE MOLER MAÍZ CALIENTE.....	45
FIGURA 9. MAÍZ REVENTADO EN GRANO.....	46
FIGURA 10. MASA GRUESA RESULTADO DE MOLER MAÍZ REVENTADO.....	47
FIGURA 11. MOLINO “LOS JONAPÁ”, TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.....	47
FIGURA 12. MOLIDO DE MAÍZ AZUL Y AMARILLO EN MOLINO ELÉCTRICO.....	48
FIGURA 13. MOLINO MANUAL DE MAÍZ WOLFOX WF241.....	48
FIGURA 14. TORTILLAS COLOR AZUL, BLANCO, AMARILLO, SAN CRISTÓBAL, CHIAPAS.....	53
FIGURA 15. MASA FINA DE MAÍZ AMARILLO MOLIDO.....	67
FIGURA 16. MASA FINA DE MAÍZ AZUL MOLIDO.....	68
FIGURA 17. CANTIDAD DE CAL USADA.....	70
FIGURA 18. MAÍZ RESULTADO DE 6 HORAS DE COCCIÓN.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS PERMITIDAS EN LA NOM-187-SSAI/SCFI-2002.....	65
TABLA 2. LÍMITE DE COMPUESTOS QUÍMICOS EN CAL, NOM-187-SSA1/SCFI-2002.....	65
TABLA 3. CANTIDADES USADAS PARA LA PRUEBA 1.....	67
TABLA 4. CANTIDADES USADAS PARA LA PRUEBA 2.....	70

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de elaboración de texto tiene como principal objetivo definir, aplicando diferentes métodos como trabajo de campo, investigación documental y pruebas, una guía paso a paso para la ideal nixtamalización con maíz que podemos adquirir en los mercados de Chiapas, tomando en cuenta diferentes recomendaciones y consejos obtenidos al observar la elaboración de nixtamal y haber obtenido los mejores resultados en pruebas propias.

A lo largo de los años Chiapas siempre ha sobresalido al hablar de la vegetación de maíz y sus aplicaciones en la gastronomía típica y contemporánea. “Desde tiempos antiguos el maíz ha sido uno de los productos básicos en la dieta de los chiapanecos y de todos los mexicanos, de este grano se obtiene el 65% o más de las calorías y entre 30 y 50% de las proteínas ingeridas de manera cotidiana. La importancia de este grano básico radica también en la serie de fenómenos culturales, sociales, políticos, económicos y ecológicos que se generan en torno a su cultivo, transporte, almacenamiento, industrialización y uso.” (INEGI, 1997)

Al hablar sobre información que nos explique sobre cómo obtener un nixtamal para tortilla, tamal o cualquier otra preparación, esta se tiene que obtener de las señoras tradicionales que han trabajado con el maíz durante toda su vida y que adquirieron estos conocimientos por herencia de su familia. Todos los días se realiza nixtamal, su elaboración es hecha por personas que han pasado por un proceso de prueba y error a lo largo de cientos de años con las variaciones de elementos que sustituían a la actual utilización de la cal, agua, temperatura y tiempo, todo este trabajo ha ido evolucionado hasta llegar al resultado del maíz que hoy en día se utiliza para elaborar la masa.

La importancia de estudiar este tema radica en que se podría conseguir un foco de atención sobre la nixtamalización en el estado de Chiapas y además elevar el nivel académico de las escuelas que utilicen esta guía como material complementario en clases de gastronomía mexicana o chiapaneca. Y para otras personas que no viven en Chiapas puedan descubrir las cosas que este estado tiene para ofrecer, siendo en este caso el aprovechamiento del maíz de una manera más sencilla y accesible para todos.

JUSTIFICACIÓN

La flora de Chiapas hablando específicamente del maíz es extensa, pero a su vez poco difundida, con el paso de los años durante mi vida me fui dando cuenta de la importancia y el gran valor que tiene el estado en muchos ámbitos, se hizo más notoria la importancia de Chiapas al entrar al campo de la gastronomía, la cocina resultado de la fusión que tuvo durante y después de la conquista por parte de los españoles que también traían un antecedente gastronómico de otras culturas, nos aportó todo para que nuestra cocina hoy posea una gran cantidad de olores, sabores, colores, texturas, sensaciones y formas que se pueden encontrar desde un antojito en la calle, comidas caseras, restaurantes, bebidas y postres. Chiapas tiene la capacidad para ser un referente a nivel global de la buena comida, pero no se tiene una buena divulgación de las técnicas o métodos que han existido en nuestra sociedad desde hace miles de años.

Nos enfocaremos ahora en la base, el punto de partida, el maíz, ingrediente básico utilizado en gran porcentaje del total de recetas existentes en toda la región Chiapaneca como por ejemplo los tamales, chipilín con bolita, chalupas coletas, atol agrio, pozol, tascalate, pan de elote, etc. Ingrediente heredado de nuestros antepasados prehispánicos y cuyas técnicas para su consumo fueron aprendidas y modificadas con el paso de los años, es por eso que los motivos que nos llevaron a la elaboración de este manual es el alto valor académico y cultural que dichas técnicas poseen, el poder divulgar y darle una mayor exposición a el valor que tienen aquellas cosas que el día de hoy hemos normalizado como es el consumo del maíz, pero que nunca nos preguntamos ¿Qué proceso lleva el maíz para que lo podamos consumir? ¿Cómo y dónde puedo aprender a realizar este proceso? ¿Puedo transformar cualquier maíz con el mismo proceso?

En el siguiente trabajo se profundizará en dar respuesta a estas preguntas así también como ir explicando cada uno de los procesos de la manera más sencilla para que así sea un material didáctico y accesible para cualquiera, mencionando también recomendaciones previas, durante y después de la nixtamalización para así exponer finalmente el proceso ideal para obtener el mejor resultado dependiendo del producto que se desea elaborar.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Elaborar un manual donde se enseñe el proceso para nixtamalizar maíz comprado en mercados Chiapanecos, mostrando el proceso paso a paso, con consejos y recomendaciones, haciéndolo apto para su uso y divulgación gastronómica.

ESPECÍFICOS:

- Documentar sobre el maíz, origen, cultivo, usos, nixtamalización, grano, calidad para masa, beneficios nutricionales.
- Realizar trabajo de campo al observar el proceso de nixtamalización elaborado por personas nixtamaleras de Suchiapa y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Recopilar los datos obtenidos en artículos y las excursiones de campo sobre el nixtamal, hacer pruebas propias y redactar el manual según los mejores resultados.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años el tema del maíz y sus derivados ha sido de gran interés debido que, a partir de que la gastronomía mexicana recibió el reconocimiento de la UNESCO que la declaró Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad se provocó un foco de atención a las investigaciones acerca de la historia, técnicas, orígenes y en este caso, sobre el ingrediente que formó desde los comienzos de la historia en el territorio, base de toda la cocina mexicana y que hasta el día de hoy sigue siendo el alimento principal.

EL DESCUBRIMIENTO Y ORIGEN DEL MAÍZ

El descubrimiento del maíz y sus principales usos fueron descubiertos poco a poco por civilizaciones prehispánicas, aquí se nos expone en un trabajo el como el maíz trascendió a un uso espiritual explicando el origen del hombre y del cosmos.

Los olmecas fueron los primeros en representar el origen del cosmos, los seres humanos, la naturaleza y los dioses mediante imágenes como la que conceptualiza la planta de maíz que representa un Árbol Cósmico, rodeada de cuatro granos que señalan los cuatro rumbos del mundo. Se trata, de un relato gráfico de los orígenes del cosmos centrado en el árbol primordial, que para los olmecas era la planta del maíz, el árbol dispensador de los alimentos terrestres. Ésta es una manera de expresar que el dios posee virtudes reproductivas, fertilizadoras o alimentarias de la planta; o la fuerza, la agresividad y el valor de un animal. En los campos de cultivo, en los templos y palacios de sus poblados, en sus grandes estelas y en los utensilios de barro cotidiano, proliferaron las representaciones del dios del maíz que con diversas significaciones que no necesariamente. (González, 2013, p. 7).

Karl Taube en su trabajo “Una reevaluación del dios del maíz del período Clásico maya. 1985”, también nos habla de las narrativas que recopiló a través de los años de los descubrimientos sobre los mayas a través de códices y descifración de jeroglíficos donde los mayas se referían a ciertas deidades como dioses y en base a su aspecto físico se descifraba lo que representaban.

La entidad aislada e identificada por *Hellmuth* como Joven Señor Principal parece ser un dios del maíz del período Clásico. Su cabeza elongada y tonsurada replica la forma de la larga mazorca, rematada por la borla. Los granos de maíz, que con frecuencia se incorporan en el interior de la cabeza de este personaje, son una peculiaridad identificadora de su glifo nominal personalizado. Sus ornamentos de jade evocan las cualidades reverdecientes y preciosas de la planta viva. Las delicadas facciones y el medallón de Monstruo *Xoc-spondylus* sugieren las cualidades nutrientes femeninas del maíz; entre los mayas mames contemporáneos, al maíz se le llama “Nuestra Madre”. El saco que lleva parece contener granos de maíz. (Taube, K., 1985).

Avanzando en nuestra historia, el maíz además de ser representado por dioses y deidades también tenía un peso a nivel ceremonial para los aztecas, es así como en el trabajo titulado “*Nuestro señor el desollado*” nos narran las ceremonias que se hacían.

En la mitología azteca, uno de los dioses relacionados con la medicina era *Xipe Tótec* (o *Xipelotec*). Este dios también tenía una estrecha relación con el maíz. El calendario de las fiestas religiosas de los mexicas dividía el año en 18 periodos de veinte días, o veintenas, cada uno. Todo estaba fríamente calculado para que en estas fechas tuvieran suficientes ofrendas para *Xipe Tótec*. Entre octubre y noviembre, que coincidía con la cosecha del maíz. En la fiesta de *Tlacaxipehualiztli* ocurría un simulacro de lo que sería el sacrificio, a los cautivos se les pintaba de rojo con rayas negras y se simulaba quitarles el corazón con unas tortillas de maíz sin cal que se conocían como tortillas de *Yopi*. *Yopi* es el otro nombre por el que se conoce a *Xipe Tótec* y que lo relaciona con el maíz. Así, nos acercamos a la culminación de esta fiesta que, como se menciona, se llevaba a cabo los últimos días de la veintena, con sacrificios para Huitzilopochtli. Los cuerpos eran desmembrados y cocinados con maíz. Este platillo digno de los dioses se repartía entre los invitados. Sí, este es el origen macabro del pozole, recientemente clasificado como un superalimento. (Teresa, 2021, p. 1).

EL CUIDADO Y CULTIVO DEL MAÍZ

Ahora que ya sabemos sobre el uso espiritual que tenía el maíz en las civilizaciones antiguas, hay que saber qué es lo que pasaba con su cultivo y la extensión territorial que este ocupaba en aquella época, es así como en *El origen del maíz* se nos presenta lo siguiente.

El cultivo de maíz en milpa, esto es, junto con frijol, calabaza, chile y otras plantas más, fue adoptado por pueblos de distinto origen y lengua, ocuparon las muy diversas regiones mesoamericanas: semiáridas, templadas, cálidas y húmedas, etcétera. se buscan nuevas variedades que tengan características interesantes, no sólo para el incremento en la producción, así como como el tamaño, la resistencia a la sequía o el exceso de agua, al viento o las plagas, etc. sino también que posean cualidades nutritivas, culinarias e incluso simbólicas: el maíz rojo se considera como “madre del maíz”, que protege a los demás. A partir de este equilibrio dinámico se formó la base sobre la cual, los primeros maíces que comenzaron a difundirse. (Carrillo Trueba, C. 2009, p.p. 5-6).

Siguiendo su trabajo de manera general explica que la cruza con razas de maíces provenientes de Sudamérica, que se desarrollaron ahí partiendo de maíces previamente llevados de Mesoamérica, fortaleció ambos intercambios, de igual forma que la hibridación con sus familiares silvestres, es así como los teosintes se beneficiaban adrede cerca de las milpas. El intercambio de experiencias que llevó su cultivo probablemente acompañó el de las variedades mismas. Fue así como el maíz se convirtió en una planta omnipresente en Mesoamérica, abarcando una gran variedad de tipos de suelo, sustratos, altitudes y climas desde cero metros sobre el nivel del mar hasta los 3 000 metros. Y de este mismo evento surge el número de variedades y subvariedades que ha habido del maíz y que actualmente hay en Mesoamérica que se estima en casi sesenta.

De igual manera desde la época prehispánica cuando se descubrió el uso del maíz este paso a convertirse la base de nuestra cultura y patrimonio, es así como nos lo expone en sus palabras en su artículo de la siguiente manera.

En México, el maíz se identifica ampliamente con el país que lo vio nacer. Está en el centro de sus tradiciones, modos de vida y cultura popular. A pesar de esta importancia económica, social y cultural, los gobiernos sucesivos han preferido favorecer la importación de grano extranjero, mucho más barato, que representa hoy en día casi la cuarta parte del consumo nacional. Sin embargo, pese a precios de venta poco atractivos, millones de campesinos persisten en el cultivo de variedades locales de maíz, lo que les permite mantener la calidad de su alimentación, así como los equilibrios de los ecosistemas en los cuales viven y producen. Contestaron en parte el descenso de los precios de venta por la disminución de los costos de producción, merced a un ensanchamiento de las superficies cultivadas y una reducción de las inversiones. El mercado les da la razón en la medida en que el grano así producido resulta de gran calidad y suscita una fuerte demanda por parte de los consumidores. (Barkin, 2002, p.p.19-32).

El origen de las cosas siempre será un tema de interés y de investigación, que surge de la necesidad de saber de dónde vienen las cosas que nos rodean. En el caso del maíz en la reseña del libro se presentan argumentos que hacen destacar al maíz como un cultivo del mayor interés por su importante gran aportación a la agricultura global.

Debido a que cuenta con una excepcional diversidad genética con formas específicas que se adaptan a múltiples condiciones climático - ecológicas en amplias extensiones de latitud, altitud y precipitación pluvial de México y de gran parte del Continente Americano tal diversidad también se expresa en numerosas variantes en tamaño, textura y color de mazorca y grano, la cuales además se asocian con formas de uso por las culturas autóctonas y mestizas, y representan el sustento e identificación cultural de millones de familias. Los autores hacen notar que esa diversidad genética se ha generado en miles de años de domesticación llevada a cabo por las culturas locales, y que aún sigue evolucionando bajo domesticación por el manejo y selección que aplican los agricultores en alrededor de 6.5 millones de hectáreas sembradas con maíces nativos (criollos) en México. (Castillo, 2009, p. 1).

Fue así como con el desarrollo de manera exponencial en el maíz y con el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevas demandas de la sociedad se empezó a cultivar el maíz de manera industrial lo que empezó a ocasionar la pérdida de razas silvestres y así surgió un proyecto de preservación del maíz.

El debate sobre la preservación del maíz nativo inició en la década de 1940 y se nutrió de las perspectivas de destacados especialistas en maíz, entre ellos, Carl Sauer, Edgar Anderson, Paul Mangelsdorf, y Hugh Cutler en 1940 escribió una carta a Anderson en la que le advirtió que los programas estatales eliminarían la diversidad del maíz al introducir variedades híbridas, tal como había ocurrido en Estados Unidos. De forma concreta, es en el *Corn Belt* donde la siembra de maíz híbrido disminuyó progresivamente la diversidad genética, al homogenizar el cultivo con fines empresariales. A finales de 1951, Brieger realizó un viaje a Estados Unidos para generar una propuesta oficial destinada a la creación del Comité. A través de Cleland la propuesta de Brieger fue evaluada, bajo la premisa de salvar al maíz del peligro frente a las incursiones de tipos extranjeros. La pérdida del maíz sería un desastre mayor. (Méndez, 2021, p. 6).

La importancia y la evolución histórica que ha tenido un grano como el maíz en la vida de nuestros pueblos desde la época prehispánica hasta la actualidad plantea la elaboración de este material didáctico dirigido a los maestros y alumnos jóvenes; Y así surge el libro: *Cuéntame Maíz*.

El libro *Cuéntame Maíz* permite que el venezolano se reencuentre así con su propia esencia y fortalezca su identidad cultural. En especial, los más pequeños pueden descubrir de dónde proviene el grano con el que se elaboran las arepas, el desayuno diario por excelencia de los hogares de Venezuela, o bien las tradicionales hallacas con las que la familia celebra la Navidad y la Nochevieja. La lectura invita a alumnos y maestros a prestar atención a la importancia de la siembra y la cosecha oportuna del maíz, así como a seguir investigando sobre este tema para impulsar conversaciones en torno a los retos que deben afrontarse en el presente y en el futuro a fin de aprovechar los recursos alimentarios. (Salvador, 2001, p. 5).

EL MAÍZ EN LA CULTURA MODERNA

De manera general a lo específico Cuevas Mejía, J. D. J. nos introduce al uso moderno del maíz en nuestra cultura abarcando temas de importancia del cual destacamos el siguiente fragmento

El siguiente trabajo busca recalcar la importancia del maíz para el pueblo mexicano, que con el paso de los años ha logrado mantener su identidad no en vano por la fuerza y majestuosidad de sus tradiciones y costumbres. Es cierto que hoy en día es la base de la alimentación de muchas familias a lo largo del territorio de México, en cada hogar a la hora del almuerzo, la comida e incluso la merienda, el maíz está presente en una gran variedad de formas, texturas y colores. Esto nos hace pensar ¿Qué sería de las fiestas en México sin la presencia del maíz, que año con año se llevan a cabo por todo el territorio? Al hablar de Maíz es necesario abarcar gran cantidad de temas como son: Naturales (Tipos de maíz, textura, color, sabor) Geográficos (Lugar y clima en que se cosecha) Culturales (Tradiciones, costumbres, fiestas donde está presente) Antropológicos (Orígenes y usos) sociales (significado para diversas civilizaciones). (Cuevas, 2014, *p. 1*).

Se encontró un artículo que nos explica el surgimiento y el proceso de las tortillas elaboradas a partir de harina de maíz nixtamalizado.

El artículo analiza dos aspectos de los cambios generados en el consumo y la producción del maíz en México. La primera parte del trabajo describe la evolución del consumo y el conflicto generado por las modificaciones en la producción de la tortilla, tradicionalmente elaborada partir del proceso de cocción del nixtamal y sustituido por lo que llamaremos la forma harinizada. Se plantea que, durante el periodo 1994-2000 el consumo de harina se estabilizó, aparentemente, con la consumición de maíz para molinos de nixtamal. Ello puede significar que, si bien la industria harinera ganó un segmento del mercado, la tortilla elaborada de forma tradicional no puede ser desplazada de este a causa de un avance tecnológico importante y de una campaña publicitaria inusual. México es el lugar de origen de este cultivo y existen en el territorio nacional miles de variedades criollas y locales, así como parientes silvestres. Desde la Revolución Verde hasta los actuales avances en el área de la agrobiotecnología, la tendencia de la

agricultura industrial a la búsqueda incesante de altos rendimientos ha conducido a un empobrecimiento genético. (Trigo *et al*, 2002, p. 2).

El maíz (*Zea mays L.*) de México presenta amplia diversidad debido a que este país es considerado como centro de origen, domesticación y diversificación de esta especie, y si bien existen estudios al respecto, la gran abundancia de tipos hace pertinente profundizar en su análisis.

México es considerado centro de origen, domesticación y diversificación del maíz (*Zea mays L.*), donde se han identificado 68 razas nativas. La variabilidad morfológica de los frutos de maíz es aprovechada para la elaboración de una amplia gama de alimentos. El patrimonio ecogeográfico y cultural de México ha sido factor clave en la generación de una amplia variabilidad de maíces, los cuales difieren en su morfología, genética y ecología, lo que ha conducido a su diferenciación en grupo y a su reconocimiento como razas. La diversidad genética está relacionada con factores geográficos, ecológicos y culturales, mismos que permiten obtener genotipos mejorados. Esta diversidad puede ser evaluada con marcadores moleculares basados en secuencias simples repetidas de ADN. (Barrera. *et al*, 2020, p.p. 121-125).

Para determinar las zonas productoras más competitivas de maíz en México se obtuvo la solución de un modelo de equilibrio espacial e intertemporal que resulto en el siguiente artículo

El modelo usó información sobre producción y consumo a nivel de entidad federativa y se analizaron cuatro escenarios que corresponden al año base, y a incrementos en la producción de maíz hasta su nivel potencial. Los resultados indican que ante un consumo constante y una contracción en las importaciones de maíz en 25%, la producción de temporal de Jalisco aumentaría en 928×103 toneladas, definiendo a esta entidad como la más competitiva, además la producción de riego en Guanajuato y Michoacán aumentaría en 215 y 184×103 toneladas. Los estados menos competitivos son aquellos con los menores rendimientos alejados de los centros de consumo como Chiapas y Oaxaca. Para evitar el riesgo de aumentos en el precio internacional, se recomienda que el Gobierno apoye la producción de maíz en las entidades más competitivas. (García *et al*, 2016, p.p. 376-381).

EL MAÍZ Y SU NIXTAMALIZACIÓN

Hasta este punto ya se explicó todo lo necesario del maíz para poder ahora comprender sobre la nixtamalización y los diferentes procesos documentados que hay. Fue así que encontramos uno que menciona puntos importantes que dice:

La nixtamalización es un proceso tradicional que consiste en una cocción alcalina del grano de maíz, reposo, enjuagar y moler. El proceso de nixtamalización incrementa la calidad nutricional del grano al aumentar la disponibilidad de proteínas y calcio, además de que es el principal proceso para la preparación de los alimentos cotidianos en México, como la tortilla. La palabra nixtamalización proviene del náhuatl *nextli*, cal de cenizas, y *tamalli*, masa cocida de maíz; “ceniza y masa”. La antigüedad del proceso se deduce a través de las evidencias los vestigios que se han recuperado en las zonas arqueológicas. Se encuentran comales desde el Preclásico en el Altiplano Central de México y desde siglos anteriores a cristo, en el área Maya, las Huastecas, Oaxaca, pueblos del litoral del Golfo de México y Aridoamérica. La nixtamalización comienza cuando se cuece el grano de maíz con cal (cal al 1% a una proporción de maíz) durante 40 a 90 minutos. Una vez cocida se deja en reposo en el agua de cocción de 8 a 18 horas, para que los granos se suavicen y aflojen la cáscara. (Amaro, 2020).

Teniendo un enfoque más en la elaboración de las tortillas nos explica en sus palabras este artículo sobre la nixtamalización para que así podamos comprender de que se trata este proceso.

Para que un grano de maíz llegue a ser capaz de hacer tortillas se requiere una serie de cambios físicos y químicos que se producen a partir de la nixtamalización. Este proceso tiene la función de alcalinizar el grano de maíz maduro, desprenderle la cáscara y hacer que los nutrientes que tiene puedan ser absorbidos por el cuerpo humano. Para lograr esto, los pueblos prehispánicos desarrollaron un proceso en el que hervían agua con ceniza y maíz. Hoy en día se sustituyó la ceniza y el alcalinizante es cal. Una vez cocido y alcalinizado el grano se debe moler. La tradición dice que sea en un metate de piedra volcánica (igual que nuestros ancestros), pero los molinos han hecho nuestra vida más sencilla. (García, 2019).

Un artículo singular que se encontró fue el siguiente que estudió la absorción de iones de hierro en harinas de maíz utilizando cal fortificada con hierro durante la nixtamalización.

La nixtamalización es una forma de cocción alcalina del maíz utilizada desde hace mucho tiempo en nuestro país, especialmente en el área rural. Este estudio experimental se realiza con el propósito de comprobar si existe absorción y retención de iones de Hierro en la harina de maíz, luego de la nixtamalización. Los resultados indican que sí hay retención de Hierro en la harina de maíz luego de la nixtamalización. En la primera parte del estudio se realizó el experimento de adición de Hierro junto con la cal, y para esto se utilizaron cuatro distintos tipos de Hierro. Se agregó Óxido de Hierro a Muestras de Harina de Maíz, se encontró que la concentración a la que el Óxido de Hierro presenta una mayor absorción y retención en el maíz. En la última parte del estudio se agregó Vitamina C, se observó la misma tendencia que el experimento anterior, el Óxido de Hierro presenta mayor retención una concentración La diferencia es que, al estar en presencia de Ácido Ascórbico, la concentración de Hierro presente en harina fue mucho mayor que cuando no existía presencia de Vitamina C. (Fajardo, 2006, p. 9).

La expresión de las características fisicoquímicas del grano de maíz (*Zea mays L.*) es influenciada por el ambiente de cultivo y dependen de la interacción genotipo x ambiente, así nos lo explica en este artículo realizado hace 8 años y rescatado para esta investigación.

La producción de nixtamal en México demanda grano de maíz (*Zea mays L.*) de alta calidad. Para lograr la calidad deseada, es necesario conocer la influencia del ambiente de cultivo en las propiedades biométricas del grano. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características de calidad del nixtamal del híbrido de maíz 'Puma' propiedad de la empresa Monsanto, cultivado durante el ciclo primavera-verano 2004. El agua es uno de los factores ambientales que tiene más influencia sobre el grano. Chan *et al.* (1987) sometieron al maíz a estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas y observaron disminución del rendimiento y del tamaño del grano. Otros investigadores han observado que los componentes químicos y estructurales del grano en híbridos de maíz son modificados con la dosis de nitrógeno aplicada, lo que repercute en las características del nixtamal. (Salazar, *et al.*, 2015, p.p. 67-73).

De igual manera el tiempo de cocimiento y reposo es un factor altamente importante que influye en el resultado final sobre el grano de maíz y es así como Arámbula nos presenta este trabajo en el que dedico tiempo a proponer una respuesta a esta duda.

La tortilla es uno de los alimentos más importantes en México y algunos países de Centroamérica. La gran mayoría de las tortillas consumidas en México se elaboran con masa de maíz procesado por el método tradicional de nixtamalización, el cual incluye las etapas de cocimiento y reposo. Durante estas etapas las propiedades fisicoquímicas y estructurales del grano se ven fuertemente afectadas, provocando cambios en las propiedades de la tortilla producida. En este trabajo se evaluaron los cambios en la humedad, viscosidad máxima, almidón dañado y cristalinidad en grano, masa y tortillas; adhesión y pérdida de peso en masas; y rolabilidad, elasticidad y fuerza al corte en tortillas, en función del tiempo de cocimiento y reposo, manteniendo constantes las condiciones de molienda y cocimiento de la tortilla. Se observó que la humedad del grano aumentó hasta 42 g/100g durante el tiempo total de cocimiento (45 min), y alcanzó un máximo (52-53 g/100 g) al someterlo a reposo durante 4 h. Las tortillas de todos los tratamientos mostraron buena rolabilidad. Todos los parámetros evaluados presentaron altos coeficientes de correlación con las propiedades de textura, medidas objetivamente, de las tortillas.

Métodos de la Elaboración de nixtamal: En un recipiente se colocaron 9 L de agua con 0,1 g/100 g de cal Ca(OH)_2 , y se calentó hasta 92°C. Se adicionó 3 kg de grano crudo de maíz. Se mantuvo a 92°C, hasta cocimiento del grano (45 min). Después de este tiempo, el nixtamal se retiró del fuego y se dejó reposar durante 12 h. Se tomaron muestras de grano desde el inicio del cocimiento hasta el final del reposo. Durante el cocimiento se tomaron muestras cada 10 min, y durante el reposo, cada 20 min al inicio y más espaciados posteriormente. Se hicieron tres repeticiones de todo el proceso y se tomaron varias muestras a cada tiempo predeterminado. (Arámbula *et al*, 2001, p.p. 187-194).

El siguiente estudio se llevó a cabo con el propósito de conocer el efecto del proceso de nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fítico y de hierro disponible en el nixtamal-maíz cocido con sal.

Para el estudio se cocinaron lotes de maíz con 0-0,4-0,8 y 1,2 por ciento de cal en base al peso de maíz, en agua en una relación de 3 a 1 por tiempos de cocción a cada nivel de cal 55,65 y 75 minutos. La mitad de los tratamientos no se les permitió el remojo después de la cocción y a la otra mitad se les dio 12 horas de remojo. Los análisis estadísticos y correlaciones mostraron que el contenido de ácido fítico disminuyó significativamente durante el proceso de nixtamalización; afectado por el tiempo de cocción y el nivel de cal, alcanzando valores de reducción de un 35 por ciento. La cantidad de calcio presente como resultado de la nixtamalización es tan alta en comparación con el contenido de ácido fítico que éste pudo ser fácilmente saturado, evitando así su combinación con el hierro. Se encontró una relación inversa proporcional entre el ácido fítico y el contenido de hierro iónico posiblemente biodisponible y el porcentaje de absorción del mismo. (Urizar, 1997, p. 217-223).

Entrando en trabajos con pruebas más específicas a las características químicas; así como el uso del cal o cambios químicos tenemos la información de este artículo en la que describe lo siguiente

Se evaluó el efecto de la concentración de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) y tiempo de cocción del grano de maíz sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas durante la nixtamalización tradicional. Se observó que a mayor concentración de Ca(OH)_2 y mayor tiempo de cocción del grano, la temperatura de gelatinización aumentó significativamente. El maíz nixtamalizado con 2 g/100g de Ca(OH)_2 y 60 min de tiempo de cocción, presentó mayor absorción de calcio, 0.152 g/100g, mostrando un aumento significativo respecto a la concentración inicial (≈ 500 g/100g). Todas las muestras presentaron un patrón de difracción de rayos X de almidón tipo A, con diferencias en la intensidad de la difracción. La viscosidad aparente del nixtamal disminuyó considerablemente al utilizar condiciones de procesamiento más altas. Se encontró que la capacidad de retención de agua aumentó con la temperatura. (Castillo *et al*, 2009, p.p. 425-432).

Ricardo nos expone en su capítulo que la palabra "nixtamalización" se ha venido usando por 20 o 30 años, para hacer referencia al proceso alcalino de cocción del maíz, para convertirlo en masa, la cual sirve como base a incontables comidas.

El proceso es una contribución de los mayas y los aztecas al mundo de la tecnología de alimentos, aunque ciertos grupos poblacionales de otras regiones han utilizado métodos alcalinos de cocción de cereales y otros productos y subproductos agrícolas. Cómo llegaron los mayas y aztecas a desarrollar esta tecnología, y por qué la aplicaron al maíz, son temas de especulación; a menos que a través de prueba y error hayan decidido que ese proceso les era apropiado desde varios puntos de vista, incluyendo aspectos nutricionales, para convertir al maíz en una forma comestible, como lo es la tortilla. Hoy en día, gracias a estudios realizados en varios laboratorios, se sabe relativamente mucho sobre este proceso y sus efectos. (Bressani, 1995, p.p. 63-82).

Nos relata como este proceso, de una forma u otra, ayudó a reducir los problemas nutricionales en las poblaciones que consumían el maíz de esa forma. Aquí expone como los estudios del estado nutricional de las regiones aztecas o mayas no informan sobre deficiencias de niacina (vitamina B3) que causa la pelagra, ya que el proceso de nixtamalización libera el niacina que está en forma ligada en el grano crudo de maíz y otros cereales.

Una tesis encontrada fue la de pilco en la que nos aportó información importante sobre medidas a considerar en las cantidades de cal, cementina, ceniza e hidróxido de sodio para la nixtamalización.

El proceso de nixtamalizado del maíz en nuestro medio se realiza en forma empírica, proceso en el cual la cementina, cal y ceniza se utilizan sin dosificaciones adecuadas. Para el proceso de nixtamalizado se determinó las dosis, baja, media y alta de cal, ceniza y cementina estableciéndose según la cantidad (%) de Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) que es el agente pelante. Como unidad experimental se utilizaron 1000g de maíz blanco variedad INIAP 101 y amarillo variedad Guandango que se llevaron a cocción durante 15 minutos, en dos litros de agua con las dosis establecidas. Al alcanzar la ebullición se midió la temperatura mientras que el pH se tomó al inicio y final de la etapa de cocción,

se dejó en reposo por 5 minutos para ser llevado a la peladora por un lapso 5 minutos en donde se produjo el desprendimiento de la cutícula y su salida junto con residuos de sustancias alcalinas y agua. (Vásquez, 2016.).

Relacionado a las pruebas de aprovechamiento del proceso encontramos uno donde nos habla y expone la influencia que tiene los tipos de remojo sobre diferentes características, así lo dice a continuación:

Estas harinas obtenidas experimentalmente se compararon con dos harinas obtenidas por el medio industrial (harina A y B). Todo este estudio se realizó con el fin de obtener las mejores características de las harinas tanto química como sensorialmente, para lo cual se relacionaron varios grupos de harinas: primero se tomó como constante el tiempo y medio de remojo (siendo éste de 0 horas); el siguiente grupo fue el que tomó como constante el medio de remojo (solución alcalina) y el tiempo de cocción (75 minutos), pero al variar el tiempo de remojo en esta solución (0, 4, 8, 12 horas). El último grupo fue el que tomó como constante el medio de remojo (agua) y el tiempo de cocción (75 minutos), pero varió el tiempo de remojo (0, 4, 8, 12 horas); todas estas harinas obtenidas experimentalmente fueron comparadas con las tomadas como control. Se evaluaron las siguientes características químicas: pH, absorción de agua, sólidos solubles, calcio, cenizas y almidón dañado; de cada una de las muestras obtenidas y se trabajó en duplicado. (López, 2000, p. 24).

PROPIEDADES DEL GRANO PARA CALIDAD DE MASA

En el artículo a continuación se recopiló información y se determinó diferentes características de diferentes granos de razas de maíz como aprovechamiento en masa, aprovechamiento en tortilla, etc.

La diversidad genética de los grupos raciales ha sido determinada principalmente para caracteres de planta, fisiológicos y agronómicos, pero pocos son los trabajos que relacionan las características de calidad y su uso en la alimentación para la clasificación de germoplasma. En el presente trabajo se caracterizaron 86 accesiones de maíz (*Zea mays*

L.) con base en atributos del grano y su calidad tortillera y su posible uso para la clasificación de genotipos. Las 86 accesiones corresponden a 45 razas y a cinco grupos raciales. Se determinaron características del grano (tamaño, largo, ancho, grosor, gravedad específica, peso de mil granos, dureza) y de calidad tortillera (capacidad de absorción de agua, pérdida de peso, rendimiento de masa y tortilla, y resistencia al corte de tortillas). Se detectó una asociación significativa ($P \leq 0.05$) dentro de los grupos raciales, tanto en caracteres de grano como en los de calidad tortillera. El análisis de componentes principales permitió diferenciar a los grupos raciales, lo que demostró que los caracteres de calidad tortillera contribuyen a la caracterización adicional de las accesiones, a pesar de la amplia variación genética. Asimismo, se encontró asociación entre grupos de accesiones con base en la clasificación por sus usos en alimentos, lo que corrobora la complementariedad de ambos grupos de atributos en la caracterización de germoplasma. (Sánchez, 2004, p. 213).

En otro trabajo de investigación se analizaron once variedades de maíz cultivadas en la misma localidad y en el mismo año, para evaluar su calidad de procesamiento para harinas nixtamalizadas de maíz. (Sinibaldi et al. 2001, p.p. 86-94)

Las muestras fueron analizadas por sus características físicas como contenido de humedad (promedio 13.3%), peso de 1000 granos (promedio 312.5 g), dureza a través de densidad (promedio 1.28 g/ml) y el índice de flotadores (promedio 9.5%). Estos datos indicaron que todas las variedades contienen un endospermo duro lo cual es preferido por la industria para la nixtamalización. Las once variedades estaban formadas en promedio de 5.7% de pericarpio, 11.5% de germen y 82.8% de endospermo, sugiriendo el porcentaje de pericarpio pérdidas bajas de sólidos por nixtamalización. La calidad de cocción de los maíces se evaluó utilizando un proceso de nixtamalización estandarizado. Se obtuvo una pérdida de materia seca promedio de 3.2% con un contenido de cáscara residual del 0.8%, la absorción de agua promedio 40.8% al finalizar la cocción y 46.9% al finalizar el remojo. La humedad del nixtamal fue de (41.5% al finalizar la cocción) y de (47.9% al finalizar el remojo por 12 horas). (Sinibaldi *et al.* 2001, p.p. 86-94).

Se encontró en otro trabajo que aborda temas parecidos, los autores exponen sobre la nixtamalización, elaboración y calidad de tortilla de maíces de Ecatlán, Puebla, México. Aquí ellos exponen que las variedades mejoradas de maíz son, en general, inapropiadas para las condiciones de cultivo de los campesinos, quienes prefieren los maíces criollos; los cuales están organizados en grupos genéticos (componentes) llamados patrones varietales en concordancia con las condiciones ambientales y con los usos.

El conocimiento de los criterios de calidad usados en la obtención de los criollos ayuda a encontrar variedades con aceptación para la preparación de la tortilla. Por ello se estudió la nixtamalización y la elaboración de la tortilla en relación con la calidad, en una comunidad del Estado de Puebla, México. Se recolectó un grupo de variedades criollas y se invitó a un grupo de amas de casa a elaborar nixtamal y tortillas con su propia variedad (estilo-variedad). Hubo amplia variación en la mayoría de las variables estudiadas. Se detectó relación entre los componentes del patrón varietal con la magnitud de la dureza y adhesividad de la masa; con la reflectancia, tiempo de extensión y de cocción de la tortilla. Las variedades de grano blanco mostraron magnitudes altas, el maíz azul bajas y los amarillos intermedios. (Meza *et al*, 2003, p.p. 53-61).

La dureza del grano influye en el aprovechamiento y calidad que tendrá la tortilla, es así como en base a esto, dos autores se dedicaron a exponer sus puntos de vista en este tema:

El maíz es el cereal más importante en la dieta del pueblo mexicano. El maíz se consume principalmente en forma de tortilla, la cual puede producirse a partir de masa fresca o de harina de maíz nixtamalizado. Los objetivos del presente trabajo fueron establecer el efecto de la dureza del grano de maíz en los rendimientos de masa y tortilla, así como su relación con la textura de la tortilla y la estabilidad de esta característica durante el almacenamiento. Se utilizaron 27 muestras de maíz obtenidas en los estados de Puebla y Tlaxcala que se agruparon según su dureza de grano. Se evaluaron variables físicas, químicas y de nixtamalización en las muestras. La calidad de la tortilla durante el almacenamiento se determinó en función de la textura y la humedad. Las muestras de maíz con endospermo duro presentaron mayor peso de prueba y valores más bajos de índice de flotación y peso de mil granos que las muestras de maíz con endospermo medio

y blando. La dureza del grano afectó el contenido de humedad de la tortilla y, de esta manera, el rendimiento de la tortilla, pero no la textura de la misma. Las características favorables de textura de la tortilla se perdieron después de 24 horas de almacenamiento. Para obtener un índice de rendimiento de tortilla/maíz ≥ 1.5 , la humedad de la tortilla debe oscilar entre el 45 y el 46%. El maíz con grano de dureza media a blanda permite obtener tortillas con estos requisitos de humedad. (Salinas *et al*, 2010, p. 1)

En una tesis elaborada en la Universidad Veracruzana del Instituto de Ciencias Básicas, formula un trabajo donde habla de las Propiedades físicas y fisicoquímicas del grano, nixtamal, masa y tortillas elaboradas con maíz germinado, y la evaluación sensorial de las tortillas. En su trabajo Valderrábano nos introduce al tema explicando lo siguiente:

La tortilla es uno de los alimentos más consumidos en México, por ello, este alimento aporta un porcentaje considerable de calorías de la ingesta diaria de la población mexicana. Desde el punto de vista nutricional, el consumo de tortillas es una fuente de baja calidad proteica cuando se compara con productos de origen animal, por lo que un consumo desbalanceado podría ser causa de desnutrición en la población consumidora, principalmente en infantes, debido a que la materia proteica del maíz es deficiente en dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano. (Valderrábano, 2005, p. 12)

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL MAÍZ NIXTAMALIZADO

En un artículo más reciente nos habla de los beneficios que el grano de maíz adquiere al pasar por el proceso de nixtamalización, datos que suman importancia al prevenir que se pierda esta práctica y fomentar la enseñanza de esta.

Además de alterar el olor, el sabor y el color de los productos de maíz, la nixtamalización proporciona varios beneficios nutricionales que incluyen:

- Mayor biodisponibilidad de la vitamina B3 niacina, que reduce el riesgo de pelagra
- Mayor aporte de calcio, debido a la absorción por los granos durante el proceso de remojo

- Mayor contenido de almidón resistente en los productos alimenticios, que sirve como fuente de fibra dietética
- Presencia significativamente reducida de micotoxinas como fumonisinas y aflatoxinas
- Mayor biodisponibilidad del hierro, que disminuye el riesgo de anemia

Estos beneficios nutricionales y para la salud son especialmente importantes en áreas donde el maíz es el alimento básico y el riesgo de aflatoxinas es alto, ya que se cree que la eliminación del pericarpio ayuda a reducir los niveles de contaminación por aflatoxinas en los granos de maíz hasta en un 60% cuando la carga no está muy contaminada. Además, la nixtamalización ayuda a controlar la actividad microbiológica y, por lo tanto, aumenta la vida útil de los productos alimenticios de maíz procesados, lo que genera ingresos y oportunidades de mercado para las comunidades agrícolas en áreas no industrializadas. (Orchardson, 2021).

En búsquedas sobre el tema en libros nos encontramos uno que nos relata desde los inicios del maíz, hablando un poco de que el papel central que el maíz ha desempeñado en la historia de Mesoamérica es indiscutible, sin embargo poco se habla del proceso de nixtamalización que le confiere un alto valor nutritivo y cambios funcionales extraordinarios, y que es clave en la elaboración de la tortilla, el principal alimento en la dieta del pueblo mexicano y base de su supervivencia desde hace más de 3500 años. ¿Qué procesos químicos tienen lugar durante este proceso? Veamos.

La composición química del grano de maíz, y por ende su valor nutritivo, dependen del genotipo de la variedad, el ambiente y las condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína del maíz es de 10% y una buena parte se encuentra en el germen del grano. No obstante, tanto el endospermo como el pedicelo llegan a tener hasta 9% de proteínas clasificadas en cuatro tipos de acuerdo con su solubilidad: albúminas (solubles en agua), globulinas (solubles en soluciones de sales), prolaminas (solubles en soluciones alcohólicas) y glutelinas (solubles en soluciones alcalinas o ácidas diluidas). En el maíz, las prolaminas se encuentran principalmente en el endospermo y han recibido el nombre de zeínas, mientras que las glutelinas se encuentran en la matriz proteínica de esta misma estructura; ambas proteínas constituyen cerca de 90% de las proteínas del grano completo. Por el contrario, las del germen son casi en su totalidad albúminas y globulinas. (Paredes *et al*, 2009, p.p. 60-70).

Uno de los artículos que profundiza en temas como la investigación en cuanto a los cambios físicos del grano nos introduce a su tema con estas palabras donde plantea que la nixtamalización causa en el grano de maíz cambios físicos, químicos y reológicos que afectan la calidad de la masa y la tortilla.

La nixtamalización tradicional de maíz, realizada principalmente en contenedores abiertos, presenta una muy baja utilización de la energía requerida para este proceso, porque puede usar hasta 70 % más del combustible necesario. La correcta selección de los maíces para nixtamalizar contribuye en la calidad de las tortillas y el ahorro de combustible. El objetivo de este estudio fue determinar las modificaciones físicas, químicas, y térmicas que ocurren durante la nixtamalización de granos de variedades de maíz con diferente grado de dureza y su relación con el consumo de combustible y demanda energética durante el proceso. (Roque *et al*, 2016, p.p. 727-745).

La calidad entre el sabor, color y aroma del maíz es bastante exigente en el pueblo mexicano, exigencia que se ha tenido desde nuestros antepasados prehispánicos es así como en este trabajo analizaron los datos de la calidad de maíces y se haciendo comparaciones.

La calidad del maíz (*Zea mays L.*) ha sido el principal criterio de selección utilizado por nuestros ancestros para su mejoramiento. De hecho, gran parte del maíz que consume nuestra población ha estado sujeto durante siglos a la selección por sabor, aroma y textura en diferentes productos. Sin embargo, las clasificaciones y los registros de razas, híbridos y variedades se han hecho desde el punto de vista agronómico, citológico y taxonómico, y existen pocos estudios sobre la evaluación de sus propiedades físicas y de calidad. El presente trabajo de revisión tiene por objetivo analizar los resultados que se han publicado en el contexto de la calidad de los maíces nativos (razas) de México, y compararlos con las clasificaciones agronómicas de las razas. Los datos analizados muestran que las clasificaciones agronómicas de los grupos raciales del maíz en México, aunque importantes para el manejo en programas de mejoramiento, no presentaron relación directa con los aspectos de calidad para tortilla y otros usos. La dureza de grano o el índice de flotación fueron las características más relacionadas con el desempeño de

las razas en el procesamiento y calidad de los productos y pudiera ser importante incorporarlas a los sistemas de clasificación. (Figueroa *et al*, 2013, p.p. 305-314).

Según datos de Reyes, es de suma importancia el saber las propiedades reológicas de los alimentos, es por eso que decidió hacerlo en masa nixtamalizada ya que forma parte de nuestra dieta, un fragmento de su trabajo es el siguiente.

Se realizó un análisis reológico (Pruebas Dinámicas) de masa de maíz nixtamalizado para observar y analizar el comportamiento viscoso y elástico del material. El análisis se comenzó realizando un barrido de esfuerzos vs. módulo de almacenamiento (G') y módulo de pérdida (G'') Para establecer la zona lineal (zona donde el material no ha sufrido daño en su estructura), seguido de un barrido de frecuencias (dentro de la zona de viscoelasticidad lineal), donde se analiza el tipo de material. Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de los alimentos. Son básicas en la ingeniería de procesos para el diseño de equipos, en el requerimiento de equipo de bombeo, para realizar mezclas. También se aprovechan para control instrumental de calidad del material previo al procesamiento, de procesos intermedios durante la manufactura y de los productos finales después de la producción. Sirve para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones entre las medidas reológicas y pruebas sensoriales. Permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso. (Reyes *et al*, 2013, p. 1).

Dirigiéndonos aún más del lado fisicoquímico del grano de maíz, encontramos que existe la relación que tiene el almidón con la biosíntesis del propio, explicado a continuación:

Las tortillas de maíz azul difieren en sabor y textura de las de maíz blanco. Estas diferencias podrían atribuirse a la dureza del grano o a la estructura del almidón, la cual está influenciada por los mecanismos de su biosíntesis y repercute en la estructura de sus dos componentes principales. El objetivo del presente estudio fue analizar el almidón de maíz azul y blanco en dos etapas de desarrollo del grano, para asociar sus características morfológicas y fisicoquímicas con la estructura, y esta última con las enzimas que participan en su biosíntesis. El maíz se cosechó a los 20 y 50 d después de la polinización

(ddp) y el almidón se cuantificó, y se aisló para ser caracterizado. Se extrajeron y separaron por peso molecular las enzimas de biosíntesis del almidón. El análisis de varianza fue de una vía con un nivel de significancia de $p < 0.05$. El maíz azul presentó mayor contenido de almidón. En el estudio electroforético, los dos maíces presentaron bandas con peso molecular reportado para ADP glucosa pirofosforilasa, almidón sintasa unida al gránulo y tres isoformas de almidón sintasa soluble. (Agama *et al* 2013, p.p. 1-13).

Por otro lado, se encontró un artículo donde su objetivo es compilar el conocimiento disponible acerca del contenido y los tipos de antocianinas identificadas en diferentes variedades de maíces (*Zea mays L.*) pigmentados.

Principalmente, se pretende identificar el efecto en estos compuestos causado por la nixtamalización tradicional, y especificar los estudios desarrollados con tecnologías alternativas de nixtamalización para disminuir los efectos negativos en la calidad funcional del producto final. El uso de maíces pigmentados se ha incrementado debido al contenido superior de compuestos fenólicos, sobre todo por su contenido de antocianinas. Las antocianinas son los compuestos responsables del color rojo-azul de plantas como el maíz, y poseen propiedades antioxidantes benéficas para la salud. En general, los maíces de variedades de color morado, azul y negro son las que contienen más antocianinas. La nixtamalización tradicional es un proceso agresivo para las antocianinas contenidas en los granos pigmentados, ya que provoca pérdidas hasta de 100 % en los productos obtenidos por esta tecnología. No obstante, se puede retener una mayor cantidad de compuestos fenólicos, antocianinas y mayor capacidad antioxidante en productos obtenidos con nixtamalización por extrusión y nixtamalización fraccionada, los cuales son procesos alternativos eficientes a la nixtamalización tradicional. Sin embargo, son necesarias más investigaciones que permitan disminuir la pérdida de estos compuestos naturales útiles para la obtención de nuevos productos nutraceuticos desarrollados con maíces pigmentados. (Anayansi, *et al* 2013, p.p. 429-437).

En otro trabajo se describió el proceso que se necesita para obtener snacks a partir de masa nixtamalizada y la obtención de esta en la que se resaltó la importancia del uso de la cal en este proceso.

En el proyecto propuesto se pretende la realización de snacks fritos a partir de masa de maíz nixtamalizado, en un horizonte de evaluación de 10 años. La nixtamalización es un método ancestral originado en México y Centro América para preparar masa de maíz para tortillas. El término se deriva del náhuatl *nixtli*, que significa "cenizas" o "cal", y *tamalli*, que quiere decir "masa de maíz", por lo que este tratamiento alcalino consiste en el cocimiento de maíz en agua con cal. El hidróxido de sodio, llamado comúnmente cal hidratada, solubiliza la hemicelulosa de la pared celular del grano de maíz en gomas solubles. De esta manera, el tratamiento térmico-alcalino penetra en el interior del grano para gelatinizar el almidón, saponificar parte de los lípidos, liberar la niacina que no se halla disponible para su aprovechamiento, en forma de ácido nicotínico, y solubilizar parte de las proteínas que rodean los gránulos de almidón. Estudios han demostrado que el tratamiento con cal del grano de maíz aumenta hasta un 400% su contenido de calcio, lo cual es importante para poblaciones deficientes en este mineral esencial. Además, debido al pH del producto, las cadenas de amilosa y la amilopectina se cargan, lo cual ayuda a disminuir su insolubilización y precipitación espontánea, lo que es conocido como retrogradación. (Herrera, 2017, p.p. 63-68).

Otro punto importante al hablar de la masa de nixtamal es lo propenso que es a la deshidratación por el alto índice de humedad, es así como surge este artículo.

La masa de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado para elaborar tortillas contiene un alto porcentaje de humedad que la hace muy susceptible a la deshidratación. El proceso de deshidratación de la masa y de la tortilla de maíz puede evaluarse mediante el coeficiente de difusión de agua. Se determinó el coeficiente efectivo de difusión de agua (CEDA), el grado de cristalinidad y la difusividad térmica de masa cruda y masas obtenidas por extrusión, cocidas a seis temperaturas de proceso (cruda, 60, 70, 80, 90 y 100 °C) y dos tiempos de reposo (0 y 24 h, almacenadas a 5 °C). El valor del CEDA se obtuvo mediante un método rápido y simple, calculado a partir de curvas de deshidratación obtenidas a

temperatura ambiente en las masas estudiadas. Se encontró que el CEDA depende de la humedad residual de la muestra. Al determinar la evolución del coeficiente de difusión respecto a la humedad residual de las muestras, desde 5 hasta 60 % (p/p), se encontró que todas las muestras presentaron un valor máximo para valores de humedad residual de 10 % (p/p). Las masas sin reposo presentaron mayores valores de los coeficientes, o sea, mayor velocidad de deshidratación, que las reposadas durante 24 h a 5 °C. Respecto a la temperatura de proceso, todas las masas procesadas a 80 °C con y sin reposo, presentaron los menores coeficientes, la máxima cristalinidad y la mayor difusividad térmica; las masas presentaron menor propensión a la deshidratación y por lo tanto resultaron más adecuadas para su manejo. Las masas procesadas a 80 °C, con reposo, produjeron tortillas con buenas características de calidad. (*Arámbula et al, 2000, p.p. 217-227*).

EL MAÍZ EN CHIAPAS

El sistema de producción agrícola más importante de la región lo constituye el agroecosistema milpa en Chiapas, que tiene como cultivo principal el maíz y es complementado con otros cultivos de importancia económica familiar.

En este estudio se evaluó la sostenibilidad de los agroecosistemas tradicionales y alternativos de producción de maíz en tres Ejidos de la Región Selva de Chiapas, mediante la aplicación del enfoque agroecológico. Los valores de los indicadores económicos y sociales se obtuvieron a través de técnicas participativas. En la milpa se determinó el efecto positivo del fuego en el control de las arvenses y de la plaga *Diatraea liniolata* (Walker). En el análisis final integrado, los sistemas alternativos obtuvieron mejores resultados, aunque los sistemas de R-T-Q, por la adaptación al medio ambiente, obtuvieron resultados positivos en algunas variables. Por tanto, su uso en la región constituye una realidad etnocultural lejos de desaparecer en el futuro cercano. (*Aguilar et al, 2011, p.p. 155-174*).

Centrándonos más en el maíz de nuestro estado Chiapas nos encontramos un trabajo que nos expone las familias que producen maíz en la frailesca.

Las Unidades de Producción Familiar (UPF) están conformadas por capitales natural, físico, financiero, humano y social. En México, Chiapas y la Frailesca, la producción de maíces, particularmente de maíces locales, tiene valor cultural, agronómico y económico. El objetivo de esta investigación fue caracterizar las Unidades de Producción Familiar que cultivan maíces locales en la región Frailesca del estado de Chiapas, sobre la base cultural del manejo de los capitales humano y social. Se estudiaron 80 UPF de 20 comunidades seleccionadas mediante un muestreo por redes. Se utilizó el enfoque Modos de Vida Sustentable como marco de referencia. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas y se realizaron observaciones participantes. En el estudio predominaron las familias nucleares con líderes de edad avanzada. Los jóvenes no priorizan la conservación de los maíces locales sino actividades más rentables como la ganadería, los maíces híbridos y el café. Existe un excesivo uso de agroquímicos que afecta los recursos suelo, agua y biodiversidad. Se distinguieron 6 tipos de UPF de acuerdo con sus capitales humano y social. Se concluye que las UPF presentan características que contribuyen o afectan la conservación de los maíces locales, como la continuidad generacional, el deterioro de los recursos naturales que sostienen el cultivo a través de la fusión de las prácticas tradicionales con las modernas y la dependencia de recursos externos. (Arias *et al*, 2022, p.p. 155-171).

La nixtamalización, este es el principal proceso de transformación del maíz para su consumo y fue desarrollado por los aztecas antes de la época precolombina: nixtamalización. Esta tecnología es aún utilizada ampliamente en América para la obtención de una gran variedad de productos, pero por el momento nos enfocaremos en Chiapas.

Se estima que $\frac{3}{4}$ partes de la superficie cultivada con maíz en Chiapas es de variedades criollas o nativas y de generaciones avanzadas de variedades mejoradas: Jarocho, Sac waj, Rápido, Tornado, Criollo, Olotillo, Paloma, Morado, Campeón Negro, Negrito y Chac chab. Doce variedades nativas de maíz de diferente color de grano (blanco, amarillo, rojo y negro) proporcionadas por agricultores de autoconsumo de la región cálida del estado

de Chiapas, México, más dos testigos comerciales, fueron evaluadas en 2009 en dos localidades con el objetivo de conocer algunas características como floración femenina, altura, diámetro, longitud y contenido de sólidos solubles en el elote y rendimiento de grano. Las características eloteras y el rendimiento de grano fueron estadísticamente superiores en Ocozocoautla, excepto en el contenido de sólidos solubles, el cual fue mayor en Villaflores; también fueron significativamente diferentes entre las variedades, excepto el contenido de sólidos solubles; en general, las plantas de las variedades criollas fueron más tardías, más altas y tuvieron elotes más largos y más gruesos que los híbridos; las variedades de diferente color de grano tuvieron elotes con igual contenido de sólidos solubles y en rendimiento de grano, el híbrido testigo superó significativamente a las variedades nativas. (Coutiño *et al*, 2015, p.p. 1119-1127).

Actualmente se dispone de procesos alternativos a la nixtamalización tradicional (NT), como la nixtamalización por extrusión (NE) y la nixtamalización fraccionada (NF), que al igual que en la NT, los granos de maíz son sometidos a un tratamiento térmico-alcálico en presencia de exceso o limitada cantidad de agua.

Desde tiempos antiguos el maíz ha sido uno de los productos básicos en la dieta de los chiapanecos y de todos los mexicanos, de este grano se obtiene el 65% o más de las calorías y entre 30 y 50% de las proteínas ingeridas de manera cotidiana. La importancia de este grano básico radica también en la serie de fenómenos culturales, sociales, políticos, económicos y ecológicos que se generan en torno a su cultivo, transporte almacenamiento, industrialización y uso. Chiapas con 750,021 ha sembradas en ambos ciclos agrícolas, ocupa el 2º lugar a nivel nacional con 8.7% de la superficie sembrada, presentando tan sólo una diferencia de 36,511 ha con el estado de Veracruz que ocupa el 1er lugar. El total de la producción obtenida en el año agrícola 1991 en el estado de Chiapas, fue de 886,757 ton ubicándose con ello, en 2º lugar a nivel nacional. Es importante resaltar que el estado de Jalisco, teniendo una menor superficie sembrada obtuvo un volumen de producción superior al obtenido en el estado de Chiapas, con una diferencia de 196,088 ton. (INEGI, 1997, p.p. 11-12).

En este trabajo de carácter documental se recolectó información sobre variedades de maíz recolectadas en cierto periodo de tiempo en Chiapas, de diferentes tamaños, formas, colores y sabores, que se registraron a continuación.

En marzo y abril del 2003, se realizó una prospección de maíz en 20 municipios pertenecientes a cinco regiones del estado de Chiapas, México. Se lograron coleccionar 331 accesiones de maíz, de las cuales dos son donadas por el INIFAP y el resto son coleccionadas en las fincas de los campesinos; dentro de estas accesiones hay granos de color negro, blanco, amarillo, rojo y pinto. El 30 de mayo del 2003, en el Centro de Desarrollo Comunitario CEDECO "La Albarrada", ubicado en el municipio San Cristóbal de las Casas, se realizó la siembra de 85 accesiones de maíz, coleccionadas en localidades que se encontraban en un rango de altitud entre 1 500 y 2 260 msnm. Durante el ciclo del cultivo se realizaron diferentes evaluaciones, mostrándose una amplia variabilidad tanto entre las accesiones de diferentes colores como dentro de ellas; además, la variabilidad también se muestra entre las diferentes localidades donde fueron coleccionadas.

El desarrollo de estos procesos alternativos se debe a que la NT requiere de largos periodos de tiempo y el uso de gran cantidad de agua, que da como subproducto al líquido denominado "nejayote" cuyo pH es elevado y contiene gran cantidad de material orgánico, al cual se le han encontrado pocos usos (González et al., 2004). Los procesos alternos se enfocan a la reducción de tiempo de procesamiento y de efluentes contaminantes; así, se han desarrollado tecnologías que optimizan el contenido de antocianinas en productos nixtamalizados para obtener un beneficio adicional a la salud de la población. (Martínez *et al*, 2006, p.p. 55-62).

Durante su trabajo nos expone como el consumo del combustible y los cambios fisicoquímicos en el grano y en el agua de cocimiento o nejayote estuvieron siendo monitoreados durante la cocción de cinco variedades de maíz. Los resultados obtenidos de pH en el nejayote se redujeron después de la cocción alcalina en un promedio de 0.2 unidades. Los tiempos que aquí se utilizaron fueron de 26.6, 31.6, 36.6, 31.6, y 38.3 min, con un consumo de gas que aplicaron para las variedades Criollo. En los granos de menor dureza, menor densidad absoluta se observó que

requirieron la menor cantidad de combustible para nixtamalización. Por otro lado, las propiedades reológicas de las harinas durante la nixtamalización tuvieron resultados parecidos.

Encontramos una revista donde mencionaba el trabajo de investigación de varias personas en el que crearon la manera de lograr producir un fertilizante a partir del agua resultado de la nixtamalización (nejayote) aquí lo que se encontró en la página.

Para elaborar el fertilizante, Domínguez Hernández recolecta el nejayote y le agrega estiércol de especies pecuarias con la finalidad de someterlo a un compostaje aeróbico, técnica que consiste en la degradación con bacterias, hongos y otros microorganismos que necesitan oxígeno. A través de este proceso logra reducir la alcalinidad (resultado de la nixtamalización), de niveles de pH entre 10.5 y 11 a valores de 6 o 7; con esto el líquido puede utilizarse como fertilizante orgánico y al combinarse con estiércol se incrementa el contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y boro. Este producto ofrece múltiples ventajas, ya que al darle un tratamiento previo y evitar desecharlo por el drenaje e incorporarlo al suelo para la producción de maíz se logra la circularidad, es decir, cerrar el ciclo de nutrientes desde la producción de maíz hasta el procesamiento agroindustrial y, sobre todo, se evita la contaminación de aguas. (Imagen Agropecuaria. 2021).

Además de determinar las características de calidad de la masa y tortillas producidas, es necesario conocer los parámetros energéticos requeridos para la nixtamalización de los granos de las variedades de maíz con las que se nixtamaliza en Chiapas.

En el Estado de Chiapas hay una gran diversidad de razas de maíz (*Zea mays* L.) dentro de las cuales se presentan variantes de grano pigmentado que han sido poco estudiadas en lo que se refiere a sus antocianinas, compuestos que les confieren a los granos estos colores. En este estudio se determinaron las características físicas del grano, el contenido de antocianinas (CAT) y su valor nutracéuticos, en términos de la actividad antioxidante (AA), en poblaciones de maíces pigmentados del Estado de Chiapas, México.

Las razas a las que pertenecen las poblaciones obtenidas son: Olotillo, Olotón, Tehua, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño y Zapalote Grande, donde el número de poblaciones se anota entre paréntesis. El color de grano predominante fue el azul (AZ), seguido del rojo claro (RC) y rojo magenta (RM). El CAT más elevado se registró en las poblaciones de grano azul, con un rango de 213.6 a 904.0 mg equivalentes de cianidina 3–glucósido/kg de muestra, y el menor en las RC (30.7 a 188.1 mg equivalentes de pelargonidina clorada/kg de muestra). La mayor AA se observó en las muestras de grano AZ y RM. La raza Olotillo tiene ventajas para ser aprovechada en la elaboración de productos alimenticios en los que se requiera alta concentración de antocianinas y textura de grano dura.” (Salinas *et al*, 2012, p.p. 33-41).

Finalmente decidimos elaborar un manual al ver que el proyecto cumplía con las especificaciones de lo que un manual de procedimientos es, un documento que te enseña un proceso paso a paso, con instrucciones específicas, tiempos y precauciones a tomar. De una manera más precisa se entiende en lo siguiente.

Si tomamos y analizamos las dos palabras claves de este subtítulo, encontramos: “manual” y “procedimientos”. Entonces, remitiéndonos al Diccionario de la Lengua Española Real Academia Española, hallamos para la palabra “procedimiento”, a saber: “Acción de proceder. Método de ejecutar algunas cosas”.

Podemos inferir que un procedimiento es el “método mediante el cual debemos ejecutar las tareas” y, por lo tanto, un manual de procedimientos puede entenderse como un conjunto de procedimientos, que pretende describir la forma o la secuencia de pasos que se deben realizar para llevar a cabo una determinada actividad, entendiendo la actividad como un conjunto de tareas que deben realizarse de una determinada forma y en un determinado orden. (Stagnaro *et al*, s.f.).

METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO

MIXTO (DEXPLOS).

“El Diseño Exploratorio Secuencial (DEXPLOS), es aplicado para el desarrollo de instrumentos de investigación, principalmente cuando se busca diseñar indicadores e instrumentos apropiados para un contexto y una población determinada. Sus características peculiares, que combinan una primera fase cualitativa y una segunda cuantitativa, permiten que los datos obtenidos en la primera fase proporcionen informaciones cualitativas para la construcción de indicadores e instrumentos a ser aplicados en una segunda fase, cuantitativa” (Canese, M. I., et al, 2019)

Aplicando lo anterior primero se iniciará con una fase cualitativa recolectando datos e información con personas nixtamaleras de Suchiapa y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Observando su proceso, realizando preguntas para recopilar lo más posible de consejos e indicaciones de su proceso. Una vez teniendo estos datos pasaremos a la segunda parte cuantitativa donde ahora nosotros replicaremos las técnicas, comprando nuestro maíz como cualquier persona y buscando las cantidades de agua y cal según el maíz a utilizar, pero usando las dos experiencias como guía para llegar a un resultado propio con un producto obtenido muy similar al que observamos en el trabajo en campo.

POBLACIÓN

Las personas principales a estudiar son aquellas que han trabajado la mayor parte de su vida nixtamalizando maíz, que vivan principalmente en Tuxtla Gutiérrez, Suchiapa o San Cristóbal de las Casas, esto para poder visitar con mayor facilidad los lugares donde manejan el maíz.

Igualmente, personas que cocinen comida tradicional y que sepan las características que necesita una masa de maíz para poder ser usada.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Investigación documental: Es el uso de documentos, para apoyar el punto de vista o argumento de un trabajo académico. A través de artículos e información escrita crearemos las bases de las pruebas que se realizaran para llegar a un método logrado por la experiencia propia.

Investigación de campo: es la recopilación de datos nuevos de fuentes primarias para un propósito específico. Es un método encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural.

- Observación: Hay ciertos lugares en nuestra investigación en el cual el trabajo se limita a únicamente observar esto a causa de los usos y costumbres del lugar visitado.
- Participativo: Es posible en algunos casos nos den la confianza para dejar al investigador participar en el proceso de manera activa.

Para documentar el proceso de nixtamalización:

Libreta de campo: Una libreta donde se anota las observaciones, así como todo lo que el investigador considere de importancia para el trabajo.

Teléfono para fotografías y/o videos.

ESTRUCTURA DEL MANUAL.

- Portadilla.
- Título: Manual Para la Nixtamalización en maíces Chiapaneco
- Contenido.
- Introducción.
- Objetivo.
- Desarrollo
- Recomendaciones
- Glosario
- Referencias Documentales

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICION Y
ALIMENTOS

MANUAL PARA LA NIXTAMALIZACIÓN DE MAÍZ EN CHIAPAS. PROCEDIMIENTO, RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES

ELABORADO POR:
ADRIÁN MUÑOZ ALVARADO



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

SEPTIEMBRE, 2024

RESULTADOS

A continuación, se presenta el resultado de una serie de excursiones y horas invertidas a descubrir y conocer de primera mano el proceso completo por el cual el grano de maíz se tiene que someter para poder ser consumido y transformado para diferentes propósitos.

Esta información fue interpretada por mí y presentada de una manera que al lector le sea más sencillo comprender los procesos y métodos, sobre todo haciendo hincapié en las cantidades empleadas ya que hay diferentes situaciones o cosas que pueden interferir en estas, fue por eso que se hizo un proceso general y así mismo se explicará el cuándo y el por qué este puede variar para que así se pueda corregir y con la práctica todo aquel que lea y use el manual pueda aprender a nixtamalizar.

MANUAL DE

NIXTAMALIZACIÓN DEL MAÍZ EN CHIAPAS.

Procedimiento, recomendaciones
y precauciones.



— ADRIÁN MUÑIZ ALVARADO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	2
I. MATERIALES.....	3
II. MISE EN PLACE.....	5
III. PRIMERA FASE.....	6
IV. TIEMPO.....	7
V. SEGUNDA FASE.....	8
VI. LIMPIEZA (maíz caliente).....	8
VII. TERCERA FASE.....	10
VIII LIMPIEZA (maíz reventado).....	10
IX MOLIDO.....	11
ENTREVISTAS.....	13
RECOMENDACIONES.....	15
GLOSARIO.....	16
REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	18

INTRODUCCIÓN

El consumo del maíz y productos derivados de éste ha formado parte de nuestro estilo de vida desde hace miles de años, es la base de nuestra alimentación en todas las regiones que conforman nuestro país, desde el sur, hasta lo más alto en el norte, creando un sinfín de recetas y platillos dónde siempre podremos encontrar el maíz.

Aun así, se desconoce en su mayoría que los granos de maíz tienen que pasar por un proceso específico para poder hacerlo apto para el consumo; como igual que la mayoría de las semillas y granos, el maíz es duro y resistente a la mordida del humano, es así como nuestros ancestros prehispánicos buscaron la manera de poder convertirlo en un alimento más suave de esta manera se desarrolló lo que hoy se conoce como: *La nixtamalización*.

“Del náhuatl *nextli*, que es un acortamiento de *tenextli*, cal y *tamalli*, tamal. Proceso que consiste en cocer maíz en agua con alguna sustancia alcalina (cal o ceniza del fogón, entre otros)” (Muñoz Zurita. 2012). Es el proceso en el cual los granos secos de maíz se sumergen en abundante agua a la cual se le disuelve algún elemento alcalino, en su mayoría se emplea la cal, de igual manera hay otros elementos como lo es la ceniza o el tequesquite (mineral que surge en algunos ríos) (Orchardson, E. 2021); a este se le da una cocción larga que depende de la cantidad de maíz que se nixtamaliza, la altura, la cal, tipo de grano, etc. Esto para ablandar los granos para así ser molidos, que pasaran a formar la masa que ya conocemos y además potenciar su aportación nutritiva.

OBJETIVO

La finalidad de este manual es explicar qué es y enseñar cómo realizar la nixtamalización por una serie de pasos detallados en granos de maíz en Chiapas, a través de los capítulos además de los pasos, habrá consejos y recomendaciones para diferentes circunstancias que puedan surgir. Esto con el objetivo de que no se pierda el conocimiento y mantenerlo en constante flujo entre las generaciones presentes y futuras.

De igual manera se espera que tras la práctica y la repetición, toda persona con la presente información adquiera la habilidad de hacer nixtamal bajo cualquier circunstancia y además comparta este conocimiento con más personas, compartiendo el manual o enseñando de mano propia, para así darle la importancia que realmente merece este proceso, ya que es algo que muchas familias han venido haciendo por muchas generaciones y aun así no sabemos o dimensionamos el valor de ese conocimiento, lo que nos conduce a la pérdida del mismo.

I. MATERIALES

Antes de empezar a hablar del proceso tenemos que saber qué es todo lo que necesitamos para iniciar y que así no nos falte nada, a continuación, se hará un listado del equipo y productos que ocuparemos y donde conseguirlos.

- Maíz: En la zona centro de Chiapas las pigmentaciones más comunes son tres, blanco, amarillo y negro; cualquiera de éstos se consigue mayormente en los mercados principales de las ciudades y pueblos. Este es vendido por la medida de un recipiente de tamaño aproximado de 1 litro y rara vez por gramaje.
- Cal: Existen dos tipos de cal que se utilizan en este proceso, la utilizada en construcciones y la de grado industrial, la diferencia está en el porcentaje de calcio que tienen, siendo la de grado industrial más óptima para nixtamalizar por su composición de entre 85% a 95% de calcio. La de construcción posee de 50% a 80% y de acuerdo con la NOM-187 ésta de preferencia evitarla ya que no tiene la pureza necesaria para garantizar la inocuidad y eficacia en el producto y puede alterar los alimentos.
- Agua: Puede ser de tubería o potable, preferiblemente evitemos la de tubería ya que esta viene con metales y minerales pesados que no son óptimos para el consumo y también evitamos enfermedades.
- Olla alta: El material puede ser el que tengamos más accesible, peltre, acero, aluminio, otras aleaciones, etc. pero tenemos que asegurarnos que sea una olla que resista largas cocciones y fuego alto constante, es decir que no sea corrosiva.
- Estufa: Puede ser eléctrica o de gas, independientemente de cual elijamos, que esta nos permita llegar a temperaturas donde el agua pueda hervir de manera estable y constante.

- Fogón: Desde que se comenzó a nixtamalizar hasta la actualidad se utiliza en muchas casas un fogón alimentado con leña o carbón, es óptimo para ocasiones donde tenemos una gran cantidad de maíz que nixtamalizar o para el método indirecto donde la cocción dura hasta que se consume la leña y el maíz reposa con el calor de las brasas por 12 horas.
- Colador: De amplio tamaño y de un material que soporte altas temperaturas, esencial para el inicio y el final del proceso
- Recipientes: De varios tamaños donde podamos tener la cal, el maíz limpio, etc. evitar en lo posible la madera ya que esta se contamina muy fácil.
- Cucharón: De aluminio y lo suficientemente resistente para poder mezclar todo dentro de nuestra olla.
- Báscula: Esta nos ayudará a medir la cantidad de maíz inicial, cantidad final y el gramaje de cal que necesitemos. En caso de no contar con una báscula podemos utilizar un recipiente de un 1 litro, al llenarlo de maíz será equivalente a un kilo.



Figura 1. Maíz nixtamalizado a diario en Suchiapa, Chiapas.

II. MISE EN PLACE

Como primer momento tenemos que preparar todo con las respectivas cantidades y en orden de uso para poder comenzar, y es aquí donde vamos a hablar de las cantidades.

Maíz.

Iniciaremos con el maíz ya que dependiendo de la cantidad que vamos a cocer dependerá el resto de los ingredientes que son la cal y el agua. Partiremos de 1 kilogramo de granos maíz seco de nuestra preferencia, el procedimiento es el mismo para maíz blanco, amarillo, negro, etc. La cantidad que se obtiene de masa al final siempre será mayor al peso inicial del maíz por el crecimiento del grano y la absorción de agua; depende del grano que tanto incremento tendremos, pero siempre será entre un 60% a 80% de volumen en aumento.



Figura 2. Maíz seco previo a nixtamalizar

Agua.

Con respecto al agua, esta no tiene una regla general, pero hay que mantener un porcentaje de un litro de agua por cada 200 gramos, es decir, si tenemos 1 kilogramo de maíz ocuparemos 5 litros de agua potable. Esto porque la cocción será a temperatura alta constante y de esta manera nos aseguramos de que durante el proceso los niveles de agua serán siempre abundantes y evitamos que se queme el maíz.

Cal.

Para la explicación de este manual utilizaremos la cal de construcción, esto porque la nixtocal no se encuentra en venta en cantidades menores a sacos de 25 kilogramos, por el otro lado en los mercados podemos encontrar personas que venden pequeñas bolsas de cal y Chiapas cuenta con una línea de cal que se produce en el estado, la cal “Grijalva”, pero si se puede conseguir

preferentemente la de uso para maíz sería lo óptimo. Con nixtactal se utilizará aproximadamente 10 gramos de cal por cada kilo de maíz que vamos a cocer (Fundación Tortilla. 2020). En respecto a la cal de construcción utilizaremos 12 gramos por cada kilo de maíz (Anexo 2). Existen dos marcas que podemos conseguir de la empresa Calidra que son Nixtactal y Nixtactal plus, ambas están certificadas para el uso en la elaboración de masas por la NOM-187 (apéndice 1).



Figura 3. Cal para maíz (Grupo Calidra), Cal de construcción (Materiales Grijalva)

III. PRIMERA FASE

Como primer paso lavaremos nuestro maíz (1 kilogramo) en un colador bajo el chorro de agua para retirar tierra y basuras que contenga, repetir hasta retirar lo más posible y lo colocaremos en nuestra olla.



Figura 4. Lavado de maíz azul

Agregamos **12 gr de cal o una cucharada completa**; a la hora de agregar la cal hay dos maneras:

- Agregarla junto con el maíz en la olla, agregar el agua y mezclar energéticamente hasta disolver por completo.

- Disolverla en un poco de agua y posteriormente agregarla a la olla junto con el resto de agua, precaución con esto ya que cuando la cal entra en contacto con el agua la solución se empezará a calentar y te podrías llegar a quemar.



Figura 5. Maíz y cal juntos previo a cocción

Agregamos **5 litros** de agua y nos aseguramos que nuestra olla pueda contener estos niveles de agua y sentir fácilmente la presencia de la cal, para esto hay dos maneras, observar que el color y la consistencia del agua empiece a tener una consistencia ligeramente a leche o probando un poco del agua y que al probarla se sienta resequedad en la parte del paladar, ambos métodos nos indicaran que los niveles del cal en agua son correctos y nos asegurará que la cantidad que agregamos trabajará correctamente en el maíz; mezclamos bien integrando todos los ingredientes.

Una vez el maíz se asiente habrá residuos que flotarán en la superficie del agua, los retiramos con el colador buscando que la superficie del agua quede lo más limpia que podamos, encendemos estufa a potencia alta y tapamos la olla.

IV. TIEMPO

Para medir el tiempo de cocción que necesitaremos dependerá de algunos factores como lo es la potencia de nuestra estufa, si contamos con una que tenga un alto nivel de calor, una vez llegando a ebullición reduciremos un poco la temperatura para evitar que el maíz del fondo se queme. De igual forma depende de la altura respecto al mar donde nos encontremos, a alturas bajas el agua alcanza la temperatura de manera más rápidas, es decir, en menor tiempo. A niveles altos la ebullición del agua se encuentra a menor temperatura lo cual requerirá más tiempo para

alcanzar el punto de ebullición, es por eso que de manera general le daremos **2 horas** de cocción a partir de que se encendió el fuego.

V. SEGUNA FASE (maíz caliente)

Con el tiempo que se le dio de cocción obtenemos lo que llamamos “*maíz caliente*” el cual nos sirve para obtener una masa al moler de textura fina en molino eléctrico o manual, ideal para tortillas, empanadas, algunos tipos de tamales, etc.



Figura 6. Cocción del maíz a fuego alto.

Es el momento de verificar si el grano ya alcanzó la textura deseada y para eso retiraremos un par de granos de la olla con ayuda de un cucharón para poder probarlos. La textura que buscamos para este punto de cocción es que el grano aún tenga un poco de resistencia a la mordida, pero ya se pueda desintegrar en boca y sea comido sin ningún problema, podríamos comparar la textura que queremos con un cacahuete, ligeramente duro pero que al masticarlo por fuera y por dentro ya se pueda partir sin esfuerzo; si tenemos aún dificultad para morder el grano le daremos otros **15 min** de cocción; y de ser correcta la textura del grano apagamos y continuamos a la siguiente parte.

VI. LIMPIEZA. (maíz caliente)

Ya que tenemos nuestro maíz cocido procederemos a lavarlo y quitarle en mayor parte una cáscara que recubre el grano y que con la cocción se desprendió. Para esto le quitaremos el agua a la olla donde se cocinó el maíz; esta agua recibe el nombre de “nejayote” y puede servir para recubrir superficies donde elaboraremos tortillas y funciona como antiadherente natural, también actúa en la tierra como herbicida que elimina plagas que llegan a afectar a las plantas,

asimismo puede llegar a usarse en la tierra al combinarse con estiércol esto funcionara como un fertilizante de alto aprovechamiento. (Imagen Agropecuaria. 2021)



Figura 7. Enjuagado del maíz ya cocido.

Remplazamos el agua con agua limpia, lo suficiente para cubrir los granos y nos preparamos ya sea en la tarja o en un lavadero, colocamos un colador para evitar que los residuos puedan bloquear la tubería. En las palmas de nuestra mano tomaremos una porción de maíz y juntaremos ambas manos, debajo del chorro de agua frotaremos nuestras palmas de adelante hacia atrás, de esta manera las cascaras se retirarán de manera muy sencilla y caerán junto con el agua, al igual que el exceso de cal. Repetimos este proceso con todo el maíz y vamos colocando en un recipiente limpio. Limpiamos toda la zona y desechamos los residuos, ahora ya tenemos un maíz listo para ser molido, en el capítulo IX. te explicamos cómo y dónde moler el maíz.



Figura 8. Masa fina resultado de moler maíz caliente.

VII. TERCERA FASE (maíz reventado)

Existe otro tipo de termino de cocción del maíz, y como te habrás dado cuenta, el maíz que obtuvimos en el proceso pasado es diferente al que vemos por ejemplo en el pozole, o que hay masas de maíz que tienen el grano más entero y encontramos más grumos a la hora de hacer otras preparaciones, es a esto a lo que llamamos “*maíz reventado*”.

Para obtenerlo seguimos el mismo procedimiento de la primera y segunda fase, a la hora del lavado separaremos nuestro “*maíz caliente*” en 3 partes, enjuagamos y **lavamos 2/3 partes** del maíz y reservamos **1/3 sin lavar**, enjuagamos muy bien nuestra olla para quitar los residuos y la cal que se adhirió a las paredes. Colocamos de nuevo todo el maíz en la olla con 7 litros de agua y dejamos cocinar por **3-4 horas** dependiendo de la dureza del grano a fuego medio-alto.



Figura 9. Maíz reventado (Wikipedia).

Para identificar si nuestro grano ha reventado este tendrá un aspecto más redondo y grande a comparación del maíz caliente y tendrá grietas por el medio y alrededor del grano por el cual se le dio el nombre de “*reventado*”. Si nuestro maíz ya tiene estas características, ya podemos apagar el fuego y proceder al lavado. Si aún no “*revienta*” le daremos 15 minutos más en ebullición.

VIII. LIMPIEZA. (maíz reventado)

Para el procedimiento de limpieza será lo mismo que en el *maíz caliente*, retirando el agua de cocción y lavar frotando las palmas para que las cáscaras se desprendan, en caso de requerir los granos enteros hay que evitar hacerlo muy fuerte ya que el grano es frágil y se puede romper con facilidad. Y así ya tenemos un maíz listo para usar en grano entero para algunos platillos y para moler.



Figura 10. Masa gruesa resultado de moler maíz reventado.

IX. MOLIDO

Llegó la hora de obtener nuestra masa y para esto hay que procurar obtener un molido correcto, para esto tenemos dos opciones.

Como antes visto, nuestra cultura tiene como base preparar platillos a base de masa de maíz en toda la extensión territorial de México, es por eso que casi en todas las ciudades y pueblos es seguro que existe un molino local, manejado por personas que han molido maíz gran parte de su vida, en estos molinos te cobran generalmente por kilo de masa que se molerá y suele ser bastante económico, estos los puedes encontrar abiertos comúnmente desde las 6:00 am hasta el mediodía.



Figura 11. Molino “Los Jonapá”, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Aquí nosotros llegamos con nuestro tipo de maíz (caliente o reventado) e informamos al operador del molino cual es el nivel de molido que buscamos, para saber cuál es la que buscamos para nuestra masa, dependerá del tipo de producto que queremos elaborar con nuestra masa, por ejemplo para tortillas ocupamos masa de maíz caliente con un molido fino, para tostadas o totopos masa de maíz reventado con molienda media, en los tamales de igual forma hay algunos que son de masa fina y otros que necesitan alguna textura más grumosa.



Figura 12. Molido de maíz azul y amarillo en molino eléctrico.

De desconocer el tipo de molido, podemos mencionarle que es lo que buscamos elaborar con nuestra masa al encargado de manejar el molino, el operador sabrá entonces cual es el grado de molienda que le dará a nuestra masa. También podemos encontrar lo que son los molinos manuales, de tamaño más pequeño que son perfectos para la cantidad de maíz con la que estamos trabajando, los podemos encontrar a la venta en tiendas de equipo de cocina, ferreterías o en línea. Estos se fijan en una mesa, y poseen un manubrio al que con la mano habrá que darle vueltas para que este gire y pueda moler, para masas finas habitualmente se le da tres pasadas al maíz en el molino, para moliendas gruesas se les da dos pasadas por el molino, siempre agregando un poco de agua con el maíz para que nuestra masa vaya tomando forma e hidratación mientras se va moliendo. Ahora ya tendremos lista la masa de maíz para hacer cualquier platillo.



Figura 13. Molino manual de maíz (Wolfbox Wf241).

ENTREVISTAS

FAMILIA CUNDAPÍ

Durante los trabajos de campo en Tuxtla Gutiérrez nos encontramos con la “Pozoleria Estrella” ubicada en la Segunda Poniente sur, entre Octava y Novena Sur. Aquí nos ofrecen de lunes a domingo de 6:00 am a 4:00 pm pozol de cacao, pozol blanco, masa fina, gruesa y reventada para: pozoles, tamales, etc. Al llegar al local preguntamos a quien podíamos hacer preguntas sobre el proceso que le dan al maíz, fue aquí donde la Srta. Estrella se presentó conmigo, empecé por preguntarle si el maíz que se utilizaba en el local era nixtamalizado por ellos y su respuesta fue que sí, seguido de una invitación hasta su bodega para observar todo el proceso que le dan al maíz.

El día 13 de septiembre la familia Cundapí nos recibió en su bodega ubicada en la colonia Cacho de toro, carretera San Luis, Suchiapa. El proceso comienza a las 9:00 pm donde preparan el fogón con leña para colocar un perol de capacidad de 250 litros de capacidad, aquí se vacía 13 cubetas de maíz blanco seco y se le agregan 14 tazas de cal de la marca Grijalva. Como siguiente paso se llena con agua y se tiene que disolver muy bien la cal o se precipitará y se quemará el maíz.

A partir de aquí se deja un tiempo de 2:30 horas de cocción, una vez finalizada la cocción se lava el maíz tres veces por completo para poder pasar a la molienda y al resultado de este proceso se le llama “maíz caliente”. Por otro lado tenemos otro perol que pasó por el mismo proceso pero cambia a la hora de lavarse, una vez pasadas las 2:30 horas, se procede a lavar 7 de las 13 cubetas con agua y reservar 5 cubetas de “maíz caliente” sin lavar; se regresan las 13 cubetas al perol, se llena de nuevo con agua y se deja cocer por 5 horas más con la brasa restante y algunos leños adicionales. Terminadas las 5 horas este se lava y se coloca en las cubetas de nuevo cubierto para llevarlo a moler

TALLER DE NIXTAMALIZACIÓN

Como otra actividad que enriqueció este trabajo fue el haber asistido a un curso-taller de nixtamalización en la UNICACH con motivo del tercer festival del maíz el día 29 de septiembre del 2023, el taller fue llevado a cabo por la Señora Blanca Lidia Díaz Sánchez, cocinera tradicional Zoque de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. La señora Blanca aprendió este proceso desde los 8 años de edad, ya que sus papás se dedicaban al campo y fueron ellos los que le enseñaron a hacer tortillas y a cocer el maíz, frijoles, arroz, así como diferentes tipos de pan.

“Hay muchos términos en la cocción del maíz, por ejemplo para el pozol de cacao tiene no ser muy cocido, tiene que ser *caliente* y para algunos tipos de tamales tampoco tiene que estar muy cocido el maíz para que cuando se hagan los tamales, esponjen, y para los de chipilín, bola o cambray tiene que ser masa reventada”

Su proceso comenzó con agregar a una olla de capacidad 20 litros, primero agregó los 5 kg de maíz y llenó a un poco más de la mitad con agua, para después agregar entre 1 a 2 “puños” de cal porque “a veces la cal está muy fuerte y otras veces necesita más de un puño” y una hora de cocción a fuego medio-alto para proceder a enjuagarlo y molerlo. Nos compartió que no hay diferencia en sus procesos a la hora de tener un maíz de otro tipo como amarillo o morado, las cantidades y los tiempos son siempre los mismos.

“Si tienes un maíz que tiene que se coció con mucha cal, se tiene que lavar el maíz y dejarlo remojar en vinagre dos horas y así eliminar el exceso de cal, posteriormente lavarlo muy bien para retirar el vinagre por completo.”

Menciona de igual forma que para obtener el mejor tostado del cacao este tiene que ser a fuego lento, ya que así se logrará tostarse de forma pareja y mover de forma constante. Para la elaboración tradicional en Tuxtla y Chiapa de Corzo del pozol únicamente se utiliza cacao, maíz caliente y canela, endulzado con azúcar, existe en Suchiapa una versión a la que se le agrega chile.

RECOMENDACIONES

- Asegurarse de disolver correctamente la cantidad de cal, de no hacerlo, esta se asentará en el fondo de la olla y se quemará, haciendo que perdamos por completo el maíz que estamos cocinando.
- En climas calientes y húmedos la masa de nixtamal dura aproximadamente 1 día sin refrigeración, ya que se empieza a generar un sabor agrio en ella.
- Si sobre cocemos nuestros granos, serán más propensos a tener menos tiempo de vida ya molido.
- Una vez el agua llegue a hervor la intensidad de calor se tiene que reducir un poco o de lo contrario el maíz del fondo y las paredes se podrá quemar,
- Si sobrecosemos el “maíz caliente” este será muy difícil de utilizar en preparaciones que necesiten de masa fina ya que en su molido tendrá una textura más arenosa y se desmoronará fácilmente.
- El crecimiento del “*maíz reventado*” siempre será mayor al del “*maíz caliente*” pero en ambos casos siempre dependerá mucho de nuestro grano ya que hay unos que crecerán más o menos que otros, incluso el mismo grano cambiará dependiendo de las temporadas y tiempo en que lo hayamos conseguido
- La nixtamalización es un proceso de prueba, práctica y paciencia, es normal que las primeras veces no consigamos un resultado excelente ya que el mejor resultado lo conseguiremos nosotros mismos ajustando a veces las cantidades y tiempos ya que la humedad, altura, grano y cal siempre serán diferentes en las zonas donde nos encontremos.

GLOSARIO

Agua potable: Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a su calidad no representa un riesgo para la salud.

Antiadherente: Que evita la adherencia entre superficies que de otra forma se quedarían pegadas.

Cal: Sustancia alcalina blanca, ligera y cáustica, que en contacto con el agua se hidrata y desprende calor.

Corrosiva: La corrosión es un proceso que deteriora el metal al reaccionar con el ambiente. El proceso de corrosión deteriora el hierro dentro del acero implicando la pérdida de sus características principales como pueden ser la dureza o resistencia.

Ebullición: La ebullición es un proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso. En general ocurre cuando la temperatura de la totalidad del líquido iguala al punto de ebullición del líquido a esa presión.

Elemento alcalino: Productos con un pH de 9 o superior, son productos muy efectivos contra la grasa y suciedades que contienen pigmentos y proteínas, además, cuentan con propiedades desinfectantes. Los productos más alcalinos suelen ser utilizados como desatascadores gracias a su poder corrosivo.

Empanadas: Pasta o masa en forma de media luna rellena de ingredientes dulces o salados que se fríe en abundante aceite o se cuece al horno.

Fertilizar: Hacer que la tierra sea fértil o más fértil. Enriquecer el suelo en elementos que benefician el crecimiento de las plantas.

Herbicida: Que sirve para impedir el desarrollo de las hierbas perjudiciales que crecen en un terreno.

Inocuidad: Se define como la característica que garantiza que los alimentos que consumimos no causan daño a nuestra salud.

Maíz nixtamalizado: maíz que ha sido sometido a cocción parcial con agua en presencia de hidróxido de calcio (cal, óxido de calcio).

Masa: producto obtenido de la molienda húmeda de granos de maíz nixtamalizado

Plagas: Colonia de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.

Pozol: Bebida prehispánica tradicional del estado de Chiapas a base de maíz, cacao, canela y azúcar.

Pozole: Guiso que consiste en un caldo muy condimentado, cuyos ingredientes principales son granos de maíz tierno, chile y carne de cerdo o de pollo.

Ratio: Sinónimo de una “razón matemática”. Por tanto, ratio es la razón, proporción o cociente entre dos magnitudes o elementos que están relacionados entre sí.

Tamal: Plato que consiste en masa de maíz rellena de carne, pollo, chile u otros ingredientes, envuelta en hojas de mazorca de maíz o plátano y cocida al vapor o al horno.

Tequesquite: Del náhuatl *tequixquitl* (piedra que florece). Sal mineral formada por cloruro de sodio (sal común), bicarbonato de sodio y otros minerales que se encuentra en los ríos y lagos, utilizado en tiempos prehispánicos principalmente como sazonador de alimentos.

Tortillas: Producto elaborado con masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometida a cocción.



Figura 14. Tortillas color azul, blanco y amarillo; San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Dungla, A. (2020). La cal ingrediente esencial en la cocina mexicana. Fundación Tortilla. https://fundaciontortilla.org/Cocina/la_cal_ingrediente_esencial_en_la_cocina_mexicana

García, P. (2019). *Todo lo que necesitas saber para nixtamalizar en casa y hacer más para tortillas*. Animal Gourmet. <https://www.animalgourmet.com/2019/05/13/nixtamalizar-en-casa-hacer-masa-para-tortillas/>

Imagen Agropecuaria. (2021). Aprovechan residuos del proceso de nixtamalización para elaborar fertilizante. Imagen Agropecuaria. <https://imagenagropecuaria.com/2021/aprovechan-residuos-del-proceso-de-nixtamalizacion-para-elaborar-fertilizante/>

Muñoz Zurita, M. (2012). Diccionario Enciclopédico de la Gastronomía Mexicana. Larousse. <https://laroussecocina.mx/palabra/nixtamalizacion/>

Orchardson, E. (2021). *¿Qué es la nixtamalización?*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-nixtamalizacion/>

CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente proyecto fue el redactar un documento donde se rescatara la información del proceso de nixtamalización en maíz chiapaneco, para esto se recopiló la información de diferentes personas en el centro del estado, en el cual se observó y documentó sus técnicas propias todo esto para al final hacer un comparativo entre los diferentes procesos y poder así redactar y mostrar la manera más sencilla así como esos consejos o recomendaciones que las personas que llevan muchos años aplican hoy día para obtener una mejor calidad en sus resultados.

Los conocimientos obtenidos en este estudio pueden ser de ayuda para crear un parteaguas en la importancia que se le da a rescatar y seguir promoviendo estos conocimientos que forman parte de nuestro patrimonio, están en lo más profundo de nuestra historia y se comprobó con este proyecto que se está reduciendo el número de personas que aun hacen esta práctica y así mismo el interés de las nuevas generaciones en aprender esto va en declive. Esta información puede utilizarse para desarrollar intervenciones dirigidas principalmente a escuelas de gastronomía donde los estudiantes deberían saber nixtamalizar como parte de los conocimientos de la cocina mexicana, pero también en diferentes centros educativos, así como centros culturales donde se promoverá y llegará a más público, y así evitar la pérdida de este conocimiento

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Agama-Acevedo, Edith, Juárez-García, Erika, Evangelista-Lozano, Silvia, Rosales-Reynoso, Olga L., & Bello-Pérez, Luis A. (2013). Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 01-12. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000100001&lng=es&tlng=es.

Aguilar-Jiménez, C. E., Tolón-Becerra, A., & Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 43(1), 155-174. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837648011>

Amaro, R. M. G., & de Ambiente, R. (2020) Nixtamal: tradición y nutrición. <https://elportal.mx/princ/nixtamal-tradicion-y-nutricion/>

Anayansi, Escalante-Aburto, Ramírez-Wong, Benjamín, Torres-Chávez, Patricia I., Barrón-Hoyos, J. Manuel, Figueroa-Cárdenas, Juan de Dios, & López-Cervantes, Jaime. (2013). La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados, una revisión. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(4), 429-437. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000400009&lng=es&tlng=es.

Arias-Yero, Iliana, Guevara-Hernández, Francisco, O-Arias, Manuel Alejandro La, & Cadena-Iñiguez, Pedro. (2022). Caracterización y tipos de familias productoras de maíz local en la Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT*, 16(2), 155-171. Epub 16 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1525>

Arámbula Villa, Gerónimo, Barrón Ávila, Laura, González Hernández, J, Moreno Martínez, Ernesto, & Luna Bárcenas, Gabriel. (2001). Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays* l.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(2), 187-194.

Arámbula-Villa, G., Yáñez-Limón, J. M., Vorobiev-Vasilievich, Y., & González-Hernández, J. (2000). Coeficiente efectivo de difusión de agua en masas de maíz nixtamalizado por extrusión. *Agrociencia*, 34(6), 717-727.

Barkin, D. (2002). El maíz: la persistencia de una cultura en México. *Cahiers des Amériques latines*, (40), 19-32. <https://doi.org/10.4000/cal.6810>

Barrera-Guzmán, Luis A., Legaria-Solano, Juan P., & Ortega-Paczka, Rafael. (2020). Diversidad genética en poblaciones de razas mexicanas de maíz. *Revista fitotecnica mexicana*, 43(1), 121-125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.121>

Billeb de Sinibaldi, Ana Cristina, & Bressani, Ricardo. (2001). Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(1), 86-94. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000100012&lng=es&tlng=es.

Bressani, R. (1995). La Nixtamalización del Maíz. En Boucher, F., Muchnik, J. *AGROINDUSTRIA RURAL Recursos Técnicos y Alimentación*. 63 – 82. CIRAD. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jyAOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA63&dq=nixtamalizaci%C3%B3n+de+maiz&ots=6uwDNlwUUD&sig=176Ze1YmV-mKnCkdhA9PRM_YuQw#v=onepage&q&f=false

Canese, M. I., Estigarriba, R., Ibarra, G., Valenzuela, R. (2019). Aplicabilidad del diseño exploratorio secuencial para la medición de habilidades cognitivas una experiencia en la universidad nacional de asunción, Paraguay. *Repositorio UFSC*. https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/201763/104_00701.pdf?se

Carrillo Trueba, C. (2009). El origen del maíz. *Naturaleza y cultura en Mesoamérica*. *Ciencias*, 92(092). <https://www.redalyc.org/pdf/644/64412119003.pdf>

Castillo González, Fernando. (2009). Reseña de nuevo libro: Origen y diversificación del maíz. Una revisión analítica. Revista fitotecnia mexicana, 32(4), 1-2. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000400002&lng=es&tlng=es.

Castillo, V.K.C, Ochoa, M.L.A, Figueroa, C.J.D, Delgado, L.E, Gallegos, I.J.A, & Morales, C.J. (2009). Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59(4), 425-432. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000400011&lng=es&tlng=es.

Coutiño Estrada, Bulmaro, Vidal Martínez, Víctor Antonio, Cruz Vázquez, Carolina, & Gómez González, Manuel. (2015). Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(5), 1119-1127. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500017&lng=es&tlng=es.

Cuevas Mejía, J. D. J. (2014). Maíz: Alimento fundamental en las tradiciones y costumbres mexicanas. http://www.pasosonline.org/Publicados/12214/PS0214_12.pdf

Dungla, A. (2020). La cal ingrediente esencial en la cocina mexicana. Fundación Tortilla. https://fundaciontortilla.org/Cocina/la_cal_ingrediente_esencial_en_la_cocina_mexicana

Fajardo Balcárcel, O. R. (2006). Estudio de la absorción de iones de hierro en harinas de maíz utilizando cal fortificada con hierro durante la nixtamalización (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala). <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/307>

Figuroa Cárdenas, Juan de D., Narváez González, David E., Sánchez, M. Taba, A. Suketoshi, Gaytán Martínez, Marcela, Véles Medina, José J., Rincón Sánchez, Froylán, & Aragón Cuevas, Flavio. (2013). Propiedades físicas del grano y calidad de los grupos raciales de maíces nativos (criollos) de México. *Revista fitotecnia mexicana*, 305-314. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500007&lng=es&tlng=es.

Fortoul van der Goes, Teresa I. (2021). Nuestro señor el desollado. El portador del maíz y la guerra. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 64(4), 56-58. Epub 25 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2021.64.4.08>

García, P. (2019). *Todo lo que necesitas saber para nixtamalizar en casa y hacer más para tortillas*. Animal Gourmet. <https://www.animalgourmet.com/2019/05/13/nixtamalizar-en-casa-hacer-masa-para-tortillas/>

GARCÍA-SALAZAR, J. A., SKAGGS, R. K., & BORJA-BRAVO, M. (2016). IDENTIFICACIÓN DE LAS REGIONES PRODUCTORAS DE MAÍZ MÁS COMPETITIVAS EN MÉXICO EN BASE A LA LOGÍSTICA Y AL CONSUMO. *Interciencia*, 41(6), 376-381. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33945816002>

González Núñez, H. (2013). *Dios del Maíz*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31571357/Dios_del_Maiz_Mexico_siglo_XXI.Hector_Gonzalez_Nunez-libre.pdf?1392355951=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDIPLOMADO_MESOAMERICA_DIVERSIDAD_Y_UNIDA.pdf

Herrera, C. A. (2017). Elaboración de Snacks a partir de masa de maíz Nixtamalizado. Estudio de prefactibilidad. San Rafael, Mendoza, Argentina: Universidad Nacional del Cuyo, 63, 68. https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/9293/herrera-carolina-adriana-leg-3979-proyecto-final1.pdf

Imagen Agropecuaria. (2021). Aprovechan residuos del proceso de nixtamalización para elaborar fertilizante. Imagen Agropecuaria. <https://imagenagropecuaria.com/2021/aprovechan-residuos-del-proceso-de-nixtamalizacion-para-elaborar-fertilizante/>

INEGI. (1997). El Maíz En el Estado de Chiapas. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bv_inegi/productos/historicos/380/702825118532/702825118532_1.pdf

López Rodríguez, V. N. (2000). Influencia de los diferentes tipos de remojo sobre características químicas, funcionales y sensoriales de la tortilla de masa de maíz. Universidad del Valle de Guatemala. <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/150>

Martínez, M., Ríos, H., Miranda, S., Moreno, I., Acosta, R., Farrera, A., & Velasco, J. (2006). CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE PROSPECCIONES DE MAÍZ EN CHIAPAS, MÉXICO. *Cultivos Tropicales*, 27(1), 55-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215885011>

Mauricio-Sánchez, R. A., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., Taba, S., de la Luz Reyes-Vega, M., Rincón-Sánchez, F., & Mendoza-Galván, A. (2004). Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(3), 213-213. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-3/1a.pdf>

Méndez Rojas, Diana Alejandra. (2021). Los Libros del Maíz. *Revolución Verde y diversidad biológica en América Latina, 1951-1970. Letras históricas*, (24), 149-182. Epub 21 de febrero de 2022. <https://doi.org/10.31836/lh.v0i24.7281>

Orchardson, E. (2021). *¿Qué es la nixtamalización?* CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-nixtamalizacion/>

Paredes López, O., Guevara Lara, F., Bello Pérez, L. (2009). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Redalyc*. 92, 60-70. <https://www.researchgate.net/profile/Octavio-Paredes->

[Lopez/publication/43070745 La nixtamalizacion y el valor nutritivo del maiz/links/00b4952a8a84b3f839000000/La-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz.pdf](https://www.redalyc.org/publication/43070745-La-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz/links/00b4952a8a84b3f839000000/La-nixtamalizacion-y-el-valor-nutritivo-del-maiz.pdf)

Rangel-Meza, E., Muñoz Orozco, A., Vázquez-Carrillo, G., Cuevas-Sánchez, J., Merino-Castillo, J., y Miranda-Colín, S. (2003). NIXTAMALIZACIÓN, ELABORACIÓN Y CALIDAD DE TORTILLA DE MAÍCES DE ECATLÁN, PUEBLA, MÉXICO. *Agrociencia*, 38(1), 53-61. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30238106.pdf>

Reyes Martínez, O., Fernández Muñoz, J. L., & Ramírez Ortiz, M. E. (2013). Análisis Reológico de Masa de Maíz Nixtamalizado. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/11047>

Roque-Maciell, L., Arámbula-Villa, G., López-Espíndola, M., Ortiz-Laurel, H., Carballo-Carballo, A., Herrera-Corredor, J. (2016). NIXTAMALIZACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE MAÍZ CON DIFERENTE DUREZA DE GRANO: IMPACTO EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS. *Agrociencia*, 50(6), 727-745. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n6/1405-3195-agro-50-06-00727-en.pdf>

Salazar-Martínez, J., Rivera-Figueroa, C., Arévalo-Gallegos, S., Guevara-Escobar, A., Malda-Barrera, G., & Rascón-Cruz, Q. (2015). Calidad del nixtamal y su relación con el ambiente de cultivo del maíz. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 67-73. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000100009&lng=es&tlng=es.

Salinas Moreno, Yolanda, Cruz Chávez, Francisco J., Díaz Ortiz, Silvia A., & Castillo González, Fernando. (2012). Granos de maíces pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutracéutico. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 33-41. Recuperado en 23 de marzo de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000100006&lng=es&tlng=es

Salinas-Moreno, Y., & Aguilar-Modesto, L. (2010). EFECTO DE LA DUREZA DEL GRANO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA TORTILLA. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 2(1).

Salvador, R. (2001). Maíz. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica. México. Universidad Autónoma Chapingo. https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org/media/1280157/guia_maiz.pdf

Stagnaro, D., Camblong, J., Nicolini, J. (s.f.) El Manual de Procedimientos: ¿Quién, qué, cómo y cuándo?. Universidad Estatal de Colorado. <https://wac.colostate.edu/docs/books/encarrera/stagnaro.pdf>

TAUBE, K. (1985). Una reevaluación del dios del maíz del periodo Clásico maya. Publicado originalmente en VM Fields (coord.). Palenque Round. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61112636/Una_Reevaluacion_del_Dios_d_el_Maiz_del_Periodo_Clasico_Maya_-_Karl-Taube20191103-87715-8170hb-libre.pdf

Trigo, Y. M., & Montenegro, J. L. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis económico*, 17(36), 281-303. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41303610.pdf>

Urizar Hernández, A., & Bressani, R. (1997). Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fólico, calcio y hierro total y disponible. 217-23. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-228281>

Valderrábano Amador, C. (2005). Propiedades físicas y fisicoquímicas del grano, nixtamal, masa y tortillas elaboradas con maíz germinado, y la evaluación sensorial de las tortillas. Tesis. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46776/ValderrabanoAmadorClaraRuth.pdf?sequence=2>

Vásquez Pilco, J. V. (2016). Determinación de los parámetros óptimos en la aplicación de cal (CaO), cementina (Ca(OH)₂), ceniza e hidróxido de sodio (NaOH), para realizar el nixtamalizado de maíz (*Zea mays* L.) blanco variedad INIAP 101 y amarillo variedad guandango. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5647>

APÉNDICES

APÉNDICE 1

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-187-SSA1/SCFI-2002, PRODUCTOS Y SERVICIOS. MASA, TORTILLAS, TOSTADAS Y HARINAS PREPARADAS PARA SU ELABORACION Y ESTABLECIMIENTOS DONDE SE PROCESAN. ESPECIFICACIONES SANITARIAS. INFORMACION COMERCIAL. METODOS DE PRUEBA (FRAGMENTO)

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones sanitarias que deben cumplir la masa, tortillas, tostadas, harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Asimismo, establece la información comercial que debe figurar en las etiquetas de los productos.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso e importación.

1.3 Quedan excluidas las botanas.

6. Especificaciones

Los productos objeto de esta Norma y los establecimientos donde se elaboren deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

6.1 Generales

6.1.1 Los establecimientos donde se procesen los productos objeto de esta Norma, deben aplicar las prácticas de higiene y sanidad establecidas en la NOM-120-SSA1-1994, señalada en el apartado de referencias.

6.1.2 El agua utilizada para la elaboración de estos productos debe ser potable o cumplir según el caso, con lo establecido en la norma correspondiente que al efecto se emita.

6.1.3 El proveedor de las materias primas y los establecimientos donde se procesen o comercialicen los productos objeto de esta Norma, cada uno en el ámbito de su responsabilidad sólo podrán utilizar plaguicidas autorizados por la Secretaría de Salud en el marco de coordinación de la CICOPRAFEST.

6.2.5 Materia prima

6.2.5.1 Todas las materias primas que sean empleadas en la elaboración de los productos, deben cumplir con los ordenamientos legales aplicables.

6.2.5.2 No deben emplearse materias primas que no sean aptas para el consumo humano o en mal estado (con palomillas, gorgojos u otras plagas).

6.2.5.3 Para la nixtamalización del maíz se debe utilizar hidróxido de calcio u óxido de calcio (cal), que cumpla con las siguientes especificaciones:

6.2.5.3.1. El hidróxido de calcio (cal) que se emplee en la industria alimentaria debe cumplir con las siguientes especificaciones sanitarias:

6.2.5.3.1.1 Características Químicas

Tabla 1. Características químicas permitidas en la NOM-187-SSA1/SCFI-2002

Nombre químico	Hidróxido de calcio	Oxido de calcio
Formula química	Ca (OH) ₂	CaO
Peso molecular	74,10	56,07

6.2.5.3.1.2 Características Fisicoquímicas

Tabla 2. Límite de compuestos químicos en la cal según la NOM-187-SSA1/SCFI-2002

Especificación	Límite máximo
Hidróxido de calcio u Oxido de Calcio	90% Mínimo
Hidróxido de magnesio	5%
Plomo	8 mg/kg
Flúor	40 mg/kg
Arsénico	3 mg/kg

6.2.5.4 La deshidratación a que se someten las tortillas que se utilicen para elaborar tostadas no debe hacerse en áreas descubiertas o a la intemperie que las expongan en contacto con materiales extraños o fauna nociva.

6.2.5.5 La masa debe estar limpia, fresca y haber sido elaborada en el transcurso del día, no debe presentar sabores o aromas agrios.

ANEXOS

ANEXO 1

PRUEBAS DE NIXTAMALIZACIÓN 1

Tabla 3. Cantidades de insumos utilizadas para la prueba 1.

Tipo de maíz	Peso	Agua	Cal	Tiempo
Amarillo	700 gr	2.5 l	8 gr	1 hr
Blanco	700 gr	2.5 l	8 gr	3 hr
Azul	700 gr	3 l	8 gr	1:15 hr

RESULTADOS

La masa que se obtuvo al final de esta prueba tiene las suficientes características para poder ser manipulada y consumida, sin embargo, a la hora de moler se percató que la masa tenía una consistencia pegajosa y elástica, más de lo normal.



Figura 15. Masa fina de maíz amarillo molido.

Durante las pruebas nos percatamos de varios puntos, primero una dificultad en el tamaño de olla que utilizamos, nuestra olla tenía capacidad para 2 litros de líquido para la siguiente prueba utilizaremos una olla mínima de 5 litros de agua a 1 kilogramo de maíz, ya que la persona que nos ayudó menciono que el volumen del agua que tiene que tener el maíz es de un litro por cada 10 gramos de grano ya que el agua de cocción absorbe el almidón del grano, que fue lo que le dio la consistencia pegajosa a nuestra masa, igualmente nos comentó que la consistencia obtenida al final fue causa de dos factores, la cantidad de agua y la cantidad de cal.



Figura 16. Masa fina de maíz azul molido.

A la hora de cocer el maíz se necesita una cantidad de agua abundante para que el almidón se logre disolver de manera uniforme de lo contrario los granos contendrán todo este almidón, y también si no se ocupa la cantidad correcta de cal, no lograra penetrar por completo en el grano el agua. La cantidad de cal que se consideró fue a partir de una cal especial para nixtamalizar, pero la que se empleó era de construcción, siendo esta menos eficaz. Para obtener un resultado más óptimo se recomendó utilizar al menos 10 gramos de cal por cada 100 gramos de maíz.

ANEXO 2

PRUEBAS DE NIXTAMALIZACIÓN 2

De acuerdo con un artículo en Fundación Tortilla se necesita una cal con 90% de pureza y de grado alimenticio al querer nixtamalizar, usando nixtacal, del grupo calidra, el único productor de cal de grado alimenticio

Es importante destacar que, aunque no hay un proceso “estándar” de nixtamalización en México debido a la amplia variedad de maíces y preparaciones en la gastronomía mexicana, la cantidad de cal necesaria para llevar al proceso sí cambia dependiendo de la dureza del maíz. De esta manera, para los maíces de baja dureza o harinosos se necesitarán de 5 a 8 gramos de cal por kilo de maíz; para los de dureza media se usa aproximadamente 10 gramos por kilo; finalmente, para los maíces más duros o cristalinos se necesitarán de 11 a 13 gramos de cal por kilo. (Dungla, A., 2020).

Pero la cal que recomendamos usar posee alrededor de 70-80% de pureza, entonces como modificamos la cantidad de cal, para esto utilizaremos la media que menciona Fundación Tortilla lo cual sería de 10 gramos por kilo, para hacer la conversión utilizaremos una fórmula sencilla.

$$X = \frac{\text{Gramos de cal para maíz} \times \% \text{ de pureza recomendada}}{\text{Pureza que posee nuestra cal}}$$

Sustituyendo los valores sería lo siguiente:

$$X = \frac{10 \text{ gr} \times 90 \%}{80 \%} = \frac{900}{80} = 11.25 \text{ gr}$$

Por lo tanto, se necesitan 11.25 gr de cal al tener 80% de pureza para un kilo de maíz. Si no se tiene una báscula se puede remplazar en cucharadas; en promedio una cucharada estándar (15 ml) de polvo pesa entre 10 y 15 gr.

Si tenemos un promedio de 12 gramos por cucharada para cualquier tipo de polvo, podemos hacer la siguiente conversión:

$$\frac{11.25 \text{ gr}}{12 \text{ gr / cucharada}} = 0.94 \text{ cucharadas}$$

De manera general si nuestra cal es de un porcentaje de pureza en un 80, necesitamos una cucharada completa de cal por kilo de maíz. Aplicando estos resultados a la prueba física nuestros resultados fueron los siguientes

Tabla 4. Cantidades de insumos utilizadas para la prueba 2.

Tipo de maíz	Peso	Agua	Cal	Tiempo
Blanco caliente	1000 gr	5 l	12 gr	2 hr
Blanco reventado	1000 gr	7 l	12 gr	6 hrs

Es importante mencionar que el maíz blanco que se utilizó se adquirió en el mercado de San Ramón en San Cristóbal de las Casas, este maíz era viejo, esto se nota al colocarlo en la olla, el maíz tiene muchos residuos en forma de polvo y también granos que ya perdieron coloración, al llenarlo de agua el agua se tornará turbia y los residuos flotarán.



Figura 17. Cantidad de cal usada.

En total lavamos este maíz unas 5 veces hasta tenerlo listo para empezar con el proceso. Se agregó una cucharada completa de cal y se llenó el recipiente hasta los 5 litros de agua, se colocó en el fuego alto y se dejó sin tapar; hasta las dos horas verificamos el resultado y vimos que ya estaba en el punto al que conocemos como “maíz caliente”.



Figura 18. Maíz resultado de 6 horas de cocción.

Fue entonces que retiramos del fuego, vaciamos el agua, lavamos en agua $2/3$ partes del maíz y regresamos todo el maíz de nuevo a la olla, llenamos nuevamente con 5 litros de agua y se estuvo checando la consistencia de cocción de los granos cada hora, fue hasta las 4 horas transcurridas que nuestro maíz alcanzó el punto al que conocemos como “maíz reventado”, un grano que aumento casi el doble de tamaño.