



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Elaboración de Tortillas de Maíz Guagal (*Zea mays*) Nixtamalizado con la incorporación de Frijol Panamito (*Phaseolus vulgaris*) y Haba Major (*Vicia faba*)

Trabajo de Titulación, Modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

AUTOR: Mayra Narcisa Rodas Castillo
TUTOR: M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

AMBATO – ECUADOR

Septiembre, 2017

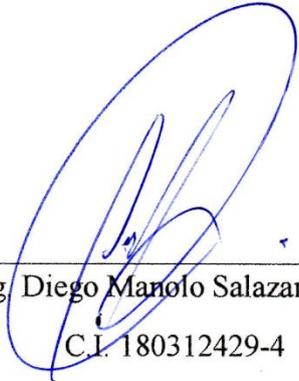
APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecida en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 11 de Agosto del 2017 <http://servicios.uta.edu.ec/matriculas/Default.aspx>



Mg. Diego Manolo Salazar Garcés
C.I. 180312429-4

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mayra Narcisa Rodas Castillo, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Mayra Narcisa Rodas Castillo

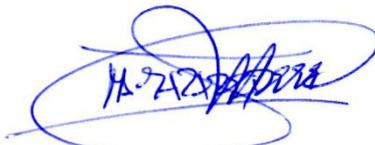
C.I. 180437297-5

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal



Ing. Araceli Alexandra Pilamala Rosales
C.I. 180415529-7



Ing. Fernando Cayetano Álvarez Calvache
C.I. 180104502-0

Ambato, 11 de agosto del 2017

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto de Investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Mayra Narcisa Rodas Castillo

C.I. 180437297-5

AUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar a cumplir este sueño anhelado, por estar siempre presente en cuanto al aprendizaje de mis errores, permitiendo que jamás decaiga y seguir siempre adelante.

Un agradecimiento especial a mis padres por todo lo que ha aportado en mi vida, a mis hermanos por su paciencia, comprensión.

A la Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

De igual manera a mi Director M.Sc. Diego Salazar y Calificadores Ing. Araceli e Ing. Fernando Álvarez de tesis gracias a su experiencia, conocimiento y apoyo en la realización de este trabajo.

A los docentes que aportaron con sus enseñanzas para poder ser una buena profesional y contribuir de alguna manera con la sociedad.

Un agradecimiento muy cariñoso a la Ing. Araceli que ha sido más que una amiga, consejera con la que, compartido gratos momentos, y me ha enseñado que nada es imposible en esta vida.

Finalmente, a mis amigos, amigas, compañeros y compañeras tanto de la universidad como del colegio que han estado ahí presentes en cada reunión aportando para que se llenen los vasos de sabiduría, compartiendo experiencias y sin rendirse hasta el siguiente día de la resaca moral.

A todos ellos muchas gracias y que Dios los bendiga.

Mayra Rodas

DEDICATORIA

La realización del presente proyecto de tesis está dedicada a mis padres Narcisa Castillo y José Rodas, pilares fundamentales en mi vida quienes dándome sus consejos y sabiéndome guiar por el camino que voy, por el tiempo, esfuerzo que han realizado día a día, con el ejemplo de perseverancia y trabajo para poder culminar con una meta más en mi vida.

A mis familiares y amigos que han contribuido con sus consejos, palabras de aliento y sobre todo su apoyo incondicional para seguir adelante sabiendo que siempre estarán presentes en las buenas y en las malas.

Mayra Rodas

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN de los miembros DE TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
Índice General de Contenidos.....	viii
ABSTRACT.....	x
resUmen.....	xi
introducción.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. General.....	2
1.3.2. Específicos.....	2
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes investigativos.....	3
2.2. Hipótesis.....	3
2.2.1. Hipótesis nula.....	3
2.2.2. Hipótesis alternativa.....	4
Señalamiento de variables de la hipótesis.....	4
2.2.3. Variables independientes.....	4
2.2.4. Variables dependientes.....	4
CAPÍTULO III.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1. Materia prima.....	5
3.1.1. Ceniza para la nixtamalización del maíz mayor.....	5

3.1.2. Elaboración de las tortillas de maíz nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito, y haba mayor.	5
3.1.3. Análisis Proximal	7
3.1.4. Absorción de agua y aceite	9
3.1.5. Textura	9
3.1.6. Análisis microbiológico	9
3.1.7. Análisis sensorial	10
3.1.8. Diseño Experimental.....	11
CAPÍTULO IV	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1. Análisis Proximal	12
4.2. Absorción de agua y aceite.....	13
4.3. Evaluación sensorial	14
4.3. Verificación de la Hipótesis	16
CAPÍTULO V	17
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	17
5.1. Conclusiones	17
5.2. Recomendaciones.....	18
MATERIALES DE REFERENCIA	19
ANEXOS	22
ANEXO 1. Hoja de Cata.....	23

ABSTRACT

This work describes the development of nixtamalized tortillas of maíz guagal (*Zea mays*) with the incorporation of frijol (*Phaseolus vulgaris*) y haba major (*Vicia faba*). Tortillas are developed since the production of flour until the production of nixtamalized tortillas. Ash for nixtamalization process was obtained from the combustion of firewood and charcoal, resulting in a non-combustible inorganic substance, similar to a mineral salt.

The elaboration of the nixtamalized tortilla of maiz with the incorporation of Frijol and Haba was carried out according to the procedure detailed in the Nixtamalization process, in addition, the recommendations of NTE INEN-ISO 6540 2013 and NOM187SSA1 / SCFI2002 were applied. The technological characteristics of the Haba and Frijol flour were determined.

The results allowed to establish the adequate concentration of the Maíz, Haba, and Frijol flour. The work allowed to establish the best formulation through the physicochemical, rheological, sensorial properties, and the estimated useful life of the finished product.

Keywords: Maíz Guagal, Frijol Panamito, Haba Major, nixtamalization, gluten

RESUMEN

El presente trabajo describe la elaboración de tortillas de maíz guagal (*Zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*), desde la obtención de las harinas de maíz y de frijol panamito, la selección, la molienda y el tamizado hasta la producción de tortillas nixtamalizadas. La ceniza para la cocción del maíz pelado de cascara fue obtenida de la combustión de leña y carbón, resultando en una sustancia inorgánica no combustible, similar a una sal mineral.

La elaboración del prototipo de tortillas nixtamalizadas de maíz guagal, con la incorporación de frijol panamito y haba mayor se realizó de acuerdo al procedimiento que se detalla en el proceso de Nixtamalización, adicionalmente se aplicaron las recomendaciones de la norma NTE INEN-ISO 6540:2013 y NOM187SSA1/SCFI2002.

Se determinaron las características tecnológicas de la harina de haba mayor y de frijol panamito. El estudio permitió identificar la mejor formulación mediante las propiedades fisicoquímicas, reológicas, sensoriales, y el tiempo estimado de vida útil del producto.

Palabras Clave: Maíz Guagal, Frijol Panamito, Haba Mayor, Nixtamalización, gluten

INTRODUCCIÓN

El maíz es una especie central en la alimentación y cultura de Centroamérica, sin embargo, poco se habla del proceso de nixtamalización, proceso que le confiere un alto valor nutritivo y cambios funcionales extraordinarios. Este proceso es clave en la elaboración de la tortilla que ha sido el principal alimento en la dieta de pueblos indígenas y base de su supervivencia desde hace más de 3500 años. (Villegas, E., & Mertz, E. T. 1970)

Desde mediados del siglo XX se ha llevado a cabo una serie de trabajos para entender el efecto que el proceso de la cocción alcalina tiene sobre la calidad nutritiva del maíz. Por ejemplo, la cocción alcalina altera la estructura y la solubilidad de las proteínas del maíz, la nixtamalización y la cocción de la tortilla reducen la solubilidad de las albúminas y de las globulinas, y lo mismo ocurre con la solubilidad de las prolaminas; asimismo, se observa la aparición de glutelinas de alto peso molecular. Estos cambios se deben al enlazamiento de proteínas y a la ruptura de su estructura, que es estabilizada por diversas fuerzas de atracción (Ramirez, A. y Jimenez, J. 2011). El valor nutritivo, depende 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. (Blessin, C., Brecher, J., & Dimler, R. 1963)

La calidad nutritiva del maíz está definida en buena medida por la calidad de sus proteínas y ésta, a su vez establece el contenido de los llamados aminoácidos esenciales (Vázquez Carrillo, M. G., Morales, G., & Rendon, P. E. 2004). Es importante indicar que estos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el ser humano, por lo que deben estar presentes en su dieta en cantidades recomendadas por

organismos de salud tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y por la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Kurilich, A., & Juvik, J. 1999)

En cuanto a vitaminas, se sabe que el maíz amarillo contiene principalmente dos vitaminas solubles en grasa, β caroteno o provitamina A y α tocoferol o vitamina E, y la mayoría de las vitaminas solubles en agua. El maíz amarillo es una fuente razonablemente buena de provitamina A; sin embargo, ésta se pierde paulatinamente con el almacenamiento prolongado (Urizar, A. y Bressani, R. 1997).

El germen del grano contiene 78% de los minerales, probablemente porque son esenciales durante el crecimiento del embrión, de los cuales el componente inorgánico más abundante es el fósforo, principalmente en las sales de potasio y magnesio del ácido fítico. Este compuesto, que llega a representar hasta 1% de la masa del grano, interfiere en la absorción intestinal de muchos minerales esenciales. (Serna-Saldivar, S., & Rooney, L. 1994)

El proceso de la nixtamalización se ha transmitido de generación en generación en Mesoamérica, y todavía se utiliza como en tiempos prehispánicos. Se inicia con la adición de dos partes de una solución de cal aproximadamente al 1% a una porción de maíz. Esta preparación se cuece de 50 a 90 minutos, y se deja remojando en el agua de cocción de 14 a 18 horas. Posterior al remojo, el agua de cocción, conocida como nejayote, se retira y el maíz se lava dos o tres veces con agua, sin retirar el pericarpio ni el germen del maíz. Se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que llega a tener hasta 45% de humedad. También mayoría del germen permanece en el grano durante la nixtamalización, lo que permite que la calidad de la proteína de los productos de la masa no se vea afectada.



Figura 1. Molienda de maíz nixtamalizado

Harina de haba

El haba (*Vicia faba*) es una leguminosa de clima frío, considerada mundialmente como una buena fuente alimenticia con un contenido proteico, cercano al 30% en grano seco. Aun conociendo la buena calidad nutricional de este alimento, su consumo está determinado la mayoría de las veces, por las características sensoriales que éste posea fenómeno al cual se le puede atribuir el uso limitado en preparados tradicionales. Dentro del proceso de fraccionamiento se realizó: por vía seca, en el cual se someten las semillas a sucesivas moliendas, seguidas por una clasificación por aire, para obtener dos grupos de partículas de acuerdo a su tamaño y densidad, un concentrado proteico (fracción liviana) y una de almidón (fracción pesada). La rentabilidad de este proceso depende básicamente de la cantidad de material empleado. También puede ser utilizado el proceso húmedo, el cual incluye una fase de extracción acuosa de las proteínas a un pH y temperatura seleccionados, con agitación constante durante un tiempo determinado. La proteína solubilizada en el extracto obtenido se puede recuperar mediante precipitación térmica o isoelectrica a pH 5.5; el coágulo proteico se separa del suero desproteinizado por centrifugación o decantación. (Belefant-Miller, H., Miller, G., & Rutger, N. 2005)



Figura 2. Harina de haba major

Harina de frijol panamito

El frijol panamito resalta por su alto contenido de magnesio, rico en proteínas, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas, el almidón representa la principal fracción que energía en este tipo de alimentos, a pesar de que, durante su cocinado, una parte

de la mismo queda indisponible dado que se transforma en el denominado almidón resistente a la digestión. Bpucher, F. y Muchnik, J. (1995). El papel que juega la fibra del frijol como fitoquímico es por su efecto hipocolesterolémico, es decir, porque disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre. También el almidón resistente del frijol puede ejercer el mismo efecto que la fibra. Por otra parte, la fermentación en el colon de la fibra soluble y el almidón resistente que generan ácidos grasos de cadena corta, provoca la disminución de la síntesis hepática del colesterol. Los inhibidores de tripsina confieren protección contra rotavirus, inhiben las carcinogénesis y pueden ser utilizados como agentes quimioprotectores, es decir, para proteger al organismo contra efectos secundarios de tratamientos de ciertas enfermedades. Por otro lado, las lecitinas del frijol disminuyen el crecimiento de linfomas no-Hodgking (cáncer del tejido linfoide, que abarca los ganglios linfáticos, el bazo y otros órganos del sistema inmunitario) y pueden utilizarse como marcadores de tumores al identificar células que se encuentran en las primeras etapas de diferenciación a células cancerosas. (Cortés, G. A., Salinas, Y., San Martín-Martínez, E., & Martínez-Bustos, F. 2006). Respecto al ácido fítico se ha demostrado que reduce el riesgo de contraer cáncer, principalmente del colon y de seno, probablemente por su poder antioxidante. Por su parte los taninos, sustancias muy astringentes y de sabor amargo, que perteneces a la familia de los polifenoles, funcionan como antioxidantes, anticancerígenos y antimutágenos efectivos.



Figura 3. Molienda de frijol panamito

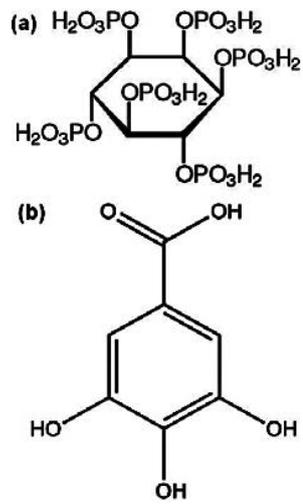


Figura 4. Estructuras de fitoquímicos importantes del frijol: (a) ácido fítico, (b) taninos (ácido gálico).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“Elaboración de tortillas de maíz guagal (*Zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*)”

1.2. Justificación

La investigación tuvo como finalidad el análisis y estudio del proceso de *nixtamalización*, que consiste en un método milenario creado por la cultura mesoamericana, donde se describe el pelado del maíz mediante la utilización de la ceniza siendo entonces un sistema natural (Bpucher & Muchnik, 1995).

La ceniza forma una disolución de óxido de potasio dentro del agua. Una vez disuelto el óxido de potasio en agua, se convierte en una disolución de hidróxido de potasio. Este proceso evita la eliminación de sus propiedades nutricionales del maíz, obteniéndose un producto que tiene las principales fuentes de calorías, proteínas y calcio para la población de bajos recursos económicos (Bello & Pérez, 2002).

El proceso de nixtamalización disminuye ligeramente el contenido de vitaminas, el almidón, la solubilidad de la proteína del maíz, pero aumenta la biodisponibilidad de aminoácidos, el contenido de fósforo y calcio, de fibra soluble y almidón resistente y el contenido de ácido fítico, mejorando con ello la absorción de minerales. La cocción produce cambios en la proteína principal del maíz, lo que hace las proteínas y nutrientes del endospermo del núcleo más asimilables para el cuerpo humano.

Actualmente son muy populares el consumo de las tortillas y sus productos derivados porque estos son productos naturales que brindan aportes nutricionales.

El maíz guagal se produce en la Provincia de Bolívar en grandes cantidades. La estructura de este maíz permite obtener una harina con un gran valor nutritivo con un alto nivel de carbohidratos y adaptabilidad de producción a nivel mundial.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Elaborar un patrón de tortillas nixtamalizadas de maíz guagal (*Zea mays*), con la incorporación de harina de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y harina de haba mayor (*vicia faba*).

1.3.2. Específicos

- Determinar las características tecnológicas de la harina de haba mayor y harina de frijol panamito.
- Establecer la concentración adecuada de la harina de frijol panamito y harina de haba mayor para mejorar la calidad de las tortillas.
- Caracterizar la mejor formulación mediante las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, reológicas y sensoriales del producto terminado.
- Estimar el tiempo de vida útil del producto terminado.
- Proponer una metodología para nixtamalizar el maíz guagal (*Zea mays*) a partir de ceniza.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

La nixtamalización se ha utilizado para hacer referencia al proceso alcalino de cocción del maíz con la finalidad de convertirlo en una masa que puede ser utilizada en una amplia cantidad de preparaciones, entre las cuales las tortillas son las más importantes. Las propiedades de los productos resultantes han ayudado mucho en los problemas nutricionales de diferentes poblaciones. (Bpucher & Muchnik, 1995).

La Nixtamalización es un proceso muy antiguo, desarrollado por las culturas Mesoamericanas y aún es utilizado para la producción de tortillas. Este proceso produce cambios que mejoran la calidad nutricional del maíz. De acuerdo a la NOM-147-SSA1-1996, se denomina Maíz nixtamalizado o nixtamal, al maíz sano y limpio que ha sido sometido a cocción parcial con agua en presencia de hidróxido de calcio (Ramirez & Jimenez, 2005).

La masa obtenida es una mezcla constituida por los polímeros del almidón (amilosa y amilopectina) mezclados con gránulos de almidón parcialmente gelatinizados, gránulos intactos, partes de endospermo y lípidos (Bello-Pérez, 2002).

Las variedades de maíz mejoradas son poco adecuadas para los productores porque en su proceso de obtención, se ignoran los patrones varietales y las características de calidad de los criollos tales como, fácil nixtamalización, dureza y adhesividad de la masa, extensibilidad, tiempo de cocción, perfiles nutricionales, suavidad, sabor y durabilidad de la tortilla (Rangel, 2004).

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis nula

Ho: La inclusión de harinas de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y Haba (*Vicia faba*) no influyen sobre las propiedades funcionales, químicas y sensoriales de las tortillas nixtamalizadas.

2.2.2. Hipótesis alternativa

H1: La inclusión de harinas de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y Haba (*Vicia faba*) influyen sobre las propiedades funcionales, químicas y sensoriales de las tortillas nixtamalizadas.

Señalamiento de variables de la hipótesis

2.2.3. Variables independientes

- Maíz nixtamalizado
- Harina de Haba mayor o frijol panamito

2.2.4. Variables dependientes

- Aceptabilidad
- Vida de anaquel
- Textura
- Parámetros sensoriales
- Parámetros microbiológicos

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

Las tortillas fueron elaboradas a partir de harina de: maíz, frijol y haba adquiridos en un supermercado de la ciudad de Ambato y en las proporciones presentadas en la Tabla 1. El maíz fue nixtamalizado con ceniza y posteriormente se secó a 60 °C hasta humedad de 12% para posteriormente realizar la molienda y obtener harina. Los granos de frijol y haba fueron molidos y almacenados. Finalmente, las muestras fueron envasadas en bolsas aluminizadas para mantener la humedad del producto.

3.1.1. Ceniza para la nixtamalización del maíz mayor.

La ceniza para la cocción del maíz guagal se obtuvo de la combustión de leña Figura 5. El resultado fue una sustancia inorgánica no combustible, como si fuese una sal mineral.



Figura 5: Elaboración de ceniza

3.1.2. Elaboración de las tortillas de maíz nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito, y haba mayor.

Para la elaboración del prototipo de tortillas nixtamalizadas de maíz guagal (*Zea mays*), con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*). Se realizó de acuerdo al procedimiento detallado en la figura 13, adicionalmente se aplicó las recomendaciones de la norma NTE INEN-ISO 6540:2013 y NOM187SSA1/ SCFI2002.

Procedimiento:

La harina de frijol panamito y haba se obtuvo a través del proceso de molienda en un molino de piedra, posteriormente se tamizó para obtener un tamaño de partícula uniforme.

Para la obtención de la harina de maíz primero se desechó los granos que tenían daños físicos. Una vez seleccionado, se procedió a la cocción del grano con la ceniza y se dejó en reposo por un tiempo de 20 minutos, luego se lavó para la eliminación de la cascara, se llevó a la cámara de secado por 7 horas hasta obtener un grano con humedad de 12 %. Finalmente se realizó la molienda y se obtuvo la harina de maíz.

Las harinas para la elaboración de tortillas fueron mezcladas con agua hasta que se obtuvo una mezcla homogénea, se moldeó de las tortillas y finalmente se realizó la fritura del producto a una temperatura de 240 °C.



Figura 6: Proceso de elaboración tortillas de maíz guagal (*Zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*)”

Las harinas de maíz, haba y frijol para la tortilla experimental se calcularon según los niveles de sustitución (tabla 1). Todos los ingredientes se mezclaron durante 3 minutos, en un mezclador (Ferton, EE.UU.). La masa se dividió en porciones de 180 g y se aisló a 37°C y 80% de humedad relativa (HR) durante 15 min.

Tabla 1. Formulación de las Tortillas Nixtamalizadas.

<i>Muestras</i>	Harina de Maíz	Harina de Haba	Harina de Frijol	Agua (g)
	(g)	(g)	(g)	
Control	100	-	-	80
TMF501	75	-	25	80
TMF502	50	-	50	60
TMF503	25	-	75	60
TMH701	75	25	-	80
TMH702	50	50	-	60
TMH703	25	75	-	60

TMF501: Tortilla con maíz 75% y frijol 25%, TMF502: Tortilla con maíz 50% y frijol 50%, TMF503: Tortilla con maíz 25% y frijol 75%, TMH701: Tortilla con maíz 75% y haba 25%, TMH702: Tortilla con maíz 50% y haba 50%, TMH703: Tortilla con maíz 25% y haba 75%,

3.1.3. Análisis Proximal

La determinación de la humedad se realizó con el método de la American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), método 44-19. Se utilizó una balanza Citizen que permitió establecer el porcentaje de humedad que tuvieron los granos durante el secado. Se evaluó por el método descrito anteriormente los tres tipos de harina y el producto final.



Figura 7. Análisis de humedad del maíz nixtamalizado y harinas

El contenido de ceniza se determinó por duplicado según el método AACC, 2000, 08-01 respecto a la norma mexicana NMX-F-046-S-1980. Para lo cual, se pesaron 5 g de muestra en el crisol de porcelana y se calentó en la Mufla a 550 ± 15 °C, hasta que se obtuvo las cenizas de un color gris claro. Se retiró de la Mufla el crisol con la muestra, se dejó enfriar en el desecador y se pesó tan pronto alcanzó la temperatura ambiente

con aproximación al 0.1 mg (Fig. 8). Para determinar el contenido de ceniza se empleó la ecuación 1:

$$\%C = \frac{(100(m_3 - m_1))}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \quad (1)$$

Siendo:

m_1 = masa del crisol vacío en gr.

m_2 = masa del crisol con muestra en gr

m_3 = masa del crisol con cenizas

H = % de humedad en la muestra

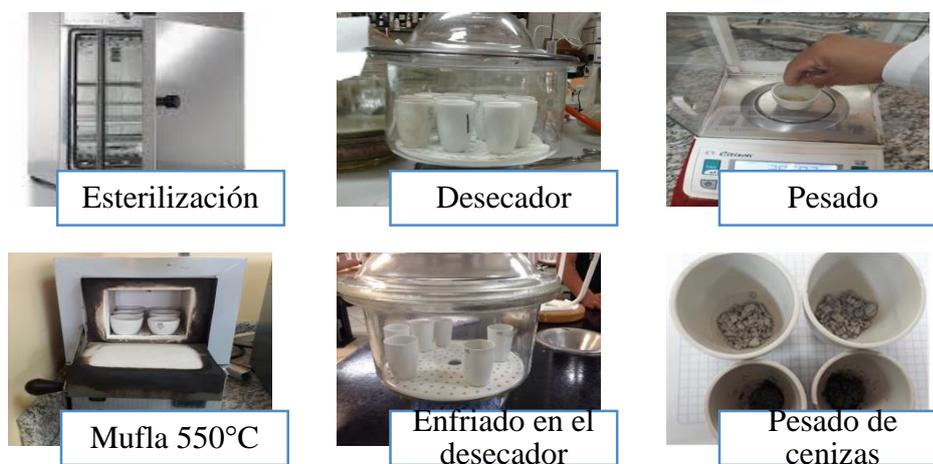


Figura 8. Análisis de cenizas

La cantidad de hidratos de carbono en el maíz y las tortillas se determinaron acorde al método de Juan de Dios Alvarado (1996) cuantificación de carbohidratos por diferencia, después de determinar humedad, proteína, grasa, cenizas y material no digerible (fibra cruda).

El análisis de almidón y gluten en las muestras de 0,15 g, se realizó utilizando el método de Cromatografía Líquida en el laboratorio Analítico Ambiental Aguas – Efluentes Industriales LASA. Se realizó una mezcla de 5 ml de ácido trioxonítrico (HNO_3) concentrado, 1 ml de ácido clorhídrico (HCl) concentrado y 1 ml de agua oxigenada, la muestra se colocó en un tubo de 25 ml en un digestor de microondas durante 15 minutos y posteriormente se dejó enfriar. El contenido del tubo se aforó hasta 25 ml y se realizó la determinación en un espectrómetro de emisión por plasma acoplado inductivamente (Quintero, Gonzales, Solano, Reyes, Villanueva & Bravo, 2014). La determinación del contenido del extracto etéreo se realizó con el método de

la American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), (método 30-25) contenido de proteínas (método 46-13) y fibra cruda (método: NMX-F-090-S-1978).

3.1.4. Absorción de agua y aceite

La capacidad de absorción de agua se evaluó por el método de centrifugación de Sosulski-15,1962; modificado por Kaur *et al*, 2007, esto se dio pesando 500g de las harinas, que fueron colocadas en un recipiente de acero inoxidable y se agregó agua a 28°C con una probeta, mezclándose manualmente hasta que se obtuvo una consistencia adecuada de la masa y se procedió a la elaboración de tortillas.

3.1.5. Textura

Con el fin de evaluar el efecto del tratamiento térmico en la estructura y textura de las tortillas de maíz nixtamalizada con la incorporación de harina de haba y frijol, se determinó el perfil de textura en la muestra. Para el ensayo se utilizó un Texturómetro CT3 (Texture analyzer, Middleboro, EE.UU.), con una sonda TA.39, elemento TA-BT K1, caída de carga de 10 Kg y a una velocidad de 2 mm/s. Para mantener fija la muestra se adaptó una tuerca métrica hexagonal de 10 mm (Fig. 11). Los resultados son el promedio de tres ensayos diferentes cada uno con al menos diez determinaciones.



Figura 9. Equipo utilizado y adaptaciones realizadas para determinar el perfil de textura de las tortillas de maíz nixtamalizado.

3.1.6. Análisis microbiológico

Para determinar el contenido microbiano en las muestras de tortillas de maíz nixtamalizada se cultivó en placas Petrifilm™ RYM mediante la normativa NTE INEN 1529-10:2013. Se realizó por triplicado, para ello se realizó la respectiva esterilización en el autoclave, las puntas para la micro pipeta, tubos pyrex y un frasco de vidrio con

90 ml de agua por 45 min, se dejó enfriar en refrigeración. Se esterilizó el vaso y la tapa de la licuadora con alcohol al 92%. Se licuo 10 gr de muestra con 90ml de agua estéril esta muestra se denominó dilución 10^0 , se realizaron diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} para la siembra en placa. Se incubó mohos y levaduras a 20°C , Mesofílicos aerobios a 30°C y coliformes totales a 39°C . Se realizó el conteo cada 48 horas (Figura 10).



Figura 10. Siembra de mohos, levaduras, mesófilos aerobios y coliformes totales en Petrifilm™ RYM

3.1.7. Análisis sensorial

Para atribuir los cambios a nivel sensorial, las muestras fueron evaluadas por un panel semientrenado de 6 personas. Los panelistas evaluaron la aceptabilidad de acuerdo a alternativas de disgusta mucho, disgusta poco, ni gusta ni disgusta, gusta poco y gusta mucho, luego se aplicó un diseño experimental.

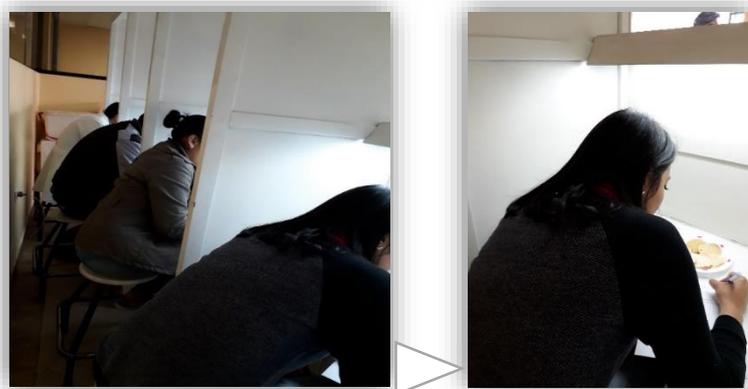


Figura 11: Evaluación sensorial de las muestras de tortillas de maíz

3.1.8. Diseño Experimental

En el presente trabajo se utilizó un diseño experimental (A*B), cuyos factores fueron: dos variedades de vegetales (frijol panamito y haba major) previamente seleccionados a tres diferentes porcentajes de sustitución en la mezcla con maíz nixtamalizado (25%, 50% y 75%).

- 25% de harina de maíz y 75% de harina de haba o frijol
- 50% de harina de maíz y 50% de harina de haba o frijol
- 75% de harina de maíz y 25% de harina de haba o frijol

3.1.9. Análisis de resultados.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa informático EXCEL® 2016 (Microsoft Office, EE.UU), y el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 23.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis Proximal

Con su alto contenido de proteínas (alrededor del 30%), la calidad de las proteínas y otros beneficios para la salud, el haba y el frijol han sido ampliamente utilizado como alimento en muchas partes del mundo (Crépon et al., 2009). Los valores de contenido de Humedad (%), Cenizas (%), Extracto Etéreo (%), Proteína (%), Fibra (%), Gluten (Ppm) y Almidón (%) de las harinas y tortillas se muestran en la tabla 2 y Tabla 3 respectivamente. Los datos del contenido de proteína de las harinas de frijol y haba permiten observar un nivel considerable de proteína vegetal que permite establecer que el producto podría tener un valor biológico y nutricional significativo. El contenido de proteína en las tortillas se realizó únicamente al mejor tratamiento (TMF503: Tortilla con maíz 25% y frijol 75%) que fue seleccionado por los evaluadores por su aceptabilidad ($P < 0,05$). El contenido de proteína de la muestra que contiene harina de maíz y frijol presenta un valor de proteína de 21.2%. Valor significativamente importante que conjuntamente con el contenido de gluten que tanto para las harinas y las tortillas nixtamalizadas fue de 5ppm podría ser un indicativo que es un alimento nutricional y seguro para personas con problemas de celiaquismo ya que se encuentra dentro del rango de consumo de personas celiacas que pueden consumir hasta 20ppm de gluten en un alimento (Aranceta J, Pérez Rodrigo C. 1996).

El contenido de humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra, almidón de las harinas y tortillas se encuentra en concordancia con lo exigido en la normativa CODEX STAN 152-1985.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de las harinas.

Harina	Humedad (%)	Cenizas (%)	Extracto Etéreo (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Gluten (Ppm)	Almidón (%)
Frijol	7.97±0.1	1,12533±0.3	1,23±0.3	24,05±0.5	6,59±0.1	5±0.1	32,20±0.1
Maíz	12,45±0.2	0,47882±0.4	1,95±0.3	9,50±0.5	2,43±0.1	5±0.2	76,59±0.2
Haba	9,80±0.2	1,30758±0.3	0,56±0.3	22,49±0.5	2,12±0.1	5±0.1	39,10±0.1

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de las tortillas con maíz y frijol

Producto	Humedad (%)	Cenizas (%)	Extracto Etéreo (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Gluten (ppm)	Almidón (%)
Maíz y Frijol	14,39±0.2	0,93706±0.3	1,82±0.3	21,02±0.5	5,67±0.1	5±0.1	64,71±0.1
Control	26,39±0.2	0,55949±0.4	1,1±0.3	5,40±0.5	1,4±0.1	5±0.2	76,59±0.2

4.2. Absorción de agua y aceite

Los resultados de absorción de agua de las harinas (w/w) y aceite (w/w) de las tortillas se muestran en la tabla 4 y 5. Los resultados permiten observar que existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre harinas en relación a la cantidad de agua que se puede añadir para la formulación de las tortillas nixtamalizadas debido principalmente a las proporciones de harinas y su contenido de almidón en la formulación y que evidentemente requieren un incremento de la cantidad de agua para conseguir una masa no pegajosa y quebradiza. La cantidad de agua en las tortillas debe mantenerse dentro de los valores reportados por Arámbula, G. et. al. 2001, en la cual menciona que las tortillas con mejores propiedades texturales son aquellas que presentan entre el 15– 30 % de humedad final, y que al disminuir la humedad se tiene una tortilla quebradiza. En relación a la cantidad de aceite que se absorbe el momento de la fritura no se observan diferencia significativa en los tratamientos con relación al control. Los resultados podrían evidenciar que la sustitución de harinas de haba o frijol no afecta significativamente la cantidad de absorción de aceite con relación a su homologo elaborado únicamente con maíz (control).

Tabla 4. Resultados de Absorción de agua de las harinas (w/w)

Muestra	Absorción de agua (g)
Control	80 ± 0,2
Maíz	80 ± 0,2
Frijol	60 ± 0,2
Haba	60 ± 0,2

Tabla 5. Resultados de Absorción de aceite de las tortillas (w/w)

Muestras	Absorción de aceite (g)
Control	0,008833 ± 0,2
TMF501	0,008832 ± 0,3
TMF502	0,008832 ± 0,1
TMF503	0,008830 ± 0,2
TMH701	0,008831 ± 0,3
TMH702	0,008830 ± 0,1
TMH703	0,008833 ± 0,2

4.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial permitió establecer el mejor tratamiento experimental a partir de una prueba de aceptabilidad con un panel semientrenado de 6 jueces donde los jueces calificaron a la muestra TMF503 como la que mejor aceptabilidad presentó ($P < 0,05$). A partir de la evaluación sensorial de las tortillas nixtamalizadas, se pudo establecer que a un nivel de confianza del 95% no existen diferencias significativas entre el mejor tratamiento y el control. El perfil sensorial de los tratamientos para las cinco características no mostró diferencias significativas en los parámetros estudiados (figura 1).

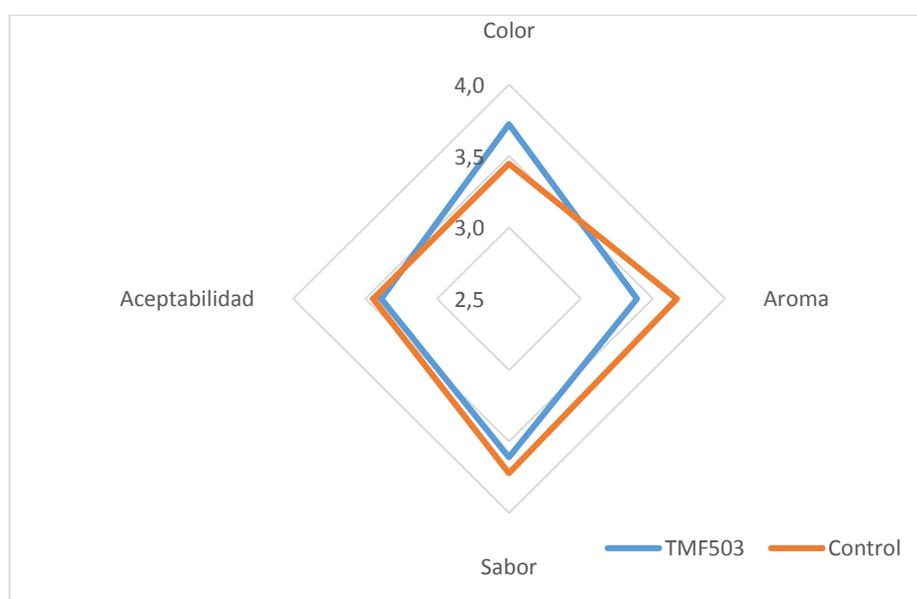


Figura 12. Evaluación sensorial a las muestras: control (tortilla de maíz) y TMF701(Tortillas de maíz con incorporación de frijol).

4.4 Textura

La Tabla 6 muestra los valores medios de los parámetros texturales de las tortillas nixtamalizadas con la inclusión de harina de frijol. La dureza, trabajo, deformación y adhesividad mostraron diferencias significativas entre la muestra TMF503 muestran con el control (tortilla de maíz). Rodríguez Méndez, L. I. (2013) informaron que los sólidos de frijol contienen gran cantidad de polisacáridos y el contenido no celulósico, compuestos que son importantes para las propiedades funcionales en los alimentos como agentes espesantes, estabilizantes, emulsionantes, gelificantes y filmógenos. Los polisacáridos presentes en el frijol podrían incrementar la elasticidad total de las tortillas nixtamalizadas de acuerdo a lo reportado por Rodríguez Méndez, L. I. (2013). El tiempo y la temperatura de fritura podrían ocasionar cambios físicos de acuerdo al estudio realizado por Arámbula V G , J González H, C A Ordorica J , (2001b).

Tabla 6. Parámetros de textura de la tortilla de maíz

Muestra	Dureza (N)	Trabajo (%)	Deformación (Mm)	Adhesividad mJ
TMF503	7,07 ± 0,53 ^a	0,0273 ± 0,33 ^a	0,0273 ± 0,33 ^a	0,0022 ± 0,53 ^a
Control	4,10 ± 0,53 ^b	0,0216 ± 0,33 ^b	0,0217 ± 0,53 ^b	0,0007 ± 0,53 ^b

Los resultados son la media ± desviación estándar.
Diferentes letras a, b; indican diferencias significativas entre muestras.

4.5 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico establece que las tortillas cumplen con las disposiciones del NTE INEN 1529-10:2013; Todos los resultados están dentro de lo normativo lo que indica la ausencia de microorganismos dañinos para la salud pública. La vida de anaquel del mejor tratamiento se obtuvo linealizando la concentración de mohos y levaduras ($\ln(\text{ufc} / \text{g}) = 0,4606 * \text{tiempo} - 0,4393$; $R^2 = 0,9711$). La vida útil se calculó mediante la ecuación y fue de 15,95 días, lo cual es un valor excelente para las tortillas sin conservantes añadidos en su formulación.

Tabla 7. Conteo microbiano (ufc/g) de las tortillas

Tiempo (días)	Coliformes Totales (ufc/g)	Mohos y Levaduras (ufc/g)	Aerobios Mesófilos (ufc/g)
0	0	0	0
2	0	1	0
5	0	9	0
7	0	18	0
9	0	34	0

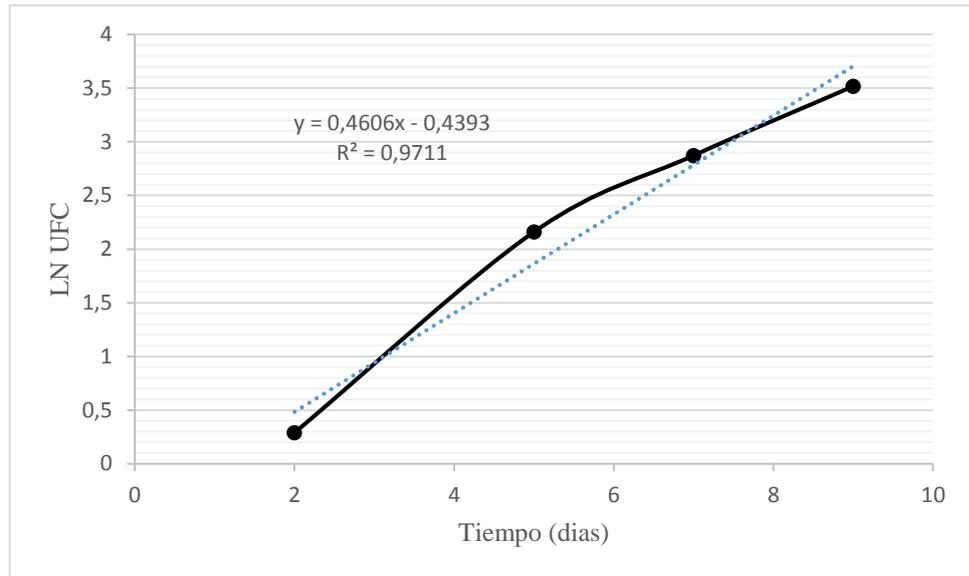


Figura 13. Linealización de crecimiento microbiano en la muestra TMF503 (Tortillas de maíz con incorporación de frijol).

4.3. Verificación de la Hipótesis

De acuerdo a los resultados de la investigación realizada la inclusión de harinas diferentes a la de maíz (*Zea mays*) en la elaboración de tortillas nixtamalizadas ha producido cambios aceptables en los parámetros sensoriales y tecnológicos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se elaboró un patrón de tortillas nixtamalizadas de maíz guagal (*Zea mays*), con la incorporación de harina de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y harina de haba mayor (*vicia faba*).

Se determinó las características tecnológicas de la harina de haba mayor y harina de frijol panamito lo que indico que tiene un alto valor nutritivo y es apto para el consumo de personas celiacas.

Se estableció la concentración adecuada de la harina de frijol panamito y harina de haba mayor para mejorar la calidad de las tortillas mediante un análisis sensorial de aceptabilidad.

Se caracterizó la mejor formulación mediante las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, reológicas y sensoriales del producto terminado lo cual fue 25% de harina de maíz mayor y el 75% de harina de frijol panamito, en el que se realizó los análisis de ceniza, proteína, humedad, extracto etéreo y absorción de agua.

Se estimó el tiempo de vida útil en la mejor formulación realizando cultivos en Petrifilm durante 9 días y realizando conteo cada 48 horas donde existió presencia de levaduras que fueron sometidas a 28°C, en cambio no hubo presencia de Mesofílicos aerobios a 30°C y los coliformes totales a 39°C.

Se propuso una metodología para nixtamalizar el maíz guagal (*Zea mays*) a partir de ceniza ya que este es un producto natural extraído del eucalipto, madera donde se puede extraer un 80% ceniza pura en comparación de otras maderas.

5.2. Recomendaciones

- Para obtener una mayor calidad de las tortillas de maíz con la incorporación de harina de frijol es recomendable identificar un proceso de laminado.
- Al elaborar las tortillas de maíz se puede emplear propionato de calcio para evitar el desarrollo microbiano y alargar la vida útil del alimento.
- Las tortillas se les puede llevar a un proceso de horneado para tener una mejor textura.

MATERIALES DE REFERENCIA

Alvarado, J. (1996). Principios de ingeniería aplicados a alimentos. *Editorial OEA. Ambato, EC*, 420-453.

Arámbula V G , J González H, C A Ordorica J (2001b) *Physicochemical structural and textural properties of tortillas from extruded instant corn flour supplemented with various types of corn lipids*. *J. Cereal Sci.* 33:245

Aranceta J, Pérez Rodrigo C (1996). *Consumo de alimentos y estado nutricional de la población escolar de Bilbao*. Guías alimentarias para la población escolar. Bilbao: Área de Salud y Consumo Ayuntamiento de Bilbao.

Bailey, G., y Peoples, J. (2013). *Essentials of Cultural Anthropology - Nixtamalización*. United Kingdom: Wadsworth Cengage Learning.

Bello, L., Osorio, P., Agama, E., Núñez, C. y Paredes, O. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. Acapulco. *Agrociencia*. 36, 319-328.

Belefant-Miller, H., Miller, G., & Rutger, N. (2005). *Nondestructive measurement of carotenoids in plant tissues by fluoresce quenching*. *Crop Science*, 45, 1786–1789.

Bitocchi, E., Nanni, L., Bellucci, E., Rossi, M., Giardini, A., Zeuli, PS., Logozzo, G., Stougaard, J., McClean, P., Attene, G., Papa, R. (2012). Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *National Center for Biotechnology Information*. Apr 3; 109(14).

Blessin, C., Brecher, J., & Dimler, R. (1963). Carotenoids of corn and sorghum: Distribution of xanthophylls and carotenes in hand-dissected and dry-milled fractions of yellow dent corn. *Cereal Chemistry*, 40, 582–586.

Bpucher, F. y Muchnik, J. (1995). *Agroindustria rural recursos técnicos y alimentación*. Canada: Cirad.

Castillo, P., Maldonado, G., Pinelo, L., Ramírez, P., y Ruvalcaba, M. (2012). *Inhibición del crecimiento de hongos en las tortillas de maíz mediante aceites esenciales de orégano y de tomillo*. México: DGDCUNAM, Divulgación de la Ciencia Universidad Nacional Autónoma de México.

Cortés, G. A., Salinas, Y., San Martín-Martínez, E., & Martínez-Bustos, F. (2006).

Stability of anthocyanins of blue maize (*Zea mays* L.) after nixtamalization of separated pericarp-germ tip cap and endosperm fractions. *Journal of Cereal Science*, 43, 57–62.

Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P., & Duc, G. (2010). *Nutritional value of faba bean (Vicia faba L.) seeds for feed and food*. *Field Crops Research*, 115(3), 329-339.

Dubat, A., Rosell, C. y Gallagher, E. (2013). *Mixolab A New Approach to Rheology*. Minnesota 55121 U.S.A: AACC International, Inc.

Flores, H., Zamora, J., Villarreal, L., y Villarreal, J. (2009). *Determinación y caracterización de microorganismos presentes en la masa para tortilla de maíz en tortillerías del Municipio de Saltillo, Coahuila*. Zaragoza: Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental.

Kurilich, A., & Juvik, J. (1999). *Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in Zea mays*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47

Long, J. y Vargas, L. (2005). *Food Culture in Mexico - Nixtamalización*. Connecticut - London: Greenwood Press.

NOM187SSA1/ SCFI-2002. *Regulación del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos*. Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan.

NTE INEN-ISO 6540:2013. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Maíz. Determinación del contenido de humedad (en granos molidos y granos enteros) (IDT).

Quintero, A., Gonzales, G., Solano, A., Reyes, G., Villanueva, J. y Bravo, G. (2014).

Caracterización de una tortilla tostada elaborada con maíz (*Zea mays*) y alga (*Ulva clathrata*) como prospecto de alimento funcional. Madrid. *Nutrición comunitaria*. 20(1):22-28.

Ramirez, A. y Jimenez, J. (2011). *Nixtamalización y molienda*. Oaxaca: UT Valles Centrales.

Rangel, E., Muñoz, A., Vázquez, G., Cuevas, J., Merino, J. y Miranda, S. (2004). Nixtamalización, elaboración y calidad de tortilla de maíces de Ecatlán, Puebla, México. *Agrociencia*, 38, 53-61.

Rodríguez Méndez, L. I. (2013). *Evaluación de propiedades fisicoquímicas y nutraceuticas de harina y tortilla elaboradas con un proceso de nixtamalización ecológica* (Doctoral dissertation).

Rosell, C., Bajerska, J. y El Sheikha, A. (2016). *Bread and Its Fortification Nutrition and Health Benefits*. Boca Raton: CRC Press Taylor Francis Group.

Serna-Saldivar, S., & Rooney, L. (1994). Quality protein maize processing and perspectives for industrial utilization. In B. A. Larkins & E.T. Mertz (Eds.), *Proceedings of the international symposium on quality protein maize* (pp. 89–120). Brazil: EMBRAPA/CNPMS.

Silva, E., Dobronki, J. Heredia, J., y Monar, C. (1997). Guagal Mejorado. Variedad de maíz blanco harinoso tardío para la provincia de Bolívar. Guaranda. *UVTT Bolívar-INIAP*, Plegable divulgativo No. 163.

Urizar, A. y Bressani, R. (1997). Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fítico, calcio y hierro total y disponible. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 47(3): 217-223.

Vázquez Carrillo, M. G., Morales, G., & Rendon, P. E. (2004). *Tortillas elaboradas con maíz de alta calidad proteica* (pp. 1–20). Mexico: © INIFAP-SAGARPA.

Villegas, E., & Mertz, E. T. (1970). *Screening techniques used at CIMMYT for protein quality maize* (pp. 1–30). México: International Maize and Wheat Improvement Center.

ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de Cata

PRUEBA SENSORIAL DE ACEPTACIÓN

Producto: Tortillas De Maíz Guagal (*zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*)

Nombre: _____ **Edad:** _____ años **Fecha:** _____

INSTRUCCIONES: Evalúe cada una de las muestras y marque con una (x), en la alternativa que Usted considere la adecuada.

ALTERNATIVAS	MUESTRA					
	125	245	365	459	565	689
Disgusta mucho						
Disgusta poco						
Ni gusta ni disgusta						
Gusta poco						
Gusta mucho						

Observaciones:

HOJA DE CATA

Producto: Tortillas De Maíz Guagal (*zea mays*) nixtamalizado con la incorporación de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris*) y haba mayor (*Vicia faba*)

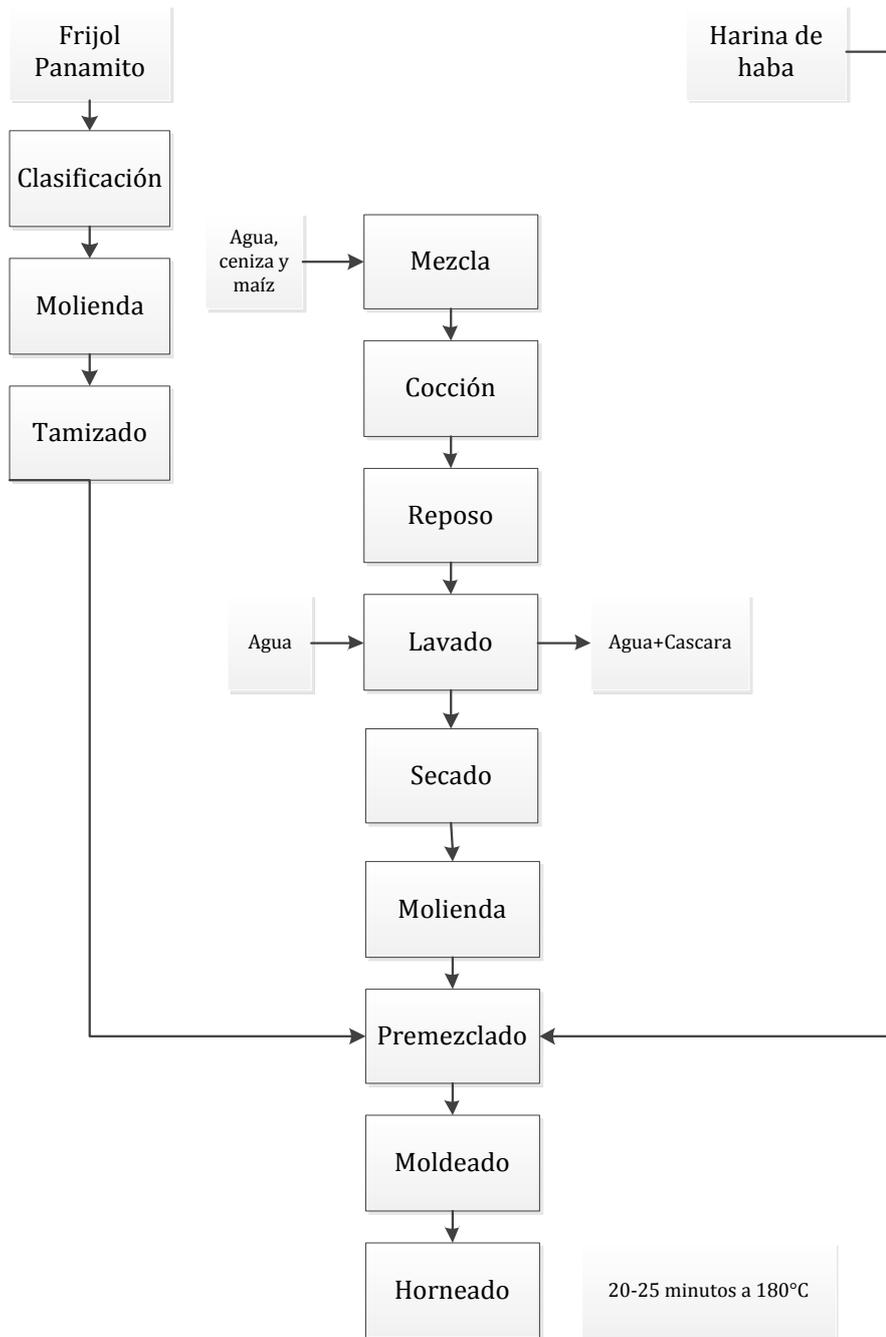
Nombre: _____ **Edad:** ____ años **Fecha:** _____

INSTRUCCIONES: Evalúe cada una de las muestras y marque con una (x), en la alternativa que Usted considere la adecuada.

ATRIBUTO	ALTERNATIVAS	MUESTRA	
		459	535
color	Disgusta mucho		
	Disgusta poco		
	Ni gusta ni disgusta		
	Gusta poco		
	Gusta mucho		
olor	Disgusta mucho		
	Disgusta poco		
	Ni gusta ni disgusta		
	Gusta poco		
	Gusta mucho		
sabor	Disgusta mucho		
	Disgusta poco		
	Ni gusta ni disgusta		
	Gusta poco		
	Gusta mucho		
textura	Disgusta mucho		
	Disgusta poco		
	Ni gusta ni disgusta		
	Gusta poco		
	Gusta mucho		
aceptabilidad	Disgusta mucho		
	Disgusta poco		
	Ni gusta ni disgusta		
	Gusta poco		
	Gusta mucho		

Observaciones:

Figura N° 12: Diagrama de flujo de la elaboración de Nixtamalización



Elaborado por: RODAS, Mayra