UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

VERIFICACION DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL MAÍZ (*zea mayz spps*) DESTINADO A LA NIXTAMALIZACIÓN EN MATURAVE

POR

SARA ELIZABETH RAMOS MORENO

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

VERIFICACION DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL MAÍZ (*zea mayz spps*) DESTINADO A LA NIXTAMALIZACIÓN

POR

SARA ELIZABETH RAMOS MORENO

PRESENTADO A:

EMERSON JOSUE MARTINEZ, M.S.c.
Asesor principal

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

CATACAMAS, OLANCHO HONDURAS. C.A.

MAYO, 2018

COMISIÓN INTERVENTORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COORDINACIÓN CARRERA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en el Aula N°22 de la Universidad Nacional de Agricultura: **M.Sc. EMERSON JOSUE MARTINEZ JIMENEZ, Lic. LOREN PAOLA MACIAS BU,** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **SARA ELIZABETH RAMOS MORENO** del IV Año de la Carrera de Tecnología Alimentaria presentó su informe.

"VERIFICACIÓN DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL MAIZ (Zea mays spp) DESTINADO A LA NIXTAMALIZACIÓN."

El cual, a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Tecnología Alimentaria.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los once días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M.MASTER EN SAN EMERSON MARTINEZ. 2012061774 CINAH

M.Sc. EMERSON JOSUE MARTINEZ JIMENEZ
Asesor Principal

Lic. LOREN PAOLA MACIAS BU
Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por ser ese inseparable amigo que estuvo conmigo siempre, en las buenas y en las malas, quien me dio la fortaleza, sabiduría para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Ana Maria Moreno y José Daniel Ramos por haberme dado la vida, creer en mí y apoyarme siempre en cada uno de los pasos que eh dado, por ser el mejor ejemplo y los padres que todo hijo quisiera tener y sobre todo por amarme y ser mi inspiración para seguir en este camino donde hoy culmino una etapa muy importante de mi vida.

A mis hermanos: Yojana Moreno, Daniel, Aristides, Kenia, Enma, Jason Ramos, por ser los mejores hermanos y amigos, por siempre ayudarme, respaldarme y aconsejarme en cada uno de los pasos de mi vida.

Al centro de mi universo mi hija **Norma Elizabeth Rubio Ramos** por ser mi inspiración a seguir adelante, por ser lo más bonito que me ha pasado en mi vida.

Al amor de mi vida **Norman Rodolfo Rubio** gracias por tu comprensión, por tu paciencia, porque has estado presente apoyándome en cada momento de mi vida, contigo a mi lado todo es más fácil.

AGRADECIMIENTO

Al Divino creador del universo, por darme la fuerza, el coraje, valor, sabiduría para poder alcanzar esta meta, que no asido fácil.

A mi alma Mater: UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, por haberme brindado una oportunidad para poder formarme como profesional en el campo de La Ciencia y Tecnología Alimentaria, eternamente agradecida por los años de enseñanza recibidos, a mis catedráticos por cada uno de los valores y enseñanzas que recibí de ellos y a todos aquellos que aportaron en el camino de mi formación profesional, el cual hoy culmino.

A mi asesor principal: M. S.c. Emerson Josué Martínez por acompañarme y compartir conmigo sus conocimientos, por estar siempre cuando lo necesite por su paciencia, consejos, apoyo y amistad.

A la empresa de granos MATURAVE por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional supervisada en sus instalaciones y por todo el apoyo brindado durante la realización de este proyecto.

A mis suegros Norma Sures y Rodolfo Rubio por el increíble apoyo moral y económico que sin duda ha sido fundamental para la culminación de esta etapa crucial de mi vida también agradecer que han estado pendientes de mi hermosa hija. Eternamente agradecida.

A mis cuñados Norma Isabel, Maria y Victor Rubio por estar pendientes de mí y de mi formación profesional por la comprensión y apoyo y por ser los mejores cuñados del universo.

A mis inolvidables compañeros y amigos Sección B de Tecnología Alimentaria por ser los mejores compañeros y hermanos de estudio y trabajo que pude haber tenido en estos 4 inolvidables años de mi vida, por todos los momentos buenos y malos que vivimos juntos.

A Kenia Ulloa por ser incondicional amiga que me apoyo en cada momento por la enorme paciencia y por estar siempre pendiente, por cada locura que a lo largo de estos 4 años han hecho mi estadía aquí más agradable y por todos los recuerdos que se van hoy conmigo gracias por su amistad espero que dure muchísimos años más.

A Yeni Velásquez a quien le agradezco su inmensa amistad y más que amistad una hermana la que siempre estuvo a mi lado en cada uno de mis momentos buenos y malos la que me brindó su apoyo incondicional en todo momento, esta hermana no de sangre pero como si lo fuera la que siempre me acompaño en cada paso que di estos cuatro años la cual espero tener su hermosa amistad el resto de mi vida.

CONTENIDO

Pág.

ACTA DE SUSTENTACIÓN i
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
CONTENIDO v
LISTA DE CUADROS vii
LISTA DE FIGURAS viii
LISTA DE ANEXOS ix
RESUMEN x
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 2
2.1 General 2
2.2 Específicos 2
III. REVISIÓN DE LITERATURA 3
3.1 Generalidades del Maíz 3
3.2 Reseña histórica del maíz 3
3.3 Producción mundial del maíz 5
3.4 Producción de maíz en Honduras 6
3.5 Impacto económico de la producción de maíz en Honduras 6
3.6 Comercio internacional del maíz 7
3.7 Calidad del grano 7
3.8 Composición del grano 8
3.9 Criterios de fortificación 11
3.10 El contenido de micotoxina 12
3.11 Calidad del maíz para la industria 12
3.12 Dureza del grano 12
3.13 Impacto de la biotecnología en el mejoramiento genético del maíz para el procesamiento industrial 13

3.14 Factores críticos de control en el procesamiento de maíz para la nixtamalización 15
3.15 La industria de la harina 16
3.16 Harina de maíz 16
3.17 Harina de maíz nixtamalizado 17
3.18 Característica fisicoquímicas de las harinas de maíz 18
3.19 Controles de calidad fisicoquímicos del proceso de nixtamalizacion del maíz . 18
3.20 Clasificación del maíz para el proceso de nixtamalización 21
3.21 Especificaciones del maíz para el proceso de nixtamalización 21
3.22 La nixtamalización del maíz 23
3.23 Propiedades físicas y químicas del proceso. 24
3.23.1 Propiedades físicas 24
3.23.2 propiedades químicas 24
3.23.3 Reacciones químicas 25
IV. MATERIALES Y MÉTODOS 26
4.1 Ubicación de la empresa de granos MATURAVE 26
4.2 Ubicación y descripción del área 27
4.3 Desarrollo de la práctica 27
4.4 Materiales y equipo 27
4.5. Metodología 29
4.5.1 Etapa I: Departamento de conservación de granos 31
4.5.2 Etapa II: Departamento de producción 36
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41
5.1 Etapa I: Departamento de conservación de granos 41
5.1.1 Análisis físicos 41
5.1.2 Análisis químico del grano de maíz 43
5.2 Etapa II: Departamento De Producción 43
5.2.1 Análisis físico 44
5.2.2Análisis Químico 45
VI. CONCLUSIONES 47
VII. RECOMENDACIONES 48
VIII. BIBLIOGRAFÍA 49
ANEXOS 53

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición estructural del grano de Maíz 8
Cuadro 2. Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz 10
Cuadro 3. Influencia de la molienda sobre el contenido de vitaminas y minerales del maíz. 11
Cuadro 4. Composición química del grano del maíz 13
Cuadro 5. Especificaciones químicas de la harina 17
Cuadro 6. Cantidad de porcentaje de nutrientes de la harina 18
Cuadro 7. Parámetros generales del grano de maíz 22

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Ubicación geográfica de Fabrica MATURAVE 26

Figura 2. Metodología de aplicación en los controles de calidad fisicoquímicos en el proceso de nixtamalización. 30

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Temperaturas de aireación 54
Anexo 2. Controles de calidad del grano de maíz 55
Anexo 3. Diagrama de nixtamalización en húmedo 56
Anexo 4. Imágenes del producto y maquinaria 57
Anexo 5. Daños más severos en el grano de maíz 63

Ramos, S. (2018). Verificación de parámetros fisicoquímicos en el control de calidad del maíz (*zea mayz spps*) destinado a la nixtamalización en Maturave. Trabajo Profesional Supervisado, Licenciado en Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 73 pag.

RESUMEN

El trabajo se realizó con el propósito de verificar los parámetros fisicoquímicos en el control de calidad del maíz destinado a la nixtamalización en la empresa MATURAVE totalmente automatizada, con el fin de tener un orden y seguimiento en cuanto a los análisis in situ ya que esta planea trabajar con el programa mundial de alimentos (PMA). Se detalla los procesos de nixtamalizacion que consta de 2 etapas en las cuales se realizaron pruebas de calidad siendo de mayor relevancia las siguientes; etapa 1 conservación de granos: humedad 12%, decalentado 4%, germen dañado 4%, acidez grasa 16%, aflatoxina 2.0 ppb, etapa 2 producción: humedad de nixtamal 34.80-36.20%, humedad de banda 39-40%, humedad de la harina 10.8-11.8%, color seco 100-110%, color húmedo 76-80, rendimiento 2350%,granulometría 0-2%, caldera: sulfitos 30-80, pH 10.5-11.5, solidos disueltos 0-3500, alcalinidad parcial 300 ppm, alcalinidad total 500-900 ppm, para la elaboración de este trabajo se utilizó el método in situ en el laboratorio. Adicionalmente se identifican los procesos de mejora en la empresa en cuanto al control de calidad siendo uno de los principales la capacitación del personal para utilizar correctamente la maquinaria de la empresa, siendo esta información de utilidad para la empresa. Determinando los análisis de calidad se demuestra que la harina de maíz nixtamalizada con secuencia de revisión por día y lote la duración d vida anaquel de esta es de 6 meses como máximo de acuerdo a los estudios de análisis de control de calidad.

Palabras claves: fisicoquímicos, control de calidad, maíz, nixtamalizacion.

I. INTRODUCCIÓN

El origen del maíz (Zea mays spps L.) ha sido objeto de numerosos trabajos, con base en los cuales se han sugerido varios sitios de origen que van desde Paraguay en Sur América hasta Guatemala y México en Mesoamérica (Greenpeace, 2015).

El maíz es el principal grano básico de la dieta alimentaria de la población hondureña. Ocupa el primer lugar en superficie sembrada, volumen de producción, consumo percápita, contribución mayor de calorías y finalmente por su aporte al Producto Interno Bruto, (PIB) agrícola. Se utiliza para consumo humano y para alimentar animales de manera directa o en la formulación de concentrados. En el país se produce mayor cantidad de maíz blanco y menor cantidad de maíz amarillo (SAG-DICTA, 2005).

La empresa de granos MATURAVE ubicada en el Km 15 a carretera Olancho, la cual se dedica a la producción de harina de maíz nixtamalizada, entre otros productos de granos básicos. En cuanto a la práctica profesional se realizó en dicha empresa con el objetivo de verificar los controles de calidad en los parámetros fisicoquímicos del maíz destinado al proceso de nixtamlaizacion en dicha empresa, en la cual se utilizó el método in situ en dos laboratorios en el área de conservación de granos y producción.

En este trabajo de laboratorio in situ se utilizaron formatos en los cuales se realizó las anotaciones correspondientes, por reglas y protección de la empresa no se permitió el uso de estos ni ciertos datos ya que esto podría perjudicarla, en cuanto al alcance de la empresa, al permitir realizar la verificación de estos controles de calidad fisicoquímicos es poder llevar un control adecuado y optimo ya que esta planea trabajar con el programa mundial de alimentos (PMA).

II. OBJETIVOS

2.1 General

Verificar los controles de la calidad en los parámetros fisicoquímicos del maíz destinado al procesó de nixtamalización en la empresa de granos MATURAVE.

2.2 Específicos

Identificar cada uno de los pasos en el proceso de nixtamalizacion para el control de la calidad.

Verificar los controles de calidad en los procesos físicos y químicos del grano de maíz y harina, producto del proceso de nixtamalizacion.

Identificar los procesos de mejora en el control de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del maíz destinado a la nixtamalización.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades del Maíz

Es un cereal ampliamente difundido en el mundo, con una producción total anual de 817 millones de toneladas en 2009, la mayor entre todos los cereales. Es un alimento básico en muchos países y tiene múltiples aplicaciones como alimento animal y usos industriales. Su gran versatilidad genética le permite prosperar en climas tropicales, subtropicales y templados (FAO, Cereales y granos, 2011).

3.2 Reseña histórica del maíz

El origen del maíz (Zea mays spps L.) ha sido objeto de numerosos trabajos, con base en los cuales se han sugerido varios sitios de origen que van desde Paraguay en Sur América hasta Guatemala y México en Mesoamérica (Greenpeace, 2015).

El lugar de origen que sugiere la evidencia científica como más razonable identifica a México como el lugar más probable de origen o a Guatemala como segunda opción (Galinat, 1995; Wilkes, 1989). Otras revisiones coinciden en afirmar que el maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron hacia otros sitios de América. Por otro lado, la evidencia más antigua sobre la domesticación del maíz proviene de sitios arqueológicos de México, donde pequeñas tusas con edad estimada de 7.000 años han sido excavadas. Este estimativo coincide con el dato generalmente aceptado para el origen de la agricultura, tanto en el viejo como en el nuevo mundo entre 8.000 y 10.000 años, (Castro, 2011).

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 3 500 años (Pérez, 2009).

El origen del maíz no ha sido sencillo de rastrear. La mazorca es única entre los cereales y de ahí que la dilucidación de su origen haya sido un gran desafío científico. Por otra parte, el registro fósil de los restos más antiguos del maíz, encontrados en diversas partes de México, demuestran un gran cambio morfológico desde la pequeña espiga femenina ("mazorquita") del teocintle, con unos cuantos granos de fácil dispersión, y la espiga femenina (mazorca) del maíz con una gran cantidad de granos fuertemente adheridos al "olote" (raquis) (Greenpeace, 2015).

Aunque hay una evidente discontinuidad entre la morfología de la espiga femenina del teocintle y el maíz, el análisis de estructuras intermedias que se producen en su progenie, sugieren diferentes interpretaciones del origen del maíz. En el primer cuarto del siglo XX, previo a las primeras exploraciones arqueológicas relacionadas con el maíz, se iniciaron estudios de la genética celular del maíz y del teocintle. Entre 1930 y 1932, Barbara McClintock3 fundamentaría las bases de la investigación que la llevaría a obtener el Premio Nobel, 50 años después, por sus estudios y descubrimientos con la genética del maíz y la metodología para el análisis de sus cromosomas (Greenpeace, 2015).

Mesoamérica es considerado uno de los sitios de domesticación de plantas de mayor relevancia, sobre todo por el maíz, alrededor del cual crecieron las diferentes sociedades que han ocupado esta zona a lo largo de la historia. El acervo cultural de los primeros agricultores de esta región proviene de aquellos grupos de cazadores-recolectores que pisaron esta parte del planeta tal vez hace 35 mil años, fecha que establecen algunos estudios, o bien entre 20 y 15 mil años, como lo indican otros; la discusión es tal, que incluso se cuestiona que la primera migración haya sido por el norte, como siempre se ha planteado, debido a que los indicios humanos más antiguos provienen de Sudamérica, lo que, a mi parecer, es la hipótesis más sólida (Balcarce, 2006).

La imagen de los cazadores-recolectores dista mucho de la que se ha popularizado; a éstos se les presenta como hordas casi simiescas que se desplazan sin cesar de un sitio a otro,

dedicados a la caza de grandes mamuts y a escabullirse del temible tigre dientes de sable. Se sabe que, en rea li dad, permanecían largo tiempo en una zona, siguiendo itinerarios más o menos definidos, o bien alternando asentamientos con el cambio de estación; recolectaban una gran cantidad de tubérculos, semillas, frutas y otras partes de plantas, y propiciaban y favorecían algunas más; cazaban animales pequeños y pescaban mucho más de lo que se pensaba ya fuera en los ríos o el mar, elaboraban muy diversos instrumentos punzo-cortantes empleando materiales de distinta naturaleza hueso, concha, marfil, piedra, madera, etcétera y enterraban a sus muertos (Trueba, 2008).

Su relación con el mundo vegetal no se limitaba a la observación, la exploración y la recolección de especies; ya fuera por la recurrencia de los recorridos o por permanecer más largo tiempo en ciertos lugares, incluía asimismo la intervención directa sobre éstas, lo cual implica un co no cimiento más fino de los procesos ecológicos, las interacciones de las plantas y los animales, de las características de las semillas, el crecimiento, la diferencia entre las variedades en función del suelo, la humedad, la temperatura, la incidencia de los rayos del sol entre otros factores (Trueba, 2008).

Así, con base en esto y en una constante retroalimentación entre la observación, el establecimiento de un orden y la práctica, los cazadores-recolectores dispersaban se millas, plantaban esquejes y cuidaban plantas que tenían buen sabor o fruto más grande, mientras removían cierta vegetación para establecer un nuevo asentamiento, dejaban en pie otra por su utilidad (Trueba, 2008).

3.3 Producción mundial del maíz

La producción mundial actual de maíz blanco es de unos 65-70 millones de toneladas, cantidad que representa el 12-13% de la producción mundial anual de todos los tipos de maíz. Más del 90% del maíz blanco se produce en los países en desarrollo, donde representa la cuarta parte de la producción total de maíz y un poco menos de dos quintas partes de la superficie total de maíz. Sin embargo, el maíz amarillo y el blanco ocupan superficies aproximadamente iguales si se excluye el maíz cultivado en las zonas templadas. En el mundo en desarrollo, la superficie sembrada con maíz blanco es mayor que la del maíz amarillo en las zonas tropicales de tierras altas y subtropicales de altitudes

intermedias, y el maíz blanco ocupa alrededor del 40% de la superficie de maíz en las tierras bajas tropicales (FAO, Economic and Social, 2008).

3.4 Producción de maíz en Honduras

El maíz es el principal grano básico de la dieta alimentaria de la población hondureña. Ocupa el primer lugar en superficie sembrada, volumen de producción, consumo percápita, contribución mayor de calorías y finalmente por su aporte al Producto Interno Bruto, (PIB) agrícola. Se utiliza para consumo humano y para alimentar animales de manera directa o en la formulación de concentrados. En el país se produce mayor cantidad de maíz blanco y menor cantidad de maíz amarillo (SAG-DICTA, 2005).

El maíz blanco se utiliza para consumo humano, como tortilla y otros procedimientos, el amarillo se destina un poco más para la formulación de concentrados. La producción de maíz tiene una estacionalidad muy marcada en nuestro país. La mitad de la cosecha se obtiene de octubre a diciembre lo que contribuye a que los precios tengan grandes variaciones durante el año. Los precios inferiores se observan en noviembre y diciembre, los más altos en julio y agosto (SAG-DICTA, 2005).

3.5 Impacto económico de la producción de maíz en Honduras

Los sectores de los granos básicos tienen una gran importancia social y económica para el país, pues de él depende la seguridad alimentaria, pese a eso, la dependencia de las importaciones se sigue incrementando año con año. Los cultivos de granos básicos representan el 13% del producto interno bruto (PIB) agrícola y dan unos 3000,000 empleos permanentes a nivel nacional. En el país se produjo 10 millones de quintales de maíz para el año 2014.El presidente de la Asociación Hondureña de Agricultores (Asohagri), explico que la producción de maíz hay potencial para crecer; sin embargo, es necesario tomar acciones en cuanto a la variabilidad climática (Prensa, 2016).

3.6 Comercio internacional del maíz

La mayor parte del maíz blanco de los países productores se destina al consumo interno y, por lo tanto, es limitado el comercio internacional. Se estima que el comercio mundial fluctúa entre los 1,5 y los 2,0 millones de toneladas en los años normales, un volumen que no parece haberse modificado mucho en los últimos 10-15 años. En ese nivel, el comercio mundial representaría entre el 2 y el 3% del comercio mundial de todos los tipos de maíz (FAO, Economic and Social, 2008).

3.7 Calidad del grano

La calidad del grano de maíz está asociada tanto con su constitución física, que determina la textura y dureza, como con su composición química, que define el valor nutricional y las propiedades tecnológicas. La importancia relativa de estas características resultará del destino de la producción. Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes, y paulatinamente se reduce la tolerancia a sustancias contaminantes. Para las industrias que emplean grano de maíz, su calidad y propiedades tecnológicas son una preocupación fundamental. Se requieren granos sanos, limpios, uniformes de tamaño, textura y color (Balcarce, 2006).

Por su parte, las empresas semilleros realizan, en una marca de alta competitividad, grandes inversiones para poner al alcance del productor nuevos híbridos que cubran los requerimientos del mercado y de la industria. En este contexto, a la hora de tomar la decisión de siembra, el productor deberá decidir acerca de la posibilidad de realizar producciones específicas de acuerdo con la demanda de la industria, pudiendo hacer contratos directos con las empresas del sector con precios superiores a los del mercado a granel (Balcarce, 2006).

3.8 Composición del grano

Cuadro 1. Composición estructural del grano de Maíz

Estructura	Distribución Ponderal
Pericarpio	**5-6%**
Aleurona	**2-4%**
Endospermo	**80-85%**
Germen	**10-12%**

Valores dados en porcentajes: (FAO, 2014)

El grano maduro de maíz está integrado por distintos tejidos que conforman: el germen o embrión (12 %), responsable de formar una futura nueva planta; el endosperma (82 %), estructura de almacenamiento del grano que constituye su principal reserva energética y el pericarpio o cubierta del grano (5 %), que protege a la semilla de la entrada de hongos y bacterias antes y después de la siembra. El restante 1 % corresponde a los restos del pedicelo en la base del grano (FAO, Cereales y granos, 2011).

Este cereal contiene un valor nutritivo superior al sorgo. Presenta niveles bajos en proteína y es deficiente en lisina, triptófano, calcio y fósforo, sin embargo el empleo de enzimas fitasas permite elevar el nivel de fósforo aprovechable. Su contenido de energía lo proporciona un endospermo almidonoso y el germen que contiene aceite (3-4 %). En lo concerniente a su contenido de vitaminas, se considera fuente de vitamina E, pero con bajo niveles de vitaminas A y B. El maíz no presente restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las raciones, sin embargo existen dos limitaciones que pueden afectar su utilización eficiente (Petersson, 2006).

Carbohidratos: El almidón comprende de un 72 a 73 por ciento del peso del grano. Otros carbohidratos presentes son azúcares en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían de 1 a 3 por ciento del grano. El almidón se encuentra principalmente en el endospermo y los azúcares en el germen (Bressani, 2015).

Proteínas: El contenido de proteínas oscila entre el 8 y 11 por ciento del peso del grano, aproximadamente la mitad o las tres cuartas partes se encuentran en el endospermo. Si

bien el germen constituye de 7-22% del peso del grano, contiene la quinta parte del total de proteínas del grano. Las proteínas del grano se encuentran en un 8% en el endospermo, y 20% en el germen, mientras que en la aleurona se encuentran aproximadamente en un 19%. El germen afecta la calidad y la cantidad de la proteína total del grano (Bressani, 2015).

Las proteínas del maíz están formadas por cinco fracciones: las albúminas, las globulinas y el nitrógeno no proteico, que representan aproximadamente el 18% del total de nitrógeno; la fracción de prolamina, principalmente en forma de zeína, representa el 52%; y la glutelina presente en un 25%, cerca del 5% está constituida por nitrógeno residual. En el germen se hallan presentes solo pequeñas cantidades de zeína, siendo la glutelina la principal fracción de proteína de este órgano. La proteína del maíz presenta un valor biológico de 60 y tiene un PER de 1.20, el cual se considera bajo. Estos valores en la proteína del maíz, son provocados por la deficiencia de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (Bressani, 2015).

Grasas: Él contenido de grasas está determinado genéticamente, y representan del 3 al 18 por ciento del germen. El aceite del maíz está fundamentalmente en el germen y presenta un bajo nivel de ácidos grasos saturados como ácido palmítico y esteárico con valores medios del 11 y 2 por ciento respectivamente. Contiene niveles relativamente elevados de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente ácido linoléico, 8 con un valor aproximadamente del 24%. Tiene únicamente 0.7% de ácido linolénico, por lo que es un aceite relativamente estable (Petersson, 2006).

Fibra dietética: Está presente en el pericarpio y la pilorriza, aunque también en las paredes celulares del endospermo y en menor medida, en las del germen. El contenido de fibra varía del 12 al 15 por ciento. El contenido de fibra dietética de los granos descascarados es evidentemente menor que el de los granos enteros. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%, la que a su vez está formada por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina. Minerales: La concentración de cenizas en el grano de maíz es aproximadamente del 1.3%. El germen contiene un valor medio del 11% y el endospermo un 1%; el germen

abarca cerca del 78% de todos los minerales del grano. Los minerales que más abundan son el fósforo y el magnesio (FAO, Cereales y granos, 2011).

Vitaminas liposolubles: El grano de maíz contiene dos vitaminas solubles en grasa, provitamina A o carotenoide y vitamina E. Los carotenoides se hallan sobre todo en el maíz amarillo, presentes en el endospermo duro, estos carotenoides pueden destruirse durante el almacenamiento. La vitamina E se encuentra principalmente en el germen. Vitaminas hidrosolubles: Se encuentran sobre todo en la capa de la aleurona, ocurren pérdidas considerables durante la elaboración del cereal. El grano de maíz contiene ácido nicotínico ligado, por lo que el organismo animal no lo puede asimilar; sin embargo, durante la nixtamalización se libera el ácido nicotínico y aumenta la biodisponibilidad del mismo. El grano contiene ácido ascórbico, colina, ácido fólico y ácido pantoténico en concentraciones muy pequeñas (Bressani, 2015).

Cuadro 2. Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz

Aminoácido	**Endospermo**		**Germen**		**MODELO FAO/OMS**
	mg %	**mg/g N**	**mg %**	**mg/g N**	
Trifosfato	48	38	144	62	60
Treonina	315	249	622	268	250
Isoleucina	365	289	578	249	250
Leusina	1024	810	1030	444	440
Lisina	228	180	791	341	340
Total azufrados	249	197	362	156	220
Fenialalanina	359	284	483	208	380
Tirosina	483	382	343	148	380
Valina	403	319	789	340	310

Fuente: (FAO, 2014)

3.9 Criterios de fortificación

El maíz entero es una buena fuente de tiamina, piridoxina y fósforo, y una fuente aceptable de riboflavina, niacina, folato, biotina, hierro y zinc. Sin embargo, muchos de estos nutrientes se pierden durante la molienda. Los micronutrientes que no se encuentran en cantidades significativas son las vitaminas A y E, y el calcio. Todos los nutrientes mencionados más arriba pueden ser agregados fácilmente a la harina refinada o la harina integral de maíz durante el proceso de molienda. La concentración de vitaminas y minerales que se agregará se debe calcular sobre la base de los requerimientos nutricionales y los patrones de consumo; se debe calcular asimismo las pérdidas experimentadas durante el almacenamiento y la cocción (USAID, 2014).

Cuadro 3. Influencia de la molienda sobre el contenido de vitaminas y minerales del maíz.

Vitaminas (mcg/g)	**Maíz entero**	**Maíz descascarado**	**Maíz sin germen**
Vitamina A	0		
Tiamina (B1)	4.7	4.4	1.3
Riboflavina (B2)	0.9	0.7	0.4
Niacina	16.2	13.9	9.8
Piridoxina (B6)	5.4	5.4	1.9
Vitamina E	0		
Folato	0.3	0.2	0.1
Biotina	0.073	0.055	0.014
Minerales			
Calcio	30.800	26.700	14.500
Fosforo	3.100	2.500	800
Zinc	21.0	17.1	4.4
Hierro	23.3	19.7	10.8

Fuente: (USAID, 2014).

3.10 El contenido de micotoxina

En el maíz se pueden desarrollar hongos que producen micotoxinas, al ser éste cosechado y almacenado en condiciones no adecuadas. Los géneros que más se desarrollan en el maíz son Aspergillus, Penicillium y Fusarium, productores de aflatoxina, ocratoxinas y zearalenona, su control depende de sistemas adecuados de cosecha y almacenamiento; además existen aditivos no nutricionales como son los inhibidores de hongos y los aluminosilicatos o secuestradores de toxinas, que ayudan a solucionar en parte este problema (Petersson, 2006).

3.11 Calidad del maíz para la industria

El nivel uniforme del grano del maíz empleado como materia prima para la nixtamalizacion es determinante para la calidad del producto. El efecto del grano para las condiciones de nixtamalizacion se relaciona con la superficie total disponible para el intercambio de calor (calentamiento). En condiciones comparables, los granos grandes requieren más calor para cocerse que los granos pequeños debido a que tienen menos superficie total; tamaños intermedios, grandes son deseables ya que resisten cierto grado de sobre procesamiento y todavía producen masa y tortillas con calidades aceptables. La uniformidad en las características de calidad del maíz es fundamental para el control de calidad de los productos, sean masa o tortilla (UNAM-LEON, 2012).

3.12 Dureza del grano

La dureza del grano es la resistencia que posee a la acción mecánica o al quebrado durante la cosecha y la postcosecha. Esa resistencia, que determina la calidad que posee el grano para su uso y conservación, se relaciona en forma directa con la dureza del endospermo, que, a su vez, se debe a la relación entre los endospermos córneo y harinoso, y en menor medida, a la compactación de los componentes celulares, al grosor de la matriz proteica que rodea a los gránulos de almidón, y al grosor del pericarpio. Tanto mayor será la dureza del grano, cuanto mayor sea la proporción de endospermo córneo que lo componga (Robutti, 2011).

Cuadro 4. Composición química del grano del maíz

Componente Químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8.0	18.4
Estracto etéreo	1.0	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Fuente: (FAO, 2014) Valores dados en porcentaje

3.13 Impacto de la biotecnología en el mejoramiento genético del maíz para el procesamiento industrial

El desarrollo de las técnicas de ingeniería genética a partir de los años setenta y su incorporación al fitomejoramiento posibilitó la obtención de cultivos genéticamente modificados. El maíz genéticamente modificado es aquel al cual se le han realizado cambios genéticos, insertando uno o varios genes con características de interés, mediante el uso de tecnología de genes o de ADN recombinante. Los genes introducidos en los maíces genéticamente modificados pueden proceder de especies no relacionadas con el maíz, es decir, a través de la tecnología de ADN recombinante es posible introducir genes de bacterias, plantas y animales en plantas de interés. Esto se debe a que todos los organismos vivos están constituidos por ADN, están definidos por la misma molécula de la vida (Castro, 2011).

El cultivo de maíz genéticamente modificado se ha incrementado sustancialmente desde su introducción en el comercio. Los maíces modificados genéticamente que se encuentran actualmente en el mercado responden a dos características agronómicas: resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas. La primera variedad de maíz modificado genéticamente comercializada fue el maíz resistente a insectos, introducida en el año 1996 en los Estados Unidos (James, 2014).

Durante el año 2004, a nivel global se cultivaron 19.3 millones de hectáreas de maíz modificado genéticamente, es decir el 23% del área global de cultivos genéticamente modificados y el 14% de los 140 millones de hectáreas de maíz cultivadas a nivel global. Desde la introducción por primera vez del maíz modificado genéticamente, su adopción se ha ampliado considerablemente, pasando de 0.3 millones de hectáreas en 1996 a 19.3 en 2004. El área sembrada con maíz MG continúo en ascenso en 2004, compartiendo la tasa de crecimiento más alta con el algodón (25%). Se proyecta que el maíz GM tenga la tasa de crecimiento porcentual más alta, en el corto plazo, a medida que aumente su demanda y en cuantos otros rasgos más benéficos para la industria y el consumidor estén disponibles y sean aprobados (James, 2014).

Los países que siembran maíz genéticamente modificado son Estados Unidos, Canadá, Argentina, Sudáfrica, España, Alemania, Bulgaria, Filipinas, Uruguay y Honduras. En 2004, el mayor crecimiento se presentó en Estados Unidos (James, 2014).

En la actualidad, sólo unos pocos cultivos GM pueden ser usados como alimento y comercializados a nivel internacional en los mercados de alimentos para humanos y animales. Estos cultivos son: maíz resistente a herbicidas e insectos (maíz Bt1), soja resistente a herbicidas, semillas de colza (canola), y algodón resistente a insectos y herbicidas (principalmente un cultivo de fibras, si bien el aceite refinado de semillas de algodón se utiliza como alimento). Además, diversas autoridades gubernamentales aprobaron variedades de papaya, papa, arroz, calabaza, remolacha azucarera y tomate para uso como alimento y liberación al medio ambiente. Sin embargo, actualmente estos últimos cultivos se desarrollan y comercializan sólo en una cantidad limitada de países, principalmente para consumo interno (Snow, 2010).

Durante los nueve años del periodo de uso de maíces genéticamente modificados, 1996-2004, la resistencia a insectos (Bt) ha sido la característica dominante, seguida por la tolerancia a herbicida. Sin embargo, el avance en el conocimiento del funcionamiento de los organismos vivos, así como la secuenciación de los genomas vegetales permitirá en un futuro cercano desarrollar plantas con características tan diversas como la tolerancia a la sequía y el aumento en el contenido nutricional, (Snow, 2010).

El maíz Bt es una planta modificada genéticamente mediante biotecnología moderna para defenderse a sí misma del ataque de insectos lepidópteros. Utilizando la tecnología de ADN recombinante se modificó el maíz, insertando un gen de la bacteria Bacillus thuringensis, Bt, de tal modo, que sus hojas, tallo y polen expresaran la proteína Bt de la bacteria. El maíz Bt constituye una importante y nueva herramienta para el control de los daños y pérdidas causadas por plagas de insectos (Levitus, 2015).

El maíz Bt es una planta modificada genéticamente mediante biotecnología moderna para defenderse a sí misma del ataque de insectos lepidópteros. Utilizando la tecnología de ADN recombinante se modificó el maíz, insertando un gen de la bacteria Bacillus thuringensis, Bt, de tal modo, que sus hojas, tallo y polen expresaran la proteína Bt de la bacteria. El maíz Bt constituye una importante y nueva herramienta para el control de los daños y pérdidas causadas por plagas de insectos. Los herbicidas son sustancias químicas empleadas para el control de las malezas, práctica esencial para todo tipo de agricultura. Sin embargo, la aplicación de herbicidas para el control de malezas puede afectar el cultivo si el producto no es bien tolerado por la planta (Levitus, 2015).

El maíz tolerante a herbicidas es un maíz que ha sido mejorado mediante el uso de tecnología de ADN recombinante para tolerar la aplicación de cierto tipo de herbicidas. Con el empleo de estas tecnologías ha sido posible desactivar o reemplazar la secuencia de susceptibilidad por otra que confiera resistencia y que permita a la planta de cultivo tolerar la aplicación del herbicida (Bonilla, 2014).

3.14 Factores críticos de control en el procesamiento de maíz para la nixtamalización

Los factores de control de la nixtamalizacion del maíz se encuentran a través de todo el proceso incluyendo: tiempo y temperatura, lavado del nixtamal, condiciones de molienda, cortado de la masa y secado de la masa. Las condiciones de procesos deben promover los cambios de proceso físicos y químicos necesarios en el maíz para obtener la funcionalidad de textura y humedad deseada para el manejo y procesamiento del Nixtamal, la masa y la calidad del producto (UNAM-LEON, 2012).

Las características que tomar en cuenta son: el rendimiento del grano, las propiedades tecnológicas y, en los casos donde resulta posible, el valor nutritivo. Las propiedades tecnológicas incluyen la estabilidad durante el almacenamiento, la eficiencia de transformación en productos en las condiciones de elaboración dadas, rendimiento, propiedades fisicoquímicas, organolépticas y culinarias, así como la aceptabilidad por parte del consumidor (FAO, Cereales y granos, 2011).

3.15 La industria de la harina

La industria en los países desarrollados emplea el maíz en casi un millar de aplicaciones diferentes fundamentadas en la composición química del grano La calidad tecnológica de un grano varía según el destino de la producción, y está relacionada con la técnica de transformación y fabricación industrial. Para la industria de la molienda seca de necesitan granos de maíces duros, ya que en esta industria importan la dureza del endospermo y la relación de tamaños de partícula que resulta de la molienda (Robutti, 2011).

La calidad exigida fundamentalmente en el rendimiento en grandes proporciones de fracciones gruesas, inclinándose por el tipo colorado duro. La industria de la molienda húmeda tiene exigencias de calidad algo diferentes de los de la molienda seca, inclinándose por los tipos de maíz dentado, ya que exigen menor tiempo de maceración en los procesos de extracción. Se requieren, entonces, maíces con elevado contenido de almidón, importando especialmente su pureza y su eficiencia de recuperación, y granos con alto contenido de aceite o de proteína (Balcarce, 2006).

3.16 Harina de maíz

Es un polvo fino, seco de color blanco o blanco amarillento con un olor característico de masa de maíz, este polvo mezclado con agua produce una masa adecuada para hacer tortillas. La harina de gruesa o sémola luego de ser molida puede ser almacenada como harina de maíz nixtamalizada y tiene una vida anaquel de 6 meses o más; este proceso consta principalmente de dos operaciones: cocción de la masa y deshidratación de la misma (IPN, 2016).

3.17 Harina de maíz nixtamalizado

La industria de la harina de maíz nixtamalizado data de 1949, momento en que inicio sus actividades el grupo industrial de molinos Azteca, S. A. (MASECA). Hoy en día existen ya varias marcas de harinas de maíz nixtamalizado, sin embargo, son solo tres las que principalmente se producen y consumen en México: MASECA, MINSA y Agroinsa. La harina de maíz nixtamalizado se define como el producto que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (zea *mays*) sanos, limpios y previamente nixtamalizados y deshidratados siguiendo el proceso tradicional de nixtamalizacion (cocción de los granos, en agua con cal (calhidra), en proporción aproximada de 700 a 800g de cal por cada 75 kg de gramos de maíz, se escurren, quedando listos para la elaboración de la harina, previo lavado y deshidratación), y que cumpla con las siguientes especificaciones fisicoquímicas: (IPN, 2016).

Color: debe ser blanco amarillento o característico de la variedad de grano empleado.
Olor: debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro olor extraño.
Sabor: debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.
Aspecto: debe ser granuloso con una finura de 75% como mínimo pase atravez de un tamiz de 0.250 mm de abertura de malla, tamiz N°. 24 M. 60 US (IPN, 2016).
La harina deberá cumplir con las especificaciones químicas expuestas en la tala:

Cuadro 5. Especificaciones químicas de la harina

Especificaciones	Mínimas %	Máximas %
Humedad	--	11.0
Proteínas	8.0	
(nitrógeno x 6.25)		
Cenizas	--	1.5
Extracto etéreo	4.0	
Fibra cruda	--	2.0

Fuente: (NOM, s.f.)

Cuadro 6. Cantidad de porcentaje de nutrientes de la harina

Cantidad	%
Humedad	10
Proteína	7.5
Fibra cruda	3
Cenizas o minerales	2
Grasa	5

3.18 Característica fisicoquímicas de las harinas de maíz

Algunas de las características de funcionalidad que presentan las harinas industriales son: un porcentaje de gelatinización del almidón menor a 90, un índice de absorción de agua (WAI) entre 4.2 y 4.5, y un índice de tamaño de partícula de 84.3%. Cuando la harina tiene un contenido de humedad del 10 al 12 por ciento, es estable frente a la contaminación microbiana. Si la humedad supera el 12%, la atacan con facilidad mohos y levaduras. Según (Wild-Altamirano, 2013), los porcentajes de absorción de agua para todos los tipos de maíz al formar la masa son muy variables y van de 108 a 203%, este porcentaje varía dependiendo de la dureza del grano, tipo y variedad de maíz. El porcentaje de absorción de agua aumenta a medida que el maíz es más harinoso y con menor dureza. Unos estudios de dos diferentes harinas comerciales presentaron porcentajes de absorción de agua entre 88 y 90 (Ceniap, 2014-2016).

3.19 Controles de calidad fisicoquímicos del proceso de nixtamalizacion del maíz

Para los efectos de la presente norma se aplican las siguientes definiciones:

- Agua de nexayote: Subproducto del proceso de nixtamalización del maíz, constituido por agua, cal y sólidos que se desprendieron del maíz durante el cocimiento.
- Dureza del grano: La dureza de los granos de maíz se ha definido como la fuerza necesaria para su rompimiento.

- Granos dañado: Granos enteros y sus partes que han sufrido alteraciones físicas o químicas (externas o internas), como resultado de las acciones de calor, hongos, insectos, roedores u otros agentes nocivos.
- Granos dañados por calor: Granos de maíz y sus partes que presenten una coloración café obscura o negruzca originada por calentamiento. Se considera dentro de este daño a los granos que presenten dicha coloración aunque sólo sea en el germen o embrión (centro del grano).
- Granos dañados por hongos: Granos de maíz y sus partes que presenten en la superficie (cutícula o pericarpio), en el germen o embrión y/o en el resto del grano (endospermo) afectación parcial o total por desarrollo de microorganismos de campo y/o de almacén. Dicha afectación generalmente se caracteriza por una coloración azulosa, negruzca, verduzca, anaranjada o amarillenta y su apariencia suele ser lamosa o algodonosa.
- Granos dañados por insectos: Granos de maíz y sus partes que presenten perforaciones o galerías originadas por insectos de campo y/o almacén.
- Granos dañados por roedores: Granos de maíz y sus partes que muestran en su apariencia las dentelladas o mordiscos de roedores.
- Granos dañados por condiciones climatológicas (otros daños): Daños producidos por las condiciones climatológicas (lluvias, granizadas o sequías), dando como resultado granos chupados, germinados, manchados y podridos, entre otros.
- Granos quebrados: Es todo el material que pasa a través de una malla de la criba con orificios redondos de 4,76 mm (12/64 de pulgada), y que queda por encima de una malla de la criba con orificios redondos, de 2,38 mm (6/64 de pulgada), además de aquellos trozos de maíz que aunque no hayan pasado por la malla de la criba de 4,76 mm de diámetro, tienen un tamaño inferior al 50 % del grano.
- Humedad: Es el agua que contiene el maíz, expresada en porcentaje de masa sobre base húmeda.
- Impurezas: Cualquier material extraño distinto al grano de maíz o partículas del mismo grano de maíz, que atraviesa una malla de la criba con orificios redondos de 2,38 mm (6/64 pulgada), así como las partículas que permanecen por encima de la malla de la criba de orificios redondos de 4,76 mm (12/64 de pulgada), y que son diferentes al grano de maíz (lotes, ramas, hojas, etc.).
- Maíz Es el grano obtenido de la especie Zea mays L.

- Maíz blanco: Maíz con un mínimo de 98 % de granos blancos, con un máximo de 2 % de otras variedades de granos claros (amarillos, cremosos, pajizos, grisáceos o rosados) con un máximo de 1,0 % de granos obscuros (azules, rojos, marrones o negros), la suma de ambos no deberá rebasar el 2 %.
- Maíz duro (córneo): Grano que tiene un aspecto vítreo y con superficie lisa, cuyo endospermo córneo (parte interna independiente de la cubierta y del embrión), constituye más del 50 % en base seca del grano.
- Maíz suave (harinoso): Grano con porción interna (endospermo) de aspecto predominantemente almidonoso y opaco, que presenta una hendidura en la parte superior; el endospermo harinoso constituye aproximadamente el 35 % en base seca del grano.
- Maíz semidentado (semiduro) Grano con características intermedias a las del duro y del harinoso.
- Muestra compuesta Es la cantidad total o global de granos que se obtiene reuniendo y mezclando las muestras primarias extraídas de un lote.
- Muestra primaria: Cantidad de granos que se extrae en un momento dado y en única posición o punto de muestreo de un lote, en el interior de una bodega o silo, en un transporte marítimo o terrestre, o en algún momento, en un punto de un transportador cualquiera, que conduzca granos en una maniobra de carga o descarga mecanizada.
- Muestra representativa: Es la cantidad de granos que se obtiene por la homogeneización y reducción de la muestra compuesta y que representa en sí todo un lote.
- Pericarpio remanente: Se refiere al pericarpio adherido al grano después de la nixtamalización.
- Productos biotecnológicos: Son los alimentos, ingredientes, aditivos o materias primas para uso o consumo humano de forma directa o indirecta, que deriven o en su proceso intervengan organismos o parte de ellos y que hayan sufrido cualquier manipulación genética. Se entiende por esto, a la transferencia y recombinación intencional de información genética específica de un organismo a otro, que para ello utilice fusión o hibridación de células que naturalmente no ocurren (artículo 164 Reglamento de la Ley General de Salud).

3.20 Clasificación del maíz para el proceso de nixtamalización

Clasificación: El maíz objeto de esta especificación se clasifica en los siguientes grados de calidad: Grado 1 Grado 2 Grado 3

3.21 Especificaciones del maíz para el proceso de nixtamalización

El maíz en sus tres grados de calidad, a que se refiere esta norma y con el objeto de facilitar su comercialización, debe cumplir con las siguientes características:

- Olor: El característico al grano de maíz sano, seco y limpio. No se permite el maíz que presente olores de humedad, fermentación, rancidez, enmohecido o cualquier otro olor extraño, esto se determina de acuerdo al método descrito en el inciso.
- Humedad: La clasificación del maíz puede realizarse con diferentes niveles de humedad, sin embargo se considera que el contenido de humedad que permite el manejo, conservación y almacenamiento del maíz, es del 14 %.
- Aplicación de agroquímicos: Los granos de maíz destinados a procesos alcalinos para su posterior consumo humano, en ningún caso deben aceptarse con evidencias de haber sido tratados para semilla, ni con aplicaciones de plaguicidas, fungicidas, insecticidas u otros químicos que se encuentren fuera de la normatividad sanitaria establecida por conducto de la "Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas" (CICOPLAFEST); sólo se aceptan los productos químicos expresamente autorizados para fines de conservación. El maíz tampoco debe contener ninguna excreta de roedor u otro animal, ni semillas tóxicas que pongan en riesgo la salud.
- Microorganismos y parásitos: El maíz, cuando se analice siguiendo métodos de muestreo y examen apropiados, no deberá presentar cantidades de microorganismos o sustancias generadas por ellos, que signifiquen un riesgo para la salud y debe estar exento de parásitos que signifiquen un peligro para la salud, de conformidad con las normas correspondientes de la Secretaría de Salud.
- Aflatoxinas: Los granos de maíz destinados a consumo humano, deben cumplir las tolerancias referentes a aflatoxinas producidas por los hongos Aspergillus flavus, A. parasiticus y A. nomius determinadas por la Secretaría de Salud (CODEX para maíz, 2013).

Cuadro 7. Parámetros generales del grano de maíz

Parámetros generales	Grado 1	Grado 2	Grados 3	Método de prueba
Impurezas (%) máximo	2,0	2,5	3,0	Impurezas y granos quebrados
Daños por calor (%) máximo	1,5	2,5	3,5	Clasificación del maíz por color y determinación de daños
Suma de daños (%) máximo	5,0	7,0	10,0	Clasificación del maíz por color y determinación de daños.
Granos quebrados (%) máximo	3,0	3,5	4,0	Impureza y granos quebrados
Parámetros de nixtamalizacion				
Humedad en nixtamal (%)	36-42	36-42	36-42	Parámetros de nixtamalizacion
Dureza del grano (%) máximo (índice de flotación)	40	40	40	Parámetros de nixtamaizacion
Pericarpio remanente método de remoción en solución alcalina. Valor de escala 1-5.	Mayor a 2	Mayor a 2	Mayor a 2	Parámetros de nixtamalizacion
Perdida de materia seca Método por sólidos en agua de nexayote (%m máximo)	5	5	5	Parámetros de nixtamalizacion

3.22 La nixtamalización del maíz

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. La calidad nutritiva del maíz está definida en buena medida por la calidad de sus proteínas y ésta, a su vez, la establece el contenido de los llamados aminoácidos esenciales. 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).

La palabra nixtamalizacion proviene de los vocablos náhuatl nixtli que significa cenizas de cal ya tamalli que significa masa de maíz cocido. Es un proceso ancestral, que en general se define como un proceso térmico-alcalino. Este procedimiento se utiliza para la obtención de masa y harinas de maíz, las cuales son utilizadas en la elaboración de tortillas y botanas. El proceso posee cuatro pasos fundamentales: cocimiento, reposo, lavado y molienda, a partir de la cual se obtiene la masa que puede ser usada directamente para la elaboración de tortillas o deshidratarse para la obtención de harina. El cocimiento se realiza en un exceso de agua y Ca(OH) en una concentración aproximada de 1 a 3% (Rodriguez-Garcia, 2008).

La cocción alcalina y el remojo provocan la disolución y el hinchamiento de las capas del pericarpio, esto hace que las paredes celulares y los componentes de la fibra dietaría de esta parte del grano se vuelvan frágiles, facilitando su remoción, lo cual obviamente disminuye el contenido de fibra dietaría insoluble. Sin embargo, y por fortuna, en este proceso la fibra dietaría soluble pasa de 0.9% en el maíz a 1.3% en la masa, y a 1.7% en la tortilla. La fibra dietaría en general ha sido reconocida como un componente importante y altamente deseable en los alimentos, ya que ejerce di versas funciones fisiológicas asociadas a la salud (Perez, 2009).

La nixtamalización también provoca que la estructura que une las células del endospermo, llamada lámina media, y las paredes celulares se degraden y solubilicen parcialmente te. La 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. Otro aspecto sobresaliente es que la membrana semi permeable que está alrededor del grano, denominada aleurona, permanece sobre el mismo durante este tratamiento, lo que minimiza la pérdida de nutrimentos hacia el nejayote por el fenómeno llamado lixiviación (Perez, 2009).

3.23 Propiedades físicas y químicas del proceso.

3.23.1 Propiedades físicas

- Color: Se determina el % de blancura debe ser de 95,52.
- pH: la harina precocida presenta un pH 5.92 ± 0.03.
- Peso específico: el valor para la harina precocida es 0.60 ± 0.01.

3.23.2 propiedades químicas

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 (Perez, 2009)

La acidez de la Harina: Con una muestra de 10g de Harina y 100ml de agua destilada tenemos: Acidez: 0.055% (Las normas de control de calidad establecen un rango máximo de 0.1% de acidez para las harinas por lo cual hace indicar que la harina de la cual procede la muestra analizada es apta para el consumo humano.). La harina de maíz contiene ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) y ácidos grasos mono insaturados (ácido oleico), los cuales contribuyen a disminuir el colesterol (Facultad de Ingeniería, 2016).

3.23.3 Reacciones químicas

En el proceso de fabricación de la Harina de Maíz Precocida NO existe reacciones químicas ya que en la transformación que se da del maíz desde la desgerminación donde se separa el endospermo y el pericarpio se realiza por medios mecánicos y no actúa ningún factor químico (Facultad de Ingeniería, 2016).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación de la empresa de granos MATURAVE

Es una empresa innovadora en el campo del desarrollo e industrialización de la producción de harina (Derivados de maíz en Honduras); brinda el respaldo tecnológico y haciéndose acompañar de la calidad total en sus marcas tales como CAPITALINA Y MATURAVE siendo la líder MATURAVE. La empresa se orienta hacia diversos mercados que cubren todo honduras. Ubicada en la ciudad capital de Tegucigalpa F.M, en el kilómetro 17 carretera a Olancho.



Fuente: (Maps, 2017).

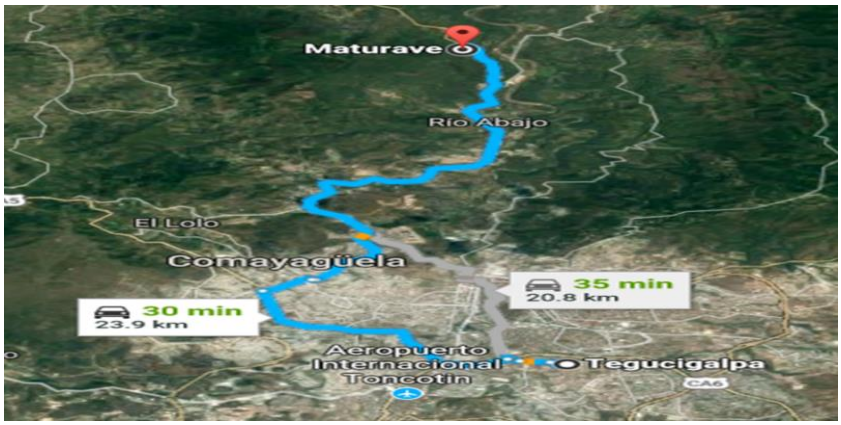


Figura 1 Ubicación geográfica de Fabrica MATURAVE

4.2 Ubicación y descripción del área

La práctica profesional supervisada se desarrolló en el área de conservación de granos y la producción de harina de maíz nixtamalizado (cocimiento y molienda) en la empresa de granos MARURAVE, con objetivo de conocer el proceso y control de la calidad aplicado a los parámetros fisicoquímicos tanto del maíz que se va a procesar, así como también de la nixtamalizacion para la obtención de harina.

4.3 Desarrollo de la práctica

La práctica se desarrolló en la empresa de granos MATURAVE con la incorporación diaria a la sección de conservación de granos donde se verifico que controles de calidad se emplean en el proceso de la conservación del grano de maíz para el ´destino a la parte de producción donde al igual se realizó una verificación y observación de estos controles de calidad en el proceso de nixtamalizacion de harina. Estos controles de calidad se realizaron en los laboratorios de cada una de las áreas de esta empresa con el objetivo de conocer y verificar si la empresa está aplicando los controles de calidad a cada uno de sus procesos y al igual se colaboró con aportes en cuanto a los diferentes programas de calidad que existen; El manejo de los parámetros de calidad que se le da al maíz para el proceso y al mismo de la harina nixtamalizada para proporcionarle a los consumidores las condiciones adecuadas e inocuas para su consumo diario, y también satisfacer sus necesidades nutricionales y así obtener un buen desarrollo y eficiencia en cuanto al metabolismo humano y a la salud del consumidor.

4.4 Materiales y equipo

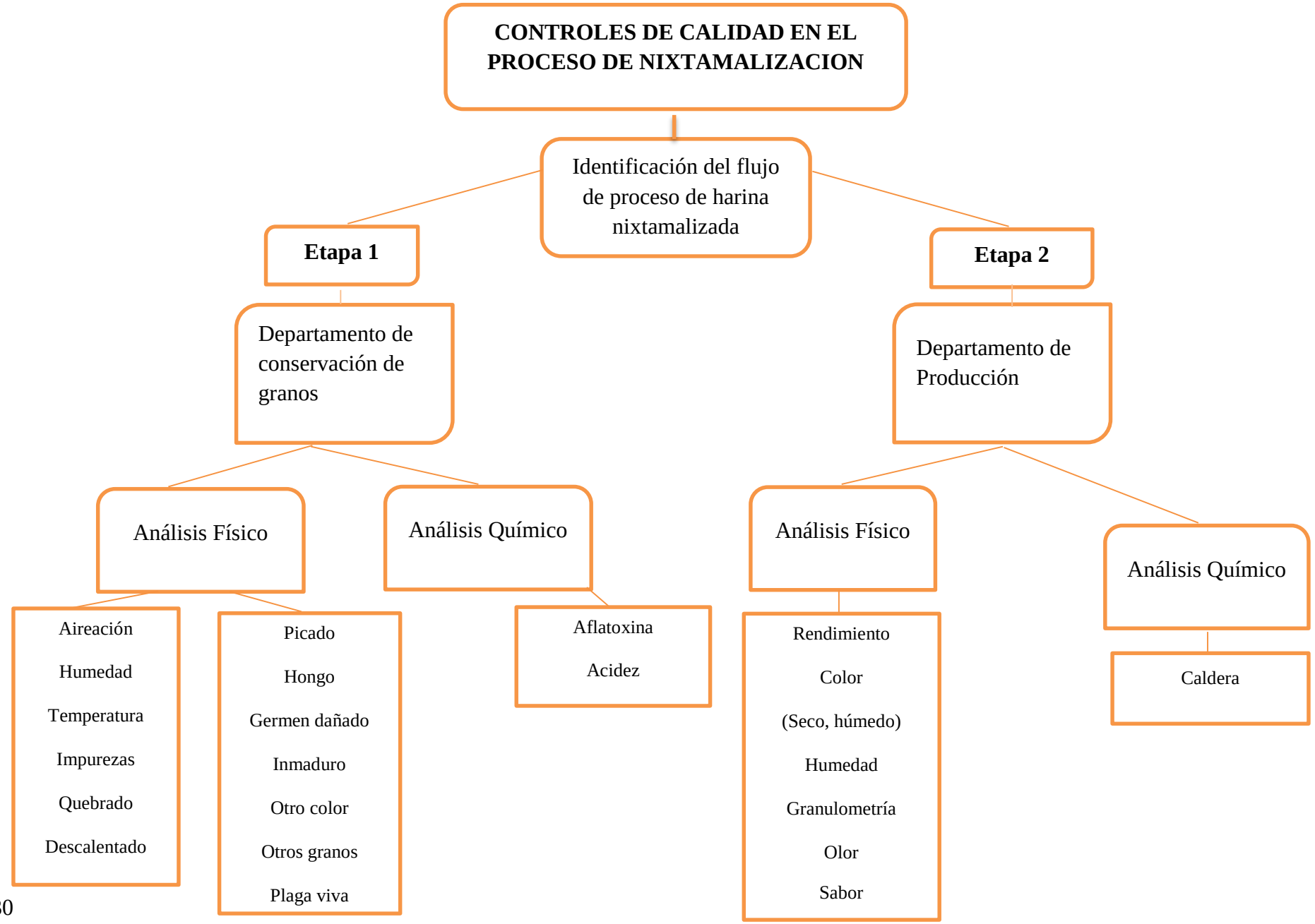
- Grano de maíz
- Sueco
- Bailarina
- Sonda de muestreo
- Borneador
- Medidor de humedad

- Balanza gramera
- Zaranda
- Conductivimetro
- Cinta indicadora de pH
- Tubos de ensayo
- Papel filtro # 40 y 10
- Alcohol neutro
- KOH 0.05 N
- Ácido sulfúrico
- Zampó
- Agitador Borrell
- Espátulas
- Erlenmeyer
- Tapón de hule
- Embudo de filtración
- Probeta graduada de 100 ml
- Hexano
- Alcohol etílico
- Fenostaleina
- Balanza
- Bureta
- Colorímetro
- Harina nixtamalizada
- Estufas (prueba de cocción)
- Balanza de humedad
- Juego de tamices
- Horno
- Ventolines
- Penetrometro

4.5. Metodología

El método utilizado en la práctica fue el in situ en los laboratorios de cada departamento donde se desarrollaron pruebas de control de calidad en dos etapas conservación de granos y producción de forma simultánea, en los parámetros fisicoquímicos de los controles de calidad del proceso de nixtamalizacion como se observa en la figura 1.

Figura 2. Metodología de aplicación en los controles de calidad fisicoquímicos en el proceso de nixtamalización.



- **Identificación del flujo de proceso de harina nixtamalizada.**

Para poder comprender que análisis de control de calidad fisicoquímicos se realizaron durante el proceso de harina de maíz nixtamalizada como primer paso se identifico el flujo de proceso del mismo en el cual se comprendió cada uno de estos para así poder realizar los análisis correspondientes.

4.5.1 Etapa I: Departamento de conservación de granos

Las actividades realizadas en este departamento fueron el ruteo de camiones, inventario de almacenamiento del grano de maíz, monitoreo de temperatura de los silos de almacenamiento para determinar su humedad relativa y permitir su aireación y los respectivos análisis de control de calidad del grano. Seguidamente se realizó la recolección del grano de maíz de origen nacional y de exportación el cual pasa antes de ser procesado por parámetros de control de calidad tanto físicos como químicos para la obtención de un grano de calidad así mismo para la transformación del mismo en harina nixtamalizada.

Una vez almacenado en silos herméticos se transportó al área de producción en trailetas previamente monitoreadas y adecuadas para su uso, (libres de polvo, humedad, insectos, o extraños a la materia prima), previo a esto se tomó una muestra del grano de maíz la cual se realizó con una sonda de muestreo para los análisis tanto físicos como químico los que a continuación se describen;

a) Análisis físicos

- **Aireación**

El grano almacenado en los silos tiende a calentar y debido a este calentamiento el grano empieza a sudar y humedecerse y como resultado el grano sufre un decalentamiento que consiste en un cambio de color y olor el cual afecta directamente a la calidad de la harina por lo que es muy importante airear los silos. Para determinar la temperatura del silo se

empleó un termokit el cual se conecta a unos termopares instalados dentro del silo que toma la temperatura en diferentes puntos dentro del silo y luego se promedian todas las temperaturas y de esta manera se obtiene la temperatura de todo el silo. Luego de obtener la temperatura promedio del silo se determina la humedad relativa mediante el uso de las tablas de temperatura y humedad relativa (ver anexo 1).

De esta manera obtenemos la temperatura del silo y su humedad relativa, este procedimiento solo se hace una vez a la semana (lunes) entre las 7:00 a 8:00 am y nos sirve para comparar las temperaturas y la humedad relativa que son tomadas cada hora con un aparto llamado psicrómetro que toma la temperatura seca (ambiente) y la humedad y luego se busca en intercepto de ambas temperaturas en la tabla y de esta manera se determina la humedad relativa de esa hora especifica. Para poder airar se compara la temperatura y la humedad relativa del silo con la temperatura ambiente y humedad relativa tomada con el psicrómetro las cuales deben de ser menores de las del silo.

- **Humedad del grano de maíz**

Una vez recolectada la muestra se llevó al laboratorio de conservación de granos donde la misma se deposita en el borneador (divisor Boeener) el cual cumple con el objetivo de mezclar la muestra que ha sido tomada de diferentes puntos, seguidamente se tomó de la muestra 250 g la cual se colocaron en la tolva de entrada del medidor de humedad donde el equipo mostró la lectura de la humedad del grano.

- **Temperatura**

Esta se toma al mismo tiempo que la humedad ya que el mismo equipo da lo que es la humedad y la temperatura del grano de maíz, realizando el mismo método que al realizar la humedad.

- **Impurezas**

En este análisis se colocó la zaranda en la balanza gramera la cual se tara, luego en la misma colocar 1000 g de los patos del borneador, seguidamente se limpió el producto utilizando la zaranda mediante un movimiento de vaivén, algunas de las impurezas son grandes por eso se retiran manualmente luego se pesó la totalidad de las impurezas y se determinó el valor porcentual de impurezas presentes en la muestra y se anoato en el formato de control de calidad.

- **Quebrado**

Este es un análisis selectivo en el cual se toman los granos quebrados de la muestra de 100 g seguidamente tomando el porcentaje que se recolecta y se pesa en la balanza gramara y se anota en el formato de control de calidad.

- **Decalentado**

La toma de este análisis se realizó al igual de los 100 gramos de la muestra tomada donde se clasifican los granos decalentados y se toma el peso y se anota en el formato.

- **Picado**

De la muestra de 100 g de maíz se realizó la selección del grano picado luego se pesó en la balanza gramara y se anotó en el formato de calidad.

- **Hongo**

De los 100 g de la muestra se selecciona el grano que presenta señales de hongo se pesa y se anota en el formato correspondiente.

- **Germen Dañado**

Se seleccionó de la muestra de 100 g el grano de maíz con germen dañado el cual es de vital importancia saber el porcentaje de daño este se selecciona y se pesa y el resultado se anota en el formato correspondiente.

- **Inmaduro**

Este grano se selecciona de los 100 g de la muestra es de vital importancia ya que este al momento de la compra y la producción pasaría a ser merma por el tamaño del mismo es así que se selecciona y se pesa en la balanza gramara y al igual que los demás análisis se anota en el formato de control de calidad.

- **Otro Color**

Este análisis se realiza con el objetivo de evitar un desorden de color al momento de procesar el grano de maíz dado que afecta el color de la harina, se realiza igual de la toma de 100 g de maíz se selecciona y se pesa en la balanza seguidamente se anota en el formato correspondiente.

- **Otros Granos**

De la toma de muestra de 100 g se seleccionan otro tipo de grano que no sea maíz se pesa en la balanza gramara y se anota en el formato de control de calidad.

- **Plaga Viva**

Este análisis se realiza de la misma toma de muestra de los 100 g de maíz donde se verifica si se encuentra plaga viva ya sea gorgojo u otro extraño.

Los análisis de control de calidad del grano de maíz están dadodos y sujetos a porcentajes por exigencias de la expresa para la realización de una harina de maíz nixtamalizada de calidad para el consumidor (ver anexo #2).

b) Análisis químico del grano de maíz

- **Procedimiento para determinación de acidez grasa**

Este procedimiento se realizó de la muestra de maíz que se extrae de la traileta con la sonda se pesan 20 g de muestra molida y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, a esta se le agrega 60 ml de hexano y se tapa con un tapón de hule especial (se cuida que el tapón este bien colocado para que no se derrame por la producción de gases). Luego se agita en el Burrell por 45 min, transcurrido ese tiempo se filtra con embudo y papel filtro # 40 hasta obtener 20 ml y se le agrega 20 ml de alcohol etílico absoluto neutralizado, una vez hecho este proceso se titula con KOH al 0.5N y se anotan los mililitros gastados para así poder conocer el porcentaje de acidez del maíz que pasara a ser procesado.

- **Procedimiento para la determinación de aflatoxina en maíz**

Se pesaron 20 g de la muestra molida y se colocan en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, seguidamente agregamos 60 ml de hexano, colocando la muestra en el Burell por 3 min. Transcurrido este tiempo se filtra utilizando papel filtro # 10 de esta muestra filtrada se sacan 20 ml para proceder con el análisis, para este se necesita un kit en el cual incluye dos recipientes de estos uno es grueso y el otro es más delgado, este también incluye una pequeña pipeta la cual utilizamos para sacar la muestra y colocar en el recipiente de tamaño grueso seguidamente se agrega una pipeta del diluyente especial que trae el kit este se bombea 5 veces junto con la muestra luego lo que queda en la pipeta se coloca en el recipiente pequeño donde se colocar la cinta la cual cumple con la función de absorber parte de la muestra preparada para luego colocarla en el equipo identificador de aflatoxina.

4.5.2 Etapa II: Departamento de producción

En cuanto al área de producción de la planta de harina de maíz nixtamalizada se muestran dos sub áreas donde se encuentra la primera parte del proceso del maíz una vez dentro de la planta el cual se encuentra en dos silos el cual pasa a un tercer silo que está conectado al equipo de proceso donde la materia (grano de maíz) pasa por una tubería uniéndose a la vez con la cal, seguidamente pasa al cocedor el cual lo extrae por medio de un gusano rotatorio y este pasa ya a ser cocido, luego este mismo pasa por tuberías cayendo por las trivas donde escurren el exceso de agua (nejayote) para este ser depositado al silo de reposo, en el cual su tiempo de reposo es de 3 horas, en donde el grano que va cayendo al silo se le tomo una muestra para realizar análisis para luego pasar al molino, en donde también se tomó una muestra de maíz el cual lo llaman de banda previo a este largo proceso se realizan las siguientes pruebas de control de la calidad.

a) Procedimiento de análisis físicos de control de calidad en el área de molienda

En esta etapa del proceso de la transformación del grano de maíz (nixtamal), una vez que él ha cumplido con las horas de reposo va pasando por el molino y a la misma vez este ya molido le va pasando una corriente de calor de un horno adherido al molino el cual va deshidratándolo, luego este se traslada al ventolin 1 el cual realiza la separación de la harina del vapor, luego se traslada al sueco el cual tiene la función de reducir los gránulos de la harina ya que por el proceso en húmedo se forman estos. Después de esta se traslada a la cernidora la cual su función es la separación de pericarpio de la harina, una vez realizada esta separación se le agrega la vitamina y el titanio que se encuentra en una pequeña tolva, el porcentaje es de 240 g de vitamina y titanio por minuto, seguidamente pasa por un ventolin 2 donde termina de enfriar la harina una vez realizado este proceso pasa a los silos de almacenamiento para luego ser empacada. A continuación, se muestran los análisis que se realizan a la harina:

- **Rendimiento en harina nixtamalizada** este se realiza obteniendo una muestra de la harina que está siendo procesada una vez se tiene la muestra se procede a realizar la prueba de calidad; se pesan 250 g de harina luego agregamos 325 de H2O se mezcla en 30 segundos tomando en cuenta que la muestra debe estar lista en menos de 2 min

para colocarla en el penetrometro en donde este realiza tres penetraciones las cuales se anotan y luego se pesa de nuevo la muestra e igual se anota su peso y luego se realiza la conversión para sacar el rendimiento de la muestra.

- **Determinación de color seco de la harina**; este análisis se realizó tomando el recipiente del colorímetro luego se toma el peso y se tara, una vez realizado se agrega al mismo recipiente 10 g de la harina de muestra y se coloca en el colorímetro y este da el resultado el cual será dependiendo el tipo de harina que se esté procesando.

- **Determinación de color húmedo en harina**; se realizó con la misma muestra del color seco, solo se le agregan 10 g de agua se mezclan en un mínimo de tiempo y se coloca en el colorímetro y se toma el porcentaje.

- **Análisis de humedad del cocimiento del maíz (nixtamal) que va cayendo al silo de reposo;** Para realizar este análisis se utilizó un recipiente para la toma de la muestra, esta es llevada al laboratorio de producción y previamente se seca con una toalla especial la cual cumple con la función de extraer el exceso de humedad del maíz, una vez que se hace se coloca en un molino de mano donde es molida la muestra seguidamente se colocan 5 g por un tiempo de 10 min en la balanza de humedad.

- **Análisis de humedad del grano de maíz en banda;** Este se tomó antes de que el grano pase a ser molido el cual es llevado al laboratorio y molido en un molino de mano, luego se coloca en la balanza de humedad por 10 min y se anota el resultado.

- **Análisis de granulometría de la harina nixtamalizada;** se pesan 25g de la muestra de producción la cual es colocada en la primera bandeja del juego de tamices este se enciende una vez colocado los tamices y empieza a realizar movimientos circulares por 15 min donde al final se sacan para pesar lo que queda de harina en cada tamiz y ese es el resultado.

- **Análisis de humedad de la harina nixtamalizada y fortificada**: se tomó una muestra de la harina la cual es llevada al laboratorio donde se colocan 10 g de la

misma en la balanza de humedad con tiempo de 10 min, luego de transcurrido este tiempo se toma la lectura y se anota en el control de los análisis.

- **Análisis de olor en la harina**: este consistió en una vez hecho el análisis de rendimiento en la bola de masa que se forma en este luego de haber terminado se abre la bola de masa y se huele la cual debe tener un olor característico al maíz.

- **Análisis de sabor de la harina**: este se realizó sacando una de las muestras con la cual se trabaja en el rendimiento a esta bola de masa se le agrega un 30% más de agua para poder realizar las tortillas una vez hechas se realiza la prueba de sabor.

- **El análisis de vida anaquel de la harina de maíz** se realizó dejando una o dos muestras de cada lote que se empaca, esto quiere decir que por día se deja una muestra de cada lote, a estas muestras se le realizan todas las pruebas descritas anteriormente que se hacen a diario, la frecuencia con que se realizan las pruebas a las muestras es cada semana y así se sabe si la harina es óptima para el consumo humano.

b) Análisis Químico

- **Caldera**

Este es un análisis químico del agua de la caldera, en el cual se realizó con la recolección del agua teniendo sumo cuidado utilizando guantes de protección para evitar quemaduras, se utiliza un recipiente de plástico en los puntos clave a analizar, se coloca el agua en el matraz y tapar inmediatamente este se coloca en un grifo de agua potable para que este se enfrié, una vez este frio se procede a realizar los siguientes análisis químicos:

Sulfitos:

Colocar 25 ml de agua en un tubo de ensayo
Agregar una gota de (R-638) y agitar la cual tomara un color rosado
Agregar 2 cucharadas de (R-725) y la muestra tomara un color transparente

Luego agregar el yoduro (R-699) contando gota a gota hasta obtener un color azul
Multiplicamos el # de gotas por diez y nos dará el resultado final.

pH:

Introducir la cinta indicadora de pH en el agua.
Sacar y comparar en la tabla que trae el estuche de pH.

Solidos disueltos

Llenar con agua la tasa del conductivímetro.
Verificar que el conductivimetro este en la escala de 1000.
Medir con el conductivimetro presionando el botón
Luego tomar lectura, del resultado.

Alcalinidad parcial

Colocar 25ml de agua en el tubo de ensayo.
Agregar 3 gotas de fenolftaleína (R-638)
Si no aparece el color rosado entonces la alcalinidad es cero P=0.
Si el color es rosado fuerte titulamos con ácido sulfúrico 0.1N(R-687), contando gota a gota hasta que se pase de color rosado a incoloro.

Alcalinidad total

A la muestra anterior agregar 3 gotas de (R-645) y tomara color verde.
Titular con ácido sulfúrico 0.1N (R-687) gota a gota hasta obtener color salmón.
Multiplicamos el # de gotas por diez y nos dará el resultado final

Dureza:

Colocar 25 ml de agua en el tubo d ensayo
Agregar 5 gotas de hardness (R-619)
Agregar una cucharada de hardness indicador (R-620).
Si la muestra cambia a color azul la dureza será cero

Si la muestra es color rojo indica que hay dureza entonces agregamos reactivo de dureza (R-683) contando gota agota hasta obtener un color azul.
Multiplicamos el # de gotas por diez y nos dará el resultado final de dureza.

Fosfato:

Filtrar 5ml de agua.
Agregar molibdato(R-601) hasta 10ml.
Agregar dos cucharadas de cloruro de estaño (R-602) y agitar.
Observar el color con el comparador

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Verificación de análisis de calidad fisicoquímicos en el proceso de harina nixtamalizada.

Durante el desarrollo de la práctica se realizaron los diferentes análisis fisicoquímicos del control de la calidad en el proceso de harina nixtamalizada, en los cuales se obtuvieron diferentes resultados en cuanto a la variación de los análisis comenzando con el grano de maíz y luego al mismo ya en proceso de harina (ver anexo 3 y 4).

5.1 Etapa I: Departamento de conservación de granos

5.1.1 Análisis físicos

a) Aireación

Como respuesta al análisis de control de calidad se determinó que el grano de maíz debe ser de estricto cuidado al momento de airear dado que tiene que haber temperaturas optimas es por ello que se dieron problemas en cuanto al decalentado y producción de hongos, he aquí donde el grano sufre una degradación y no es apto para consumo humano ya en el proceso de nixtamalización (ver anexo 1).

b) Humedad del grano de maíz
La humedad del grano de maíz se encuentro en un promedio alrededor del 12%.

c) Temperatura
La temperatura promedio del grano de maíz oscilo entre 75°C.

d) Impurezas
La cantidad de impurezas se encontró en un 2 a 4% en promedio, dentro de esta específicamente lo que es el olote.

e) Quebrado
El grano quebrado el cual se encuentro en un promedio del 2% hasta un máximo de 4%.

f) Decalentado
El grano de maíz decalentado obtuvo un promedio no máximo del 4%.

g) Picado
Este daño oscila en un promedio máximo 2%.

h) Hongo
Como respuesta al análisis este cuento con un porcentaje menor al máximo del 2% variando según la muestra del grano.

i) Germen Dañado
Se determinó el promedio de germen dañado el cual varía según el grano y la muestra tomada no máximo al 4 %.

j) Inmaduro
El porcentaje de aceptación es de un 4% máximo según las reglas establecidas en la empresa en los que se encontró variación al momento de realizar el análisis.

k) Otro Color
El análisis se encontró en un promedio no máximo al 5% y con varianza según la muestra del grano.

l) Otros Granos

Este afecta tanto las propiedades organolépticas como físicas al momento del proceso de harina nixtamalizada es por eso que la empresa no permite que se mezclen diferentes tipos de granos que no sea la materia prima optima grano de maíz.

m) Plaga Viva

Este no es permitido ya que si se encuentra plaga no puede pasar a proceso, al igual que no pasa la compra de dicho grano ya que ingresaría plaga a la planta.

El análisis de selección se realiza para poder tomar en cuenta la calidad del grano de maíz que se tiene o que se va a comprar, tomando en cuenta lo que son los diversos daños una vez realizado el análisis de los cuales sobresalen los que son el germen y el decalentado que son los que afectan el proceso ya que la calidad de la harina se deteriora, estos daños tienen un porcentaje máximo de aceptación los cuales se muestran (ver anexo 2).

5.1.2 Análisis químico del grano de maíz

a) Procedimiento para determinación de acidez grasa

Se determinó la acidez grasa la cual se encuentro en un promedio del 16% como máximo en el cual podría variar en pequeños porcentajes.

b) Procedimiento para la determinación de aflatoxina en maíz

El porcentaje permisible en este análisis es de un >2.0 ppb el cual no puede ser mayor.

5.2 Etapa II: Departamento De Producción

En cuanto a los análisis de esta área se obtienen resultados en cuanto a los parámetros fisicoquímicos del grano ya procesado (harina de maíz nixtamalizada), en donde se encontraron dos áreas cocimiento y molienda.

5.2.1 Análisis físico

a) Rendimiento en harina nixtamalizada

Se mostraron resultados según las especificaciones de calidad del producto
el cual se establece en un 23.50 a 24.20 en promedio.

b) Determinación de color seco de la harina

En cuanto al color de la harina nixtamalizada se tomaron datos con porcentajes ya estándares de calidad de 80 a 110 colorímetros según la presentación del producto.

c) Determinación de color húmedo en harina

Se tomaron datos con porcentajes ya estándar de calidad según la presentación que son de 76 a 80 colorímetros.

d) Análisis de humedad del cocimiento del maíz (nixtamal) que va cayendo al silo de reposo

La humedad optima de este resultado es de 3480 a 3620 dependiendo del color del maíz. El maíz amarillo es de 3580-3720 la humedad. Está depende de las condiciones fisicoquímicas en que se encuentre el grano de maíz.

e) Análisis de humedad del grano de maíz en banda

Su humedad promedio es de 39-40 para ambos colores del grano encontrando variabilidad en mínimos porcentajes.

f) Análisis de granulometría de la harina nixtamalizada

En cuanto a la granulometría se toma en cuenta el tamiz #45 ya que es la maya correcta para la harina según las especificaciones de calidad del producto con un promedio de 2 a 10 µ.

g) Análisis de humedad de la harina nixtamalizada y fortificada

El porcentaje de humedad de la harina es de un 10.8-11.8 para obtener la calidad requerida para el consumidor este va depender de la presentación del producto.

h) Análisis de olor en la harina

Se obtuvo una harina característica con olor a maíz en la cual si resultaba lo contrario el proceso se detenía para ver en que se falló durante el proceso de los análisis de control de la calidad.

i) Análisis de sabor de la harina:

Se obtener una harina característica con sabor al maíz para cumplir con las normas de calidad e inocuidad.

j) El análisis de vida anaquel de la harina de maíz

El análisis de vida anaquel tiene una duración de 6 meses de acuerdo a todos los análisis de control de calidad descritos anteriormente los cuales se le realizaron a las muestras en vida anaquel.

5.2.2Análisis Químico

a) Caldera

De acuerdo a los análisis se tomaron datos de sulfitos que están en promedio de 30-80 ppm, pH en un rango de 10.5-11.5, solidos disueltos en un rango de 0-3500 micromhos, alcalinidad parcial en un rango de 300 ppm, la alcalinidad total en un rango de 500-900 ppm, la dureza con un rango de 0-10 ppm, el fosfato en un rango de 30-60 ppm, estos ayudan a controlar la calidad del agua utilizada para el proceso de producción de harina de maíz nixtamalizada.

Cuadro 8. Especificaciones de calidad del producto

Presentación	Rendimiento	Color		Humedad	Granulometría #45
		Seco	Húmedo		
MATURAVE	23.50 a 23.80	100-110	76-80	10.8-11.8	0-2
CAPITALINA	23.00 a 23.50	95-105	70-75	10-11.8	0-3
MATURAVE AMARILLA	23.50 a 23.80	80-92	50-60	10.8-11.8	0-2
CAPITALINA AMARILLA	23.00 a 23.50	80-92	50-62	10.8-11.8	0-3
INDUATRIAL	23.80 a 24.20	98-110	75-80	10.8-11.8	05.-10

VI. CONCLUSIONES

Se verificaron los controles de calidad de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de nixtamalización, realizando monitoreo de calidad en el departamento de conservación de granos y el departamento de producción.

Se logró identificar el proceso de nixtamalización y se caracterizó cada una de las etapas de este.

Se verificaron los controles de calidad físicos y químicos del grano de maíz y de harina de maíz nixtamalizada, para lo cual la empresa cumple rigurosamente con cada uno de estos controles estandarizados.

En el proceso deben implementarse controles preventivos de inocuidad y calidad para evitar la degradación de la materia prima y la pérdida de calidad del producto final.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa de granos MATURAVE la capacitación del personal para hacer el uso adecuado de todo el equipo de protección al personal (EPP) durante la realización de las pruebas de calidad.

Se recomienda a la empresa de granos MATURAVE implementar controles preventivos para un mejor manejo de la materia prima y una mejor conservación de la misma para una inocuidad y calidad de éxito.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Balcarce, E. (2006). CALIDAD DEL GRANO DE MAÍZ (en linea) disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/80-grano_maiz.pdf

Bonilla, R. (2014). BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA MODERNA (en linea) Obtenido de BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA MODERNA disponible en: http://www.agrobio.org/bfiles/fckimg/AgroBio%20M%C3%B3dulo%20de%20Jueces_Biotecnologia%20agricola%20moderna%20OGM%20y%20Bioseguridad.pdf

Bressani, R. (2015). La Composición Química y el Valor Nutritivo del maíz(en linea) Obtenido de La Composición Química y el Valor Nutritivo del maíz: disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2309.pdf

Castro, C. (2011). Maiz Geneticamente Modificad*o* (en linea) Obtenido de Maiz Geneticamente Modificado disponooble en: http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Maiz20Geneticamente20Modificado.pdf

Ceniap. (2014-2016). la nixtamalizacion (en linea) Obtenido de la nixtamalizacion disponible en: http:sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/artculos/n6/arti/alfaro_y/arti/alfaro_y.htm

CODEX (2013). Control de Calidad /en linea).disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/97/NMX_MAIZ_BLANCO.pdf

Facultad de Ingeniería, E. (2016). *PROCESO DE FABRICACION DE LA HARINA*.(en linea) Obtenido de PROCESO DE FABRICACION DE LA HARINA disponible

en: https://ppqujap.files.wordpress.com/2016/05/proceso-de-harina-de-maiz-precocida.pdf

FAO. (2008). Economic and Social (en linea) disponible en: http://www.fao.org/3/a-w2698s.pdf

FAO. (2011). Cereales y granos. Obtenido de Cereales y granos (en linea) disponible en: http://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/cereals-grains/es/

FAO. (2014 (en linea) disponible en http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4899/BLCJ.PDF?sequence=

González. (2014). Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa (en linea). Obtenido de Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa disponible en: http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/60/Tesis.pdf?sequence=4

Greenpeace, J. (2015). *EL ORIGEN Y DIVERCIDAD DEL MAIZ* (en linea) Obtenido de EL ORIGEN Y DIVERCIDAD DEL MAIZ disponible en: http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf

Gruma, E. (2015). reporte anual de harinas. Obtenido de reporte anual de harinas (en linea) disponible en: https://www.gruma.com/es/inversionistas/inversionistas-gruma/informacion-financiera/reportes-anuales.aspx

IPN. (2016). Cracterizacion de la harina de maiz . Obtenido de Cracterizacion de la harina de maiz dispoible en: http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4899/BLCJ.PDF?sequence=1

James. (2014). Global status of commercialized biotech (en linea) Obtenido de Global status of commercialized biotech disponible en: www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/manejo_y_gestion.doc

Levitus, G. (2015). maiz geneticamnete modifocado (en linea) Obtenido de maiz geneticamnete modifocad disponible en: www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_sp.pd

Maps, G. (2017). empresa maturave . Obtenido de empresa maturave(en linea) disponible en: https://www.google.es/maps/place/Maturave/@14.1971678,-87.2112111,3z/data=!4m5!3m4!1s0x8f6fa1e907c011b7:0x335d1e4d560ef764!8m2!3d14.1971626!4d-87.2090224

NOM. (s.f.). Harina de maiz (en linea) Obtenido de Harina de maiz disponible en: http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4899/BLCJ.PDF?sequence=1

Paez, U. (2016). Principios y Procesos Químicos (en linea) Obtenido de Principios y Procesos Químicos disponible en: www.alumno.unam.mx/algo_leer/nixtamalizacion.pd

Pérez, L. (2009). la nixtamilzacion (en linea) Obtenido de la nixtamilzacion disponible en: http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/nixtamalizacion.pd

Perez, O. (2009). la nixtamalizacion (en linea) Obtenido de la nixtamalizacion disponible en: http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/nixtamalizacion.pdf

Petersson, M. (2006). el maiz; origen y compocicion quimica, morfologica (en linea) Obtenido de el maiz; origen y compocicion quimica, morfologica disponible en: http://fjartnmusic.com/Personal/6o_Semestre_files/Mai%CC%81z.pdf

Prensa, L. (2016). honduras solo produce el 30% de la demanda de granos basicos. Obtenido de honduras solo produce el 30% de la demanda de granos basicos (en linea9 disponible en: http://www.laprensa.hn/economia/929763-410/honduras-solo-produce-el-30-de-la-demanda-nacional-de-granos-b%C3%A1sicos

Robutti, J. (2011). Calidad y Usos del Maíz (en linea) Obtenido de Calidad y Usos del Maíz disponibe en: http://www.biblioteca.org.ar/libros/210719.pdf

Rodriguez-G. (2008). Del maiz a la tortilla; aspectos nutricionales y toxologicos. Obtenido de Del maiz a la tortilla; aspectos nutricionales y toxologicos(en linea) disponible en: www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/may-jun/art-5.pdf

SAG-DICTA. (2005). El cultivo del maiz. (en linea) Obtenido de El cultivo del maiz disponible en: http://www.dicta.hn/files/Guia-El-Cultivo-de-Maiz,-2005.pdf

Scribd. (20012-2016). harina de maiz (en linea) Obtenido de harina de maiz disponible en: https://es.scribd.com/doc/98122498/HARINA-DE-MAIZ

Snow, A. (2010). Genetic modification and gene flow: an overview (en linea) Obtenido de Genetic modification and gene flow: an overview disponible en: http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio_WEB.pdf

StratCo, E. (2007). *Harina de maiz precocida* . Obtenido de Harina de maiz precocida : http://www.fenalce.org/archivos/HarinasPrecocidas.pdf

Trueba, C. (2008). El origen del maiz (en linea) Obtenido de El origen del maiz disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/644/64412119003.pdf

UNAM-LEON. (2012). Harina de maiz nixtamalizada (en linea) Obtenido de Harina de maiz nixtamalizada disponible en: https://es.scribd.com/doc/109268317/Harina-Nixtamalizada-de-Maiz

USAID. (2014). Harina refinada de maiz (en linea) Obtenido de Harina refinada de maiz disponible en: http://www.a2zproject.org/~a2zorg/pdf/Maiz.pd

Wild-Altamirano, C. (2013). Contribución a la Tecnología de la Harina de maiz (en linea) Obtenido de Contribución a la Tecnología de la Harina de maiz disponible en: https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/4a.pd

ZULIA, R. (2015). La nixtamalizacion del maiz. (en linea) Obtenido de La nixtamalizacion del maiz disponible en : http://revfacagronluz.org.ve/v15_5/v155z009.html

ANEXOS

Anexo 1. Temperaturas de aireación

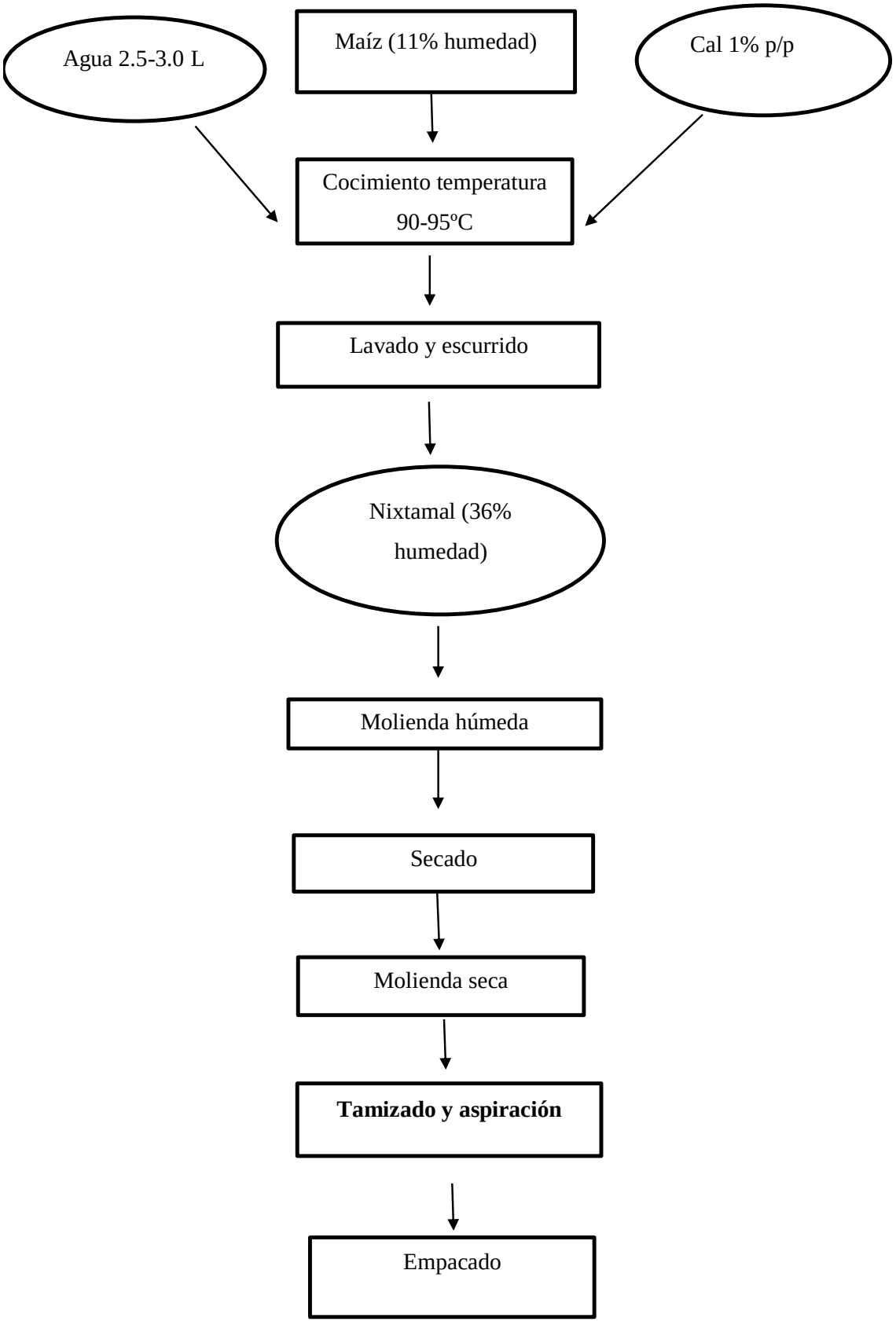
T. PROMEDIO C	HUMEDAD RELATIVA MAXIMA PARA AIREACION
5	63.50
6	63.60
7	63.70
8	63.80
9	63.90
10	64.00
11	64.20
12	64.40
13	64.60
14	64.80
15	65.00
15	65.30
17	65.70
18	66.10
19	66.50
20	67.00
21	67.50

T. PROMEDIO C	HUMEDAD RELATIVA MAXIMA PARA AIREACION
22	68.10
23	68.70
24	69.30
25	70.00
26	70.80
27	71.50
28	72.30
29	73.10
30	74.00
31	74.90
32	75.80
33	76.80
34	77.80
35	78.80
36	79.90
37	81.00
38	82.20
39	83.40

Anexo 2. Controles de calidad del grano de maíz

Características de calidad (%)	**Sin castigo / con castigo**
Húmedo	9-13 /13.1-24.0
Impurezas	2/2-4
Descalentado	4 max
Picado	2 max
Germen dañado	4 max
Daño por hongo	2 max
Inmaduro	2/2-4
Daño total	10 max
Quebrado	2/2-4
Fracturado	3 max
Otros colores	5 max
Grano picado	2 max

Anexo 3. Diagrama de nixtamalización en húmedo



Anexo 4. El proceso a molienda en húmedo comprende 9 etapas de producción:

ETAPA 1: RECEPCIÓN DEL MAÍZ: Recepción de maíz con 12% de humedad procedente de los silos metálicos, el maíz es trasportado del silo a una secadora de grano por medio de una traileta con capacidad de 600QQ, de cada una d estas entradas de maíz a producción se realizan los respectivos análisis de control de calidad en el cual el maíz es analizado determinando la humedad y daños del grano para llevar un registro, de la traileta, el trasladado la secadora con acceso a los silos de producción el cual pasa por una serie de trampas donde elimina todas daños físicos e impurezas del grano.

ETAPA 2: COCIMIENTO: En esta etapa se realiza la hidratación del grano con agua y dióxido de calcio preparación del grano que consiste en hidratar el endospermo con agua para lograr una separación del pericarpio este proceso le agregamos dióxido de calcio para acelerar el proceso y mejorar las características fisicoquímicas de la harina.

ETAPA 3: LAVADO Y ESCURRIDO: Este proseo se realiza un lavado y escurrido del grano eliminando así exceso de agua con dióxido de calcio, este proceso se llevará a cabo a través de una serie de trivas que presentan una serie de trampas donde el grano de maíz ya cosido es separado totalmente del agua con dióxido de calcio y así eliminando toda impureza (nejayote)

ETAPA 4: NIXTAMAL: Esta etapa el grano de maíz ya escurrido totalmente pasará a tomar reposo en un periodo de 3 horas para lograr una mejor homogenización del grano para facilitar el proceso de molienda y mejorar el proceso de separación del pericarpio, la humedad del grano una vez terminado su reposo deberá tener una óptima de 36 % de humedad

ETAPA 5: MOLIENDA HÚMEDA: Se procederá a la molienda del grano entero lo cual se obtiene una masa con una granulometría superior a la adecuada para obtener una harina

de maíz de calidad esta molienda consiste en romper el grano para facilitar los siguientes procesos

ETAPA 6: SECADO: La masa gruesa obtenida de la primera molienda es sometida a procesos de temperatura para extraer toda la humedad o resto de agua que trae del proceso del cocimiento, se proporciona una fuente de calor para realizar el secado y el calor restante en la harina es extraído atreves de un ventolines.

ETAPA 7: MOLIENDA SECA: posteriormente se somete a un molido y tamizado, que según el tamaño puede dar como resultado harinas (<180μm), granillos (180-425μm) o sémolas (los de mayor tamaño,>425μm), lo cual la harina molida pasa por unas zarandas de las dimensiones específicas.

ETAPA: 8 EMPACADO: la haría terminada es empacada en diferentes presentaciones para poder ser distribuidas a sus consumidores.

Anexo 5. Imágenes del producto y maquinaria

Presentación del producto



Caldera



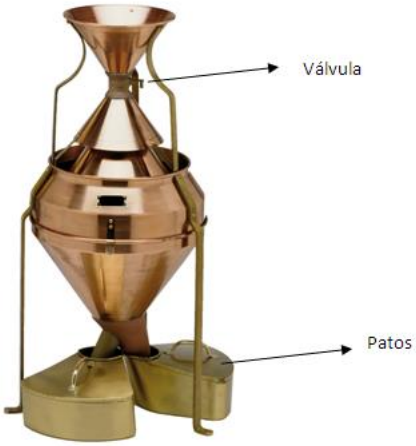
Zaranda



Medidor de humedad



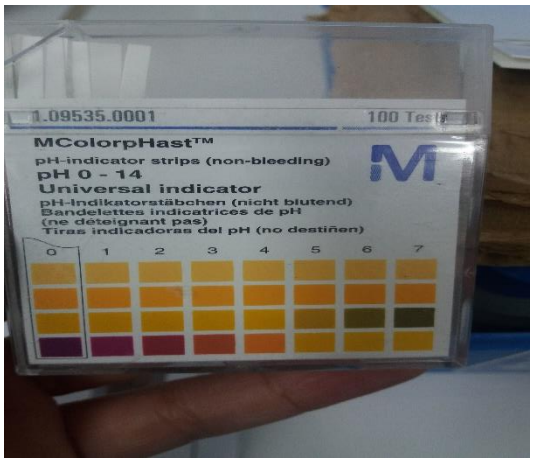
Divisor Boeerner



Balanza gramera



Indicador de pH



Medidor de aflatoxina



Conductivimetro



Kit de caldera



Anexo 6. Daños más severos en el grano de maíz

Descalentado Maíz que ha sido dañado por el sol lo cual ha provocado un cambio en el color del grano.	
Germen Maíz que su corazón presenta un daño, el cual es identificado por un cambio de color en el centro del grano.	
Maíz Quebrado Maíz que el 50% de su volumen está quebrado.	
Inmaduro Maíz que no se desarrolló y por ende no alcanzó un tamaño promedio	
Otro color Maíz que presenta otro tipo de pigmentación comparado al resto de granos de su lote.	