

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VERIFICACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN
EN LA EMPRESA MATURAVE**

POR:

NORMAN RODOLFO RUBIO SUAREZ

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VERIFICACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN
EN LA EMPRESA MATURAVE**

POR:

NORMAN RODOLFO RUBIO SUAREZ

PRESENTADO A:

EMERSON JOSUE MARTINEZ, MS.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.

El estudiante **NORMAN RODOLFO RUBIO SUAREZ** del IV Año de la Carrera de Tecnología Alimentaria presentó su informe.

“VERIFICACIÓN DE PERDIDAS EN EL PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN EN LA EMPRESA MATURAVE.”

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.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 Norma Isabel Suarez Alvares y Rodolfo Rubio Castillo 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: Norma Isabel Trejo, Victor Hugo Rubio y Maria Antonia Rubio 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.

Con todo mi corazón a una persona muy especial **Sara Elizabeth Ramos** gracias por tu comprensión, por tu paciencia, porque has estado presente apoyándome en cada momento de mi vida, mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová todo poderoso porque a pesar de todas las dificultades siempre me mantuvo firme ante la vida y me dio la fortaleza de luchar y seguir adelante.

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 estos 4 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 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 mi asesor MSc. Emerson Josué Martínez, por su apoyo mostrado durante el desarrollo de mi tesis y por brindarme su amistad.

A mis amigos Erwin Amador Yeni Velázquez, Enrique Membreño, Alex Mejía, Roney López, Edy Villanueva, Carlos Mejia, Por su apoyo y amistad durante estos cuatro años.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
TABLA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
TABLA DE GRAFICOS.....	viii
TABLA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2. 1 General.....	2
2.2 Específicos	2
III. REVISIÓN LITERARIA.....	3
3. 1 Origen del maíz.....	3
3. 2 Variedades de maíz	3
3.3 Importancia del maíz en el mundo.....	4
3.4 Principales usos del maíz	5
3. 5 Uso industrial.....	5
3.6 Composición del grano	6
3.6.1 Endospermo:.....	7
3.6.2 Germen:	7
3.6.3 Pericarpio:	8

3.6.4 Lípidos.....	8
3.6.5 Carbohidratos	9
3.6.6 Vitaminas	9
3.6.7 Minerales esenciales.....	10
3.6.8 Proteína.....	10
3.7 proceso industrial de la nixtamalización	11
3.8 Descripción del proceso de nixtamalización.....	13
3.9 Parámetros críticos de control en el proceso de nixtamalización	14
3.10 Cambios generales que ocurren durante la nixtamalización del maíz.	14
3.11 Criterios de Fortificación	15
3.12 Tecnología de dosificación	16
3.13 Estabilidad de los Micronutrientes	16
3.14 Harina de maíz nixtamalizada.....	17
3.15 Envase de tejido de polipropileno para harina.....	17
IV. MATERIALES Y METODO	18
4.1 Materia prima:.....	19
4.2 Equipo:.....	19
4.3 Metodología	20
4.3.1 Etapa I: identificación y caracterización de proceso	20
4.3.1 Etapa 2 Verificación de mermas	21
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
5.1 Etapa I: identificación y caracterización del proceso	23
5.2 Etapa II verificación de mermas	25
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	32
ANEXOS	35

TABLA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura del grano de maíz.....	6
Figura 2. Ubicación geográfica de Fabrica MATURAVE.....	18
Figura 3. Ubicación con vista aumentada.....	18
Figura 4 Verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización.....	20

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadros 1. Componentes químicos de las partes de un grano de maíz.....	7

TABLA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1. Muestra de humedad	26
Grafico 2. Separación de impurezas	27
Grafico 3. Merma de pericarpio	28

TABLA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Secadora industrial.....	36
Anexo 2. Silo metálico	36
Anexo 3. Silo del área de producción.....	37
Anexo 4. Cocedores	37
Anexo 5. Horno	37

Rubio, N. (2018). Verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización en la empresa MATURAVE. Trabajo Profesional Supervisado, Licenciatura En Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional De Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 48 Pág.

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el fin de identificar mermas en el proceso de nixtamalización en la empresa de granos MATURAVE ubicada en el km 15 carreteras a Olancho. Para su verificación se determinó como objetivo general; Verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización en la planta MATURAVE, en cual se realizó en dos etapas identificación y caracterización del proceso, verificación de mermas, dentro de estas etapas se obtuvieron los siguientes resultados en la etapa I se conocieron y describieron cada uno de los procesos de nixtamalización, en etapa II se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a pérdida de humedad del grano de maíz que representa un 1.55% de humedad, en la parte de impureza que se encuentra miga fina se tiene una pérdida de 5.09 qq miga gruesa se tiene pérdidas de 2.56 qq y olote de 1.58 qq en base a 600 qq en el área de proceso se obtiene pérdidas de pericarpio en 2.20% de la producción total de harina , debido a todas la mermas presentes en el proceso de nixtamalización el pericarpio es que no está en aprovechamiento puesto que de él se podrían elaborar sub producto para consumo humano a diferencia de los otros que están destinados para consumo animal

Palabras claves: mermas, maíz, verificación,

I. INTRODUCCIÓN

El maíz tiene un amplio rango de usos, mayor que cualquier otro cereal, como alimento humano y animal, como grano y forraje y para uso industrial en diferentes formas. A nivel mundial, cerca de 66% del total de maíz cosechado se destina a la alimentación animal, 20% es consumido directamente, 8% es usado en procesos industriales para producir alimentos y otros productos y 6% se utiliza para semilla o se pierde. En los países industriales, cerca del 70% de la producción de maíz se dedica a la alimentación animal. En contraste, en los países en desarrollo, de bajos ingresos, el uso del maíz como alimento animal está alrededor del 20%, mientras que el 80% se destina al consumo humano e industrial (ROJAS, 2015).

La empresa de granos MATURAVE ubicada en el distrito central se dedica a la producción de harina de maíz nixtamalizada sin embargo esta tiene un exceso de mermas las cuales algunas son utilizadas para consumo animal y otras no es por ello que el objetivo es la verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización en la planta MATURAVE. El método utilizado como respuesta a esta problemática se realizó en dos etapas en la cual la primera etapa consiste en la identificación y caracterización del proceso, la segunda en verificación de mermas.

La empresa de granos MATURAVE obtuvo la limitante de no poder desarrollar lo que son los sub productos de la merma en cuanto al pericarpio ya que no cuenta con el equipo necesario para poder procesar dicho producto, al igual la empresa entiende que para poder desarrollar el producto debe invertir entendiendo que también obtendrá una ganancia en cuanto a la realización de estos subproductos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización en la planta MATURAVE

2.2 Específicos

- Identificar el proceso de nixtamalización para la elaboración de harinas de maíz
- Caracterizar el flujo de proceso de la harina de maíz nixtamalizado.
- Verificar el porcentaje de mermas presentes en el nixtamalizado.

III. REVISIÓN LITERARIA

3. 1 Origen del maíz

El maíz junto con el trigo y el arroz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra nutrientes principalmente hidratos de carbono a los seres humanos y animales, siendo considerado como una de las materias primas esenciales para algunas industrias como la del almidón, alcohólicas, endulcolorantes y recientemente la de los combustibles (FAO, 2005).

Basados en experiencias arqueológicas, mediante el estudio de fósiles, se ha comprobado que el maíz es originario del continente americano, más específicamente de México, pues, en ciudad de México en excavaciones a 80 m de profundidad hallaron fósiles de polen de maíz de unos 80.000 años. En la Cueva del Murciélago, Estado de Nuevo México, encontraron fósiles de mazorcas pequeñas de unos 5.600 años; considerándose que esta es la edad de cultivo del maíz ((Rincón, generalidades del cultivo de Maiz, 2000)

El maíz (*Zea mays*.) es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. Ha sido y continúa siendo parte básica de la alimentación de grandes sectores de la población de varios países de Latinoamérica, principalmente México y Centro América (Bressani, 2001)

3. 2 Variedades de maíz

Las variedades más conocidas del maíz son: a) Blanco: posee un endospermo flojo y harinoso, no contiene almidón córneo. B) Dentiforme: es el más importante económicamente, posee almidón córneo en los lados del grano. C) Duro: en el interior de su grano contiene sólo endospermo harinoso y los lados impostados por almidón córneo,

por lo que adquiere cierta dureza y protección contra el secamiento. D) Reventón o palomino: el endospermo en su casi totalidad es almidón córneo, con calor se revienta la cutícula de la semilla al gelificarse el almidón y se expansiona el endospermo hacia el exterior. Tiene gran uso como golosina. E) Dulce: sólo contiene amilopectina en su endospermo, pues por mutación en su DNA, no posee todos los enzimas de la síntesis del almidón total. Tiene un mayor contenido en grasa, proteínas y carbohidratos solubles que le dan el sabor dulce, se emplea ampliamente como verdura (Hernandez, 2009)

El sector de los granos básicos tiene 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)

3.3 Importancia del maíz en el mundo

El maíz es el cultivo de mayor área sembrada, el más producido y consumido en el mundo desde 1998, cuando sobrepasó al trigo en volumen de producción; además, ha venido creciendo en los últimos años a una tasa anual del 2,5%. Se estima que el 92% de las siembras corresponden a maíz amarillo y el 8% restante al maíz blanco. El maíz se produce en todos los continentes; siendo 168 los países que lo cultivan. En los últimos años, el rendimiento del maíz se ha incrementado gracias al desarrollo de tolerancia a condiciones desfavorables de diferente tipo (estrés) (FAO, Manual tecnico del cultivo de maiz bajo buenas practicas agricolas, 2015)

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos estima que la producción mundial de maíz 2010/11 será de 819.64 millones de toneladas (MT) y continúa siendo cerca de 9.4 MT superiores a lo cosechado en 2009/10. Los principales países productores hasta el

2010 son Estados Unidos con una producción de 321.69 MT, China 166.0 MT, Unión Europea (27 Estados) 54.95 MT, Brasil 51.0 MT y México con 24.5 MT (USDA, 2010)

3.4 Principales usos del maíz

El maíz tiene un amplio rango de usos, mayor que cualquier otro cereal, como alimento humano y animal, como grano y forraje y para uso industrial en diferentes formas. A nivel mundial, cerca de 66% del total de maíz cosechado se destina a la alimentación animal, 20% es consumido directamente, 8% es usado en procesos industriales para producir alimentos y otros productos y 6% se utiliza para semilla o se pierde. En los países industriales, cerca del 70% de la producción de maíz se dedica a la alimentación animal. En contraste, en los países en desarrollo, de bajos ingresos, el uso del maíz como alimento animal está alrededor del 20%, mientras que el 80% se destina al consumo humano e industrial (ROJAS, 2015)

Dadas las propiedades físicas y químicas del almidón de maíz, éste presenta características especiales para espesantes, pegantes, capacidad para formar películas, fácil digestibilidad, producir polvo fino y con pureza de 99%; por su bajo costo es considerado una excelente opción para producir alimentos para el consumo humano y animal. Algunos autores indican que de la planta de maíz se elaboran más de 800 artículos. De sus granos se fabrican 274 productos y sus componentes estructurales participan en una u otra forma en la elaboración de 605 recetas culinarias (Castañeda, 2002)

3. 5 Uso industrial.

Subproductos de la industrialización representan proporcionalmente las formas de consumo de mayor difusión debido a la variedad y versatilidad de los subproductos obtenidos. Las distintas fracciones del grano separadas durante la molienda seca o húmeda y luego de ser sometidas a diferentes procesos tecnológicos, pueden ser consumidas como tales o utilizadas como ingredientes de una gran variedad de alimentos

formulados: sémolas, almidón, aceites, jarabes de maíz, caramelos líquidos, almidones modificados, etc (ILSI, Maíz y Nutrición, 2006)

3.6 Composición del grano

El grano de maíz consta de tres partes principales, los tegumentos externos (semejante al salvado), el embrión o germen y el endospermo. La proporción de germen es mucho mayor que en el trigo, del 8 al 10 %, las cubiertas externas, representan del 16 al 19 %, mientras que la proporción del endospermo es del 73 % del grano (Hernandez, 2009)

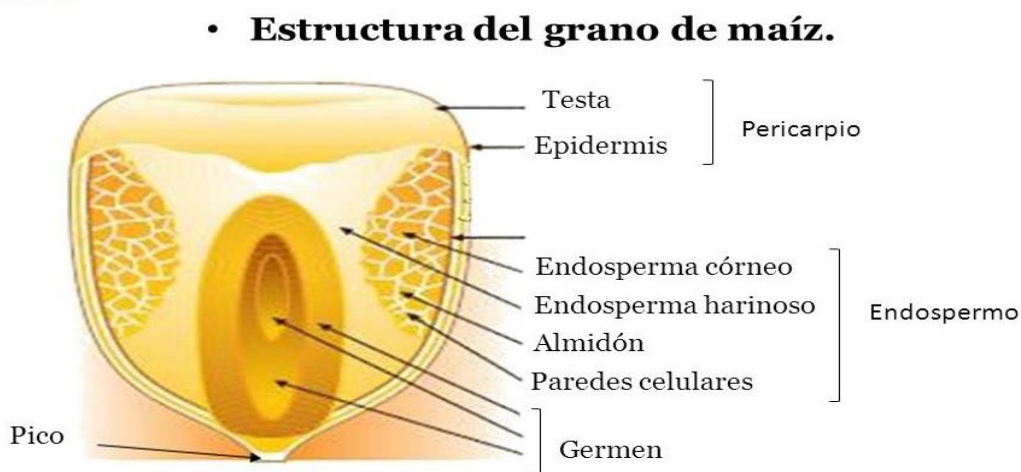


Figura 1. Estructura del grano de maíz

El grano de maíz divide fundamentalmente en 4 partes: 1) pericarpio, 2) aleurona, 3) endospermo y 4) germen, en términos al peso del grano el pericarpio representa 3-5%, aleurona 2-3%, endospermo 80-85 y el germen 10-12%. Las especies químicas más significativas en el grano son: 1) pericarpio: hemicelulosa (67%), celulosa (23%), grasa (3.7%) y lignina (0. 1). 2) endospermo: almidón (87%) y proteínas (8%), 3) germen: lípidos (33%), proteína (18%), fibra (9%), minerales (10%), azúcares (10%) y almidón (8%), 4) aleurona: proteína (19%) (FAO, 2005).

Cuadros 1. Componentes químicos de las partes de un grano de maíz

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto 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 2001

Cada grano es un fruto llamado cariósipide. Está conformado por una capa exterior llamada pericarpio, generalmente dura, por debajo una capa de aleurona que es la que lleva el color, rica en proteínas ((Rincón, 2000)

3.6.1 Endospermo:

es la parte principal del grano de maíz se encuentra en un porcentaje del 81.9%, es la parte esencial para la producción de harina sin contaminación de afrecho y germen y con un porcentaje de grasa del 24%. El endospermo en el centro tiene un color variado de crema a amarillo y se compone principalmente de almidón y proteínas La textura del endospermo debe de ser dura a intermedia, con un pericarpio que sea fácil de remover durante la cocción alcalina. Los híbridos producen un maíz con grandes diferencias en las propiedades de la cocción alcalina. Los granos suaves se cuecen demasiado rápido, el pericarpio no es removido, las pérdidas de materia seca son excesivamente altas (Orozco, 2007)

3.6.2 Germen:

Es embrión de la nueva planta el foco de vida del grano con un porcentaje de 11.9%, y con un porcentaje de grasa del 34%, siendo este alto y el cual debe de ser removido en la

obtención de harina por la ranciedad que produce afectando a las propiedades organolépticas del producto final (Orozco, 2007)

3.6.3 Pericarpio:

Tiene un alto contenido de fibras, vitaminas y minerales tiene un porcentaje en el grano de maíz de 5.3%. Con un contenido de grasa del 1%. Este debe de ser removido en la obtención de la harina ya que afecta a la estructura de la tortilla a la hora de ser horneada. El resto de la composición química del pericarpio son cenizas, proteínas y azúcares la función primordial de esta estructura es formar una red que proteja y contenga a las demás estructuras del grano (Cardoza, 2006)

En particular se ha visto que, durante el cocimiento alcalino del maíz, la mayor parte del calcio es retenido en el pericarpio; por lo que es de primordial importancia el hecho de que cierta cantidad del pericarpio que no se desecha junto con en el Nejayote pasa a formar parte de la masa o de la harina. Además, el pericarpio tiene un peso de aproximadamente el 5 % del peso total del maíz, y se compone de hemicelulosa y en menor medida de celulosa, los cuales tienen importancia para la alimentación como fibra dietética (Pérez, 2002)

3.6.4 Lípidos

Como se pudo apreciar, el maíz contiene alrededor de 1,8 % de grasa. La mayor parte de ella está localizada en el germen, por ello cuando se obtienen harinas de maíz es necesario eliminar el germen para evitar su enranciamiento. El aceite de germen de maíz es de color amarillo pálido, se emplea como aceite de mesa, tiene buen contenido de ácidos grasos insaturados y una gran cantidad de tocoferoles (Hernandez, 2009)

3.6.5 Carbohidratos

El componente glucídico más abundante en el maíz también es el almidón. Sus gránulos son semejantes a los de avena, pero algo mayores y poligonales, con una fisura de forma de estrella en hilo. La conocida maicena es esencialmente almidón de maíz, ella posee gran utilidad en repostería y como mejorador del pan. El maíz contiene, además, dextrinas y de un 2 a un 4 % de sacarosa, que en el caso del maíz dulce puede sobrepasar el 6 % (Hernandez, 2009)

3.6.6 Vitaminas

El maíz contiene vitaminas del complejo B, como tiamina B y riboflavina, en cantidades semejantes a otros cereales, pero, sin embargo, es más deficiente en niacina, y esto sumado al hecho de que sus proteínas, como se verá, son diferentes en triptófano ha traído como consecuencia que los habitantes de regiones alimentadas a base de maíz manifiestan la enfermedad carencial denominada Pelagra (Hernandez, 2009)

El contenido vitamínico del maíz, al igual que el de los demás alimentos y nutrientes, depende de factores intrínsecos (especie y variedad) y extrínsecos (tipo de suelos y procesado de la materia prima). Por ello, las cifras de contenido vitamínico pueden presentar importantes diferencias según el país de origen la zona, aun en el mismo país. Las vitaminas hidrosolubles se encuentran fundamentalmente en la capa de aleurona y en menor medida En el germen y en el endospermo (ILSI, Maíz y Nutrición, 2006)

Tiamina: La vitamina B1, también llamada tiamina. Los humanos dependen de los alimentos para cubrir sus necesidades de vitamina B1. Las principales funciones de la vitamina B1 están relacionadas con su papel de molécula ‘ayudante’, una de las llamadas coenzimas, que activan las enzimas, las proteínas que controlan los procesos bioquímicos que tienen lugar en el organismo las necesidades van unidas al aporte energético, que puede depender en gran parte de los niveles de actividad. Para los adultos se ha recomendado una ingesta media de 0,9–1,1, basándose en un aporte calórico medio. La

vitamina B1 está presente en la mayoría de los alimentos, pero normalmente en pequeñas cantidades. La mejor fuente de tiamina es la levadura de cerveza seca (nutrifacts, 2012)

Niacina: La niacina figura en mg en la mayoría de las tablas, pero se debe tener en cuenta que el niacina también se produce en el metabolismo del triptófano, por lo cual el contenido de los alimentos se debe expresar como "equivalentes de niacina", o sea la niacina preformada más la que proviene del metabolismo del triptófano. El contenido de niacina en el maíz antes y después de la nixtamalización es, respectivamente, de 0,04 y 2,6 mg/100 g, que representan 3,2 y 10,0 equivalentes de niacina por 1000 Kcal. Después de la nixtamalización se supera la cifra recomendada de 6,6 equivalentes de niacina/1000 Kcal, mientras que el maíz sin nixtamalizar es francamente deficiente (ILSI, Maíz y Nutrición, 2006)

3.6.7 Minerales esenciales

Sodio y potasio: ambos elementos minerales están ampliamente distribuidos en los organismos. Los alimentos vegetales contienen naturalmente mayor cantidad de potasio que de sodio. En el maíz la relación es elevada y depende de la variedad estudiada. Calcio y fósforo: el maíz contiene bajo contenido de calcio y elevado de fósforo, como la mayor parte de los cereales. Además, la biodisponibilidad del calcio del maíz es baja por la presencia de factores inhibidores como fitatos y fibra que forman complejos insolubles. La baja relación calcio/fósforo también juega un papel muy importante en la biodisponibilidad del calcio. Sin embargo, luego de la nixtamalización el contenido de calcio se incrementa en un 400%, de tal modo que la relación calcio/fósforo es cercana a 1 y la biodisponibilidad se incrementa (ILSI, Maíz y Nutrición, 2006)

3.6.8 Proteína

Al igual que los restantes cereales, las proteínas del maíz se localizan fundamentalmente en los cuerpos proteicos, dentro de la matriz citoplasmática del endospermo (y en la capa de alinona y germen, por supuesto). El maíz contiene también las cuatro clases de

proteínas de acuerdo a su solubilidad. Las principales proteínas del maíz son la zeína, una prolamina (soluble en alcohol) localizada fundamentalmente en los cuerpos proteicos del endospermo y deficiente en aminoácidos esenciales como la lisina y el triptófano (Hernandez, 2009).

3.7 proceso industrial de la nixtamalización

No hay una fecha concreta para el desarrollo de esta tecnología, pero podemos calcular que fue un método inventado desde los inicios de la civilización mesoamericana. Los restos más antiguos que muestra evidencia del proceso son de la Época Preclásica Media en el sitio de salina la Blanca, cerca de ocas, en el sur de Guatemala, entre 1000 y 800 años a. c. esta excavación arrojó miles de tepalcates de tecomates y cientos de ellos tenían depósitos calcáreos adheridos a sus paredes interiores, indicando su probable uso como vasijas para remojar el maíz en agua alcalina (Long, 2012)

Es probable que la mujer llevara siglos trabajando con el maíz, luchando para eliminar la Membrana gruesa que atrapaba los granos, experimentando con técnicas nuevas de preparar el maíz para hacerlo más apetecible, más fácil de preparar y de mayor agrado al paladar: podemos especular sobre su papel como inventora del proceso. el maíz formaba parte del mundo y el trabajo de la mujer: ella lo sembraba, lo protegía en sus ciclos de cultivo, lo cosechaba, lo procesaba y comprendía las cualidades y necesidades de la planta. Seguramente experimentó muchos años antes de lograr una masa flexible, apta para hacer tortillas, tamales o las bebidas de atole, que se hacían con el maíz nixtamalizado (Long, 2012)

La masa de maíz nixtamalizado es un tema de interés, debido a que es materia prima de productos de amplio consumo como las tortillas y botanas. Puede obtenerse a partir de la molienda del nixtamal o por rehidratación de harina. Ambas formas basadas en el proceso tradicional de nixtamalización. Es bien conocido que la nixtamalización mejora la calidad nutricional y digestibilidad del maíz, sin embargo, ésta presenta problemas ecológicos,

entre los que destacan el uso excesivo de agua y la generación de contaminantes (Castillo, 2009)

Harinas nixtamalizadas usando el proceso tradicional llegan a presentar viscosidades desde 2000 a 4000 cP dependiendo de la concentración de cal, tiempos de reposo y tiempos de cocimiento. Las diferencias entre procesos alternativos y nixtamalización tradicional en cuanto a calidad de harinas, se centran en el grado de gelatinización del almidón que afecta las propiedades de la harina. la calidad de los productos nixtamalizados por extrusión es susceptible de pequeñas variaciones en el proceso, como el contenido de humedad y temperatura (Castillo, 2009).

La nixtamalización es un proceso que logra, a través de la cocción del maíz en agua adicionada con cal, la gelificación de los almidones y otorga a la tortilla su proverbial flexibilidad y delicado sabor. Algunos aspectos sugieren que la temperatura mínima para efectuar nixtamalización sea de 70° pues a menor temperatura el grano se hidrata suficiente quedando duro, dando una masa granulosa sin la consistencia adecuada y a temperatura máxima sugerida a sido de 90° pues a mayor temperatura el almidón del grano no se gelatiniza, quedando demasiado suave, obteniéndole una masa flácida y ciclase que no permite la elaboración de las tortillas. La concentración de la solución de cal debe ser entre 1-2 %, a menor concentración el grano no se hidrata lo suficiente quedando duro y a la cascarilla no se desprende (Moreno, 2007).

nixtamalización es una manera efectiva para mejorar el valor nutricional del maíz para consumo humano (como tortilla, principalmente) que está muy relacionado con la seguridad alimentaria. (Martínez-López, 2011) La nixtamalización es un proceso térmico que requiere de una combinación de temperatura y tiempo para lograr los cambios adecuados en los granos de maíz para su uso en la elaboración de alimentos (Méndez-Montealvo, 2008)

El ritmo acelerado de vida hace más necesario consumir harinas de maíz nixtamalizado (HMN), ya que se presentan en una forma más accesible al consumidor, pero las características de las tortillas elaboradas con las HMN son diferentes a las tradicionales.

Sin embargo, la producción industrial de masa no sigue las condiciones tradicionales de nixtamalización, por lo que se obtienen tortillas cuya textura y estabilidad durante el almacenamiento son de menor calidad comparadas con las obtenidas en forma casera o con procesos a menor escala (Bello-Pérez, 2005)

Cuando el maíz nixtamalizado se muele pierde su estructura debido a que los componentes del grano fueron acondicionados por la cocción y el remojo. La masa resultante de la molienda consiste en fragmentos de germen, residuos del pericarpio y endospermo unidos por el almidón parcialmente gelatinizado, y por las proteínas y los lípidos emulsificados. La nixtamalización también provoca que la estructura que une las células del endospermo, llamada lámina media, y las paredes celulares se degraden y solubilizan parcialmente. 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 (López, 2009)

3.8 Descripción del proceso de nixtamalización

Se recibió la materia prima (maíz), se procedió a pesar, seleccionar y volver a pesar para obtener el peso de las mermas. Una vez que se seleccionó el maíz apto para el procesamiento de acuerdo con los parámetros de selección de granos se lavó este grano y posteriormente se efectuaron las formulaciones donde se variaron las siguientes condiciones de procesamiento: Tiempo, Temperatura y Concentración del Óxido de Calcio Se dispuso el maíz de acuerdo con las condiciones de procesamiento mencionadas a un tratamiento térmico, finalizado el tiempo estimado se lavó el maíz y se llevó a molienda para sus distintos usos (LAVARIEGA, 2011)

Tras la cosecha, el maíz es sometido a diferentes tratamientos para su posible transformación, ya sea vía seca o húmeda. La molienda seca se basa en la separación de las partes anatómicas del grano. El germen se separa para retirar la porción susceptible a enranciamiento y posteriormente se somete a un molido y tamizado, que según el tamaño puede dar como resultado harinas ($<180\mu\text{m}$), granillos ($180\text{--}425\mu\text{m}$) o sémolas (los de mayor tamaño, $>425\mu\text{m}$) (Mendez-Montealvo, 2015).

La operación de molienda húmeda es más compleja, ya que en este proceso se incluye la hidratación del maíz para la extracción principalmente del almidón. Dentro de la molienda húmeda merece mención especial las harinas que proceden de un proceso de nixtamalización, que consiste en la cocción del maíz con un tratamiento alcalino (0.6 a 1.2 % de hidróxido de calcio con respecto al peso del maíz), durante un periodo de 50-70 min a temperaturas entre 90-95 °C, y un reposo por 12-14 h. Posteriormente se realiza un drenado y lavado para remover el exceso de calcio y materia seca perdida (Mendez-Montealvo, 2015) El nixtamal obtenido está listo para la molienda húmeda, dando una masa que puede ser utilizada así o deshidratarla para producir harina de maíz nixtamalizado con diferentes granulometrías, que se puede hidratar para elaborar tortillas (Sefa-Dedeh, 2015)

3. 9 Parámetros críticos de control en el proceso de nixtamalización

Los factores del control de la nixtamalización del maíz se encuentran a través de todo el proceso incluyendo: Tiempo y temperatura, empleado durante el cocimiento y reposo del grano, lavado del nixtamal, condiciones de molienda, cortado de la masa, las condiciones de proceso deben promover los cambios de procesos físicos y químicos necesarios en el maíz para obtener la funcionalidad de textura y humedad deseada para el manejo y procesamiento del nixtamal y la masa, y la calidad del producto (Moreno, 2007).

3. 10 Cambios generales que ocurren durante la nixtamalización del maíz.

Hay un incremento en el contenido de minerales debido a la introducción de iones de calcio, el contenido de la grasa se reduce debido básicamente a la hidrólisis alcalina de los ácidos grasos, la cantidad de fibra cruda tan bien disminuye ya que durante la nixtamalización separa el pericarpio del grano y por el lavado también se elimina parte de este pericarpio, el contenido de proteína disminuye, este se debe a la solubilidad e hidrólisis de algunas fracciones proteínicas. Ocurre una gelatinización parcial de los granos de almidón lo que ocasiona el rompimiento de los gránulos y liberación de cadenas de almidón (amilasa y amilopectina), sobre las vitaminas hidrosolubles tiene una acción

destructora, a pesar de existir pérdidas de algunos nutrimentos el maíz nixtamalizado presenta un mejor valor nutrimental que el maíz crudo (Moreno, 2007).

3. 11 Criterios de Fortificación

La fortificación es una forma de procesamiento de alimentos de especial interés para los nutricionistas. Cuando se utiliza adecuadamente puede ser una estrategia para controlar la carencia de nutrientes. Los términos fortificación y enriquecimiento se utilizan casi siempre en forma intercambiable. La fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes. Esta estrategia se puede aplicar en naciones o comunidades donde hay un problema o riesgos de carencia de nutrientes (FAO, Procesamiento y fortificación de los alimentos, 2002)

El maíz es deficiente en lisina y triptófano, y obviamente el nixtamal y la tortilla también lo son. Sin embargo, la nixtamalización incrementa la disponibilidad de la mayoría de los aminoácidos esenciales: es una de las principales contribuciones a la nutrición humana. En general, se ha observado que uno de los indicadores importantes del valor nutritivo de una proteína, la relación de eficiencia proteínica se incrementa por el proceso de nixtamalización; es una de las bondades de consumir tortilla, en lugar de maíz sin nixtamalizar (Lara, 2009)

Los lípidos del grano de maíz disminuyen en forma importante, hasta 3.4% en tortilla de maíz amarillo y 2.5% en la de maíz blanco. Por otro lado, las pérdidas que la cocción alcalina y la producción de la tortilla provocan en las vitaminas son variables. Se sabe que cuando el maíz amarillo se somete a la nixtamalización pierde de 15 a 28% de su contenido de caroteno. La tiamina (vitamina B1), que en promedio está presente en el maíz en 0.7 miligramos por 100 gramos de materia seca, se reduce hasta en 60%, mientras que la riboflavina (vitamina B2) y el niacina (vitamina B3) se pierden hasta en 70 y 40% respectivamente (Lara, 2009).

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, 2006)

3. 12 Tecnología de dosificación

El proceso de dosificación deberá asegurar la distribución uniforme de los nutrientes en el producto en el molino, durante el almacenamiento, y en los alimentos después de que estos son preparados. Se deberán calcular y tomar en cuenta las pérdidas experimentadas durante el procesamiento, el almacenamiento y la cocción al determinar el nivel de micronutrientes que se agregará. Los micronutrientes pueden ser agregados en forma individual o combinados en una premezcla en una proporción especificada. Se usan alimentadores automáticos volumétricos o tipo tornillo. Es importante mezclar bien la harina refinada o integral después de agregar los micronutrientes (USAID, 2006).

3. 13 Estabilidad de los Micronutrientes

Algunos factores que influyen sobre la estabilidad de las vitaminas y los minerales agregados durante el almacenamiento y la preparación de la harina refinada de maíz o harina integral de maíz son: temperatura, tipo de preparación, tiempo de cocción y proceso. Las vitaminas A, D y el ácido fólico son inestables cuando son expuestos al aire, la luz, y el calor. La vitamina B1 es sensible al calor y a los álcalis. La vitamina B2 es sensible a la luz y a un pH alcalino. La vitamina B6 y la biotina son sensibles al pH. El niacina es la vitamina más estable y en general no es afectada por la luz, el calor ni el pH.

Los micronutrientes de la harina refinada de maíz fortificada almacenada a temperatura ambiente, tienen buena estabilidad (USAID, 2006).

3. 14 Harina de maíz nixtamalizada

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 la harina de maíz nixtamalizada y tiene una vida anaquel de 6 meses o más; este proceso consta de principalmente de dos operaciones: cocción de la masa deshidratación de la misma (Moreno, 2007)

3. 15 Envase de tejido de polipropileno para harina

Las bolsas de polipropileno están principalmente hechas de resina de plástico de polipropileno y formadas a través del proceso de extrusión, estiramiento y tejido. Teniendo las ventajas de ser de peso liviano, alta resistencia, resistentes a la humedad, resistentes al desgarro, resistentes al ácido, de fácil empaque y apilado, las bolsas de tejido de polipropileno son el producto de elección para el embalaje de la harina (htt)

IV. MATERIALES Y METODO

La práctica profesional supervisada se realizó en el departamento de Francisco Morazán en la empresa MATURAVE, una empresa innovadora en el campo de la industrialización de la producción de harina; brinda el respaldo tecnológico y la calidad total en su marca MATURAVE. En aldea las flores, en el kilómetro 17 carretera a Olancho.



Figura 2. Ubicación geográfica de Fabrica MATURAVE

Fabrica MATURAVE

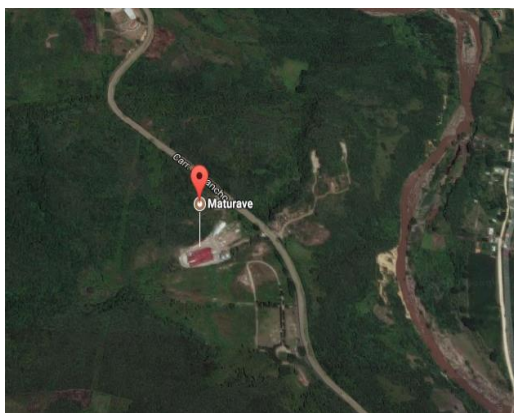


Figura 3. Ubicación con vista aumentada

Fuente. Google maps

4. 1 Materia prima:

Maíz (Zea mays)

Hidróxido de calcio

Agua para proceso

Vapor seco

Mezcla de micronutrientes para fortificado

Materiales de envase

Biomasa

4.2 Equipo:

- Silo de maíz limpio
- Brazo arnero
- Dosificador de agua
- Dosificador de cal
- Caldera
- Tina mezcladora
- Termómetro de temperatura
- Olla de marmita
- Arnero
- Molino automático
- Lavadora centrifuga
- Tanques para drenar el nejayote
- Silo de reposo
- Zaranda circular (bailarina).
- Maquina dosificadora y empacadora

4.3 Metodología

El método utilizado en la práctica fue in situ en el cual se verificó el área de proceso donde se desarrollaron muestreos en cuanto a las mermas de las áreas de la empresa, conservación de granos y posteriormente en el área de producción (cocimiento, molienda) de harina de maíz nixtamalizada, enfocándose en la verificación de las mermas que se presentan en cada área del flujo de proceso. El trabajo se llevó a cabo en 2 etapas sistemática como se observa en la figura 4

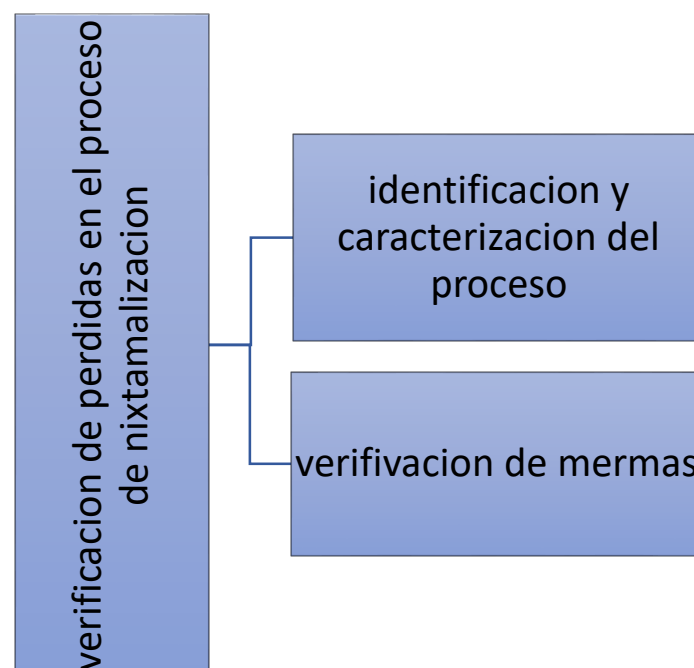


Figura 4 Verificación de pérdidas en el proceso de nixtamalización

4.3.1 Etapa I: identificación y caracterización de proceso

Las actividades realizadas en esta etapa de identificación del flujo de proceso se llevaron a cabo a través de la verificación de todas las áreas de producción desde la compra de maíz hasta el empaque de la harina de maíz nixtamalizada.

- a) compra de maíz
- b) secado y almacenamiento del grano
- c) conservación del grano

- d) separación de impurezas
- e) cocimiento
- f) lavado y escurrido
- g) molienda humedad
- h) secado
- i) molienda seca
- j) tamizado y aspiración
- k) empacado

4.3.1 Etapa 2 Verificación de mermas

a) Conservación del grano

El departamento de conservación de granos tiene la función darle los tratamientos adecuados al grano de maíz y realizar los controles de calidad para verificar el estado del grano, al igual garantizar una óptima conservación del mismo para obtener una harina de maíz nixtamalizado inocua y de calidad; en esta área también se lleva el control de humedad del grano de maíz en el cual tomamos los datos de la humedad inicial del maíz hasta su consumo total.

b) Impurezas

Esta se realiza mediante el ingreso de maíz al área de producción donde una serie de zarandas que realizan la separación de todas impurezas presentes en la materia prima, separándolas totalmente del grano de maíz, dentro de estas impurezas se encuentran con mayor relevancia (miga fina, miga gruesa, olote)

c) Proceso

En esta parte del flujo de proceso se da última separación de mermas del producto final a través de un zueco finalizando su extracción total en el tamizado dejando así la separación

el pericarpio de las demás partes de la harina nixtamalizada quedando un producto listo para empacar y almacenar.

V. RESULTADOS Y DISCUCION

5.1 Etapa I: identificación y caracterización del proceso

a) Compra de maíz

Se realiza la compra de maíz nacional o americano el cual el departamento de conservación de granos se encarga de analizar cada traileta y determina si el maíz está en óptimas condiciones para la elaboración de harina de maíz nixtamalizado

b) Secado y almacenamiento del grano

El maíz aceptado para la elaboración de harina de maíz nixtamalizado, proviene del campo con humedades superiores a la requerida, previo a la conservación del mismo es necesario someter el grano a un proceso de secado en el cual se realiza a través de secadoras industriales (ver anexo 1) que tienen como función dejar el maíz con un 14% de humedad para poder ser almacenado en silos metálicos para su conservación adecuada.

c) Conservación del grano

El grano almacenado en silos metalitos (ver anexo 2) requiere de procedimientos de conservación para mantener las características físico químicas del grano, que consiste básicamente en introducir aire a lo interno del silo para mantener la temperatura y evitar degradación del grano almacenado.

d) Separación de impurezas

Recepción de maíz con 12% de humedad procedente de los silos metálicos, el maíz es transportado del silo a la secadora de grano por medio de una traileta con capacidad de 600 quintal, la secadora con acceso a los silos de producción por medio de elevadores transporta el maíz a los silos del área de producción (ver anexo 3) el cual pasa por una serie de zarandas donde elimina todos los daños físicos e impurezas del grano.

e) Cocimiento.

En esta etapa se realiza la hidratación del grano con agua y dióxido de calcio 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 físico-químicas de la harina. El tiempo de retención en el cocedor (ver anexo 4) es de 19 minutos.

f) Lavado y escurrido

Este proceso se realiza un lavado y escurrido del grano eliminando así el exceso de agua con dióxido de calcio, este proceso se llevará a cabo a través de una serie de trivas que contienen trampas donde el grano de maíz ya cocido es separado totalmente del agua con dióxido de calcio y así eliminando toda impureza (nejayote).

g) 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.

h) Secado

La masa gruesa obtenida de la primera molida 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 a través del horno (ver anexo 5) para realizar el secado y el calor restante en la harina es extraído a través de un ventilador

i) Molienda seca

En este proceso se realiza la segunda molienda que se hace a la harina ya seca y dejándola con una granulometría adecuada para ser empacada

j) Tamizado y aspiración

Posteriormente se somete al tamizado, que según el tamaño puede dar como resultado harinas ($<180\mu\text{m}$), granillos ($180-425\mu\text{m}$) o sémolas (los de mayor tamaño, $>425\mu\text{m}$), lo cual la harina molida pasa por unas zarandas de las dimensiones específicas

k) Empacado.

La harina terminada es empacada en diferentes presentaciones para poder distribuirse a sus consumidores

5.2 Etapa II verificación de mermas

a) Conservación de granos

El grano de maíz con un 14% de humedad almacenado en un silo metálico debido al mantenimiento del grano que consiste en aïrar el silo metálico a diario dependiendo de la humedad relativa del ambiente permanece almacenado por un periodo mayor de 6 meses

en el cual pierde humedad en un promedio de 1.55 grados en el cual se representan las primeras mermas debido a que tiene perdidas en peso inicial.

En el grafico 1 se muestran los resultados que se obtuvieron en las diferentes muestras representadas en 4 semanas en donde la primer semana se muestrearon 9 trailetas con 600 qq que obtenemos en promedio 12.73% de humedad perdiendo 1.27%. En la segunda semana se tomó muestra de 9 camiones con capacidad de 600 qq en los cuales obtuvimos un 12.11% de humedad dejando así una pérdida de 1.89%. La semana 3 se tomó muestra de 12 trailetas de 600 qq dejando un 12.50% de humedad en el cual obtuvimos una pérdida de 1.5% de humedad. La semana 4 se tomó muestra de 10 trailetas en las cuales se representó una pérdida de 12.46% de humedad dejando una pérdida de humedad de 1.54%. En promedio se tiene un 12.45 %, de humedad.

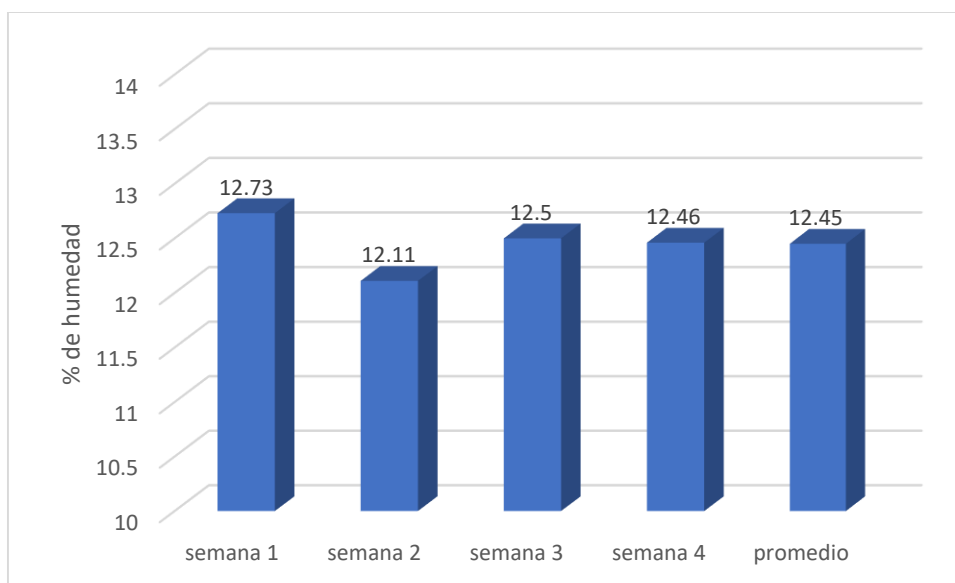


Grafico 1. Muestra de humedad

b) Limpieza

En el ingreso de maíz a planta de producción el grano pasa por unas zarandas que separa el grano quebrado, pedazos de olotes e impurezas que presenta el maíz. Lo cual estas mermas son destinadas a la elaboración de concentrados para uso animal, que la misma empresa cuenta con la fábrica para la elaboración de concentrado.

En el grafico 2 se muestran los resultados que se obtuvieron de la repetición de 40 muestras tomadas de 600 qq cada una, en cuatro semanas donde se obtuvo un promedio de 5.09 de perdida de miga fina, 2.56 qq de miga gruesa y 1.58 qq de olote.

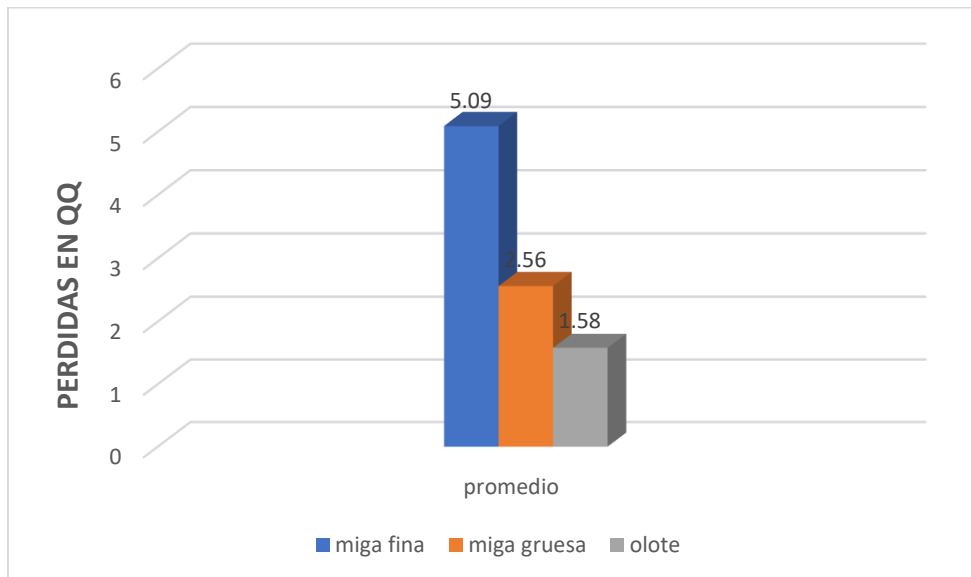


Grafico 2. Separación de impurezas

c) Proceso:

El grano de maíz atreves de una buena relación de dióxido de cal y tiempo de retención del maíz por el cocedor obtenemos un grano homogéneo que facilita su molienda y posteriormente la separación del pericarpio del resto de las partes del maíz, lo que implica la separación del pericarpio es una mejor calidad de la harina de maíz ya que obtenemos un color más blanco en la haría y se logra mejorar la textura de la tortilla volviéndola más flexible.

En el grafico 3 se muestran los resultados que se obtuvieron en la verificación de mermas del pericarpio en la que representa un 2.20%

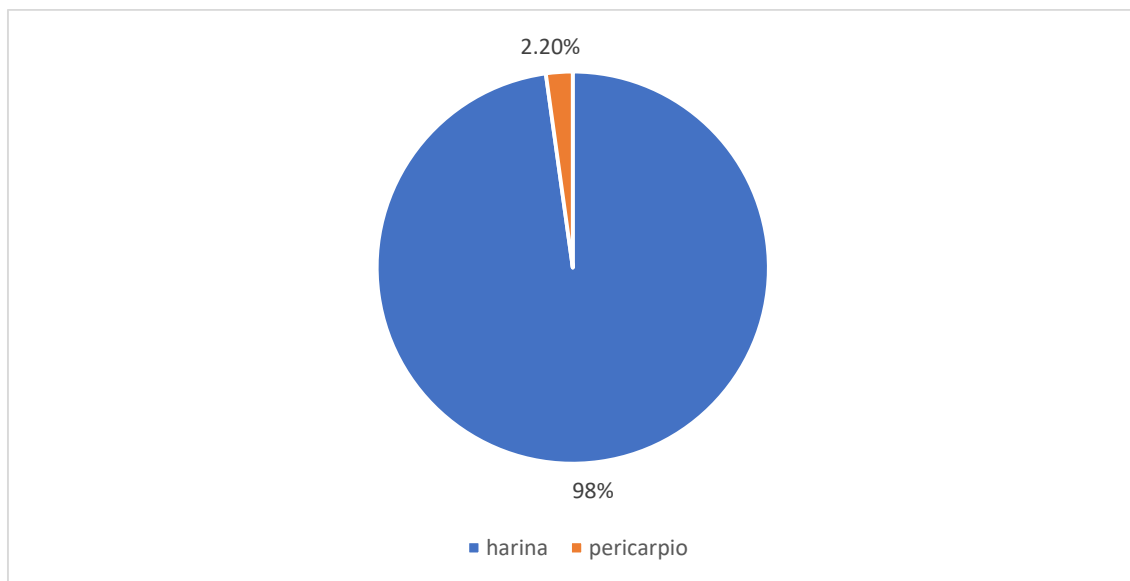


Grafico 3. Merma de pericarpio

VI. CONCLUSIONES

Se realizó la verificación de las pérdidas en cuanto a las mermas resultantes del proceso de nixtamalización a través del monitoreo de cada una de las etapas de proceso.

Se identificó y describió cada uno de los procesos de nixtamalización de la harina de maíz.

Se caracterizó y describió cada una de las etapas del flujo del proceso de nixtamalización.

Durante el proceso de verificación de mermas se identificó los valores porcentuales de las mismas de acuerdo al proceso de nixtamalización.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa que realice un análisis en cuanto a las mermas con las cuales puede elaborar productos de consumo humano para generar entradas económicas a la misma reducir pérdidas

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

(s.f.). Obtenido de <http://www.ppwovenbag.es/1-flour-bag-2.html>

(Rincón, O. 2. (2000). Obtenido de www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1694/1/CD-2312.pdf

(Rincón, O. 2. (2000). *generalidades del cultivo de Maiz*. Obtenido de generalidades del cultivo de Maiz: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1694/1/CD-2312.pdf](http://www.bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1694/1/CD-2312.pdf)

Bello-Pérez. (2005). *colpos*. Obtenido de [colpos: http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/may-jun/art-5.pdf](http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/may-jun/art-5.pdf)

Bressani, B. y. (2001). *NIXTAMALIZACIÓN Y MOLIENDA*. Obtenido de [NIXTAMALIZACIÓN Y MOLIENDA: http://www.utvco.edu.mx/enero_abril2011/nixtamalizacion.pdf](http://www.utvco.edu.mx/enero_abril2011/nixtamalizacion.pdf)

Cardoza, C. G. (2006). *fjartnmusic*. Obtenido de [fjartnmusic: http://fjartnmusic.com/Personal/6o_Semestre_files/Mai%CC%81z.pdf](http://fjartnmusic.com/Personal/6o_Semestre_files/Mai%CC%81z.pdf)

Castañeda, R. (2002). *Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas* . Obtenido de [Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas : http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL DEL CULTIVO DE MAIZ.pdf](http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL_DEL_CULTIVO_DE_MAIZ.pdf)

Castillo. (2009). *tandfonline*. Obtenido de [tandfonline: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476337.2013.840804](http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476337.2013.840804)

FAO. (2002). *Procesamiento y fortificación de los alimentos*. Obtenido de [Procesamiento y fortificación de los alimentos: http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm](http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s10.htm)

FAO. (2005). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-w2698s.pdf>

FAO. (2015). *Manual tecnico del cultivo de maiz bajo buenas practicas agricolas*. Obtenido de Manual tecnico del cultivo de maiz bajo buenas practicas agricolas: [http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL DEL CULTIVO DE MAIZ.pdf](http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL_DEL_CULTIVO_DE_MAIZ.pdf)

Hernandez. (2009). *manual memoria*. Obtenido de manual memoria: www.UH.IFAICU.

ILSI. (2006). *Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales* . Obtenido de Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales : <http://www.maizar.org.ar/pdf/Revista%20maizar%202.pdf>

ILSI. (2006). *Maíz y Nutrición*. Obtenido de Maíz y Nutrición: <http://www.maizar.org.ar/pdf/Revista%20maizar%202.pdf>

Lara, F. G. (2009). *CIENCIAS* . Obtenido de CIENCIAS : http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/nixtamalizacion.pdf

LAVARIEGA, A. G. (2011). *valles centrales OAXACA*. Obtenido de valles centrales OAXACA: http://www.utvco.edu.mx/enero_abril2011/nixtamalizacion.pdf

Long, J. (2012). *Tecnología alimentaria prehispánica*. Obtenido de Tecnología alimentaria prehispánica.: http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/al/cont/hist/mex/mex1/histMexU2OA02/doc/HM1_U2_OA2_ANEXO8.pdf

López, O. P. (2009). *CIENCIAS*. Obtenido de CIENCIAS: http://www.alumno.unam.mx/algo_leer/nixtamalizacion.pdf

Martínez-López. (2011). *colpos*. Obtenido de colpos: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2016/ago-sep/art-6.pdf>

- Méndez-Montealvo. (2008). *colpos*. Obtenido de colpos:
<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2016/ago-sep/art-6.pdf>
- Mendez-Montealvo. (2015). *Revista Mexicana de ingeniería química*. Obtenido de Revista Mexicana de ingeniería química:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v14n2/v14n2a7.pdf>
- Moreno, S. (2007). *scribd*. Obtenido de scribd:
<https://www.scribd.com/doc/109268317/Harina-Nixtamalizada-de-Maiz>
- Orozco, M. A. (2007). *usac*. Obtenido de usac:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1795_IN.pdf
- Pérez, B. (2002). *cinvestav*. Obtenido de cinvestav:
<http://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/8/sv806499.pdf>
- PRENSA, L. (2016). *honduras-solo-produce-el-30-de-la-demanda-nacional-de-granos*. Obtenido de honduras-solo-produce-el-30-de-la-demanda-nacional-de-granos:
<http://www.laprensa.hn/economia/929763-410/honduras-solo-produce-el-30-de-la-demanda-nacional-de-granos-b%C3%A1sicos>
- ROJAS, J. G. (2015). *Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas*. Obtenido de Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas :
[http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL DEL CULTIVO DE MAIZ.pdf](http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL_DEL_CULTIVO_DE_MAIZ.pdf)
- Sefa-Dedeh. (2015). *Revista Mexicana de ingeniería química*. Obtenido de Revista Mexicana de ingeniería química :
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v14n2/v14n2a7.pdf>
- USAID. (2006). *Harina Refinada de Maíz*. Obtenido de Harina Refinada de Maíz:
<http://www.a2zproject.org/~a2zorg/pdf/Maiz.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Secadora industrial



Anexo 2. Silo metálico



Anexo 3. Silo del área de producción



Anexo 4. Cocedores



Anexo 5. Horno

