

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

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

TESIS PROFESIONAL

**CARACTERIZACIÓN DE TORTILLA
DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON
SEMILLA DE MOJÚ**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

PRESENTAN

**ÁNGEL DE JESÚS DOMÍNGUEZ VÁZQUEZ
YOSDIR ACSEL GONZALES PÉREZ**

DIRECTOR DE TESIS

MC. JOSÉ ABELARDO CASTILLO ARCHILA



Agradecimiento y dedicatoria

A dios

Principalmente agradecido por darme a los mejores padres, por acompañarme todos los días y no abandonarme para tomar las decisiones correctas en mi vida. También por darme sabiduría, y mucha paciencia a lo largo de este proceso, permitiéndome terminar esta etapa de mi vida tan anhelada.

A mis padres

A mi señora madre María de los Ángeles Vázquez Pérez y a mi señor padre Mariano Domínguez Grajales, porque son mi inspiración cada día, siendo un ejemplo a seguir, porque me han enseñado que son buenos padres, por sus nobleza y humildad, y porque gracias a sus enseñanzas, su amor, sus esfuerzos, sus consejos y apoyos incondicionales, me hicieron ser la persona que soy, los amo.

A mi hermano

Mariano Domínguez por ser un pilar importante en mi vida y brindarme el calor familiar siempre que lo necesito.

A Mi sobrino

Matías Domínguez por ser la alegría que ilumina mi familia, porque me ha enseñado que la felicidad consiste en ser y hacer lo que a uno le guste sin mayor complejidad.

A Mis abuelos

Olga Pérez y Ariosto Domínguez por ser ejemplos y por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A Mi familia

A mi tía Yuri Iveth Vázquez, a mi tío Manuel Vázquez, a mi tía María dolores Munza, a mi tío Virginio Torres, a mi tía María Pérez y a mi tío Adrián Domínguez, por apoyarme en todo momento y ser un modelo a seguir.

A mi asesor de tesis

Mc. José Abelardo Castillo Archila por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitió aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A mis amigos

Iván Rojas, Arturo Jiménez, Yosdir Acel, José Alfaro, Haralt Herrera, Lester Santiago, Jeffrey Alegría, Jorge farrera, Carlos Balcázar, Raúl morales, Wilian Escobar, Amir Jovel, Julián Córdova, Ludin Medina, Alejandra Uribe, Guadalupe Santiago, Luz clarita Gonzales, Jorge Vázquez, Mayra Méndez, Marco Torres, Octavio Torres, por ser mis amigos de toda la vida, por todas las alegrías y vivencias compartidas.

Con mucho cariño Ángel!

Agradecimiento y dedicatoria

Yosdir

A DIOS

Primeramente a Dios quien ha sido siempre el principal en mi vida, me hay dado las fuerzas para salir adelante y siempre ha sido mi mayos inspiración.

A MI MAMA

GRACIELA PEREZ ROBLERO

Quien siempre ha sido mi mayor ejemplo de vida, quien para mi es la mejor. Ha estado conmigo en las buenas y en las malas apoyándome y gracias a su apoyo pude concluir con este logro en mi vida. Gracias mama!!

A MIS HERMANOS

Quienes han estado a mi lado siempre para apoyarme en todo lo que me he propuesto y estuvieron conmigo en este largo proceso. Gracias!!

A MI HERMANO

CLISMAN ISAEL GONZALEZ PEREZ

Quien para ha sido un ejemplo y a quien le agradezco infinitamente por todo lo que ha hecho por mí y nunca me dejo de apoyar en este largo proceso de mi vida ya que gracias a todo su apoyo y su ejemplo pude concluir con esta etapa profesional de mi vida. Gracias por siempre apoyarme hermano!!

A MI HERMANA

MARIELA CRISBEL GONZALEZ PEREZ

Quien siempre me aconsejo y siempre conté con su apoyo incondicional en mi vida. Siempre quisiste esto para mí y hoy lo he logrado. Con todo el amor que te tuve y te tengo te dedico este logro importante en mi vida. Gracias hermana!!



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



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 18 DE OCTUBRE DEL 2019

C. ÁNGEL DE JESÚS DOMÍNGUEZ VÁZQUEZ

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

CARACTERIZACIÓN DE TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON SEMILLA DE MOJU.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

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

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

M EN C. EVARISTO JULIO BALLINAS DÍAZ

M EN C. MARÍA EMPERATRIZ DOMÍNGUEZ ESPINOSA

M EN C. JOSÉ ABELARDO CASTILLO ARCHILA

COORD. DE TITULACIÓN





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



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 18 DE OCTUBRE DEL 2019

C. YOSDIR ACSEL GONZÁLEZ PÉREZ

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

CARACTERIZACIÓN DE TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON SEMILLA DE MOJU.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

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

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

M EN C. EVARISTO JULIO BALLINAS DÍAZ

M EN C. MARÍA EMPERATRIZ DOMÍNGUEZ ESPINOSA

M EN C. JOSÉ ABELARDO CASTILLO ARCHILA

COORD. DE TITULACIÓN



Ccp. Expediente

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	4
GENERAL.....	4
ESPECIFICO.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
ANTECEDENTES DEL MOJÚ (<i>Brosimum alicastrum</i>).....	5
DISTRIBUCIÓN.....	7
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	7
Corteza.....	7
Madera.....	7
Ramas jóvenes.....	8
Hojas.....	8
Flores.....	8
Frutos.....	8
Producción.....	9
Usos generales de la especie.....	9
VALOR NUTRIMENTAL DE LA SEMILLA.....	10
Macronutrientes.....	10
Micronutrientes.....	11
APLICACIONES E IMPORTANCIA DE LA SEMILLA DE MOJÚ.....	11
MAÍZ.....	12

Producción.....	13
Usos y aplicaciones	14
Composición nutrimental.....	15
ALMIDÓN	15
Composición y estructura.....	16
Función.....	17
Usos	17
Cambios fisicoquímicos durante la cocción.....	18
TORTILLA	18
Importancia económica y sociocultural.....	20
Proceso de elaboración de tortilla de harina.....	22
Mezclado	22
Moldeo y corte de la masa	23
Espolvoreo de la masa	23
Descanso de la masa.....	24
Formación de discos de tortillas.....	24
Horneado de la tortilla	25
Enfriado de la tortilla.....	25
Características físicas de la tortilla	25
Composición química de la tortilla de maíz.....	26
Valor nutrimental.....	27
Fortificación de la tortilla.....	27
Tortillas modificadas en su composición	28
HIPÓTESIS	32
METODOLOGÍA	33

DISEÑO DE ESTUDIO	33
MUESTRA.....	33
DISEÑO EXPERIMENTAL	33
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	34
Papeleta de análisis sensorial:	34
DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS A UTILIZAR	34
Proceso de molienda para la obtención de la harina de mojú:.....	34
Proceso de elaboración de tortilla	35
DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS	36
Determinación de humedad.....	36
Determinación de ceniza	36
Extracto etéreo (grasa cruda)	36
Determinación de proteína cruda.....	37
Determinación de fibra cruda	37
Colorimetría.....	37
Rolabilidad	37
Inflado	37
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
FORMULACIONES DE TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDO CON HARINA DE MOJÚ.....	39
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDAS CON HARINA DE MOJÚ.....	40
PRUEBA DE ROLABILIDAD Y GRADO DE INFLADO EN LAS TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ	42
RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE COLOR DE LAS TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ	45

RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ.....	47
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS.....	58
ANEXO 1: PROCESOS DE LA OBTENCIÓN DE HARINA Y TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ	59
ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE LAS TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO PRÓXIMAS	60
Determinación de humedad.....	60
Determinación de cenizas.....	61
Extracción de grasa cruda.....	62
Determinación de proteína cruda.....	63
Determinación fibra cruda.....	66
ANEXO 3. ANÁLISIS FÍSICOS DE LA TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ	68
Análisis de colorimetría.....	68
Determinación de rolabilidad.....	68
Determinación de grado de inflado.....	69
ANEXO 4. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	70
ANEXO 5. EVALUACIÓN SENSORIAL	71
ANEXO 6. PAPELETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Semilla de mojú.....	5
Figura 2. Árbol de ramón o mojú (<i>Brosimum alicastrum</i>).....	6
Figura 3. Fruto de mojú (<i>Brosimum alicastrum</i>).....	7
Figura 4. Otros usos del Maíz	14
Figura 5. Tortillas de maíz	20
Figura 6. Diagrama de proceso para la elaboración de harina de mojú	35
Figura 7. Diagrama de proceso para la elaboración de tortilla	36
Figura 8. Grafica de los tratamientos de la evaluación química de las tortillas de maíz enriquecida con semilla de mojú.....	41
Figura 9. Espacio de color CIE L* A* B*, H* y C*	45
Figura 10. Resultados de prueba sensorial y grado de aceptación de las tortillas	47
Figura 11. Elaboración de harina de mojú	59
Figura 12. Elaboración de tortillas enriquecida con harina de mojú.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química proximal y digestibilidad de la harina de semilla de mojú (<i>Brosimum alicastrum</i>)	12
Tabla 2. Volumen de la producción nacional de los principales cereales	13
Tabla 3. Contenido nutrimental de maíz blanco y amarillo por 100 g de grano	15
Tabla 4. Consumo de tortilla en 2010.....	22
Tabla 5. Composición química general y mineral de la tortilla de maíz nixtamalizado (en g/100 g y porcentaje)	26
Tabla 6. Diseño experimental de los tratamientos	33
Tabla 7. Formulación de harina de mojú y maíz en %.....	39
Tabla 8. Resultados de análisis químico proximal de las tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú.....	40
Tabla 9. Resultados de prueba de rolabilidad y grado de inflado de tortilla de maíz enriquecida con harina de mojú	42
Tabla 10. Escala de evaluación de rolabilidad en tortilla de maíz enriquecida con harina de mojú	42
Tabla 11. Escala de evaluación de grado de inflado en tortillas de maíz	43
Tabla 12. Resultados de color de tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú.....	46

INTRODUCCIÓN

La norma oficial mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002 define a la tortilla como un producto elaborado con masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometida a cocción.

Las primeras investigaciones sobre la tortilla se efectuaron en México en los años 50's por el Instituto Nacional de Nutrición, posteriormente se estudió la fortificación de la tortilla con harina de soya, garbanzo, etc (Vaquero y Reyes, 2000). Por lo tanto en México, las tortillas representan un excelente vehículo para el incremento de la calidad nutricional de la dieta de los consumidores, ya que es considerado uno de los productos más consumidos durante el desayuno, el almuerzo y la comida gracias al trabajo y desempeño de las tortillerías de toda la población mexicana (Cervantes, 2013).

El maíz (*Zea mays*) es un cereal que es aprovechado para el consumo humano y animal, lo cual es de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar como mejor alimento. Sin duda alguna a nivel nacional, el maíz ocupa el primer lugar entre los granos básicos cultivados, además de ser un elemento en la dieta en la alimentación para el mexicano, y para el aislamiento de almidón (Asturias, Miguel, 2004).

Por otra parte la semilla del árbol de Ramón o mojú (*Brosimum alicastrum*), nativo de la selva maya, es conocido como el "árbol de la vida" por las propiedades nutritivas de sus semillas y hojas (Baumanns, 2013). Por tal motivo, se considera que la semilla de mojú es una fuente de alimentación apta para su consumo y al mismo tiempo para elaborar productos con las características de maíz con un grado de aceptabilidad dicho por estudios y por las poblaciones consumidoras de la semilla.

El presente trabajo pretende elaborar una tortilla de maíz con harina de mojú, que nos podrá permitir evaluar las características mediante las técnicas planteadas en los objetivos, para obtener resultados de aceptabilidad sensorial y al mismo tiempo obtener la caracterización de un alimento con las propiedades nutricionales con respecto al enriquecimiento de estas dos semillas.

JUSTIFICACIÓN

Estudios afirman que el árbol de mojú es muy apreciado gracias a la calidad presente en las semillas del fruto; por su alto contenido de minerales (calcio y hierro), fibra dietética y proteína. Además, de no contener gluten. Se considera como una alternativa viable de alimentación, reduciendo con ello el consumo del maíz. Estas propiedades nutricionales y su sabor y olor único a nuez-chocolate hacen del mojú un alimento muy interesante, ya que es consumido en diferentes platillos o secar y moler para producir harina y usarla en lugar de otras harinas, cereales, té, entre otros.

Este fruto apoya a cualquier programa alimentario como la cruzada contra el hambre, asegurado por el doctor Alfonso Larqué Saavedra, titular del parque de la investigación científica de Yucatán y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) [(Larqué, 2014)].

Debido a las propiedades que tiene esta semilla, surge la propuesta de diseñar y evaluar un producto partir de mezclas de maíz y mojú tomando en cuenta las variables que se manipulan durante la formulación del proceso para la obtención de las tortillas, y al mismo tiempo aprovechar el aporte nutricional que brindara la tortilla de maíz enriquecida con harina de mojú.

Sin embargo hay que reconoce que la tortilla es un alimento común en la alimentación de todas las familias mexicanas que tiene una gran demanda en cuanto a consumo, de igual manera también se conoce por el alto consumo tanto de maíz como del frijol en el país. Muchas personas consumen grandes cantidades de estos dos ricos alimentos, ya sea por cuestiones culturales o tradicionales, pero realmente al ingerir estos alimentos no conocen la aportación de nutrientes que se llevan a su organismo.

Por lo que se considera que la semilla de mojú es una fuente de nutrimentos apta para su consumo y al mismo tiempo para elaborar y formular productos con las características de maíz, con un grado de aceptabilidad alto, dicho por estudios y por las poblaciones consumidoras de la semilla.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la base de datos de la PROFECO del año 2010 se evidencia que el 98.6% de las personas consume tortillas de maíz el 54.2% consumían de 1 a 1.99 kg de tortilla de maíz por día por persona.

El consumo de tortilla en zonas rurales incrementa considerablemente en épocas de crisis económica. Sin embargo, como cualquier alimento, la tortilla como fuente única de alimentación, no cubre la totalidad de los requerimientos nutritivos de un organismo para su desarrollo adecuado, lo que se manifiesta como retraso en el desarrollo corporal en los niños de las zonas rurales, principalmente en los estados más pobres de México, como son, Oaxaca y Chiapas, fenómeno debido a deficiencia nutricional (Figueroa, 2014). En cuanto al mojú (*Brosimum alicastrum*) se sabe que es una semilla rico en fibra, calcio, proteína, potasio y ácido fólico, así como vitaminas A, B y C. La ingeniería básica de transformación de semillas de mojú en harina permitió revisar su calidad y su biomasa. “Pronto se supo que tenía una cantidad de carbohidratos impresionante, que está arriba de 70% en algunos casos, y por lo tanto también se observó el contenido de proteína tan alto que esta presenta alrededor de un 13%, lo que lo coloca en una posición verdaderamente excepcional”, señaló Larqué Saavedra (Larqué, 2014).

Por tal motivo ante un gran problema como lo es la desnutrición en zonas rurales en algunos estados de México, la alternativa es aprovechar el mojú, para elaborar una tortilla de maíz con mojú con el objetivo de enriquecer a la tortilla que actualmente se produce e incrementar la calidad nutricional de la dieta en cuanto a vitaminas, minerales y proteínas; sin afectar la calidad sensorial considerando que es el producto más consumido por la población.

Además de esto se busca dar a conocer el mojú ya que solo es conocido comúnmente en la selva lacandona y otras regiones del estado de Chiapas, también se busca ayudar a la población ya que el costo del maíz es muy elevado hoy en día y con la combinación de estos alimentos reducir gastos y a si también obtener un producto que proporcione un mayor aporte nutrimental.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar y evaluar tortillas elaboradas a partir de mezclas de maíz (*Zea mays*) y mojú (*Brosimum alicastrum*).

ESPECIFICO

- Determinar la composición química proximal de las tortillas formuladas con harina de maíz y enriquecidas con harina de mojú (*Brosimum alicastrum*).
- Evaluar físicamente las características de las tortillas formuladas con harina de maíz y enriquecida con harina de mojú (*Brosimum alicastrum*).
- Evaluar sensorialmente las características de las tortillas formuladas con harina de maíz y enriquecidas con harina de mojú.

MARCO TEÓRICO

La nuez maya conocido como la semilla del árbol de Ramón o mojú (*Brosimum alicastrum*), nativo de la selva maya, es conocido como el "árbol de la vida" por las propiedades nutritivas de sus semillas y hojas (Baumanns, 2013).



Figura 1. Semilla de mojú

ANTECEDENTES DEL MOJÚ (*Brosimum alicastrum*)

El ramón o mojú (*Brosimum alicastrum*), uno de los árboles dominantes de las selvas de México y Centroamérica, toma su nombre científico del griego *brosimos*, que significa comestible. En México y Guatemala es conocido comúnmente como “ramón”. (Meiners, 2009). El ramón es un árbol perenne de porte mediano a grande de 12 hasta 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1 m (Morales, 2009).

Este árbol es muy apreciado debido a la calidad de su forraje y a su disponibilidad durante la sequía. Sin embargo, la explotación de este forraje se basa en la cosecha de árboles bien desarrollados, ubicados en los patios de las casas, parques y avenidas. Estos árboles se cosechan entre cuatro a seis años de edad y se podan una o cinco veces al año según el destino de su producción (Aragón, 2007).



Figura 2. Árbol de ramón o mojú (*Brosimum alicastrum*)

Los Frutos son bayas de 2 a 2.5 cm de diámetro, globosas con pericarpio carnosos, presenta coloración verde cuando esta inmaduro y verde amarillento a anaranjado rojizo al madurar, con sabor y olor dulces. Cada fruto contiene una semilla de 1.5 a 2 cm de diámetro cubierta de una testa papirácea amarillenta, con los cotiledones montados uno sobre el otro de sabor dulce (Herrera, 2008).

El árbol de ramón es característico de las zonas tropicales del continente americano y su área de distribución en México va desde el sur de Sinaloa a Chiapas y del sur de Tamaulipas a la Península de Yucatán (Hernandez, 2015).



Figura 3. Fruto de mojú (*Brosimum alicastrum*)

DISTRIBUCIÓN

El ramón se distribuye extensamente desde el norte de México hasta el estado de Acre en Brasil, incluyendo las islas caribeñas de Jamaica y Cuba. Debido a esta gran presencia, dependiendo de la región y país se le conoce por diversos nombres comunes: en Honduras es masica, en Nicaragua ojoche, en El Salvador ojushte, en Panamá berba, en países de habla inglesa breadnut o mayanut. En México existen más de cincuenta nombres, muchos de ellos en lenguas indígenas (Sánchez, 2009).

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Corteza

Es externa lisa o más frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, gris clara a gris parda. Interna de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado a lechoso, ligeramente dulce, con un grosor total de la corteza de 7 a 12m.

Madera

Albura de color crema amarillento a pardo amarillento, con vasos grandes y parénquima aliforme y confluyente.

Ramas jóvenes

A veces de sección transversal ligeramente ovalada, con cicatrices de estipulas caídas, verde grisácea, glabras, numerosas lenticelas pequeñas, redondas, protuberantes y pardas (Pennington y Sarukhán, 2005).

Hojas

Son yemas de hasta 1 cm, agudas, cubierta por una estipula muy aguda, verdes, glabras. Con una estipula para cada hoja, de hasta 1 cm de largo, verde, glabras, caediza, que deja una cicatriz anular. Hojas alternas, simples; láminas de 4x2 a 18x7.5 cm, ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, con el margen entero ápice agudo a notablemente acuminado, especialmente en las hojas jóvenes, base obtusa a aguada; verde oscuro y brillantes en la haz, verde grisáceo y blanquecina en el envés por la presencia de numerosa encamas blancas entre el tejido de las nervaduras, glabras en ambas superficies; peciolos de 2 a 12 mm de largo, glabros.

La lámina de la hoja presenta con mucha frecuencia en el haz agallas en forma de dedos de guante de uno 3 a 4 mm de largo, amarillentos. Los árboles de esta especie son generalmente perennifolios, pero caducifolios en las partes más cecas de su distribución.

Flores

Es una de las especies monoica o dioica. Las flores en las cabezuelas axilares miden de 1 cm de diámetro; pedúnculos de 1 a 5 mm de largo, glabros; cada cabezuela verdosa consiste en muchas flores masculinas y una sola flor femenina; la superficie de la cabezuela está cubierta por numerosas escamas peltadas persistentes en el fruto; las flores masculinas consisten en un perianto rudimentario y un solo estambre de 1.5 a 2 mm de largo, con la antera parda, y peltada; la flor femenina está hundida en la cabezuela, con el estilo exerto y formada por un perianto hinchado de 1mm de largo, unido con el ovario y rodeando íntimamente el estilo; ovario ínfero con un solo lóculo, uniovular, estilo de 2 a 3 mm de largo, que se proyecta fuera del receptáculo, terminado en dos lóbulos estigmáticos recurvados, florece principalmente de noviembre a febrero, pero se pueden encontrar flores fuera de esa época.

Frutos

Es una baya de 2 a 3 cm de diámetro globosas con pericarpios carnosos, verde amarillento a anaranjado o rojo en completa madurez, de sabor y olor dulce, cubierta en la superficie de

numerosas escamas blancas; conteniendo 1 (2-3) semillas por fruto. Sin embargo los frutos maduran de (febrero) marzo a mayo (junio) [(Pennington y Sarukhán, 2005)].

Producción

La producción de árboles de ramón va en aumento debido al incremento del hato ganadero en la zona lo que ocasiona que se necesite de más alimento para estos y por lo tanto se genere el incremento en el número de árboles que se siembran, además de que el árbol mantiene sus hojas verdes para la época de sequía lo cual es un apoyo para la alimentación de los animales y en los terrenos se utiliza para esta actividad cerca del 95% del total de árboles que se encuentran en los terrenos.

Para el uso del forraje para la alimentación de los animales se seleccionan los árboles de tal manera que esté libre de maleza en la parte de debajo, que cuenten abundantes ramas, es decir que el árbol este frondoso y que sea de fácil acceso así como que sea de una altura no mayor a los 12 metros esto con el fin de mantener precauciones por si alguna rama se desquebraja y el cortador pudiera caer.

Las ventas del forraje de los árboles de ramón genera aproximadamente entre \$300 a \$500 cada árbol si es vendido entero, la cantidad de ganancia se distribuye en los factores de corte y el tamaño del árbol, el forraje también es vendido en rollos que los pobladores llaman “tercios” a un valor aproximado de \$15 por cada uno. Se puede generar ingresos que van desde los \$1,500 a \$3,00 dependiendo del número de árboles con los que cuentan en el predio, las ganancias obtenidas por la venta de forraje son utilizadas para la compra de abarrotes e insumos que requieren los pobladores en su hogar y la participación de la mujer es activa en esta actividad puesto que al no estar el jefe de familia esta se encarga de supervisar el corte de las ramas y de recibir la cantidad pactada por la venta del forraje (Munguía, 2014).

Usos generales de la especie

El mojú Fue utilizado en los tiempos precolombinos para la producción de alimentos y bebidas por los mayas, de ahí su importancia cultural e identificación como la Nuez maya. Por

lo tanto el maíz y el mojú se pueden combinar para darle un mayor valor nutritivo a los productos derivados del maíz.

Según estudios la semilla tiene alto contenido de minerales (calcio y hierro), así también como fibra dietética y proteína, además de no tener gluten. Estas propiedades nutricionales y su sabor único a nuez-chocolate hacen de la Nuez maya un alimento muy interesante que se puede consumir en diferentes platillos, además de poder secar y moler para obtener la harina, usándola en cualquier receta en lugar de otras harinas como en cereales, té, entre otros.

El uso de la Nuez maya genera ingresos derivados del bosque para la población local en la Selva Maya y por lo tanto motiva a la gente a proteger los bosques. Además, la gran mayoría de las personas que trabajan con la Nuez maya son mujeres, ayudándoles a mejorar sus medios de subsistencia (Andino, 2012).

VALOR NUTRIMENTAL DE LA SEMILLA

Algunos estudios han confirmado que el mojú posee micronutrientes, energía, humedad y fibra en 100 gramos de semilla, debido a que existen varios estudios sobre el contenido nutricional de la semilla de árbol de Ramón (Martínez, 2014).

Macronutrientes

El nutriente con mayor contenido en la semilla de mojú son los carbohidratos, ya que tiene un aproximado de 76% de carbohidratos. Los carbohidratos simples con mayor presencia en la sacarosa en la semilla de Ramón son la maltosa 5,70 gramos, seguido por la sucrosa con 2,3 gramos, la fructuosa con 0,72 gramos como también la lactosa y la glucosa con una presencia menos a 0,1 gramos por cada 100 gramos de semilla de árbol de mojú.

Las proteínas presentes en la semilla de Ramón no ha sido estudiado a profundidad como tampoco el tipo de aminoácidos, pero los estudios realizados varían en cuanto al dato porcentual de la proteína presente en la semilla, debido a que estos varían desde un contenido del 10 por ciento de proteína hasta un 16 por ciento de la misma.

La semilla contiene aminoácidos, los cuales son deficientes en las dietas centroamericanas, ya que presentan aminoácidos como lisina y triptófano los cuales se encuentran en cantidades

muy bajas en el maíz y frijol, alimentos importantes en la dieta diaria de la población centroamericana.

En cuanto al contenido de grasas, la semilla se caracteriza porque contiene un bajo contenido de grasa, el cual varía en un intervalo de 0,4 a 1,6 gramos de acuerdo a los estudios realizados, de la misma forma presenta un bajo contenido de ácidos grasos saturados, presentando 0,17 gramos como también 0,03 gramos de ácidos grasos monoinsaturados aportando 0,03 gramos por cada 100 gramos de semilla de ramón. (Martínez, 2014).

Micronutrientes

El contenido de vitaminas de la semilla de mojú es variado, ya que aporta muy poco en cuanto a vitamina A y C representando menos del 2% del valor diario recomendado. En cuanto al contenido de vitaminas hidrosolubles la que se encuentra con mayor frecuencia es la piridoxina con la que se cubre el 15% del valor diario recomendado, seguidamente se encuentra la tiamina la que aporta 0,11 miligramos cubriendo un 7% del valor diario recomendado y por último la niacina cubriendo el 5% el valor diario.

En cuanto a la presencia de minerales en la semilla de mojú se puede resaltar que esta es una buena fuente de calcio, ya que contiene 211 miligramos lo que equivale a 25 por ciento del valor diario recomendado, según la ONG The Maya Nut Institute muestra un elevado contenido en dos minerales, con mayor presencia el potasio con un contenido de 1 100 miligramos cubriendo así 45 por ciento del valor diario recomendado y seguido por el magnesio con 143 miligramos cubriendo el 35 por ciento del valor diario recomendado, de igual modo presenta un contenido aceptable de zinc y hierro aportando entre 6 al 10 por ciento del valor diario recomendado. (Martínez, 2014).

APLICACIONES E IMPORTANCIA DE LA SEMILLA DE MOJÚ

Pocas personas conocen el papel ecológico de este árbol, sus usos tradicionales, y su gran potencial como base de alimentación pecuaria y humana y la capacidad proveedora de biocombustible para la generación de energía. Se realizó una evaluación completa de los servicios ambientales y alimenticios que ofrece, fue la misión que se propuso Alfonso Larqué Saavedra, investigador emérito del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) y miembro del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República.

En una entrevista con la Agencia Informativa Conacyt, Larqué Saavedra describió los alcances de la producción del árbol ramón, que se presenta como una estrategia innovadora para apoyar la Cruzada Nacional contra el Hambre y para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

La ingeniería básica de transformación de semillas de mojú en harina permitió revisar su calidad y su biomasa. “Pronto se supo que tenía una cantidad de carbohidratos impresionante, que está arriba de 70% en algunos casos, y por lo tanto también se observó el contenido de proteína tan alto que esta presenta alrededor de un 13%, lo que lo coloca en una posición verdaderamente excepcional”, señaló Larqué Saavedra (Larqué, 2014).

Tabla 1. Composición química proximal y digestibilidad de la harina de semilla de mojú (*Brosimum alicastrum*)

Nutriente (g/100 g harina)	mojú cocido	mojú tostado
Humedad	10.64	8.33
Proteína	10.26	10.52
Digestibilidad proteica (%)	70.8 %	62.2 %
Grasa	1.35	0.69
Digestibilidad de grasa (%)	61.6 %	67.6 %
Ceniza	2.75	3.72
Fibra cruda	3.66	3.94
Carbohidratos totales	71.34	72.80

Fuente: (Arévalo, 2011)

MAÍZ

El maíz se define como un cereal que gracias a este es aprovechado como un alimento muy importante para el consumo humano y animal, lo cual es de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar como mejor alimento. Sin duda alguna a nivel nacional, el maíz ocupa el primer lugar entre los granos básicos cultivados, además de ser un elemento en la dieta en la alimentación para el mexicano, y para el aislamiento de almidón (Asturias, Miguel, 2004).

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura.

El nombre maíz, con que se lo conoce en el mundo de habla española, proviene de mahís, una palabra del idioma taíno, que hablaban pueblos indígenas de Cuba, donde los europeos tuvieron su primer encuentro con este cultivo. En maya el nombre de este ceñasco, quemó, ahumó o abrasó algunos granos. Por eso ahora hay maíz negro, amarillo y rojo. Y el Popol Vuh, libro sagrado de los mayas, dice que de la mezcla de granos amarillos y blancos procede la actual raza humana (Asturias, Miguel, 2004).

Producción

Lo mencionado se destaca que México forma parte de los cinco principales países productores de granos especialmente el cuarto en producción de maíz.

Es importante mencionar que México forma parte de uno de los principales países en la producción de granos, especialmente el cuarto lugar en la producción de maíz. Sin embargo uno de los artículos de la revista SEMILLAS DE LA VIDA (2009) menciona que para los mexicanos, el maíz es la materia con el que el género humano fue creado.

La TMAC de la producción de avena también tuvo un comportamiento positivo 0.7%. En contrapartida, el sorgo, el arroz y el trigo presentaron una TMAC en su producción, de -2.1, -1.7 y -0.4%, en ese orden (Saldaña, 2012).

Tabla 2. Volumen de la producción nacional de los principales cereales

Año	Maíz (t)	Trigo (t)	Sorgo (t)	Cebada (t)	Arroz palay (t)	Avena (t)
1996	18,026.00	3,375.00	6,809.50	585.8	394.1	121.5
1997	17,656.30	3,656.60	5,711.60	470.7	469.5	96.5
1998	18,456.40	3,235.10	6,474.80	410.8	458.1	88.8
1999	17,708.20	3,020.90	5,720.30	454.1	326.5	133.1
2000	17,559.00	3,493.20	5,842.30	712.6	351.4	32.5
2001	20,134.30	3,275.50	6,566.50	761.6	226.6	88.9
2002	19,299.10	3,236.20	5,205.90	736.6	227.2	60.1
2003	20,703.20	2,715.80	6,759.10	1,081.60	273.3	94.1
2004	21,689.00	2,321.20	7,004.40	931.5	278.5	98.9
2005	19,341.10	3,015.20	5,524.40	760.7	291.1	127.1
2006	21,962.60	3,249.00	5,504.30	856.6	331.6	130.3
TMAC	2	-0.4	-2.1	3.9	-1.7	0.7

Fuente: (Saldaña, 2012)

Usos y aplicaciones

Entre todos los cereales existentes, el maíz es el más versátil dada la gran cantidad de productos que se pueden elaborar a partir de este grano. Se puede consumir como alimento humano en forma de elote; o una vez nixtamalizado, como tortillas, y en una amplia diversidad de presentaciones.

En la industria alimentaria, los jarabes de maíz son utilizados para agregar viscosidad y dulzura, como medio para conservar alimentos y para mejorar texturas y realzar colores sin enmascarar sabores naturales. Los almidones son utilizados como estabilizante y espesante, en la panificación para mejorar el color y la textura de panes. Las amilopectinas del maíz son utilizadas en la confitería y elaboración de golosinas (gomitas) y otros. En la elaboración de bebidas gaseosas, gran parte de éstas son endulzadas con fructosa de maíz, en la producción de cerveza se usan almidones para mejorar el rendimiento industrial y mantener transparencia y es la principal materia prima para la elaboración de whisky en los Estados Unidos (Sánchez, 2016).



Figura 4. Otros usos del Maíz

Composición nutrimental

El maíz es un grano de gran importancia a nivel nutricional; para Centroamérica y México, que representa hasta el 65% de las calorías y el 35% de las proteínas ingeridas en la dieta diaria. El aporte de nutrientes de maíz blanco y amarillo se representa en la tabla 9, en el cual se puede observar que la única diferencia entre uno y el otro es que el maíz amarillo aporta mayor cantidad de vitamina A y E, así como colesterol. Por lo tanto se considera que en México, la mayor cantidad de maíz consumido por la población es blanco, en forma de tortilla, la que representa 47% de la ingesta de calorías, seguidos por el pan y azúcar (Flores, 2013).

Tabla 3. Contenido nutrimental de maíz blanco y amarillo por 100 g de grano

Nutriente	Maíz blanco	Maíz amarillo
Calorías (kcal.)	365.00	365.00
Proteínas (gr)	9.42	9.42
Hidratos de carbono (g)	74.26	74.26
Grasas (g)	4.74	4.74
Colesterol (mg)	0.00	1.00
Fibra (g)	0.00	0.00
Agua (g)	10.37	10.37
Vitamina A (U.I.)	0.00	469.00
Vitamina E (mg)	0.00	0.75

Fuente: (Flores, 2013)

ALMIDÓN

El almidón es un carbohidrato de reserva, sintetizado y almacenado como fuente de energía en plantas superiores; además después de la celulosa, es el segundo hidrato de carbono más abundante en la biosfera. Por lo tanto el contenido de almidón varía según la fuente de obtención, la más importante son los cereales (maíz, arroz, trigo) con un contenido aproximado de 30-80%, en leguminosas (frijol, chícharo, haba) un 25-50% y en tubérculos (papa, tapioca, yuca) representa un 60-90% de la materia seca. De la producción mundial de almidón aproximadamente el 83% es obtenido del maíz; después la fuente más importante es el trigo con un 7%, papa con un 6% y tapioca con el 4%.

En las últimas décadas, se ha considerado que las investigaciones realizadas a este carbohidrato son con una finalidad de encontrar nuevos usos y aplicaciones.

Dentro del ámbito ecológico, el almidón empieza a ser fundamental para la fabricación de plásticos biodegradables, también se ha empleado su uso como material encapsulante de sustancias como proteínas, sabores y olores para su posterior liberación de un producto alimenticio o farmacéutico (Tovar, 2007).

Composición y estructura

Químicamente, el almidón es un polisacárido semicristalno compuesto por D-glucopiranosas unidas entre sí mediante enlaces glucosídicos. El almidón está formado por dos polímeros de diferentes estructuras (amilosa y amilopectina) los cuales se diferencian por las uniones que presentan las uniones dentro del granulo del almidón y además representan cerca del 98-99% del peso en seco. Sin embargo la porción de estos dos polímeros varía según la fuente botánica y su organización física dentro de la estructura granular, confiriéndole propiedades fisicoquímicas y funcionales únicas. A pesar de la química simple del almidón, las moléculas que lo conforman son variables y complejas.

Amilasa:

La amilasa, es un polímero lineal formado por D-glucopiranosas que se encuentran unidas entre sí por enlaces (1-4) que representan un 99% de su estructura, también se ha comprobado la presencia de ciertas ramificaciones unidas por enlaces (1-6). Dichas ramificaciones se encuentran de manera e infrecuente, lo que permite observar su comportamiento sencialmente lineal.

Por su alto contenido de amilasa, los almidones pueden ser clasificados en diferentes grupos como son los almidones cerosos que suelen tener muy poca cantidad de amilosa, alrededor de 1-2%, los normales que contienen entre 17-24% de amilosa y los altos en amilosa que contienen 70% o más de este polímero.

Amilopectina:

La amilopectina, es un polímero semicristalino y altamente ramificado, formado por aproximadamente 595,238 unidades de D-glucopiranosas unidas mediante enlaces (1-4) que representan un 92-96%; con puntos de ramificación unidos mediante enlaces (1-6) que representan un 5-6% de su estructura. Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente

cada 15 o 25 unidades de D-glucopiranosas, aunque el rango excederse a 19 o 31 unidades dependiendo del contenido de amilosa en el almidón.

La amilopectina tiene un peso molecular mucho mayor que la amilosa, alrededor de 10^7 - 10^9 kDa. Dependiendo de la fuente botánica, la amilopectina es el principal componente en la mayoría de los almidones, alcanzando en ciertos casos, niveles de hasta 98-99% en los almidones tipo cerosos (Tovar, 2007).

Función

En términos de la función de la dieta, el único propósito del almidón es cambiar de glucosa para ser utilizado como energía para el cuerpo. La glucosa es la forma utilizable de hidratos de carbono para el cuerpo. Sin embargo La glucosa circula por todo el cuerpo en el torrente sanguíneo, y obtiene una absorción por las células utilizándolo como fuente de combustible. La glucosa se utiliza para alimentar a todas las funciones corporales, y es la principal fuente de energía para nuestro cerebro y el sistema nervioso. Los almidones liberan sus moléculas de glucosa lentamente, proporcionando un suministro constante, de energía (Díaz, 2014).

Usos

El almidón de maíz es uno de los productos más importantes en la economía industrial de Estados Unidos. Se usa en la elaboración de papel, textiles, adhesivos, recubrimiento de superficies y cientos de otras aplicaciones. Incluso se usa para recubrir la maquinaria de perforación en campos petroleros. Miles de productos industriales se obtienen del almidón del maíz o de almidones a 42 modificados, incluyendo la comida rápida, comida congelada y todo ese mundo que conforma la comida chatarra. Se ve a los almidones de maíz como materia prima para la elaboración de plásticos.

Principalmente es aplicada en las industrias alimentarias como en Aderezos, Mayonesas, Cárnicos, Rellenos de Pastel, Botanas, Quesos, Budines, Alimentos preparados, Dulces, Atoles, Galletas, Confitería y Cerveza.

El almidón de maíz se emplea principalmente como agente estabilizante, espesante, aglutinante y gelificante; en confitería se utiliza como formador de gel y para recubrimientos; la industria

cervecera la utiliza como fuente de carbono para procesos de fermentación por su elevado extracto fermentable (Tovar, 2007).

Cambios fisicoquímicos durante la cocción

El más importante cambio fisicoquímico ocurrido durante la nixtamalización es la gelatinización del almidón. Este polisacárido comúnmente existe en dos formas poliformas: estructuras (redes) cristalinas A y B. su comportamiento durante el proceso ha sido documentado durante la cocción, reposo y molienda. Se ha encontrado que ocurren diversos cambios en los gránulos de almidón durante el procesamiento. Sin embargo observo que el endospermo del maíz se modifica con cocción alcalina debido a que algunos gránulos de almidón se hinchan y gelatinizan y una porción de la matriz de la proteína se hidrata (Gomez, 2014).

TORTILLA

La tortilla es definida como un producto elaborado con masa que puede ser mezclada con ingredientes opcionales, sometida a cocción (NOM-187-SSA1/SCFI-2002) [(Rubio, 2002)]. Por lo tanto en México forma parte de la dieta de todos los consumidores, con un consumo per cápita de 120 kg por año, esto es, 328 g/día de tortilla. Por lo tanto la tortilla provee 38.8 % de las proteínas, 45.2 % de las calorías y 49.1 % de calcio de la dieta diaria de la población de México y en zonas rurales provee aproximadamente el 70 % del total de calorías y el 50% de las proteínas ingeridas diariamente.

La tortilla es uno de los alimentos de mayor consumo en México. En algunos grupos poblacionales este llega a ser mayor de 329 g/día. Por su alto contenido de carbohidrato es considerada como una excelente fuente de calorías, desafortunadamente carece de una buena calidad proteica. Por lo tanto esto se debe a que el grano de maíz es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. En México, en el instituto nacional de la nutrición Salvador Zubirán demostraron la importancia de la tortilla como un alimento mayoritario (65 %) en la dieta de los mexicanos (Cervantes, 2013).

Se sabe que la tortilla es un alimento común en la alimentación de todas las familias mexicanas que tiene una gran demanda en cuanto a consumo, de igual manera también se conoce el alto consumo tanto de maíz como del frijol en el país.

Muchas personas consumen grandes cantidades de estos dos ricos alimentos, ya sea por cuestiones culturales o tradicionales, pero realmente al ingerir estos alimentos no conocen la aportación de nutrientes que se llevan a su organismo, el maíz (*Zea mays*) sin tratar, cuenta con una composición química en la cual de proteína tiene (11.0%), fibra cruda (2.3%), extracto etéreo (5.1%), cenizas (1.7%) y calcio (76%) [(Calleja, 2006)].

En México, la tortilla representa un excelente vehículo para incrementar la calidad nutricional de la dieta ya que es el producto más consumido por la población mexicana, además de ser uno de los alimentos de menor costo. Se ha considerado que se consumen alrededor de 12.3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de las cuales 64 % se realizan a través del método tradicional de maíz-masa-tortilla y 36 % a través de la industria harinera. Por lo general, la tortilla consumida en las áreas rurales se elabora con el maíz que se produce en la localidad, que puede ser blanco, amarillo o de colores y de manera general, la preferencia entre los distintos tipos de maíz es por atributos de color, sabor, textura consistencia de las tortillas y facilidad de la masa para trabajarla. Mientras que los industriales de la masa y la tortilla prefieren procesar maíces de tamaño y de color uniforme, optan por los de color blanco crema brillante y con textura intermedia a dura.

Tan importante se ha sido la tortilla de maíz (como se observa en la figura 5) que se ha considerado como el alimento más importante para los mexicanos. Actualmente se comercializan diferentes tipos; la tortilla recién elaborada sigue en la preferencia de los consumidores (Lomelí, 2012).



Figura 5. Tortillas de maíz

Importancia económica y sociocultural

Información del INEGI muestra una producción creciente en la industria harinera de maíz en México. En el periodo del 2003 a 2010, la producción mostro una TMCA de 11.2%, alcanzando un valor de 15,750 millones de pesos en 2010 y una generación de cerca de 5,000 empleos en ese mismo año. Para el año del 2010 la producción de harina de maíz alcanzo las 2.28 millones de toneladas, luego de haber alcanzado su nivel máximo de 2.31 millones en 2009. A pesar que en 2011 la producción de harina de maíz, por lo tanto mostro una recuperación de 5.3% en el periodo de enero a mayo en el periodo del 2010 (Retes, 2012).

Por su parte, la industria de la masa y la tortilla, la información de los censos económicos del INEGI, mostro que para el 2008 el valor de la industria alcanzó los 28,460 millones de pesos, con una TMCA de 11.1% en el periodo del 2003 a 2008 y con una generación de 214,728 empleos en ese año. Sin embargo, en la encuesta industrial mensual del INEGI, en 2010 el valor de la producción alcanzó los 62,763 millones de pesos, decreciendo 1% respecto a 2009 pero en 2011 se mostró una recuperación de 2.1% en el periodo de enero a mayo respecto al mismo periodo del 2010 (Retes, 2012).

La producción de tortilla en México se da por medio de dos insumos, la nixtamalización (masa) y harina de maíz. El primero es un método artesanal que consiste en cocer el grano de maíz en agua con cal para luego desprender el hollejo del grano y molerlo, lo que da la creación de la

masa. Y en relación a la harina de maíz nixtamalizado se produce en plantas industriales y entre sus ventajas están el ahorro de agua, energía y gas. Por lo regular la industria de la masa y la tortilla se encuentra dispersa por todo el país con 78,852 establecimientos a nivel nacional entre molinos y tortillerías (Retes, 2012). Por las características de infraestructura y capacidad de producción, la estructura de costos de la producción de tortilla, se muestra que es más eficiente que es producida con harina respecto de la que es producida con masa de nixtamal, sin embargo el precio al consumidor es, en promedio, un peso por kilogramo más cara la tortilla producida con harina que aquella a base de masa de nixtamal (Retes, 2012). Adicionalmente, los alimentos que consumen los mexicanos, la tortilla es el segundo producto más importante en el platillo básico de consumo, solo después de la carne de res. Lo anterior refleja la importancia que tiene este producto en la alimentación de la población del país y el efecto que tiene su precio sobre la demanda y sobre el poder de compra de la población mexicana en general y particularmente (Retes, 2012).

En el 2010 el decil más bajo de ingresos en el país gastó 9.9% de sus ingresos en su consumo de tortillas respecto al total de su consumo de alimentos y bebidas. En los años 2002, 2005, 2006, 2008 y 2010 se consideró que el consumo diario de tortilla por persona se redujo en los últimos años. Mientras que en 2002 el consumo diario de tortilla era en promedio de 249 gramos por habitante, para 2010 dicho indicador se redujo a 157 gramos.

El CONEVAL, mostro resultado sobre el consumo de tortilla en zonas rurales y urbanas. En el primer caso el CONEVAL calculó que para el 2010 el consumo diario por persona de tortilla en las zonas rurales es de 217.9 gramos; por lo tanto, en las zonas urbanas dicho indicador es de 155.4 gramos. Con estas estimaciones, se considera que el consumo de tortilla en el país en 2010 ascendió a 6.9 millones de toneladas de tortilla con un valor de 72,481 millones de pesos (Retes, 2012).

El incremento del precio de la harina de maíz se refleja directamente en el precio de la tortilla vendida en tiendas de autoservicio, debido a que se utiliza como materia prima la harina de maíz. El precio de la tortilla ha demostrado cierta estabilidad, se han presentado aumentos en el precio de este producto básico. En particular un aumento de 10.2% entre junio de 2010 y mayo de 2011. A abril de 2012, el precio de la tortilla se estabilizó completamente.

Tabla 4. Consumo de tortilla en 2010

	Consumo diario de tortilla por persona (gramos)	Precio promedio 2010 (\$/kg)	Población 2010	Consumo per cápita tortilla por año (kg)	Consumo anual de tortilla (toneladas)	Consumo anual de tortilla (millones de pesos)
Zonas rurales	217.9	10.3	24,938,711	79.5	1,983,463	20,430
Zona urbanas	155.4	10.5	87,397,827	56.7	4,957,292	52,052
Total	169.3	10.4	112,336,538	61.8	6,940,755	72,481

Fuente: (Retes, 2012)

Proceso de elaboración de tortilla de harina

Mezclado

En este primer proceso se encuentra subdividido en tres etapas, que son el mezclado de ingredientes secos, incorporación de la materia grasa y el mezclado de todos los ingredientes con agua para formar la masa. En algunos casos las tres etapas son llevadas a cabo al mismo tiempo. En la primera etapa, los ingredientes secos son completamente mezclados con la harina, después la materia grasa es agregada hasta que se encuentre totalmente dispersa en los ingredientes secos finalmente el agua es incorporada para formar la masa.

Generalmente se usa agua caliente (26° a 30° C) para brindar a la masa la temperatura ideal. Además de que es especialmente importante en este proceso para la activación de levaduras y agentes químicos leudantes, además de incorporarse de manera más rápida a la masa. Por lo tanto la absorción de agua dependerá principalmente del tipo de harina, tecnología de proceso, cantidad de materia grasa y presencia de gomas. Ya que se considera por lo regularmente que la harina con mayor contenido de proteína, requiere mayor cantidad de agua.

El tiempo de mezclado de la masa, es aquel en el que la masa alcanza su máxima extensibilidad. Por lo regular esto se puede determinar con el uso del farinógrafo o del mixógrafo. Ya que los requerimientos de mezclado dependen del tipo de harina, tipo de mezcladora, cantidad de materia grasa, temperatura del agua y presencia de agentes oxidantes o reductores. Aunque el

tiempo óptimo de mezclado es determinado subjetivamente por observación de las propiedades de la masa.

Durante el mezclado, la harina absorbe el agua, el gluten se desarrolla, ganado extensibilidad; una vez que la masa alcanza su máxima consistencia y elasticidad, la superficie de esta no es pegajosa. El sobre mezclado puede causar rompimiento del gluten, pérdida de extensibilidad del gluten y pegajosidad de la masa. Generalmente a mayor contenido de materia grasa, aumenta el tiempo de mezclado, por la reducción de incorporación de agua en los componentes de la harina (Serna, 2009).

Moldeo y corte de la masa

Por lo general tanto en la prensa caliente y el extendido manual es necesaria la formación de bolas de masa, antes de la formación de la tortilla. El tipo de harina, tratamiento que haya sufrido esta, peso de la bola de masa contenido de humedad de la misma y las condiciones de prensado, determina el diámetro y espesor de la tortilla.

Las fábricas dedicadas a la producción de tortillas utilizan dos procedimientos para la manufactura de las bolas de masa. El más común, usado por las pequeñas fábricas, requiere:

- El pesaje de una cantidad predeterminada de masa.
- Colocar la masa en un recipiente.
- El corte de la masa en pequeños pedazos.
- Dar forma a la tortilla.

Por otra parte en la segunda forma que es ampliamente usada por productores más grandes, la masa es extrudida y cortada en pequeñas piezas redondas (Serna, 2009).

Espolvoreo de la masa

En la elaboración de tortillas por prensas caliente y extendido manual se requiere el espolvoreo con harina antes de la formación de la tortilla, ya que esto reduce la pegajosidad de la masa, mejorando la rolabilidad y la formación de la tortilla, en la elaboración de tortillas por cortadora, la lámina de masa también es espolvoreada por las partes inferior y superior (Serna, 2009).

Descanso de la masa

Es necesario llevar esta operación del proceso; en la cual las bolsas de masa deben descansar para un moldeo óptimo a la hora de la elaboración de la tortilla. Generalmente las bolsas son transportadas a un intercambiador de humedad por alrededor de 7 a 20 minutos. El tiempo de descanso de la masa tiene una mayor importancia cuando se adicionan levaduras.

El tiempo de descanso corto, es causa de recuperación de la masa, mientras que a demasiado tiempo de descanso, se produce una pérdida de humedad y la formación de una masa dura, la cual causa marcas en la tortilla. La temperatura y la humedad relativa recomendada en el intercambiador de humedad son de 30° a 36° C y 65 % a 75% H.R. por lo regular algunos procesos no utilizan cámaras de descanso, pero en su lugar las porciones de masa son colocadas en recipientes cubiertos con una película plástica (Serna, 2009).

Formación de discos de tortillas

En este proceso las tortillas son producidas comercialmente por prensa caliente, extendido manual y con cortadora, con el objetivo de obtener tortillas uniformes.

Prensa caliente: Existen diferentes tipos de prensas, estas máquinas están diseñadas para transformar las bolas de masa en discos de tortilla uniformes, sin embargo la principal limitación es que las tortillas elaboradas por prensas calientes tienden a tener mayor variación en forma, las planchas de las prensas generalmente trabajan en un rango de temperatura de 190° a 220° C. la masa pierde alrededor de 2 % a 3 % de humedad durante el prensado. Por lo tanto el diámetro de la tortilla depende del peso y contenido de humedad de la masa, tiempo de prensado, temperatura de la plancha y el espacio existente en la prensa.

Extendido manual: este procedimiento necesita operadores para dar forma a la tortilla, donde la masa es pasada por rodillos y después es puesta en una plancha a 88° C. esta operación consta de cuatro pasos:

- La porción de masa comprimida.
- La masa aplastada es transportada a un par de rodillos que giran en la misma dirección y a la misma velocidad, y es aplanada, obteniendo una forma ovoide o elíptica.
- La masa ovoide es llevada a otro par de rodillos, donde es aplanada y se obtiene una forma circular.

- Los discos delgados de tortilla son colocados manualmente en una plancha caliente.

Cortadora: esta operación esta subdividida en tres pasos:

- Extrudido y espolvoreo.
- Laminado.
- Cortado y reciclado de la masa sobrante.

Este es uno de los procedimientos que tiene la ventaja de producir tortillas de forma uniforme, en un proceso continuo sin desperdicio de masa (Serna, 2009).

Horneado de la tortilla

Generalmente es elaborado en hileras de tres tortillas en un horno calentado por gas. Las tortillas de harina son horneadas a temperaturas que van de 190° a 250° C y con un tiempo de horneado de 15 a 38 segundos. La temperatura del horno es ajustada dependiendo de la forma de operación, el espesor de la tortilla, y el grado deseado de hechura.

Durante el horneado, las levaduras son inactivadas, el almidón es parcialmente gelatinizado, las proteínas desnaturalizadas, la tortilla coloreada y esta pierde de un 6 % a 7 % de humedad. El contenido de humedad de las tortillas horneadas varía de acuerdo al proceso de elaboración, las obtenidas por prensa caliente va de 30 % a 34 %, por extendido manual 25 % a 28 % y por cortadora 25 % a 26 % (Serna, 2009).

Enfriado de la tortilla

Las tortillas generalmente son enfriadas a 25° C por un tiempo de 5 a 9 minutos, perdiendo alrededor de 2 % de humedad (Serna, 2009).

Características físicas de la tortilla

1. por lo regular se considera que la tortilla tiene un olor y sabor característico al maíz, nunca a cartón o plástico. Su sabor es neutral, por lo cual se puede combinar con un sabor dulce, salado, ácido y picante.

2. Su forma tradicional es de aproximadamente de 15 cm de diámetro y su color depende del color del maíz (blanco es el más común, después le sigue el amarillo y por ultimo negro, violeta), pero existen diferentes tamaños que van desde 12 hasta 20 cm para diferentes usos.

3. La tortilla es suave (no dura como “huarache”) y elástica (se puede doblar sin romperse) pero esto es después de calentarla y cuando se calienta se infla creando pequeñas burbujas (punto de suavidad y elasticidad) [(Meza, 2012)].

Composición química de la tortilla de maíz

La tabla No. 5 resume la composición química general y mineral de la tortilla de maíz nixtamalizado.

Tabla 5. Composición química general y mineral de la tortilla de maíz nixtamalizado (en g/100 g y porcentaje)

Energía	206 g
Humedad	14.1 ± 1.7 %
Ceniza	1.32 ± 0.21 %
Proteína	5.6 g
Grasa	1.3 g
Carbohidrato	66.82 g
Fibra dietética	11.25 %
Calcio	48.3 ± 12.3 mg
Fosforo	299.6 ± 57.8 mg
Hierro	4.8 ± 1.9 mg
Sodio	59.2 ± 4.1 mg
Potasio	324.8 ± 33.9 mg

Magnesio	107.9 ± 9.9 mg
Zinc	4.6 ± 1.2 mg
Cobre	1.3 ± 0.2 mg
Manganeso	1.0 ± 0 mg
Tiamina	0.12 mg *
Riboflavina	0.05 mg *
Niacina	1.02 mg *
Equivalentes de Retinol	15 mcg *

Fuente: (González, 2005)

Valor nutrimental

En México el instituto nacional de la nutrición salvador subirán se demostró la importancia de la tortilla como un alimento mayoritario (65%) en la dieta de los mexicanos.

En términos de porcentaje, la tortilla aporta el 65% y el frijol el 15% de la dieta rural en el estado de Querétaro, sin embargo datos semejantes fueron presentados sobre la dieta de niños en Guatemala, que indicaron el consumo de 72 y 8% de maíz y frijol, respectivamente. Por lo tanto este alimento étnico es el de mayor demanda en el país con un consumo anual aproximado de 12 millones de toneladas de tortillas. Por lo que en México, la tortilla representa un excelente vehículo para incrementar la calidad nutricional de la dieta ya que es el producto más consumido por la población mexicana (Figuroa, 2000).

Fortificación de la tortilla

La fortificación de la tortilla es una tecnología para enriquecer con nutrientes, los cuales pueden ser micronutrientes como: vitaminas y minerales la tortilla de maíz nixtamalizado, mediante la adición de vitaminas hidrosolubles (tiamina, riboflavina, ácido fólico, niacina) y minerales (hierro, zinc) y macronutrientes como proteínas.

En 1997 en México, se estableció el compromiso de la adición de vitaminas y minerales a las harinas nixtamalizadas, con el fin de compensar las pérdidas de nutrientes durante el proceso,

lo cual resulto en la adición de 5 mg de tiamina, riboflavina 3 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 2 mg, hierro 30 mg y zinc 20 mg/kg. El costo por la adición de los seis nutrientes represento 1.6 % del precio de la tortilla (Figueroa, 2014). La norma oficial mexicana NOM-147-SSA1-1996 establece la posibilidad de adicionar cualquier ingrediente nutritivo, siempre y cuando éste no tenga un efecto nocivo a la salud (Camacho, 2000).

La importancia de la fortificación con micronutrientes reside en el potencial para beneficiar, en el menor tiempo a la mayor parte de la población con desnutrición, por medio del mejoramiento de la calidad de los alimentos que componen la mayor parte de la dieta popular (Figueroa, 2014).

Tortillas modificadas en su composición

Desarrollo de tortilla de maíz fortificado con fuentes de proteína y fibra y su efecto biológico en un modelo animal

Debido a una investigación, se propone enriquecer la tortilla de maíz nixtamalizado con 4 diferentes harinas: amaranto (*Amaranthus spp*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), nopal (*Opuntia ficusindica*) y alga (*Ulva clathrata*) para que llegue a ser un alimento completo, a bajo costo y ataque dos de los principales problemas de nutrición de los que adolece a nuestra sociedad (Falta de proteína de alto valor biológico y la deficiencia de fibra dietética en la dieta).

El objetivo principal observar los efectos fisiológicos causados por la fortificación de tortillas de maíz nixtamalizado con diferentes proporciones de harina de amaranto (*Amaranthus spp*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y alga (*Ulva clathrata*) en un modelo animal.

Por lo tanto se formularan 2 grupos de tratamientos: a) alto en proteína y b) altas en fibra dietética; ambos basados en recomendaciones nutricionales, así mismo evaluar el efecto de estas fortificaciones sobre la reología y las propiedades texturales de masa y tortilla de maíz nixtamalizado.

Elaboración de tortillas de maíz adicionada con harina de linaza

Con necesidad de un producto que mejore la calidad de vida de la población se elabora una tortilla que además de ser consumo básico brinde propiedades benéficas para el organismo como aliviar trastornos digestivos, estreñimiento, antioxidante y reducción de peso.

Sabiendo la necesidad que tiene nuestro país de personas emprendedoras, que ayuden a incrementar la economía del mismo mediante la oferta de empleos y el aprovechamiento adecuado de nuestros recursos naturales, por tal razón se decidió crear una microempresa sentando las bases de un negocio donde se aplique los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la UPIBI, y al mismo tiempo brindar la posibilidad del crecimiento económico del país.

Sin embargo el objetivo fue elaborar tortillas a base de harina de maíz adicionada con linaza, desarrollando una tortilla como un producto de innovación. Así mismo aprovechar las propiedades nutritivas de la linaza en un producto de alto consumo.

Elaboración de tortillas funcionales a base de Maíz (*Zea Mayz L.*), Avena (*Avena sativa L.*) y zanahoria (*Daucus carota*) “TORTIZANAS”

Se pretendió a desarrollar productos con tendencia saludable, un producto ideal para realizar esta función es la tortilla rica en fibra que al ser un producto de alto consumo en México y tener características físicas y organolépticas similares a la tortilla de maíz común.

El objetivo general fue desarrollar una tortilla funcional cuyas características agraden al consumidor y que cuente con una aportación rica en fibra. Por lo tanto se determinó la aceptación del producto entre los posibles consumidores, sin embargo llevando a cabo el análisis de humedad, fibra y cenizas de las tortillas funcionales elaboradas a base de maíz, avena y zanahoria.

Por lo que se obtuvieron formulaciones cuyas características de las tortillas elaboradas a base de maíz, avena y zanahoria se asemejaban más a una tortilla de maíz. Las tortillas funcionales a base de maíz, avena y zanahoria, aportaron un 15.91% más fibra que una tortilla elaborada de maíz, obteniendo un buen nivel de aceptabilidad por parte del consumidor.

Desarrollo de un prototipo de tortilla funcional de maíz (*Zea mays*) y harina de grillo (*Acheta domestica*), como fuente de proteína para dieta humana.

Actualmente se buscan nuevas alternativas de fuente proteica una de ellas es la entomofagia que se define como el consumo de insectos por seres humanos. La harina de grillo (*Acheta*

domesticus) posee un alto valor proteico que oscila de 56 a 65%. Sus proteínas se caracterizan por tener todos los aminoácidos esenciales, es decir que el cuerpo no los puede producir por sí mismo y por esta razón es necesario obtenerlos a partir de alimentos. La harina de grillo es rica en varios micronutrientes como el hierro, cobre, magnesio, fósforo, selenio, zinc y calcio. Tiene un alto contenido en vitamina B12 muy importante para el metabolismo de las proteínas y la formación de glóbulos rojos. Además, contiene fibra.

Por lo tanto se determinó el nivel de sustitución de harina de maíz por harina de grillo que optimice las características físicas y contenido de proteína de una tortilla. Por lo que se dio a obligar a determinar los tiempos de cocción adecuados para la elaboración de las tortillas de maíz y harina de grillo que optimice sus características físicas.

Al observar los resultados obtenidos de los análisis químicos de las harinas de grillo y maíz. Los valores de humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra, proteína y carbohidratos encontrados en la harina de maíz cumplen con los valores establecidos para harinas utilizadas en la elaboración de tortillas.

Al observar los resultados obtenidos de los análisis físicos de las harinas de grillo y maíz, los valores de color, ISA, IAA y actividad de agua encontrados en la harina de maíz cumplen con los valores establecidos para harinas utilizadas en la elaboración de tortillas. Los valores de color, ISA, IAA y actividad de agua encontrados en la harina de grillo cumplen con los valores establecidos para harinas de grillo industrializadas.

Efectos de la fortificación y enriquecimiento de tortillas regulares y de maíz de alta calidad proteica en el desarrollo fisiológico, cerebral y desempeño en el aprendizaje de ratas de laboratorio

En estudios el ser humano se ha encontrado ciertos beneficios de la fortificación con soya de la tortilla en el crecimiento y desarrollo cognoscitivo en niños de áreas rurales.

Con este trabajo se pretende aportar más evidencias de los beneficios del enriquecimiento y fortificación proteica de la tortilla usando un modelo animal (ratas), para poder estudiar su crecimiento, su desempeño reproductivo, su desarrollo cerebral y desempeño en laberintos, no sólo en un cierto período de tiempo como se hace en los seres humanos, sino durante dos

generaciones, logrando así monitorear también el efecto del enriquecimiento y fortificación en las etapas prenatales y de lactancia. Además se utilizó maíz QPM para evaluar su mejor balance de aminoácidos esenciales y determinar si es factible utilizarlo en programas de fortificación de la tortilla.

Por otra parte se observó los efectos fisiológicos y de desarrollo cerebral causados por el enriquecimiento y fortificación de tortillas de maíz en un modelo animal (ratas) durante dos generaciones, siguiendo un estudio de crecimiento en ratas durante dos ciclos de vida para emular ciclos generacionales en humanos entre los diferentes tipos de tratamientos Fisiológicas (crecimiento, digestibilidad, retención de nitrógeno, desempeño reproductivo y de madres lactantes), Desarrollo cerebral (peso cerebro y cerebelo, densidad sináptica entre neuronas, cuantificación de proteína, mielina, ADN y ARN) y Memoria y desempeño de aprendizaje en pruebas de laberinto.

Las ratas de la primera generación alimentadas con la dieta control obtuvieron la más alta conversión proteica. La dieta TQPMSYE (2.13 g de peso ganado/g de proteína consumida) obtuvo los mejores resultados de las dietas con tortilla seguida por las ratas alimentadas con las dietas TSYE y TQPME (1.84 y 1.89 g de peso ganado/g de proteína consumida, respectivamente). La peor eficiencia de conversión proteica se observó en los animales alimentados con las dietas TMR y TRE (0.98 y 1.41 g de peso ganado/g de proteína consumida respectivamente). Se encontró una correlación del 0.968, $P < 0.01$ entre el VAAE y el peso final de las ratas y de 0.977, $P < 0.01$ entre el VAAE y la conversión proteica. Esto confirma que el valor de aminoácidos esenciales está íntimamente relacionado con la eficiencia de la conversión proteica y por lo tanto de la ganancia de peso. Las ratas control alimentadas con una dieta a base caseína tuvieron el mayor crecimiento y conversión proteica. Estos datos están acordes con otras investigaciones realizadas.

Las ratas alimentadas con las dietas elaboradas con maíz regular sin fortificar (TMR y TRE) presentaron pérdida de pelo y dermatitis severa especialmente después del segundo mes de estudio. Se conoce que la deficiencia de niacina produce pelagra y dermatitis (Neldner, 1988). Interesantemente las ratas alimentadas con maíz QPM y/o soya no presentaron la dermatitis debido a la presencia de mayor cantidad de triptófano que es convertido a niacina.

HIPÓTESIS

La adición de harina de semilla de mojú permitirá obtener tortillas con mayor contenido nutrimental, física y sensorialmente aceptables.

METODOLOGÍA

DISEÑO DE ESTUDIO

El presente trabajo es experimental porque se manipuló la proporción de harina de mojú y maíz con la cual se elaboraron las tortillas, y cuantitativo porque se evaluaron aspectos físicos, químicos y sensoriales.

MUESTRA

La materia prima que se utilizó para la caracterización de la tortilla de la semilla del árbol de mojú se adquirió con una autorización para la recolección del zoológico Miguel Alvares del Toro, de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas en los meses de abril y mayo. Las semillas recolectadas debían estar limpias, integra y sin ninguna picadura de insecto. En cuanto a la harina de maíz; se utilizó una harina de maíz blanco de marca comercial (Maseca®).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizaron evaluaciones a las tortillas elaboradas con harina de maíz y mojú, por lo que se utilizó un diseño de un solo factor con 5 niveles y un control, que consiste en 0% de harina de mojú. Todas las evaluaciones se realizaron por triplicado. La concentración en % de harina de semillas de mojú son: 10%, 20%, 30%, 40% y 50% (Tabla 6.).

Tabla 6. Diseño experimental de los tratamientos

Tratamiento	Proporción de harina mojú (en %)	Proporción de harina de maíz (en %)
Control	0	100
T1	10	90
T2	20	80
T3	30	70
T4	40	60
T5	50	50

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Papeleta de análisis sensorial:

Para el análisis sensorial se utilizó un formato para realizar la evaluación sensorial de la caracterización de las tortillas enriquecidas con harina de mojú y maíz a diferentes concentraciones, y un sistema de control (harina de mojú). Se evaluaron los siguientes atributos color, olor, textura, sabor y apariencia general en todos los tratamientos, especificado los criterios de evaluación: me gusta mucho, me gusta poco, me disgusta poco y me disgusta mucho (Ver Anexo 5).

DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS A UTILIZAR

Proceso de molienda para la obtención de la harina de mojú:

Para la elaboración de la harina se pesó 3 kg de mojú previamente seleccionados, libres de cascarillo, piedra, palos y hojas. Posteriormente la semilla fue lavada y desinfectada, para luego pasar al proceso de deshidratación a una temperatura de 65°C y un tiempo de 48 horas. Terminada esta etapa el mojú deshidratado se trituroó y se sometió a un tamizado, con el tamiz No 250 (No de poros: 00610 mm, 00024 pulgadas) hasta obtener una harina fina (Figura 6), (Anexo 1).

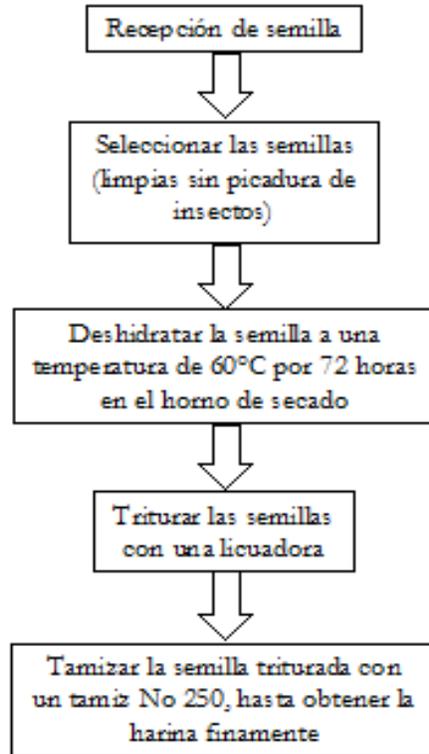


Figura 6. Diagrama de proceso para la elaboración de harina de mojú

Proceso de elaboración de tortilla

Con respecto a la elaboración de las tortillas se mezclaron las diferentes concentraciones de harinas de mojú y maíz (T10-90, T20-80, T30-70, T40-60 y T50-50), se mezclaron hasta obtener una masa de textura homogénea hasta moldear las bolas de masa, añadiendo 190 ml de agua. Posteriormente se formaron las tortillas con una medida de 15 cm de diámetro con la ayuda de una prensa metálica. En seguida se calentó por ambos lados de la tortilla en la superficie caliente de un comal a una temperatura aproximadamente de 100°C (Figura 7), (Anexo 1).

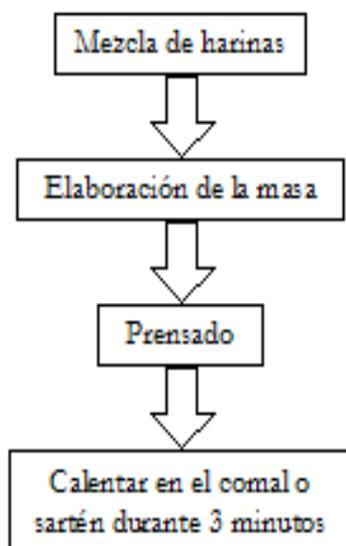


Figura 7. Diagrama de proceso para la elaboración de tortilla

DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS

Determinación de humedad

Se determinó por deshidratación utilizando una estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica N° 1 de la AOAC publicada en 1984 (Anexo 2).

Determinación de ceniza

Se determinó por incineración utilizando una parrilla de calentamiento (Marca Corning®, Modelo PC-400 México) y mufla a 650°C (Marca sibLindberg®, Modelo CTDC-002, México), mediante la técnica N° 2 de la AOAC publicada 1984 (Anexo 2).

Extracto etéreo (grasa cruda)

Se determinó el contenido de grasa por diferencia de peso con respecto a la grasa extraída utilizando extractor Soxhlet (Marca Lab-Line®, Modelo 500 U.S.A) y estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica N° 3 de la AOAC (asociación científica) publicada en 1984 (Anexo 2).

Determinación de proteína cruda

Se determinó por fórmula el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína cruda utilizando el Digestor microkjeldahl (Marca Labconco®, Modelo 603000 México), mediante la técnica N° 4 de la AOAC publicada en 1984 (Anexo 2).

Determinación de fibra cruda

Se determinó el contenido de fibra por diferencia de peso utilizando el equipo de digestión de fibra (Marca Labconco®, Modelo 300010 U.S.A) mediante la técnica N° 5 de la AOAC publicada en 1984 (Anexo 2).

Colorimetría

Para la determinación de Color se utilizó un colorímetro de reflexión, marca (MINOLTA) y se realizó por la técnica de CIELab*, de acuerdo a los valores (L, a, b), realizando el escaneo en cada tratamiento. (Anexo 3).

Rolabilidad

Para la rolabilidad se elaboraron tres tortillas por cada tratamiento, después de 30 min de la elaboración de las tortilla, con la ayuda de una varilla de vidrio de 2 cm de diámetro se enrolló observando el grado de rompimiento. El grado de rompimiento de las tortillas en forma subjetiva utilizando una calificación del 1 al 5 por medio del método descrito por Bedolla (1983). (Anexo 3).

Inflado

Para evaluar el inflado se elaboraron 3 tortillas por cada tratamiento observando el tamaño de la ampolla que presentó cada tortilla al momento de su elaboración, asignándole una calificación del 1 al 3 de acuerdo a la tabla 10. (Anexo 3).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico, se utilizó un análisis de un solo factor con un porcentaje de confianza del 95%. Para el dicho análisis se ocupara el software estadística versión 7.0 de la empresa Windows. Para la presentación de las gráficas se utilizara el programa Excel 2013 de la compañía Microsoft.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la experimentación y caracterización de las tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú. Sin embargo el análisis físico, químico proximal y sensorial permitió conocer la composición de la tortilla de maíz enriquecida con mojú, su grado de aceptación y sus características físicas que nos condujo a la elección de la mejor formulación con las características deseadas en una tortilla (enrollado, inflado, color, olor y textura).

FORMULACIONES DE TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDO CON HARINA DE MOJÚ

Como partes del diseño experimental se diseñaron 5 formulaciones diferentes para la elaboración de la tortilla enriquecida con harina de mojú, tal y como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Formulación de harina de mojú y maíz en %

Formulación	Harina mojú (en %)	Harina de maíz (en %)
C	0	100
T1	10	90
T2	20	80
T3	30	70
T4	40	60
T5	50	50

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDAS CON HARINA DE MOJÚ

En el presente estudio se presentan los resultados del análisis químico proximal de las tortillas de acuerdo a las formulaciones realizadas; comprendiendo humedad, cenizas totales, extracto etéreo, proteína (método micro Kjeldhal) y fibra cruda (AOAC).

Tabla 8. Resultados de análisis químico proximal de las tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú

Formulaciones	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra
C	45.82±1.71	1.22±0.04	0.28±0.12	0.17±0.01	3.57±0.62
T1	48.21±1.35	1.42±0.04	0.55±0.05	0.34±0.25	3.95±3.62
T2	47.58±0.70	1.56±0.05	0.48±0.08	0.12±0.06	3.36±0.05
T3	46.70±0.56	1.75±0.02	0.44±0.07	0.35±0.01	3.36±0.59
T4	43.41±0.08	1.83±0.04	0.37±0.03	0.48±0.18	4.36±0.09
T5	42.65±0.70	2.08±0.03	0.26±0.06	0.21±0.06	5.49±2.32

De acuerdo al análisis químico proximal realizado a las tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú (tabla y figura 8), se observa que los componentes que se encuentran en mayor cantidad son: humedad, ceniza, proteína y fibra.

Cabe mencionar que la variación de los resultados se debió a la manipulación de las concentraciones de harina de maíz y mojú en cada uno de los tratamientos.

Los resultados fueron variados con respecto a lo que se reporta en la tabla 8, con valores altos en humedad y grasa para los tratamientos T1 y T2. Por lo que se reportó que mayor concentración de mojú descendió la humedad para los tratamientos T4 y T5 teniendo como parámetro un menor inflado en las tortillas.

Por lo tanto para los valores de ceniza, proteína y fibra fueron los tratamientos T4 y T5; siendo superior a la tortilla control (C) de 100% maíz. Por lo que entre más concentración de harina de mojú ascendió el % en los valores de ceniza de los tratamientos T4 (1.83%) y para T5 (2.08%), probablemente se debió a la presencia de minerales presentes en la ceniza y que se

encuentra con una mayor presencia en las semillas de mojú, principalmente el calcio, fosforo, magnesio, potasio hierro y zinc (Martínez, 2014).

Sin embargo se puede observar que a mayor concentración de harina de mojú, mayor es la concentración de los componentes en cuanto a fibra, ligeramente ascendiendo a la medida a que se agrega harina de mojú; debiéndose a que puede ser la reducción y concentración de humedad al momento del calentamiento. Sin embargo el aumento de fibra dietética significa un aporte importante para nuestro valor nutrimental. El incremento de ceniza y fibra dietética son significativos, por lo que puede aportar un efecto positivo en la dieta, además de afectar el comportamiento de las masas y tortillas resultantes.

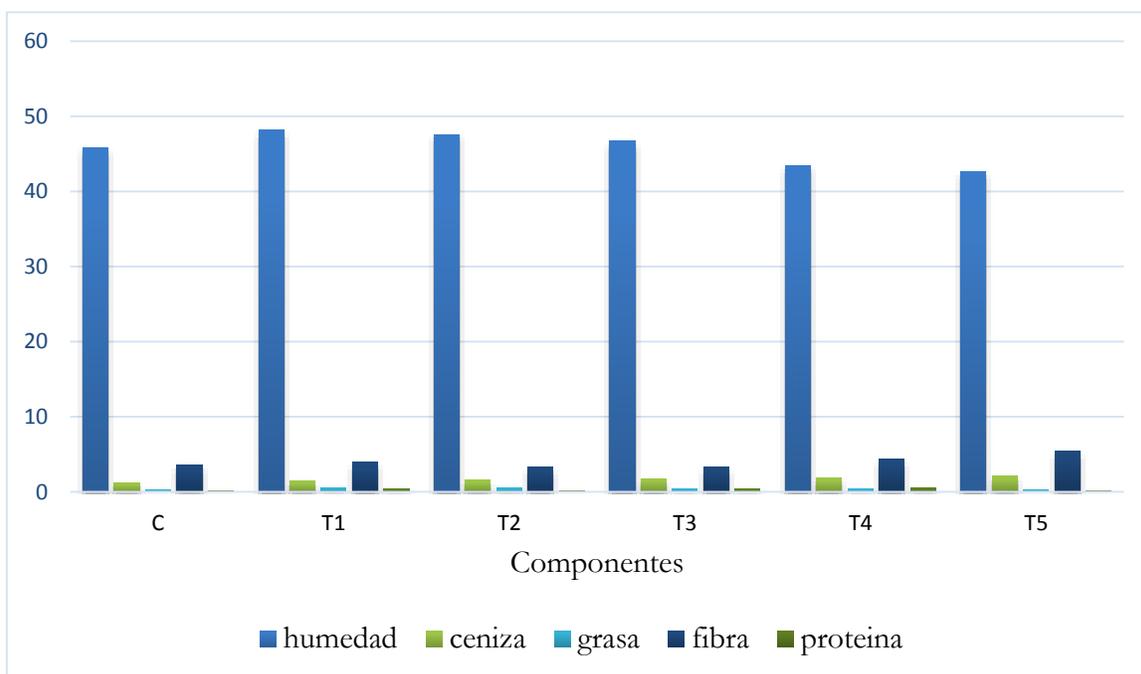


Figura 8. Grafica de los tratamientos de la evaluación química de las tortillas de maíz enriquecida con semilla de mojú

PRUEBA DE ROLABILIDAD Y GRADO DE INFLADO EN LAS TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ

De acuerdo con los resultados obtenidos para rolabilidad y grado de inflado se obtuvo una diferencia entre las características de cada una de las cinco formulaciones de harina de maíz enriquecida con harina de mojú esto de acuerdo con las diferentes cantidades.

Tabla 9. Resultados de prueba de rolabilidad y grado de inflado de tortilla de maíz enriquecida con harina de mojú

Formulaciones	Rolabilidad	Grado de inflado
C	1±0	1±0
T10	1±0	1±0
T20	1±0	1±0
T30	2±0	2±0
T40	3±0	3±0
T50	3±0	3±0

Para la determinación de rolabilidad de las tortillas enriquecidas con harina de mojú se utilizó el método descrito por Bedolla (1983). Se consideraron las cinco formulaciones y un control, cada tortilla se enrolló manualmente con un agitador de vidrio observando el grado de rompimiento. La calificación fue asignada con respecto a la tabla 10.

Tabla 10. Escala de evaluación de rolabilidad en tortilla de maíz enriquecida con harina de mojú

Calificación	Características
1	Tortilla que no presenta ruptura
2	Presenta ruptura de aproximadamente el 25% del ancho de la tortilla
3	Presenta una ruptura aproximada del 50% del ancho de la tortilla
4	Ruptura de aproximadamente del 75% del ancho de la tortilla
5	Ruptura completa

Fuente: (Bedolla, 2009)

En lo que respecta en cada formulación no existió mucha diferencia entre el control y las formulaciones (T10 y T20) ya que las tortillas que se realizaron en forma de rollo sin presentar rupturas. En la formulación T30 se asignó con una calificación de 2, presentando ruptura de aproximadamente 25% del ancho de la tortilla. Mientras que en las formulaciones T40 y T50 fueron asignados con la calificación de 3, por lo que presentaron un a una ruptura aproximadamente de 50% del ancho de la tortilla.

La rolabilidad tiene una fuerte relación con la humedad de las tortillas, por lo tanto las tortillas con una humedad por encima de 35%, serán tortillas suaves y no quebradizas (Figuroa, 2000).

Para el grado de inflado se observó el tamaño de ampolla de cada una de las formulaciones al momento de su cocción asignando una calificación de acuerdo a la tabla 11.

Tabla 11. Escala de evaluación de grado de inflado en tortillas de maíz

Calificación	Características
1	Inflado completo
2	Inflado intermedio
3	Sin inflado

Fuente: (Alarcón, 2002).

Se puede observar el grado de inflado en la tabla (9) no presento diferencia entre el control y las formulaciones T10 y T20, el inflado de estos tratamientos fue bueno dándole un punto de 1, un inflado completo; con respecto a la formulación T30 (30 g de harina de mojú/70 g de harina de maíz), se dio una calificación de 2, inflado intermedio; lo cual dio como resultado menor inflado en las tortillas. Mientras que la formulaciones T40 y T50 obtuvieron un punto de 3, sin inflado; esto dependió de la concentración de harina de mojú, ya que al agregar mayor porcentaje de harina de mojú tiende a reducir el grado de inflado. Por lo tanto el grado de inflado de la tortilla es un parámetro importante, considerando como un resultado de buena o mala elaboración de la tortilla, y de un buen o mal manejo del proceso de producción en general (Yañez, 2015).

Se considera que un buen inflado se debe a la formación de dos capas impermeables en la tortilla al momento de su cocción, la primera se produce cuando se coloca la tortilla cruda

sobre el comal caliente, ya que se provoca la gelatinización de los almidones que están en contacto directo con la superficie caliente, la segunda capa se produce al voltear la tortilla para permitir la gelatinización del almidón que se encuentra presente en esta segunda cara de la tortilla, la voltear por tercera ocasión provoca que el vapor del agua que produce durante el calentamiento no pueda escapar permitiendo que se separen ambas capas haciendo que la tortilla se infle (Alarcón, 2002).

RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE COLOR DE LAS TORTILLAS DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ

Cuando el color se expresa en la escala CIELAB, la L^* se define como la claridad o brillo, el centro del eje L^* muestra que $L=0$ (negro o absorción total) en el fondo. El centro de este plano es neutral o gris; mientras que a^* denota el valor rojo/verde y b^* el valor amarillo/azul. Por lo tanto *Hue* (tono, tinte o color) toma el valor de 0 y 360°, mientras que *Chroma* (saturación, intensidad, pureza) toma el valor 0 siendo el grado de color (incoloro, brillo o palidez).

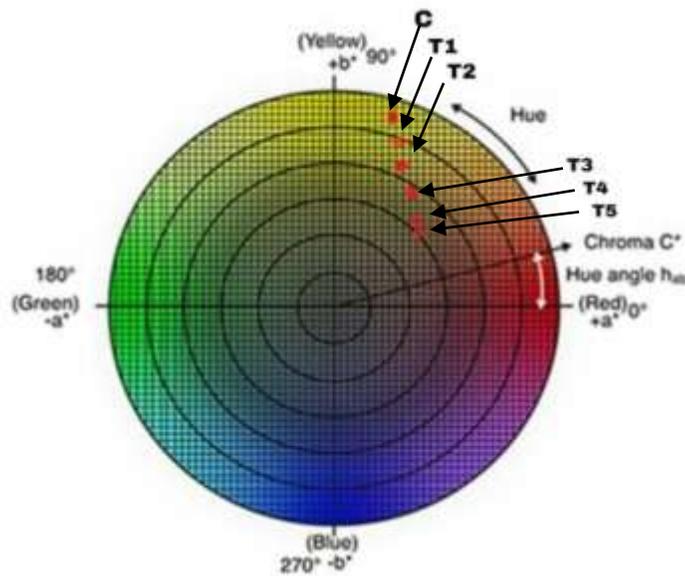


Figura 9. Espacio de color CIE $L^* A^* B^*$, H^* y C^*

Para las formulaciones de las tortillas se obtuvo valores de color L^* luminosidad, para la tortilla control fue de 75.69 esto se debe a que a que la tortilla control se elaboró con 100% de harina de maíz blanco tal y como se observa en tabla 12.

Con respecto al análisis estadístico se indica que las tortillas T10 (10% de harina de mojú-90% de harina de maíz) y T20 (20% de harina de mojú-80% de harina de maíz) son la que más se asemejan a la tortilla control; esto se debe al mayor porcentaje presente de harina en estas tortillas que es la de harina de maíz. Sin embargo se observó que al aumentar las concentraciones de harina de mojú en cada una de las formulaciones T10, T20, T30, T40 y T50

las tortillas tienden a descender el grado de L^* luminosidad tal y como se observa en la tabla 12.

Se observa en la tabla 12 que la tortilla control obtuvo un valor de Hue de un porcentaje de 86.41, para las demás formulaciones el valor de Hue tiende a descender T10: 79.97, T20: 77.07, T30: 74.86, T40: 73.88 y T50: 72.65. Teniendo como resultados estadísticos utilizado las formulaciones T10 y T20 como las tortillas que más se asemejan a la tortilla control, dejando a las formulaciones T30, T40 y T50 en un segundo grupo.

Para el croma de la tortilla control fue de un valor de 18.99, mientras que las demás formulaciones T10, T20, T30, T40 y T50 tendieron a elevar intensidad del color en las tortillas tal y como se observa en la tabla 12.

El color de la tortilla es una propiedad importante para su aceptabilidad por parte del consumidor y depende de las condiciones de nixtamalización: retención de calcio tiempo de reposo, temperatura de cocción y tipo de maíz (Sahai, 2001).

Tabla 12. Resultados de color de tortillas de maíz enriquecidas con harina de mojú

Formulaciones	L^*	Croma	Hue	a^*	b^*
C	75.69	18.99	86.41	1.18	18.95
T10	67.29	21.19	79.97	3.68	20.87
T20	60.22	23.57	77.07	5.28	22.97
T30	54.53	24.81	74.86	6.47	23.95
T40	49.76	23.71	73.88	6.58	22.78
T50	48.82	24.26	72.65	7.24	23.15

RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ

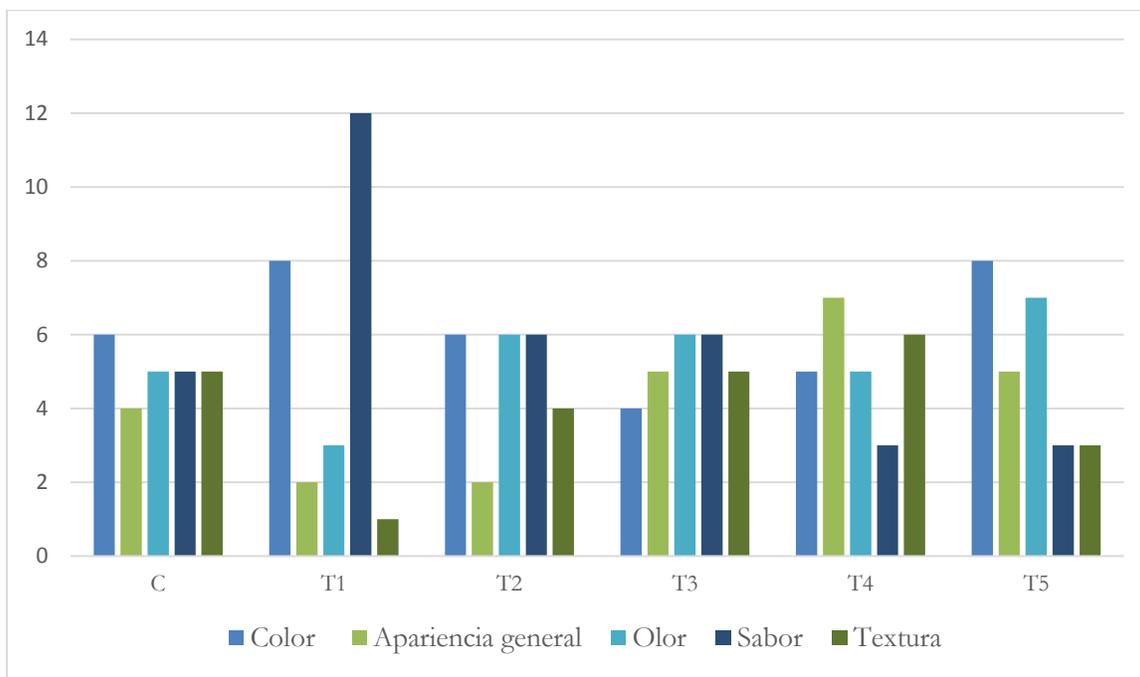


Figura 10. Resultados de prueba sensorial y grado de aceptación de las tortillas

En este estudio se realizó una evaluación sensorial determinando el grado de aceptación de la apariencia general de los atributos de las tortillas formuladas. Con respecto a la evaluación se presentó una boleta con los respectivos criterios de escalas (me gusta mucho, me gusta, no me gusta ni me disgusta, no me gusta y me desagrada), con la finalidad de evaluar la aceptabilidad de las tortillas que prefirieron los consumidores.

Dentro de los resultados en la figura 10, se puede observar la comparación de las diferentes formulaciones de las tortillas, la tortilla T1: 10 g harina de moju-90 g harina de maíz, T2: 20 g de harina de moju-80 g de harina de maíz y T3: 30 g de harina de moju-70 g de harina de maíz, por lo que fueron las que obtuvieron el mejor grado de aceptación en cuanto a los atributos (color, olor, sabor, apariencia general y textura), en cuanto a la escala verbal del tratamiento control de 100% de harina de maíz obtuvo una buena aceptación; el cual lleva a cercarse a los tratamiento T1, T2 y T3 de las características deseables de una tortilla convencional hecha de maíz.

Po lo tanto los resultados se deben prácticamente a la incorporación de otro alimento obteniendo un cambio en los atributos y apariencias generales de las tortillas como el sabor, color, olor y textura que en los consumidores no son casi aceptados al consumir. Sin embargo las tortillas de maíz adicionado con harina de cuajilote genera opacidad y falta de saturación lo que contribuya a aumentar el nivel de desagrado por lo que la concentración de harina de cuajilote llega a incorporar sabores dulces que no son propios de una tortilla similar de 100% de maíz. (Roblero y Vazquez, 2018). Otro ejemplo es la harina de *ulva clathrata* ya que resulta tener interesantes propiedades tecnológicas funcionales al presentar mayor índice de absorción de agua en comparación con la harina de maíz mejorando las propiedades tras la sustitución parcial en el caso de la harina comercial, la harina de alga también presenta un índice de solubilidad en agua mayor con respecto a la harina de maíz y tras la sustitución se refleja las propiedades en todas las mezclas (Alarcón, 2015).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se realizó y al mismo tiempo se logró la caracterización de las tortillas de maíz enriquecidas con harinas de mojú y las evaluaciones físicas, químicas y sensorialmente, por lo que se logró conocer los componentes que se encuentran presentes en mayor cantidad en las tortillas como son: ceniza, proteína y fibra.

Para rolabilidad y grado de inflado se obtuvieron diferencias entre las características de cada una de las cinco formulaciones de harina de maíz enriquecida con harina de mojú esto de acuerdo con las diferentes cantidades. Con respecto Al color a la evaluación en escala CIELAB se indica que las tortillas T10 (10% de harina de mojú-90% de harina de maíz) y T20 (20% de harina de mojú-80% de harina de maíz) son la que más se asemejan a la tortilla control; esto se debió al mayor porcentaje presente de harina en estas tortillas que es la de harina de maíz. Sensorialmente, se presentó diferencias significativas; la formulación T2 y T3 fueron la más aceptada, con un grado de satisfacción mayor con respecto a las de más formulaciones.

Por lo tanto la fortificación y enriquecimiento de la tortilla es una alternativa viable a la alimentación gracias a los beneficios nutrimentales para la población chiapaneca que se requieren en nuestra dieta, en especial al público consumidor de tortillas, y sin olvidar también y considerando a las comunidades de bajos recursos.

RECOMENDACIONES

Elaborar otros tipos de productos, para la mezcla de harina de maíz y harina de semilla de mojú.

Uso de un modelo biológico para evaluar la calidad de la tortilla por fortificación con minerales por medio de tres métodos, evaluación de los minerales en animales, peso corporal y crecimiento.

Evaluar la factibilidad económica del proyecto para la realización de tortilla u otros productos a nivel industrial.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Manuel. 2002. Desarrollo de una tortilla adicionada con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. Desarrollo de una tortilla adicionada con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. [En línea] 2002. [Citado el: 09 de Abril de 2019.] <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16430/Tesis%20Alarc%C3%B3n%20Carmona%20Rom%C3%A1n%20Manuel.pdf?sequence=1>.

ALARCÓN, Román. 2015. Desarrollo de una tortilla adicionada con Ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. Desarrollo de una tortilla adicionada con Ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. [En línea] Diciembre de 2015. [Citado el: 19 de Mayo de 2019.] <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16430/Tesis%20Alarc%C3%B3n%20Carmona%20Rom%C3%A1n%20Manuel.pdf?sequence=1>.

ANDINO, Maritza. 2012. Procesamiento y consumo de la semilla de ojoche. [En línea] 2012. <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureOjoche2010.pdf>.

ARAGÓN. 2007. Caracterización premilitar del Ramón (*Brosimum alicastrum*). Caracterización premilitar del Ramón (*Brosimum alicastrum*). [En línea] 2007. [Citado el: 21 de Marzo de 2017.] [file:///C:/Users/Fc.%20Mariano/Downloads/MS16%20Informe_Tcnico_CONAP_Cosecha_de_Ram_n%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Fc.%20Mariano/Downloads/MS16%20Informe_Tcnico_CONAP_Cosecha_de_Ram_n%20(1).pdf).

—. 2009. Nueva población de teocintle en Oaxaca. [En línea] 2009. [Citado el: 09 de Abril de 2017.] http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FX004/EL_ORIGEN_Y_DIVERSIFICACION_DE_MAIZ_ene09.pdf.

ARÉVALO. 2011. Respuesta glicémica de la semilla de ramón (*Brosimum alicastrum*). [En línea] 2011. http://uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-25/9_respuesta%20glicemica.pdf.

ASTURIAS, Miguel. 2004. Maíz de alimento sagrado o negocio de hambre. [En línea] 2004. http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf.

BAUMANNNS. 2013. La nuez maya (*Brosimum alicastrum*). [En línea] febrero de 2013. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.bivica.org/upload/nuez-selva-maya.pdf>.

BEDOLLA. 2009. Estudio del fenómeno de endurecimiento en tortillas de maíz y los efectos en sus propiedades. Estudio del fenómeno de endurecimiento en tortillas de maíz y los efectos en sus propiedades. [En línea] Mayo de 2009. [Citado el: 06 de Abril de 2019.] <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46782/EscalanteAburtoAnayansi.pdf?sequence=2>.

CALLEJA. 2015. La tortilla como calidad culinaria y producto de consumo global. [En línea] 2015. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v28n66/1870-3925-regsoc-28-66-00161.pdf>.

CALLEJA, Margarita. 2006. La tortilla como calidad culinaria y producto de consumo global. [En línea] 2006. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v28n66/1870-3925-regsoc-28-66-00161.pdf>.

CAMACHO. 2000. Uso del cerdo como modelo biologico para evaluar la calidad de la tortilla de la tortilla por dos procesos de nixtamalización y la fortificación con vitaminas y pasta de soya. Uso del cerdo como modelo biologico para evaluar la calidad de la tortilla de la tortilla por dos procesos de nixtamalización y la fortificación con vitaminas y pasta de soya. [En línea] Septiembre de 2000. [Citado el: 17 de Febrero de 2019.] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

CERVANTES, Sandra. 2013. Informe tecnico de la evaluación anual sobre el efecto nutricional de la harina de maíz nixtamalizada fortificada. [En línea] 2013. [Citado el: 03 de Abril de 2017.] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

DÍAZ, María. 2014. Propiedades funcionales del almidón. Propiedades funcionales del almidón. [En línea] 03 de Febrero de 2014. [Citado el: 12 de Abril de 2017.] <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a10.pdf>.

ESTEVA. 2012. Sin maíz no hay país. [En línea] 2012. [Citado el: 09 de Abril de 2017.] http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FX004/EL_ORIGEN_Y_DIVERSIFICACION_DE_MAIZ_ene09.pdf.

FIGUEROA. 2014. El origen del maíz. [En línea] 2014. [Citado el: 13 de Abril de 2017.] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

—. 2000. Uso del cerdo como modelo biológico para evaluar la calidad de la tortilla por dos procesos de nixtalización y la fortificación con vitaminas y pasta de soya. Uso del cerdo como modelo biológico para evaluar la calidad de la tortilla por dos procesos de nixtalización y la fortificación con vitaminas y pasta de soya. [En línea] 2000. [Citado el: 18 de Febrero de 2019.] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

FLORES. 2013. Situación del maíz y la tortilla. Situación del maíz y la tortilla. [En línea] 2013. [Citado el: 10 de Abril de 2017.] http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/1715/1/Dominguez_Mercado_CA_MC_Produccion_Semillas_2012.pdf.

FRANCISCO REJÓN. 2013. Uso tradicional del árbol de Ramón. Uso tradicional del árbol de Ramón. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de Enero de 2019.] http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/ige/ige-2013-15.pdf.

GOMEZ. 2014. Cambios que ocurren durante el proceso del almidón. Cambios que ocurren durante el proceso del almidón. [En línea] 2014. [Citado el: 19 de Febrero de 2019.] <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1271/Capitulo3.pdf>.

GONZALES. 2009. Circuito de comercialización de maíz. [En línea] 2009. [Citado el: 10 de Abril de 2017.] http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/1715/1/Dominguez_Mercado_CA_MC_Produccion_Semillas_2012.pdf.

GONZÁLES, Karen. 2005. Composición química proximal y mineral, características físicas y vida de anaquel de las tortillas elaboradas artesanalmente para la venta y autoconsumo en algunos municipios de los departamentos de Totonicapán y Jutiapa. Composición química proximal y mineral, características físicas y vida de anaquel de las tortillas elaboradas artesanalmente para la venta y autoconsumo en algunos municipios de los departamentos de Totonicapán y Jutiapa. [En línea] Agosto de 2005. [Citado el: 09 de Marzo de 2019.] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2331.pdf.

HERNANDEZ, Victor. 2015. caracterización de la producción con árboles de ramón y sus derivados para el desarrollo sustentable de la región sur del estado de Yucatán. [En línea] Noviembre de 2015. <http://ru.iiec.unam.mx/2855/1/Eje3-120-Hernandez-Munguia-Monforte.pdf>.

HERRERA, Luis. 2008. Ramon (*Brosimum alicastrum*) protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. [En línea] Mayo de 2008. [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20\(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.\)%20Yucat%C3%A1n.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.)%20Yucat%C3%A1n.pdf).

HOSENEY . 2006. Almidón y aplicaciones industriales . aplicaciones industriales. [En línea] 2006. [Citado el: 11 de Abril de 2017.] <http://dgsa.uach.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/508/Caracterizacion%20morfologica%20y%20termica%20almidon%20de%20maiz.pdf?sequence=1>.

ILTIS. 2010. Homeotic sexual translocations and the origen of maize (*Zea mays*, Poaceae). [En línea] 2010. [Citado el: 09 de Abril de 2017.] http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FX004/EL_ORIGEN_Y_DIVERSIFICACION_DE_MAIZ_ene09.pdf.

LARQUÉ, Alfonso. 2014. Árbol de ramón: aliado contra el hambre y el cambio climático. Árbol de ramón: aliado contra el hambre y el cambio climático. [En línea] 2014. [Citado el: 14 de Mayo de 2017.] <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundo-vivo/5316-arbol-ramon-aliado-contr-el-hambre-y-el-cambio-climatico-reportaje>.

—. 2014. El sector forestal en apoyo a la cruzada contra el hambre "El uso de la Biodiversidad". El sector forestal en apoyo a la cruzada contra el hambre "El uso de la Biodiversidad". [En línea] Agosto de 2014. [Citado el: 24 de Septiembre de 2019.] http://yucataninnovador.org/wp-content/uploads/2017/02/49-R%C3%A1mon.pdf?fbclid=IwAR2V_x3VXeKqfdpKFmYV'TkWPdeJgfu-clzPQcpWlxSON3U-eH3dGbh1qHI.

LOMELÍ, E. A. . 2012. El consumidor ante la controversia sobre la tortilla. [En línea] 2012. [Citado el: 27 de Marzo de 2017.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n1/v2n1a13.pdf>.

MARENA. 2013. Guía de especies forestales de Nicaragua. Guía de especies forestales de Nicaragua. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de Mayo de 2017.] <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureOjoche2010.pdf>.

MARTÍNEZ. 2006. Una nueva visión de la degradación del almidón . Una nueva visión de la degradación del almidón . [En línea] 2006. [Citado el: 12 de Abril de 2017.] <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/508/Caracterizacion%20morfolo%20y%20termica%20almidon%20de%20maiz.pdf?sequence=1>.

MARTÍNEZ, Kevin. 2014. Desarrollo de la formulación de un atol de harina de maíz, enriquecido con harina de semilla de árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum*), evaluación nutricional y diseño del proceso. Desarrollo de la formulación de un atol de harina de maíz, enriquecido con harina de semilla de árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum*), evaluación nutricional y diseño del proceso. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1432_Q.pdf.

MEINERS. 2009. El Ramón: fruto de nuestra cultura y raíz para la conservación. [En línea] 2009. <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv87art2.pdf>.

—. 2009. El ramon: fruto de nuestra cultura y raíz para la conservacion . [En línea] 2009. <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv87art2.pdf>.

MEZA, Rangel. 2012. Elaboración y calidad de tortilla de maíces. [En línea] 2012. [Citado el: 13 de Abril de 2017.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n2/v28n2a4.pdf>.

MORALES, Edgar. 2009. Ramón (*Brosimum alicastrum*) protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. [En línea] Mayo de 2009. [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20\(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.\)%20Yucat%C3%A1n.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1301RAMON%20(Brosimum%20alicastrum%20Swartz.)%20Yucat%C3%A1n.pdf).

MUNGUÍA, Alfonso. 2014. caracterizacion de la produccion con arboles de ramón y sus derivados para el desarrollo sustentable de la región sur. [En línea] 2014. <http://ru.iiec.unam.mx/2855/1/Eje3-120-Hernandez-Munguia-Monforte.pdf>.

MUÑOS. 2005. Informe tecnico de la evaluación anual sobre el efecto nutricional de la harina de maíz nixtamalizada fortificada. Informe tecnico de la evaluación anual sobre el efecto

nutricional de la harina de maíz nixtamalizada fortificada. [En línea] 2005. [Citado el: 03 de Abril de 2017.] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

PARRIS. 2011. El maíz: origen, composición química y morfología. [En línea] 2011. [Citado el: 24 de Abril de 2017.] http://fjartnmusic.com/Personal/6o_Semestre_files/Mai%CC%81z.pdf.

PENNINGTON Y SARUKHÁN. 2005. Árboles Tropicales de México. [aut. libro] Garcíá y Silvia Pennington y Sarukhán. Manual para la identificación de las principales especies. México, D.F. : Ciudad Universitaria, 2005.

—. 2005. Arboles tropicales de méxico. Arboles tropicales de méxico. [En línea] 2005. [Citado el: 20 de Marzo de 2017.]

RETES. 2012. Demanda de tortilla de maíz en México. [En línea] Abril de 2012. http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/20120411_analisis_cadena_valor_maiz-tortilla.pdf.

RIVEIRO. 2004. Historia del maíz. Historia del maíz. [En línea] 2004. [Citado el: 09 de Abril de 2017.] http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf.

—. 2010. Historia del maíz. Historia del maíz. [En línea] 2010. [Citado el: 09 de Abril de 2017.] http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf.

ROBLERO Y VAZQUEZ. 2018. Tortilla de maíz adicionadas con harina de cuajilote (*parmentiera edulis*). Tuxtla Gutierrez, Chiapas : s.n., 2018.

RUBIO. 2002. secretaria de salud, Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002. secretaria de salud, Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002. [En línea] 2002. [Citado el: 15 de Mayo de 2017.] <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69848.pdf>.

SAHAI. 2001. Desarrollo de una tortilla con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. Desarrollo de una tortilla con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. [En línea] 2001. [Citado el: 16 de Abril de 2019.]

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16430/Tesis%20Alarc%C3%B3n%20Carmona%20Rom%C3%A1n%20Manuel.pdf?sequence=1>.

SALDAÑA, Maria. 2012. La producción de maíz en México con énfasis en el estado de Guanajuato. [En línea] Diciembre de 2012. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5304/T19597%20SALDA%C3%91A%20FIGUEROA%2C%20MARIA%20IRENE%20MONOG%2C.pdf?sequence=1>.

SÁNCHEZ, Cecilia. 2009. El ramón fruta de nuestra cultura y raíz para la conservación. [En línea] 2009. <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv87art2.pdf>.

SÁNCHEZ, Guillermo. 2016. Historia, usos y futuro del mayor invento mesoamericano: el maíz. Historia, usos y futuro del mayor invento mesoamericano: el maíz. [En línea] 23 de Septiembre de 2016. [Citado el: 18 de Febrero de 2019.] http://web.uaemex.mx/Culinaria/doce_ne/pdf_culinaria_doce/historia_maiz_culinaria_uamex.pdf.

SERNA. 2009. Producción de tortilla de harina. [En línea] 2009. [Citado el: 02 de Abril de 2017.]

[https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/11195/Estudio%20del%20an%C3%A1lisis%20de%20perfil%20de%20textura%20\(apt\),%20extensibilidad%20y%20adhesividad%20en%20masas%20y%20tortillas%20elaboradas%20con%20diferentes%20marcas%20comerc](https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/11195/Estudio%20del%20an%C3%A1lisis%20de%20perfil%20de%20textura%20(apt),%20extensibilidad%20y%20adhesividad%20en%20masas%20y%20tortillas%20elaboradas%20con%20diferentes%20marcas%20comerc).

SOCIAL. 2012. [En línea] 16 de enero de 2012. [Citado el: 26 de septiembre de 2017.]

TOVAR, Tomas. 2007. Almidón y aplicaciones industriales. Almidón y aplicaciones industriales. [En línea] 2007. [Citado el: 11 de Abril de 2017.] <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/508/Caracterizaci%C3%B3n%20morfol%C3%B3gica%20y%20termica%20almid%C3%B3n%20de%20maiz.pdf?sequence=1>.

VAQUERO Y REYES. 2000. Uso del cerdo como modelo biológico para evaluar la calidad de la tortilla por dos procesos de nixtamalización y fortificación con vitaminas y pasta de soya. Uso del cerdo como modelo biológico para evaluar la calidad de la tortilla por dos procesos de nixtamalización y fortificación con vitaminas y pasta de soya. [En línea] Septiembre de 2000.

[Citado el: 09 de Febrero de 2019.]
http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ma.%20Guadalupe%20Acero%20Godinez.pdf.

YAÑEZ. 2015. Desarrollo de una tortilla adicionada con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. Desarrollo de una tortilla adicionada con ulva clathrata y evaluación de su índice glucémico. [En línea] 2015. [Citado el: 09 de Abril de 2019.]
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16430/Tesis%20Alarc%C3%B3n%20Carmona%20Rom%C3%A1n%20Manuel.pdf?sequence=1>.

ANEXOS

ANEXO 1: PROCESOS DE LA OBTENCIÓN DE HARINA Y TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ



Figura 11. Elaboración de harina de mojú



Figura 12. Elaboración de tortillas enriquecida con harina de mojú

ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE LAS TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO PRÓXIMAS

Determinación de humedad

Material y equipo:

Cuchillo Papel aluminio Crisoles Pinza para crisol Cajas Petri Desecador	Parrilla eléctrica Mufla eléctrica con indicador de temperatura Estufa de secado con control de temperatura Balanza Analítica Muestra biológica: 50 g de alimento, troceado.
---	---

PROCEDIMIENTO:

1. Elabore 3 charolas rectangulares de 4 x 5 x 1cm con papel aluminio (marque en cada charola alguna señal que la identifique) o en su caso tres tapas de caja Petri numeradas.
2. Coloque las charolas o tapas de caja Petri en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C, hasta obtener el peso constante (**Po**), aproximadamente 12 horas. Al llegar a peso constante las charolas o tapas de caja Petri deben pasarlas de la estufa al desecador CON CUIDADO y esperar que se enfríen para pesar en la balanza analítica. Deberán registrar el peso considerando cuatro dígitos después del punto decimal.
3. Distribuya, aproximadamente 5 g de muestra (**Pm**) previamente triturada en el interior de la charola de aluminio o mitad de caja Petri (peso constante) y extender el producto para que ocupe la mayor superficie posible.
4. Introduzca la charola o tapa de caja Petri con la muestra (sin tocarla con las manos, con ayuda de la pinza para crisol) en la estufa de secado. Dejar eliminar el agua de la muestra a una temperatura entre a 50 a 65°C durante 12 a 24 horas (hasta obtener el peso constante).

Nota: También se puede evaporar el agua a 100 °C por 2 a 5 horas.

5. Retire la charola o tapa de caja Petri con la muestra deshidratada de la estufa, colocarla en el desecador, espere a que se enfríe la muestra (2 a 3 minutos) y pese (**P1**).
6. Calcule el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

CÁLCULOS:

$$\%Hum = \left[\frac{P_m - (P_1 - P_0)}{P_m} \right] \times 100$$

$$\%Muestraseca = 100 - \%Humedad$$

Determinación de cenizas

PROCEDIMIENTO:

1. Limpie bien 3 crisoles y rotule (número de identificación) en la BASE CON LÁPIZ.
2. Ponerlos a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C.
3. Saque los crisoles cuidadosamente de la estufa con la ayuda de la pinza para crisol (no tocarlos) y póngalos en la estufa de secado por 12 horas, sacar de la estufa y colocarlos en el desecador (5 a 10 minutos).
4. Después de enfriar en el desecador los crisoles deberán ser pesados (**Po**).
5. Colocar de 5 g de muestra molida (**Pm**) en cada crisol.
6. Carbonizar sobre la parrilla de calentamiento hasta que deje de liberar humo, CUIDANDO QUE NO SE INCENDIE, pues puede haber pérdida de peso por “proyecciones de la muestra”.
7. Tomar la muestra carbonizada utilizando la pinza para crisol e incinerar en la mufla a una temperatura entre 550 a 600°C.
8. Mantenga la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquieran un color BLANCO a GRIS-BLANCO (aproximadamente de 2 a 3 horas, en el caso de algunos cereales el tiempo puede llegar a ser mayor)
9. Retirar los crisoles de la mufla con la pinza con MUCHO CUIDADO, colocarlos en la estufa de secado (10ª 15 minutos), sacar y colocar en el desecador hasta que enfríen (5 a 10 minutos). Pese los crisoles (**Pf**), sin tocarlos con las manos.

CÁLCULOS:

$$\%Cen(BS) = \left[\frac{(P_f - P_0)}{P_m} \right] \times 100$$

Extracción de grasa cruda

Material y equipo:

Matraz bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 ml Pinza para crisol Papel filtro o cartuchos de celulosa desecador Perlas de vidrio Algodón Vaso de precipitado de 250 ml Embudo de cuello corto o largo	Equipo de extracción soxhlet Balanza Analítica Estufa Material biológico: El que previamente fue secado (utilizado en la practica 1). Reactivos: Hexano
--	--

PROCEDIMIENTO:

1. Colocar 2 o 3 matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60° C, hasta llegar al peso constante (**Po**), aproximadamente 6 a 8 horas.
2. Pesar 5 g de muestra seca (**Pm**) dentro del cartucho dentro del cartucho de celulosa, teniendo cuidado de no tirar muestra dentro de la balanza analítica. Colocar un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire la muestra.
3. Depositar el cartucho con su contenido (muestra seca) en la cámara o trampa del extractor
4. Añadir de 2 a 3 sifonadas de hexano la cámara o trampa del extractor.
5. Embonar el refrigerante y cerciorarse que las mangueras de agua estén conectadas correctamente, y así mismo que no hayan fugas.
6. Abrir la llave de agua verificando que el agua fluya por el refrigerante y encender la fuente de calor.
7. Extraer por 12 a 16 horas la grasa de la muestra (según indicación del maestro, cuidar que haya paso de agua y hexano suficiente), dependiendo del contenido de grasa de la muestra.

Después de la extracción

8. Retirar el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar el hexano. Guardar para ocupar la muestra desengrasada en las posteriores pruebas.
9. Destilar el hexano sucio. Para llevar a cabo este paso el equipo de extracción no deberá ser desmontado, solicitar ayuda al docente para indicaciones.
10. Colocar en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporado el solvente. Pesar (**Pf**).

CÁLCULOS:

$$\% \text{Extracto Etereo (BS)} = \left[\frac{(Pf - Po)}{Pm} \right] \times 100$$

Determinación de proteína cruda

MATERIAL Y EQUIPO:

<p><i>Parte A. Digestión de la muestra</i> Matraz Micro-Kjeldahl de 30 ml Pipetas graduadas Espátula</p>	<p>Campana de extracción Balanza analítica Digestor Micro-Kjeldahl</p> <p>Reactivos: Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, catalizador micro-kjeldahl, papel arroz.</p>
<p><i>Parte B. Destilación</i> Equipo de destilación: Matraz de destilación, refrigerante, pinzas de 3 dedos, soporte universal, mechero, tripie, malla de asbesto y mangueras. Probeta de 100 ml Pipetas graduadas de 10 ml Reactivos: Solución de Sosa-Tiosulfato, Ácido Bórico al 5%, agua destilada, indicador micro-kjeldahl.</p>	
<p><i>Parte C. Titulación</i> Soporte universal Pinza para bureta Bureta de 25 ml Matraz erlenmeyer de 100 ml Pipeta volumétrica de 10 ml</p>	
<p><i>Parte D. Valoración del ácido clorhídrico</i></p>	

Pipeta volumétrica de 10 ml
Matraces erlenmeyer de 100 ml
Espátula
Equipo de titulación

Preparación de reactivos:

A. Catalizador Micro-kejldahl: Mezclar 1.9 g de K_2SO_4 (Sulfato de potasio libre de nitrógeno)+ 40 mg de HgO Óxido de Mercurio rojo.

B. Indicador Micro-kejldahl: Solución rojo de metilo-Verde de bromocresol

B.1 Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2 % (p/v)

B.2 Solución alcohólica de verde de bromocresol al 0.2 % (p/v)

Solución B.1

Pesar 0.02 g de rojo de metilo y disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar a 10 ml con etanol

Solución B.2

Pesar 0.1 g de verde de bromocresol disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar con 50 ml de etanol

Mezclar las soluciones B.1 y B.2, guardar en goteros de color ámbar.

C. Solución sosa-tiosulfato de sodio:

Disolver 60 g de hidróxido de sodio (sosa) y 5 g de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) en agua, y disolver en agua destilada. Aforar a 100 ml con agua. Precaución reacción exotérmica.

D. Ácido Bórico al 5 %

E. Solución de HCl al 0.05 N o 0.1 N

Mililitros de ácido clorhídrico (A)= (PE) (N) (V) (densidad)

Corregido por la pureza Del ácido: mililitros de ácido clorhídrico = mililitros de ácido clorhídrico A x100 / pureza real Del reactivo

PROCEDIMIENTO:

1. Nota 1. Todo el procedimiento se hará por duplicado o triplicado
2. Nota 2. Deberá considerarse un blanco desde el inicio del procedimiento

Parte A. Digestión de la muestra:

1. Pesar entre 50 y 100 mg de muestra seca y libre de grasa.

2. Adicionar la muestra a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 ml, lavado perfectamente con agua destilada
3. Agregar 2 g de catalizador Micro-Kjeldahl
4. Agregar 2 ml de ácido sulfúrico.
5. Adicionar perlas de vidrio y colocar en el DIGESTOR de 1 a 1.5 horas (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más).

Parte B. Destilación de la muestra

1. Transferir la solución digerida al aparato de destilación, esto es al matraz de destilación previamente lavado con agua destilada, lavar el matraz micro Kjeldhal de 5 a 6 veces con porciones de agua (con una pipeta de 10 ml), agregar 10 ml de la solución Sosa-Tiosulfato.
2. Colocar una manguera corta a la salida del refrigerante
3. Depositar 5 ml de ácido Bórico al 5% en una probeta de 100 ml y adicionar 3 gotas de indicador micro-kejdahl, colocar la probeta debajo de la salida del refrigerante procurando que la manguera conectada previamente quede sumergida en el ácido.
4. Comenzar la DESTILACIÓN.
5. Colectar entre 50 a 60 ml de destilado.

Parte C. Titulación

1. Titular una alícuota de 50 ml del destilado con HCl 0.05 N ó 0.1 N hasta la aparición de un color VIOLETA.

Parte D. Valoración del HCl

Disolver aproximadamente 50 mg (0.05 g) de Borax (Tetraborato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 3 gotas del indicador micro-kjeldahl, titular con el HCl cuya concentración exacta se desconoce.

$$N \text{ ácido} = \text{mg de borax} / (\text{ml de HCl gastados}) (190.69)$$

Parte E. Cálculos:

$$\% N \text{ Total} = \frac{14.007 (\text{ml de HCl muestra} - \text{ml HCl blanco}) (N \text{ ácido}) \times 100}{\text{mg de muestra}}$$

% Proteína Cruda (Pc) = (% N Total) (Factor)

Determinación fibra cruda

MATERIAL Y EQUIPO:

Vaso de Berzelius Probeta de 50 ml Vasos de Precipitado de 250 ml Embudo de cuello largo Papel Filtro Pipeta de 10 ml	Balanza Analítica Condensador de Fibra Cruda Reactivos: Reactivo de Scharrer-Kurschener (S-K) Acetona Material biológico: Alimento que se ha utilizado durante las demás pruebas (desgrasado)
--	--

Preparación del reactivo s-k

Disolver 50 g de Ácido Tricloroacético en 1.0 a 1.5 L de Ácido Acético al 70%, adicionar 124 ml de Ácido Nítrico (65% y densidad de 1.4) y complementar a 2.0 L con Ácido Acético al 70%.

PROCEDIMIENTO:

Preparativo A

1. Muestra biológica desgrasada y molida (0.6 mm de diámetro)
2. Papel filtro a Peso Constante (**Po**) tratar de no tocarlo con las manos.

Preparativo B

1. Pesar aproximadamente 1 g de muestra (**Pm**), transferir al vaso de Berzelius y adicione 30 ml del reactivo S-K.
2. Colocar el vaso en el Condensador de Fibra Cruda.
3. Llevar el contenido del Vaso de Berzelius a ebullición lo más rápido posible (agitar cada 5 min., aproximadamente).
4. Hervir por exactamente 30 min.
5. Filtrar en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante).

6. Lavar el residuo con agua caliente.
7. Lavar el residuo con acetona (hasta obtener la decoloración).
8. Colocar a peso Constante el Papel filtro.
9. Pesarse el papel filtro, más residuo (**P1**).

CÁLCULOS:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(P1 - P0) (100)}{Pm}$$

ANEXO 3. ANÁLISIS FÍSICOS DE LA TORTILLA DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON HARINA DE MOJÚ

Análisis de colorimetría

La colorimetría es el único de los Métodos fisicoquímicos que no requiere la destrucción de la muestra. Para realizar la medición se utiliza un aparato calibrado denominado colorímetro.

MATERIALES Y EQUIPO:

Colorímetro Minolta CR-200

MUESTRA BIOLÓGICA:

Tortilla

PROCEDIMIENTO

- 1: Coger el colorímetro y borrar todos los datos de medidas anteriores.
- 2: Calibrar el instrumento. Para ello es necesario colocar el cabezal de medida sobre el plato de calibración e invocar a la función “Calíbrate” hasta que el aparato indique que está preparado.
- 3: Poner el sistema en modo medida apretando el botón “measure”.
- 4: Realizar la medida sobre la superficie de la muestra a medir.
- 5: Anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^* .

Determinación de rolabilidad

MATERIALES Y EQUIPO:

Varilla de vidrio

Guantes

MUESTRA BIOLÓGICA:

Tortilla

PROCEDIMIENTO

- 1: Tomar las tortilla y enrollar alrededor de la varilla de vidrio.
- 2: Evaluar el grado de rompimiento de las tortillas.

3: Utilizar una escala del 1 al 5 donde 1 corresponde a un rompimiento de 0%, 2, a un rompimiento de 1 a 25%,3, de 26 a 50%,4, de 51 a 75% y 5 desde 76 a 100% de rompimiento o ruptura completa.

4: Realizar el procedimiento por triplicado.

Determinación de grado de inflado

MATERIAL Y EQUIPO:

Comal

Estufa

MUESTRA BIOLOGIA:

Tortilla

PROCEDIMIENTO

1: Una vez puestas las tortillas en el comal se observó el tamaño de la ampolla que presento cada tortilla, al momento de su elaboración.

2: Se asignó una calificación de 1 a la tortilla con inflado completo, 2 inflado intermedio, 3 sin inflado.

ANEXO 4. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL



ANEXO 5. EVALUACIÓN SENSORIAL



Anexo 6. Papeleta para la evaluación sensorial



Papeleta de evaluación sensorial de Tortillas adicionadas con harina de Moju. Tesis de la Licenciatura en Ciencias y tecnología de alimentos.

Buenos días. En la presente prueba se les solicita que marquen con una **X** su nivel de agrado para cada muestra de cada uno de los atributos que aparecen en la tabla. El procedimiento que seguirás es el siguiente: 1. Observa la muestra y marca tu apreciación sobre color y apariencia general. 2. Huele la muestra y marca tu apreciación sobre el olor. 3. Prueba la muestra y marca tu apreciación sobre el sabor. 4. Enjuágate la boca y repite los pasos anteriores con las siguientes muestras.

Muestra	Color					Apariencia general				
	Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	Me desagrada	Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	Me desagrada
C212										
M501										
T326										
G119										
D247										
X319										

Muestra	Olor					sabor				
	Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	Me desagrada	Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	Me desagrada
C212										
M501										
T326										
G119										
D247										
X319										