



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Recursos Bióticos

**Caracterización de la semilla de chan (*Hyptis suaveolens*) y su
potencial en producción de alimentos**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Recursos Bióticos

Presenta:

Perla Laura Granados Mendieta

Dirigido por:

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca

Sinodales

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Presidente

Dr. Alejandro Blanco Labra
Secretario

Dr. Cesar Leobardo Aguirre Mancilla
Vocal

M. en C. Roberto Augusto Ferriz Martínez
Sinodal

Dra. Olga Patricia García Obregón
Sinodal

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Directora de la Facultad de Ciencias Naturales

Dr. Irineo Torres Pacheco
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Diciembre 2014
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme las fuerzas para llevar a cabo este proyecto; por no dejarme rendir ante las dificultades y otorgarme la perseverancia para concluirlo satisfactoriamente.

Agradezco a mis padres Heriberto Granados y Laura Mendieta por su apoyo en todos los sentidos, si yo logré concretar una etapa más en mi vida es porque de ustedes siempre recibí el ejemplo de seguir adelante, me motivaron, me escucharon mis tristezas, apoyaron mis locuras, acallaron mis lamentos y estuvieron felices con mis alegrías. Gracias infinitas.

A mi hermano Heriberto por su apoyo cada vez que se me dificultaba el camino, cuando necesitaba una sonrisa o que me hicieran reír ahí estabas, y me preguntabas como iba en este proceso, gracias.

A mi esposo, gracias Alfonso, por estar ahí siempre en todo momento, y por su incondicional apoyo, por aguantarme en mis arranques de desesperación, en los fines de semana que no salíamos para ponerme a escribir en la tesis, gracias por todo tu amor y tu comprensión porque sin todo eso no podría haberlo hecho, este logro no es únicamente mío sino de los dos porque así lo decidimos en este complicado pero hermoso camino del matrimonio.

A la Dra. Teresa García Gasca, directora de la Facultad de Ciencias Naturales, por toda su paciencia y sabios consejos sin su apoyo esto hubiera sido más difícil. Gracias porque he aprendido tanto de usted, pero sí en el ámbito profesional aprendí mucho de usted, en el personal fue muchísimo mas, además de un curriculum tan sorprendente usted es una persona con una calidad humana única, de todo corazón gracias por su paciencia y apoyo al 100%.

A los Doctores Alejandro Blanco, Cesar Aguirre, Roberto Ferriz y la Doctora Olga García porque además de ser excelentes personas, aprendí demasiado de ustedes, gracias por brindarme su apoyo y sus sabios consejos en la realización de este trabajo, por las horas dedicadas y por siempre estar dispuestos. Infinitas gracias!.

A la Dra. Aracely Aguilera y Aurora, por su apoyo y comprensión durante la práctica de este trabajo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Naturales.

A la Dra. Valentina Serrano por su apoyo en la realización en las pruebas de caracterización de la semilla de chan en el herbario de la Facultad de Ciencias Naturales.

Al Dr. Juan Campos por su apoyo en la realización en las pruebas de características físicas y micrografías de la semilla de chan en el laboratorio de microbiología, perteneciente a la Licenciatura en Microbiología, Campus aeropuerto, de esta máxima casa de estudios.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de Biología Celular por la paciencia y ayudarme en mis pruebas de este trabajo, gracias Joss, Ricardo, Ulises, Héctor, Adriana, Wendy, gracias por todo.

A mi compañero y mejor amigo Gerardo Soto Alonso por tu amable comprensión y tu apoyo incondicional, por explicarme en todas las clases, sobre todo conceptos que para mí eran prácticamente nuevos y me los hacías ver muy fácil usando ejemplos de mi profesión, por ayudarme y quedarte más tiempo haciendo las tareas, por escribirme para darme ánimos, por hacer los tramites juntos y echarnos porras mutuamente, gracias amigo jamás podre olvidar esta hermosa etapa.

A mis amigas y amigos Verónica, Adis, Monse, Alma, Nohemí, Lucía, Yazmín, Lupita Arredondo, Aurora, Diana, Magda, Angie, Edurneth, Geraldo, Oscar, Lupita, Elizabeth, Laura, Karen, Lalo, Alejandrina, Wendy y Violeta, por preguntar siempre como iba y dando ánimos, gracias por su amistad y cariño.

A mis maestras, compañeras y amigas Laura Ojeda, Marce Romero, Carmen Salazar; María Elena Coronel y Beatriz Rangel por el apoyo.

A mis compañeros de generación en la Maestría en Recursos Bióticos por pasar buenos momentos juntos y creer en mí, por brindarme su amistad y dejarme conocerlos, siempre los recordare...éxito para todos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, hermano y esposo, gracias por ser mi familia, por estar unidos, por los buenos ratos, a mis amigos porque ante cualquier problema siempre he sabido que no estoy sola, que me respaldan, ayudan, guían, cuidan, alientan y motivan, dedico esta tesis a todos aquellos que creyeron en mí.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| I.INTRODUCCION..... | 1 |
| II. ANTECEDENTES..... | 3 |
| 2.1 HISTORIA Y DESCRIPCIÓN DE <i>Hyptis suaveolens</i> | 3 |
| 2.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE <i>Hyptis suaveolens</i> | 9 |
| 2.3 SEMILLAS DE CHAN..... | 9 |
| III. JUSTIFICACIÓN..... | 12 |
| IV. HIPÓTESIS..... | 13 |
| V. OBJETIVOS..... | 13 |
| VI. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 14 |
| 6.1 MATERIAL VEGETAL..... | 14 |
| 6.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS SEMILLAS..... | 14 |
| 6.3 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE CHAN..... | 15 |
| 6.4 ELABORACIÓN DE ALIMENTOS..... | 23 |
| 6.5 EVALUACIÓN SENSORIAL..... | 23 |
| VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 29 |
| 7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SEMILLA DE CHAN..... | 29 |
| 7.2 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA DE CHAN..... | 31 |
| 7.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ALIMENTOS PREPARADOS EN BASE A SEMILLA DE CHAN..... | 34 |
| 7.4 ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS PREPARADOS EN BASE A SEMILLA DE CHAN..... | 35 |
| 7.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS TRES ALIMENTOS..... | 37 |
| 7.6 COMPARACIÓN DE PRODUCTOS DE CHAN CON PRODUCTOS COMERCIALES..... | 42 |
| CONCLUSIONES..... | 44 |
| PERSPECTIVAS FUTURAS..... | 46 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 47 |
| ANEXO 1..... | 51 |
| ANEXO 2..... | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Cualidades de las pruebas afectivas utilizadas en evaluación sensorial..... | 24 |
| 2. | Características físicas generales de la muestra..... | 29 |
| 3. | Composición en base seca promedio de semillas de chan provenientes de Zacualpan, municipio de Comala, Colima..... | 32 |
| 4. | Resultados arrojados por el análisis de Van Soest para determinación de fibras en base seca de semilla de chan..... | 32 |
| 5. | Resultados de la obtención del mucilago en semillas de chan... | 33 |
| 6. | Características físicas de los muffins y el pan elaborados con semilla de chan..... | 35 |
| 7. | Comparación de las características físicas de las galletas elaboradas con semilla de chan..... | 35 |
| 8. | Resultados del análisis químico proximal reportados en base a materia seca para 90 g de los tres alimentos elaborados..... | 36 |
| 9. | Comparación de alimentos con chan con alimentos comerciales..... | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Imagen tomada del Codex Florentino ilustrando la planta de <i>Hyptis</i> (Sahagún, 1579) | 5 |
| 2. | Imagen que muestra el tamaño de los frutos dentro de los cuales se encuentra la semilla (CONABIO, 2009)..... | 7 |
| 3. | Planta de <i>Hyptis suaveolens</i> , mostrando flores lilas (CONABIO, 2009)..... | 7 |
| 4. | Esquema del método de análisis de Van Soest. SDN, soluble en detergente neutro; FDN, fibra detergente neutro; SDA, soluble en detergente ácido; FDA, fibra detergente ácido..... | 18 |
| 5. | Diagrama de flujo para la extracción del mucilago de las semillas de chan..... | 22 |
| 6. | Dimensiones características a) vista frontal, b) vista de perfil y c) geometría tridimensional de la semilla de chan..... | 30 |
| 7. | Micrografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) de núculas de <i>Hyptis suaveolens</i> ; (A) Sección longitudinal mostrando la estructura interna (x 187). (B) Pericarpio (x 152). P:pericarpio; T: testa; E: endosperma; C: cotiledones..... | 30 |
| 8. | Micrografías electrónicas obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) de núculas de <i>Hyptis suaveolens</i> . Vista lateral: A, (x 145); vista frontal: B, (x 170); superficie del pericarpio: C (x 1500); sección transversal del pericarpio: D (x 3000). c: cutícula, epi: epicarpio; meso: mesocarpio; lc: capa de esclereidas; endo: endocarpio..... | 31 |
| 9. | Fotografía de los muffins, pan y galletas de chan..... | 34 |
| 10 | Porcentaje de agrado al sabor de los muffins elaborados con semilla de chan..... | 38 |
| 11 | Porcentaje de agrado al sabor de las galletas elaborados con semilla de chan..... | 38 |
| 12 | Porcentaje de agrado al sabor del pan elaborado con semilla de chan. | 39 |
| 13 | Porcentaje de agrado a la consistencia de los muffins elaborados con semilla de chan..... | 39 |
| 14 | Porcentaje de agrado a la consistencia de las galletas elaborados con semilla de chan | 39 |
| 15 | Porcentaje de agrado a la consistencia del pan elaborado con semilla de chan..... | 40 |
| 16 | Porcentaje de agrado al color de los muffins elaborados con semilla de chan..... | 40 |
| 17 | Porcentaje de agrado al color de las galletas elaboradas con semilla | |

| | | |
|----|---|----|
| | de chan..... | 40 |
| 18 | Porcentaje de agrado al color del pan elaborado con semilla de chan.. | 41 |
| 19 | Porcentaje de agrado al color del pan elaborado con semilla de chan.. | 41 |
| 20 | Porcentaje de agrado al olor de las galletas elaboradas con semilla de chan..... | 41 |
| 21 | Porcentaje de agrado al olor del pan elaborado con semilla de chan... | 42 |

RESUMEN

En los últimos años ha incrementado la búsqueda y revalorización de sustratos provenientes de fuentes naturales, que presenten constituyentes y/o productos derivados aplicables al desarrollo de alimentos y que incidan en la nutrición mediante el aporte simultáneo de efectos benéficos para la salud. En ese contexto se encuentra el chan (*Hyptis suaveolens*), especie vegetal nativa del sur de México y América Central. En México el chan está presente en estados como Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima y Guerrero, principalmente en la parte costera sin embargo, esta planta puede adaptarse a la región del Bajío. El presente estudio abordó aspectos como la caracterización física de la semilla de chan, el análisis químico proximal de la semilla y de alimentos elaborados a base de la semilla y la valoración sensorial de dichos alimentos. Se encontró que la semilla de chan contiene 13.64% de proteínas, lípidos 16.91%, fibra 28% y cenizas de 3.66%. Los alimentos elaborados en base a chan mostraron un contenido de proteínas de 9-15%, lípidos 3.4-22.1%, fibra 1-5%, y cenizas entre 0.8-2%. La evaluación sensorial reveló mayor preferencia por los muffins. En comparación con alimentos comerciales, se encontró una cantidad de proteína destacable, el valor proteico puede colocar a los tres alimentos como productos alimentarios de importante calidad nutritiva.

Palabras clave: *Hyptis suaveolens*, chan, propiedades químicas, propiedades nutritivas.

ABSTRACT

In recent years has increased the search and revaluation of substrates from natural sources, showing applicable constituents to the development of food products that can influence the nutrition by the simultaneous contribution of beneficial health effects. In this context is the chan (*Hyptis suaveolens*), plant species native to southern Mexico and Central America. In Mexico the chan is present in States as Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima, and Guerrero, mainly in the coastal part however, this plant can adapt to the Bajío region. The present study addressed aspects like physical characterization of chan seeds, the proximal chemical analysis of the seed and seed-based foods and the sensory evaluation of these products. It was found that chan seed contains 13.64% proteins, lipids 16.91%, fiber 28% and ashes 3.66%. Processed foods based on chan showed a protein content 9-15%, lipids 3.4-22.1%, 1-5% fiber and ashes between 0.8-2%. Sensory evaluation revealed preference by the muffins. Compared with commercial foods a remarkable content of protein was found, the protein can place these three foods as important nutritive quality food products.

Palabras clave: *Hyptis suaveolens*, chan, chemical properties, nutritive properties.

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevas fuentes de alimentos que, además de proporcionar los nutrientes necesarios para el organismo, tengan propiedades funcionales, es cada vez más importante. Dentro de esta tendencia de alimentos saludables, los frutos y las semillas ocupan un lugar clave. La semilla, además de constituir la estructura mediante la cual las plantas se propagan sexualmente, tiene una gran importancia en la alimentación humana. Los granos y semillas, utilizados directamente o transformados en proteína animal, representan la fuente alimenticia más importante para el hombre (Multon, 1982). En el estudio de las propiedades físicas de los granos y semillas es esencial tener una estimación precisa de la forma, el tamaño, el volumen, el área superficial y de otras características físicas. El conocimiento de las propiedades físicas de los materiales agrícolas resulta de gran importancia para la realización adecuada de las operaciones de post-cosecha, así como para el diseño y selección de equipamiento para el procesamiento de las semillas. Además, el estudio de las propiedades físicas es importante para minimizar el efecto de un inadecuado uso del equipamiento, lo que podría afectar la calidad de las semillas y sus subproductos y/o elevar los costos de operación (Mohsenin, 1986).

Chan es el nombre común de una especie vegetal altamente aromática nativa del sur de México y América Central (Villaseñor y col., 1998). La semilla de chan (*Hyptis suaveolens*) fue considerada un alimento sagrado por los pueblos mesoamericanos en tiempos prehispánicos. Se utilizaba con fines medicinales, alimentarios, artísticos y religiosos. Por sus connotaciones rituales, fue prohibida por los conquistadores españoles y quedó en el olvido. En Guatemala se consume todavía en algunos hogares y mercados como adorno de la limonada, pero en general se ignoran los beneficios que su consumo tiene para la salud (CONABIO, 2009). El chan, según algunos autores, podría llamarse “primo” de la chía y pariente cercano de la linaza (Gómez-Peralta y col., 2009).

La composición química de la semilla chan y su valor nutricional le confieren un gran potencial para la alimentación. Estas semillas ofrecen una nueva oportunidad para mejorar la nutrición humana, siendo una fuente natural de antioxidantes, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética (Ayerza y Coates, 2005; Aguirre Mancilla y col., 2012). Entre las formas de uso del chan como alimento, el más generalizado es el refresco. Algunas familias rurales lo agregan al maíz para hacer pinole ya que le da un mejor sabor y no causa problemas de acidez en el estómago. La infusión de la raíz del chan es usada por algunas familias para aliviar la fiebre. Entre las actividades farmacéuticas se incluyen propiedades antitumorigénicas (tumores), propiedades antiespasmódicas (para dolores y espasmos), antirreumáticos y micóticas (para controlar hongos). Recientemente se ha demostrado que el extracto de las hojas del chan puede servir para detener el desarrollo de afectaciones en la piel causadas por los hongos y para el tratamiento de los malestares estomacales (Gómez-Peralta y col., 2009). En las Filipinas, por ejemplo, las hojas son usadas para la preparación de baños antirreumáticos y antisupuríficos e internamente como antiespasmódico (Villaseñor y col., 2005). También se reporta el uso de cocimiento de raíces como un aperitivo y para afecciones en el útero (Gómez-Peralta y col., 2009).

En función de las consideraciones realizadas, en este trabajo de tesis se propuso desarrollar el estudio de la caracterización de la semilla de chan (*Hyptis suaveolens* L.) evaluando los distintos aspectos que inciden en su calidad global así como investigar un mayor y mejor aprovechamiento y aplicación de sus componentes para la obtención de alimentos funcionales, benéficos para la salud del consumidor.

II. ANTECEDENTES

2.1 Historia y descripción de *Hyptis suaveolens*

Hyptis suaveolens es una planta de comportamiento anual o perenne, perteneciente a la familia de las labiadas. En dependencia de las condiciones ambientales puede crecer hasta dos metros de altura. Los tallos son cuadrados, las hojas son más anchas en la base que en la parte apical, variando de 2.5 a 7 cm de longitud a 5 cm de ancho. Las flores son perfectas y de color morado, las ramas pueden alcanzar longitudes de hasta 1 m en dependencia de la densidad de plantas en el campo. Los frutos inmaduros son verdes y al madurar cambian a café claro. Las semillas son de color negro y dispersadas por el viento, hay de una a dos semillas por fruto (CONABIO, 2009). En México el chan está presente en Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima y Guerrero, principalmente en la parte costera sin embargo, esta planta puede adaptarse a la región del Bajío. Los costos de producción serían similares a la de otros cultivos si la planta se utilizara como alimento, el problema es que la gente no la conoce (Gómez-Peralta y col., 2009).

Con la llegada de los españoles, las tradiciones de los nativos fueron suprimidas y la mayor parte de su agricultura intensiva y de su sistema de comercialización destruidos. Muchos cultivos que habían tenido la mayor preponderancia en las dietas precolombinas fueron prohibidos por los españoles debido a su estrecha asociación con los cultos religiosos y reemplazados por especies exóticas (trigo, cebada, arroz, entre otras) demandadas por los conquistadores (Soustelle, 1955). Así, de los cuatro cultivos básicos de la dieta azteca, las chías y el amaranto perdieron sus lugares privilegiados y casi desaparecieron.

Sin embargo, esta especie logró sobrevivir a la persecución de los conquistadores españoles debido a la conservación de algunas tradiciones precolombinas por parte de pequeños grupos de descendientes de las poblaciones Nahua. Así, estos pueblos lograron vencer a los conquistadores y las presiones de la cultura impuesta permaneciendo aislados en el sudoeste de México y las zonas montañosas de Guatemala. Actualmente, los descendientes de los Nahua y de los

Mayas utilizan este grano ancestral en una popular bebida denominada chan fresca, aunque su preparación difiere de la realizada por los antiguos Mexicanos. La ciencia actual permite explicar por qué las antiguas civilizaciones consideraban al chan un componente básico de su dieta. La composición química y el valor nutricional asociado, le confieren un gran potencial para incorporarla a los mercados alimenticios e industriales (Ayerza y Coates, 2005).

Los primeros reportes que a la fecha se localizaron y que tratan el tema de la domesticación de la planta están relacionados con la época prehispánica de México (Figura 1). Al parecer es en México donde inicia la domesticación de *H. suaveolens*. Así, de acuerdo con informes de Fray Bernardino de Sahagún (1579), Francisco Hernández (1959), Francisco Javier Clavijero (1982) y del protomédico naturalista, se puede inferir que los mexicanos de la época prehispánica utilizaban para fines alimenticios, medicinales y rituales, varios géneros de “chías” a las que en conjunto llamaban como tal, y de manera específica, cada chía o chian, recibían un nombre específico de acuerdo a sus particularidades. El primer reporte encontrado que ubica a la “chía” principal como *Hyptis suaveolens* es en la traducción inglesa del Códice Florentino (Sahagún, 1579). Llama la atención que Rojas y col. (1988), al referirse al chiantzotzol lo hacen también como “chía arrugada”, esta característica puede quizás referirse al abultamiento que a manera de costilla, presenta la semilla *H. suaveolens*.

El chian también tenía uso en la medicina tradicional, como actualmente lo tiene, se utilizaba principalmente contra problemas gastrointestinales (Sahagún, 1579; Hernández, 1959). En algunas ceremonias o rituales, tenían participación diferentes clases de “chías”, algunas como tributo en su forma de semilla, o a través de su consumo preparada como bebida en el caso de chiantzontzol, es en la ceremonia o fiesta dedicada al octavo mes, llamada *uey tecuilhuti*, donde ésta bebida tenía una especial participación (Sahagún, 1579).



Figura 1. Imagen tomada del Codex Florentino ilustrando la planta de *Hyptis*
(Sahagún, 1579)

La primera referencia que se tiene del cultivo del “chan” (como actualmente se le conoce), en el estado de Colima, se encontró en un escrito de 1778 por el Capellán Juan José Morales (Sahagún, 1579), donde menciona la producción de dos variedades, una que producía semillas negras, llamada por los lugareños como chiampalaizte, y una segunda variedad productora de semillas blancas llamada chiampaste. Carl Sauer (1990), estudió la sociedad colimense en el siglo XVI y reportó entre los alimentos que consumían los habitantes del lugar de ese tiempo, al chian. Excepto la información anterior, a la fecha no se han encontrado reportes actuales sobre el cultivo establecido del *Hyptis suaveolens*. Gentry y col. (1990), han realizado experimentos con algunas “chías”, entre ellas *H. suaveolens*, a fin de probar su posible introducción como cultivo en Estados Unidos de América.

La clasificación taxonómica sistemática del chan (*Hyptis suaveolens*) es la siguiente:

| | |
|-------------|------------------------|
| Reino | <i>Plantae</i> |
| Subreino | <i>Viridaeplantae</i> |
| División | <i>Tracheophyta</i> |
| Subdivisión | <i>Spermatophytina</i> |
| Orden | <i>Lamiales</i> |

Familia *Lamiaceae*
Género *Hyptis*
Especies *Hyptis suaveolens*

La familia Lamiaceae cuenta con 170 géneros y más de 3000 especies de amplia distribución en regiones tropicales y templadas. Son hierbas anuales o arbustos perennes, que contienen aceites esenciales en los pelos glandulares de sus hojas y tallos, motivo por el cual han sido domesticadas para ser utilizadas como condimentos y en la elaboración de perfumes. El fruto, al igual que otras especies de la familia Lamiaceae, es típicamente un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar 4 mericarpios parciales denominados núculas, comúnmente conocidos como “semillas”, los cuales son monospermos, ovales, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunos blancos (Ayerza y Coates, 2005).

El género *Hyptis* se reconoce por tener afinidades más bien tropicales (en contraste con las demás Lamiaceae), ser una planta aromática, y tener una ubicación curiosa de sus estambres: al principio están envueltas en el labio inferior del cáliz, para ser soltados después. Además, el cáliz no es muy 2-labiado, sino tiene 5 lóbulos, pero, la corola sí es marcadamente bilabiada, con el labio inferior 3-4-lobado. La especie *Hyptis suaveolens* se caracteriza por su olor fuerte, tener las flores más bien grandes para el género, que no están arreglados en cabezuelas densas, sino en verticilios laxos. El cáliz es pubescente, con los lóbulos subulados, y en fruto de 4-7 mm de ancho (no 2 mm o menos) y más de 6 mm de largo (Figura 2). Las flores tienen el tubo de la corola mayor de 5 mm; las nuececillas generalmente son solo dos y de 3-4 mm de largo (Figura 3). La planta tiene pelos simples (no estrellados) y la base de la hoja es cordada (CONABIO, 2009).



Figura 2. Imagen que muestra el tamaño de los frutos dentro de los cuales se encuentra la semilla (CONABIO, 2009).



Figura 3. Planta de *Hyptis suaveolens*, mostrando flores lilas (CONABIO, 2009).

La descripción técnica de acuerdo a Pool (2009) es:

- Hábito y forma de vida: Hierbas o arbustos pequeños, toscos, aromáticos o con olor fétido, muy ramificados.
- Tamaño: Hasta 2 m de alto.
- Tallo: Cuadrangular, erecto, tallos jóvenes pilosos (con pelos) hasta velutinos (aterciopelado).
- Hojas: Hojas opuestas, ovadas (con forma de huevo) o lanceoladas (con forma de lanza), oblongas (más largo que ancho) o elípticas, de 2.5 a 10 cm de largo por 1.3 a 6.5 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base cordada

(con forma de corazón) o redondeada, obtusa (con márgenes rectos o cóncavos que forman un ángulo terminal mayor de 90°) o acuminada (márgenes rectos o convexos que terminan en un ángulo menor de 45°), margen biserrado (con dientes agudos y pequeños que sobre dientes parecidos, más grandes, todos dirigidos hacia el ápice) o serrado (dientes agudos dirigidos hacia el ápice) o subentero (casi entero), envés tomentoso (con pelos); pecíolo de 1.5 a 8.5 cm de largo.

- Inflorescencia: En cimas (inflorescencia de aspecto ancho y redondeado) axilares y pseudoterminales (que parece terminal, pero es de origen lateral), de 0.5 a 1 cm de largo por 0.7 a 1.5 cm de ancho (en fruto de 1 a 2 cm de largo y ancho), de 4 a 8 flores, pedúnculo (sostén de la inflorescencia) de 0.3 a 1.7 cm de largo, brácteas (hojitas que acompañan a la inflorescencia) filiformes (de forma prolongada y delgada), de 1.5 a 4 mm de largo, inconspicuas (no evidente), pilosas (con pelos).
- Flores: Cáliz de 4.2 a 6 mm de largo, externamente velloso (pelos suaves y largos) con glándulas, internamente glabro (sin pelos) con densos tricomas (pelos) largos en los senos (ángulo formado por las divisiones), dientes espiniformes (en forma de espina), erectos-patentes (dirigido hacia arriba con un ángulo de divergencia de 46 a 75°), desde 1.2 y más común de 2 a 2.5 mm de largo; corola azul, purpúrea, blanca o purpúrea con manchas blancas, tubo de 5 a 7 mm de largo, limbo (lámina) de 1.8 a 3 mm de largo.
- Frutos y semillas: Cáliz fructífero de 8 a 13 mm de largo por 4 a 7 mm de ancho, dientes de 1.7 a 3 mm de largo; fruto una nuececilla de 3 a 4 mm de largo, generalmente solo dos, glabra.

El chan se propaga por semillas, que pueden ser dispersados por el agua, y adheriendo a animales, humanos y maquinaria con lodo. A menudo es un contaminante de semillas de pasto para siembra. Las semillas pueden sobrevivir muchos años bajo un dosel cerrado de bosque, hasta que se abre un claro. Requiere iluminación larga y temperaturas medianas (entre 20 y 45°C) para germinar (Wulff y Medina, 1971).

2.2 Origen y distribución geográfica de *Hyptis suaveolens*

En género *Hyptis* tiene un total aproximado de 300 especies, de las cuales en México se encuentran 32, y de éstas 22 son endémicas, se considera a América del sur (específicamente a Brasil) como el centro de diversidad de este género (Ramammorthy y Elliot, 1993). El estatus migratorio en México en como planta nativa. Es una maleza común en el trópico, a menudo formando poblaciones densas (Standley y Williams, 1973; Pool, 2009). En Hawaii y Australia prefiere sitios perturbados, pero relativamente secos y bien drenados; pueden ser orillas de caminos, sitios sobrepastoreados, a lo largo de cuerpos de agua y en bosques abiertos. Harlan (1992), considera al *H. suaveolens* como planta que se cultiva, colocándola en la categoría de pseudocereal, y estima que su origen probable es de Mesoamérica. En tanto que Miranda Colín (1978) señala como origen probable al Occidente de México. Actualmente tiene una amplia distribución, considerándose en la mayoría de los lugares donde está establecida como “maleza”.

De acuerdo con Epling (1949), el *H. suaveolens* se encuentra distribuido principalmente en los trópicos de ambos hemisferios; pero después de revisar ejemplares botánicos presentes en el Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México se puede decir que su distribución en México se encuentra principalmente en estados ubicados en la parte occidental del mismo, así como en otros estados como: Puebla, San Luís Potosí, Yucatán, Campeche y Tamaulipas. La distribución más actual en México de *H. suaveolens* se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

2.3 Semillas de chan

La semilla es, de acuerdo a la botánica, la parte del fruto que contiene el embrión de una futura planta. Esta parte se encuentra protegida por una testa y deriva de los tegumentos del primordio seminal. Las plantas con semillas se conocen como

espermatófitas. La semilla es producida mediante la maduración de un óvulo de una gimnosperma o de una angiosperma y además de contener al embrión de una futura planta, la semilla es una fuente de alimento (Vázquez Yanes y col., 1997). Las semillas y sus funciones tienen una gran importancia para la alimentación humana. Por eso, más allá de la acción de la naturaleza, el hombre ha desarrollado un proceso productivo que incluye la siembra, la cosecha, el secado, la clasificación, la selección, el lavado, el tratamiento, el almacenaje y el embalaje de las semillas (Vázquez Yanes y col., 1997). La búsqueda de nuevas fuentes de alimentos que además de proporcionar los nutrientes necesarios para el organismo tengan propiedades funcionales, es cada vez más importante. Dentro de esta tendencia de alimentos saludables, los frutos y las semillas ocupan un lugar clave (Multon, 1982).

La composición química del chan y su valor nutricional le confieren un gran potencial para la alimentación. Estas semillas ofrecen una nueva oportunidad para mejorar la nutrición humana, siendo una fuente natural de proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética (Aguirre y col., 2012). Las semillas son ricas en calcio y contienen cantidades útiles de caroteno, hierro y vitaminas B. De la misma familia, la chía es el producto vegetal con mayor concentración de omega 3, además es rica en antioxidantes, vitamina B, proteínas, zinc, calcio, fósforo, potasio y fibra soluble, se presenta como semilla entera o molida (harina parcialmente desgrasada) (Gómez-Peralta y col., 2009).

De acuerdo a un estudio realizado por nuestro grupo de trabajo, se encontró que la semilla de chan tiene un contenido de proteína del 13.9% en peso seco, mientras que el análisis de su composición proteica de globulinas mostró un 39%, glutelinas 36%, 24% de albuminas y 1% prolaminas. Además, se observó que el contenido de aminoácidos aromáticos en las semillas del chan es mayor que otros granos como el maíz y con buenos niveles de aminoácidos de cadena ramificada. Por otro lado, el contenido de magnesio fue alto, mientras que el calcio, potasio y fósforo estaban en el intervalo promedio en comparación con la cebada, la avena, el arroz y el trigo (Aguirre y col., 2012).

Lo anterior sugiere que la semilla de chan podría ser relevante debido a sus propiedades nutricionales y con potencial de ser ampliamente utilizado en la producción de alimentos de alta calidad. Dado que la semilla de chan se encuentra subutilizada en nuestro país, el presente trabajo pretende estudiar sus características para la elaboración de alimentos funcionales.

III. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años existe una búsqueda y revalorización de sustratos provenientes de fuentes naturales que presenten constituyentes y/o productos derivados aplicables al desarrollo de alimentos, los cuales incidan en la nutrición mediante el aporte simultáneo de efectos benéficos para la salud. En ese contexto se encuentra el chan (*Hyptis suaveolens.*), especie vegetal originaria del sureste de México. Los pueblos asentados en esas regiones han consumido las semillas de este cultivo desde épocas prehispánicas habiendo constituido un elemento básico de la dieta de los pueblos.

Así, las cualidades nutricionales de la semilla de chan y de los productos derivados de la misma han comenzado a ser revalorizados dado su elevado contenido fibra dietaría, proteínas y antioxidantes, ofreciendo una nueva oportunidad para mejorar la nutrición humana. Chan es una planta de origen mexicano que ha sido poco estudiada. La información disponible muestra que cuenta con cualidades que la hacen un producto factible para la alimentación humana, tales como la calidad de la proteína que contiene.

Mediante este proyecto se pretende dar a conocer la semilla y sus atributos para provocar la diversificación de la alimentación y el interés en las propiedades nutricionales y medicinales. La planta de chan podría mejorar la economía familiar, su salud, la autosustentabilidad familiar y la seguridad alimentaria. Por lo anterior, resulta importante determinar el potencial de estas semillas y su planta para su incorporación en la dieta habitual para el consumo mexicano y contar con evidencia que permita proponer su consumo como una alternativa de alimento rico en proteína y otras propiedades benéficas a la salud.

IV. HIPÓTESIS

La semilla de Chan tiene propiedades aprovechables para la producción de alimentos inocuos y con alta calidad nutritiva.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el potencial de las semillas del Chan como recurso biótico para su integración en la dieta familiar.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar botánicamente a las semillas de chan recolectadas.
2. Actualizar los aspectos agronómicos de chan.
3. Determinar el análisis químico proximal de semillas de chan.
4. Elaborar alimentos en con semillas de chan en diversas presentaciones.
5. Determinar el análisis químico proximal de los alimentos elaborados con semilla de chan para determinar su aporte nutritivo.
6. Realizar un análisis sensorial de los alimentos elaborados con chan para determinar el grado de aceptación.
7. Proponer el uso de chan como alimento.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Material vegetal

Las semillas de chan se obtuvieron en expendio de semillas en municipio de Comala, Colima, México. A decir de las personas que atienden, el chan proviene de Zacualpan, municipio de Comala, Colima; adquiriéndose 10 kg. Las mismas se conservaron en envases plásticos cerrados herméticamente a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su uso. A partir de cada de los 10 kg de semillas provenientes del mismo origen, se realizó una limpieza manual, descartándose aquéllas peladas, con pericarpio dañado, quebradas, vanas y materias extrañas. Las mismas fueron almacenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su posterior utilización.

6.2 Propiedades físicas de las semillas

El conocimiento de las propiedades físicas de los materiales agrícolas resulta de importancia para la realización adecuada de las operaciones de post-cosecha, así como para el diseño y selección del equipamiento para el procesamiento de las mismas (Mohsenin, 1986). Las propiedades físicas podemos agruparlas en aquéllas que caracterizan el tamaño y la forma (longitudes características, diámetro geométrico, área superficial específica), gravimétricas (densidad aparente y real, porosidad) y friccionales (ángulo de reposo y coeficiente de fricción).

Tamaño: Debido a que el tamaño de la semilla se considera un parámetro importante en el procesamiento (Aviara y Haque, 2000), las mismas se clasificaron en 3 categorías según el largo: grandes ($L > 2,25 \text{ mm}$), medianas ($2,00 \text{ mm} < L \leq 2,25 \text{ mm}$) y pequeñas ($L \leq 2,00 \text{ mm}$).

Observaciones microscópicas: Las semillas enteras fueron fijadas a un cubreobjeto con esmalte traslúcido, mientras que aquéllas a ser observadas en su estructura interna fueron sometidas a cortes longitudinales y sumergidas en nitrógeno líquido a fin de conservar las estructuras al practicar el corte. Para ello,

las mismas fueron colocadas bajo una lupa y las disecciones fueron realizadas con una hoja de bisturí. Luego, tanto las semillas enteras como partidas, se metalizaron con una capa delgada de oro (600 Å) En un sputter coater marca Pelco (91000), a fin de permitir un flujo de carga electrónico producido por un evaporador catódico. Las observaciones se realizaron en un microscopio electrónico de barrido (LEO model EVO 40) operando a 5 kV. Se utilizaron aumentos de 113 a 4700x.

6.3 Análisis Químico Proximal de las semillas de chan

El análisis químico de la composición de las semillas de chan se llevó a cabo de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC International (Association of Official Agricultural Chemists International). Se incluyeron los análisis de humedad, ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína.

Determinación de humedad y materia seca: Esta determinación se realizó siguiendo el método AOAC 930.15. Después de pesar las muestras (20 g) se colocaron en una charola de aluminio y se secaron por 24 h en la estufa de desecación con aire forzado a una temperatura constante de 65° C. Pasado el tiempo se colocarán en un desecador durante 1 h. Se registraron los pesos y se obtuvo el % de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \left(\frac{\text{Peso de la muestra seca} \times 100}{\text{Peso de la muestra inicial, g}} \right)$$

$$\% H = (A-B) \times 100\% \quad MS = 100 - \% HM$$

Dónde:

A= peso charola + muestra húmeda, (g).

B= peso charola + muestra seca, (g).

M= peso muestra inicial, (g)

MS = Materia Seca.

Los resultados se presentaron como porcentaje de humedad y materia seca.

Determinación de cenizas: Para la determinación de cenizas se seguirá el método AOAC 942.05. Brevemente, se pesaron 3 g de muestra para cada repetición, posteriormente se colocaron en crisoles de porcelana previamente puestos a peso contante. Las muestras fueron calcinadas en la mufla a una temperatura de 550° C por 12 h hasta tener cenizas grises. Después del tiempo, los crisoles se colocaron en la estufa de secado para enfriarlos durante 30 min. Se colocaron en el desecador alrededor de 2 h y se registrarán los pesos.

$$\% \text{ Cenizas} = 100 \frac{(A-B)}{M}$$

Dónde:

A= peso del crisol + cenizas, (g).

B= peso del crisol a peso contante, (g).

M= peso de la muestra inicial, (g)

Determinación de fibra cruda: La determinación de fibra cruda se determinó por el método 962.09 de la AOAC 1990. La fibra cruda está constituida por la fracción de materia orgánica que queda después de digerir la muestra con ácido sulfúrico y e hidróxido de sodio bajo condiciones controladas. Esta fracción está formada principalmente por celulosa, cutina y parte de la lignina presentes en la muestra. La fibra se pierde en la ignición del residuo seco remanente después de la digestión de la muestra. Brevemente, se pesaron 2 g de semilla con una exactitud de 0.1 mg y se transfirió en un matraz para calentamiento a reflujo. En otro matraz para blanco se agregaron 2.0 g de fibra cerámica, a ambos matraces se les colocaron 200 mL de H₂SO₄ 0.255 N hirviendo, gotas de antiespumante y perlas de vidrio. Se dejó hervir rotando el matraz periódicamente durante 30 min, después de esto se filtró a través de un embudo Büchner. El filtrado se lavó con 75 mL de agua hirviendo. Se regresó el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y se hirvió nuevamente por 30 min rotando el matraz periódicamente, posteriormente se lavó con 25 mL de H₂SO₄ 0.255 N hirviendo y 3 porciones de 50 mL de agua hirviendo y con 25 mL de etanol al 95%. El residuo transfirió a un crisol previamente pesado y se secó en la estufa a 130 + 2 °C por 2 h, se enfrió en el desecador y se pesó. Posteriormente se incineraron por 30 min a 600 + 15 °C,

se enfriaron en el desecador y se pesaron. Los resultados se expresan de la siguiente manera:

% Fibra cruda en muestra molida = C = (Pérdida de peso en la incineración – pérdida de peso del blanco de fibra cerámica) x 100/ peso de la muestra.

$$\% \text{ Fibra cruda (base húmeda)} = C \times 100 - \frac{\% \text{ Humedad muestra original}}{100}$$

Esquema de análisis de Van Soest: Este método divide a la célula vegetal en dos partes (Guiragossian y col., 1977; AOAC, 1990):

- Contenido celular, altamente digestible
- Pared celular, parcialmente digestible y dependiente del grado de lignificación

El método de análisis separa la pared celular del contenido celular y sus componentes: celulosa, hemicelulosa y lignina. Para tal fin, la técnica hace uso de detergentes ácidos y neutros. En la Figura 4 se muestra la separación de las diferentes fracciones.

De esta manera, se tiene el siguiente balance:

Materia seca (MS) = SDN (contenido celular) + FDN (pared celular)

Pared celular (FDN) = SDA (hemicelulosa) + FDA (celulosa + lignina)

a) Determinación de Fibra Detergente Neutro

Este análisis permite evaluar de modo rápido el contenido de fibra total en alimentos fibrosos (Guiragossian y col., 1977).

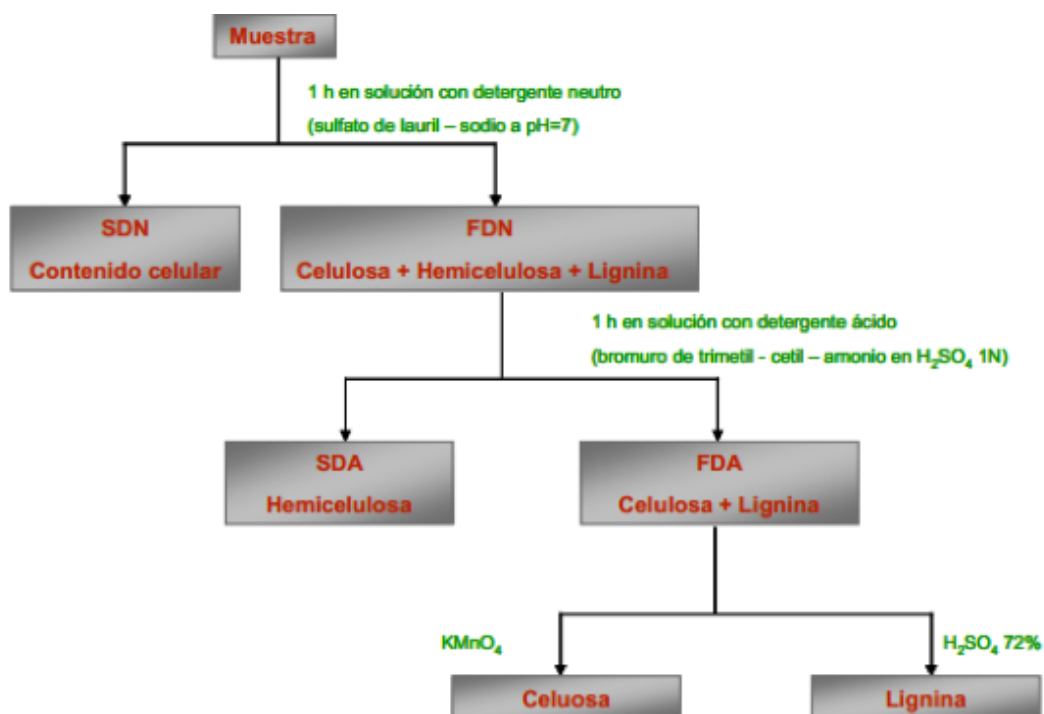


Figura 4. Esquema del método de análisis de Van Soest. SDN, soluble en detergente neutro; FDN, fibra detergente neutro; SDA, soluble en detergente ácido; FDA, fibra detergente ácido.

Solución de detergente neutro: A cada litro de agua destilada se agregó 30 g de laurilsulfato de sodio; 18.61 g de EDTA; 4.56 g de fosfato de hidrógeno disódico; 6.81 g de borato de sodio decahidratado y 10 mil de etilenglicol (2-etoxietanol). Se ajustó el pH en el rango 6.9-7.0. La muestra se colocó en un Erlenmeyer de 500 mil con boca esmerilada. Se añadieron 100 mL de solución de detergente neutro. Se conectó el refrigerante y se colocó sobre la placa calefactora. Se hirvió uniformemente bajo reflujo durante 1 h. El contenido se filtró a través de un crisol Gooch de porosidad N°1, previamente tarado, empleando vacío. El residuo se enjuagó con aproximadamente 300 mL de agua caliente (80°C) y finalmente con 10-15 mL de acetona. El crisol con su contenido se colocó en estufa a 105° C durante toda la noche, se dejó enfriar en un desecador y se pesó.

$$\% \text{ FDN} = \left((100) \frac{W2 - W1}{W3} \right)$$

Dónde:

w1: peso del crisol (g)

w2: peso del crisol y el residuo (g)

w3: peso de la muestra en base seca (g)

b) Determinación de Fibra Detergente Ácido

Solución de detergente ácido: Se añadieron 20 g de bromuro de etiltrimetilamonio a 1 L de H₂SO₄ 1N

La muestra se colocó en un Erlenmeyer de boca esmerilada junto con 100 mL de solución detergente ácido. Se conectó el refrigerante y se colocó en la placa calefactora. La temperatura se ajustó de manera tal de lograr la ebullición de 3 – 5 min. Luego, se redujo el calentamiento y la ebullición se prosiguió por 1 h. Los sólidos del Erlenmeyer se filtraron en un crisol Gooch de porosidad N°1, previamente tarado, a presión reducida bajo vacío. Se lavó varias veces con agua caliente (80 – 90°C), posteriormente, con acetona hasta que el líquido de lavado fuera incoloro. El último enjuague se realizó con hexano. El crisol con el residuo se colocó en una estufa a 105°C durante toda la noche, se enfrió en desecador y se pesó. El residuo se reservó para determinar el contenido de lignina.

$$\% \text{FDN} = 100 \frac{(W2-W1)}{W3}$$

Dónde:

w1: peso del crisol (g)

w2: peso del crisol y el residuo (g)

w3: peso de la muestra en base seca (g)

Obtención del extracto etéreo (contenido de grasa): La determinación del extracto etéreo se realizó siguiendo el método de la AOAC 920.39. Esta determinación usa el método Soxhlet que utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en la semilla.

Una vez pesadas las muestras (3 g), se transfirieron a los cartuchos y se colocaron en el extractor Soxhlet. En la parte inferior se ajustaron los vasos recolectores del extractor previamente llevados a peso constante. Se colocaron en calentamiento la parrilla y se posiciono el refrigerante para condensar el éter. Se añadieron 80 mL de éter por el extremo superior para obtener las descargas, la extracción se efectuó por 4 h. Al transcurrir este tiempo se retiraron los vasos y se dejaron en una campana de extracción hasta que evaporaron el éter restante, posteriormente se metieron en la estufa por 3 h a 100° C. Se colocaron en el desecador para después registrar el peso. Los resultados fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{(A-B)100}{M}$$

Dónde:

A = peso del vaso con residuo lipídico, (g).

B = peso constante del vaso, (g).

M= peso de la muestra, (g).

Los resultados se presentaron como porcentaje de extracto etéreo.

Determinación de proteína (N x6.25): La proteína se determinó con el método AOAC 2001.11. El método también es llamado Kjeldahl. Esta técnica se basa en que las proteínas y demás materia orgánica, son oxidados por el ácido sulfúrico, añadiéndose sulfato de sodio como catalizador y aumentar la temperatura de la mezcla y de esta manera acelerar la reacción, fijándose el nitrógeno, en forma de sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Esta sal se hace reaccionar con una base fuerte desprendiéndose amoníaco (NH_3) , que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido bórico (H_3BO_3) . Por titulación del ácido se calcula la cantidad de NH_3 , conociéndose de esta manera la cantidad de nitrógeno contenido en la muestra que multiplicado por el factor de conversión (6.25) resultará en la cantidad de proteína cruda o bruta.

Se tomaron por triplicado 2.0 g de muestra y se colocaron en tubos Kjeldahl agregándose 25 ml de ácido sulfúrico al 97% y 2 pastillas de la mezcla digestora (1000 Kjeltabs Cu/3.5) para iniciar la digestión (líquido oscuro). Los matraces se ubicaron sobre las parrillas de calentamiento y después de 45 min cuando el líquido tomó una coloración verde claro se retiró de la parrilla y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Para realizar la destilación se midieron 50 mL de ácido bórico al 2% con 3 gotas de rojo de metilo en un matraz Erlenmeyer y éste se colocó en la terminal del refrigerante de la unidad de destilación, para recibir el amoníaco. En este punto se agregó hidróxido de sodio al 50% al tubo Kjeldahl y se colocó inmediatamente en la unidad de destilación hasta destilar aproximadamente 150 mL. Se tituló con una solución de ácido sulfúrico 0.1 N hasta que se produjo el cambio de color amarillo a rosa tenue. Los cálculos para obtener el porcentaje de nitrógeno se realizaron aplicando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(A-B)(C)(N)(100)}{M}$$

Dónde:

A= ml de H₂SO₄ gastados de la muestra problema

B= ml de H₂SO₄ gastados del blanco.

C= miliequivalentes de nitrógeno (0.014).

N= Normalidad del ácido H₂SO₄.

M= peso de la muestra, (g).

% de proteína cruda o bruta = % Nitrógeno x factor de conversión (6.25).

Los resultados se presentaron en % de proteína.

Extracto libre de nitrógeno (E.L.N): Este análisis es la última de las fracciones que componen, calculándose:

$$\% \text{ E.L.N. (b.s.)} = 100 - (\% \text{ P.C.} + \% \text{ F.C.} + \% \text{ E. E.} + \% \text{ Cenizas})$$

Dónde:

PC: proteína cruda

FC: fibra cruda

EE: extracto etéreo

Obtención del mucílago: Para la extracción del mucílago se aplicó el método de Gowda, (1984) modificando la temperatura, velocidad y tiempo de extracción y recuperando el mucílago por filtración a través de un tamiz malla 40 (Figura 5).

Para la precipitación, se modificó la temperatura para hidratar la semilla (37° C por una hora y 3000 rpm para la agitación) y la recuperación del mucílago se realizó por filtración con vacío.

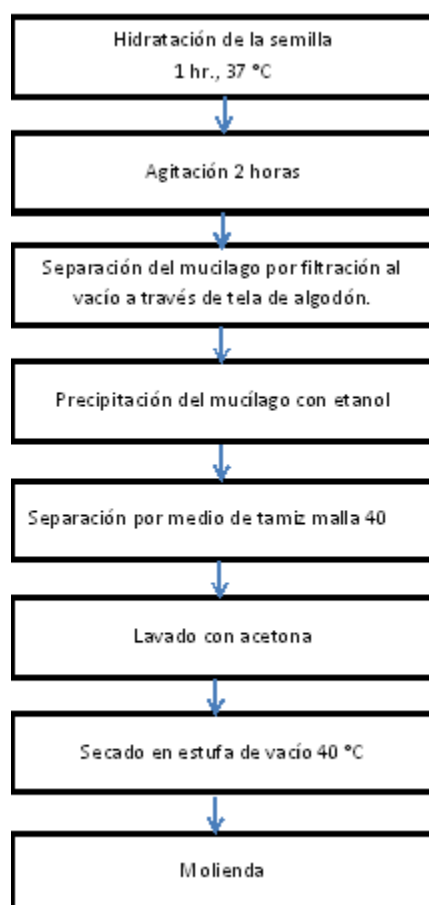


Figura 5. Diagrama de flujo para la extracción del mucílago de las semillas de chan.

6.4 Elaboración de alimentos.

Se elaboraron tres tipos de alimentos:

- Pan de Chan /semillas tostadas
- Muffins con chan/ semillas crudas
- Galletas de chan y trigo/ harina de semilla de chan

Las recetas se resumen en el Anexo 1. En todos los casos se realizó el análisis químico proximal de acuerdo a la metodología descrita previamente para la semilla.

Se realizó un análisis químico proximal para determinar la composición aproximada de un alimento, en cuanto al contenido de humedad, materia seca, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

6.5 Evaluación sensorial

En el Cuadro 1 se muestran las características de una prueba sensorial. Se utilizó una prueba de tipo hedónica con 50 participantes. Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial. Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas podemos encontrar: pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad (Liria, 2007).

Cuadro 1. Cualidades de las pruebas afectivas utilizadas en evaluación sensorial.

| Clasificación | Objetivo | Pregunta de interés | Tipo de prueba | Características de los panelistas |
|----------------------|--|--|-----------------------|---|
| Afectiva | Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto. | ¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos? | Hedónica | Reclutados por uso del producto, no entrenados. |

Muchas veces se confunden el término preferencia con aceptabilidad, sin embargo son terminologías diferentes. Aceptabilidad se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto. Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas (dos o más productos). Cuando se usan dos productos se refiere a una prueba pareada. Cuando se usan dos o más productos se refieren a una prueba de ranking. Comúnmente se utilizan pruebas hedónicas para evaluar la preferencia y/o aceptabilidad de un producto (Liria, 2007).

Una de las principales ventajas de esta prueba es que provee de información esencial del producto. Asimismo permite identificar el grado de gusto o disgusto de un producto y relaciona el perfil descriptivo y otras variables para poder optimizar o mejorar el producto. Dentro de las limitaciones es que los resultados pueden no ser claros y pueden dar un pobre diagnóstico, debido a que se trata de la apreciación en relación a los gustos y preferencias de panelistas. Puede resultar difícil obtener un panel representativo de la población objetivo y finalmente los datos o categorías de preferencia pueden ser ambiguos. En este tipo de pruebas se asume que el nivel de aceptabilidad del consumidor existe en un continuo, no necesariamente hay el mismo nivel de escala entre me gusta mucho y me gusta, que entre me disgusta mucho y me disgusta. Las respuestas están categorizadas

en escalas desde gusta a no gusta, también se pueden evaluar otros atributos del alimento por ejemplo: salado, dulce, espeso, aguado, etc. Para el análisis se asigna un valor numérico a cada escala. No se debe buscar otra alternativa o alternativas intermedias, se usa las que están dadas (sobre todo en las ya definidas). El número de escalas puede variar, pero en esta prueba se usó la de categorías cinco niveles de escala entre me disgusta mucho a me gusta mucho, incluyendo una intermedia no me gusta ni me disgusta (Anexo 2). Los requerimientos de la prueba son:

Instalaciones o ambiente de la prueba: Para ayudar a disminuir las variaciones de errores y mejorar la sensibilidad en las pruebas se cumplieron con los siguientes criterios:

- a) El color de las paredes y del ambiente, se eligió color blanco.
- b) Control de la iluminación, usando luz natural.
- c) Buena ventilación, el área de prueba se cuidó que estuviera libre de olores.
- d) Silencio, libre de ruidos molestos.
- e) Los individuos estuvieron separados uno del otro, ya que más de un individuo evaluó el producto a la vez.

La muestra: Existen dos aspectos que se deben controlar en lo que respecta al alimento:

- a) Aspectos relacionados con el alimento
 - i. Preparación de la muestra: usar utensilios que no afecten el sabor del alimento o preparación (gusto y olor), de ser posible contar con campanas extractoras para eliminar olores en la preparación.
 - ii. Temperatura: servir el alimento o preparación a la misma temperatura a todos los panelistas, teniendo en cuenta que si se realizan en días diferentes se debe tratar de presentar siempre a la misma temperatura. Esto puede afectar el sabor, consistencia y aceptabilidad del alimento o preparación.

- iii. Cantidad servida: ésta dependerá del tipo de alimento que estamos probando. Para definir la cantidad primero es importante contestar estas preguntas:

¿Cuál es el propósito del estudio?, ¿Cuál es el tamaño de la porción normal servida del producto?, ¿Cuál es la cantidad usual de un bocado? y ¿Cuántos atributos se tienen que evaluar? Contestando estas preguntas es preferible servir un poco más. Asimismo, se recomienda servir la misma cantidad a cada individuo.

- iv. Métodos de preparación y de conservación: usar la misma cantidad de cada uno de los ingredientes, el mismo tiempo y temperatura de preparación y cocción, la misma forma, tiempo y temperatura de conservación. Esto se debe tener en cuenta cada vez que se realice la prueba.
- v. Métodos de servido e instrucciones del experimentador: usar de preferencia contenedores (vasos, tazones u otro) sin color y transparentes, del mismo tamaño, para no interferir en la evaluación del producto.
- vi. Dar las mismas instrucciones a todos los panelistas, antes de iniciar la prueba. Para esto se puede tener una guía pre-diseñada y leerla siempre que se inicie una sesión, de esta manera se tiene la información impartida estandarizada a todos los panelistas.

b) Consideraciones para el diseño experimental:

- i. Para evitar sesgos en la evaluación se debe asignar aleatoriamente el orden de presentación de los productos (Prueba por parejas y dúo-trío: AB, BA; Prueba Triangular: AAB, ABA, BAA, ABB, BAB, BBA).
- ii. Servir las porciones al azar, a menos que el diseño experimental requiera conocer el efecto del orden de servido.

Los panelistas: Al momento de elegir a los panelistas o evaluadores debemos responder dos preguntas:

- a. ¿Quiénes deberían ser nuestros sujetos?, esto va a depender del tipo de prueba y más aún de los objetivos de la evaluación:

- i. ¿Entrenados y orientados o totalmente no entrenados?, en el caso de productos industrializados y en empresas se suelen usar sujetos entrenados, pero si lo que queremos es ver la respuesta de la gente a la que va dirigido el producto podemos usar a población en general.
- ii. Al elegir los sujetos que van a realizar la evaluación se recomienda buscar sujetos que correspondan a la población objetivo del producto de acuerdo a la: edad, sexo, grupo étnico y/o otras características demográficas. También debemos tener en cuenta si el producto va dirigido a población sana o enferma, así tenemos que si va dirigido por ejemplo a personas con diabetes, nuestro público objetivo de evaluación serían sujetos con diabetes.

¿Qué motivará a los sujetos?

- i. ¿Qué es lo que hará participar a la gente con un alto grado de seriedad y cumplimiento de las instrucciones?, como principio general: Todos los paneles requieren de algún incentivo por su participación. Los criterios para la participación en evaluaciones sensoriales son:
 - a. Estar en buena condición física y mental.
 - b. Conocer antes de empezar la ficha de registro para evitar confusiones.
 - c. Percibir el aroma inmediatamente después de abrir la muestra para percibir el olor con mayor claridad.
 - d. Probar suficiente de la muestra para asegurar de degustar adecuadamente el producto.
 - e. Prestar atención a la secuencia de los productos presentados, empezar por el de mano izquierda y continuar por el de la derecha. No cambiarlos de posición para evitar confusión en el llenado del formulario.
 - f. Enjuagarse la boca al cambiar el producto que se está degustando y cada vez que lo requiera, siempre que la situación lo requiera.
 - g. Concentrarse en la prueba y bloquear otras distracciones.
 - h. No ser demasiado crítico, no sobre-juzgar un producto.

- i. Utilizar toda la escala presentada para la evaluación del producto (evitar marcar sólo alrededor de la mitad de la escala).
- j. No cambiar su manera de pensar.
- k. Revisar los puntajes asignados a los productos, para estar seguros de la evaluación realizada.
- l. Ser honesto con usted mismo en la evaluación.
- m. Para llegar a ser un panelista experto es necesario practicar. La experiencia y habilidad para realizar evaluaciones sensoriales vienen lentamente. Ser paciente.
- n. No fumar, beber o comer por lo menos 30 minutos antes de su participación.
- o. No usar perfume, loción de afeitar, jabones perfumados y lociones de mano debido a que puede confundir los resultados, sobre todo cuando se está evaluando el olor de un producto.
- p. Los panelistas entrenados requieren conocer de antemano los defectos y el rango de intensidad probable del producto.
- q. La evaluación sensorial es un trabajo serio por lo tanto se deben evitar bromas y egos y se debe insistir en controles experimentales apropiados.

6.6 Análisis estadístico. Una vez obtenidos los resultados de los experimentos se conformaron en una base de datos y se analizaron con ayuda del programa SPSS Statistics 21.0. Se obtuvieron valores de media, desviación estándar y error estándar para cada indicador por grupo. Se analizaron los datos a través de un Anova para conocer diferencias significativas en la preferencia de los tres de alimentos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Características físicas de la semilla de chan

La evaluación de las características físicas de la semilla de *Hyptis suaveolens* se muestra en el Cuadro 2. El tamaño de la semilla se determinó a través de la medición de sus dimensiones características: largo (L), ancho (W) y espesor (T), a partir de 90 semillas de cada tipo de color de pericarpio, seleccionadas al azar a partir de la mezcla comercial. Para ello, se utilizó un micrómetro de exteriores, con calibre digital (0.01 mm de precisión), según se indica en la Figura 6.

Las semillas estudiadas estuvieron constituidas por una elevada proporción de semillas oscuras (92-98%). Las semillas de chan se caracterizaron por presentar una forma elipsoidal con tres semiejes desiguales y pequeño tamaño. La dimensión longitudinal (L) varió entre 4.31– 4.64mm, encontrándose el mayor número de semillas en el rango de tamaño ($4.40 \leq L \leq 4.62$ mm). El promedio del ancho (W) y espesor (T) de las semillas fue de 2.1-2.9 mm. Estas medidas se encuentran en el mismo rango que las informadas por Vázquez Galindo (2010) para semillas de *H. suaveolens*.

Cuadro 2. Características físicas generales de la muestra.

| Característica analizada | Semilla “violeta” |
|--------------------------|-------------------|
| Color | Negro |
| Impurezas | 1.2% |
| Grano limpio | 98.7 % |
| Tamaño de grano | 2.7x 4.5 mm |

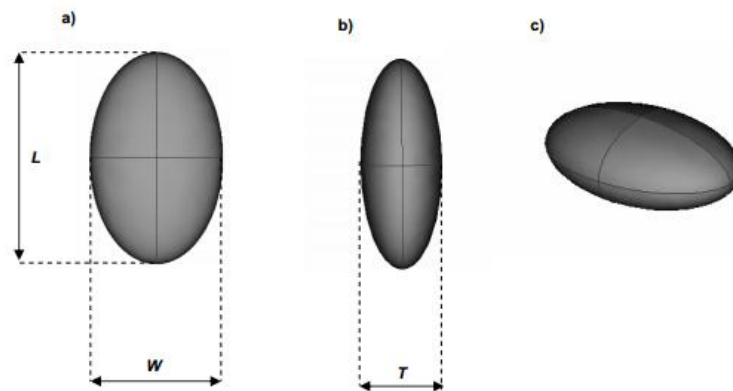


Figura 6. Dimensiones características a) vista frontal, b) vista de perfil y c) geometría tridimensional de la semilla de chan.

La Figura 7 muestra las imágenes obtenidas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) de las núculas de *Hyptis suaveolens*, las mismas son glabras (sin pelos) y están compuestas por la semilla verdadera y el pericarpio que la rodea (Figura 7B). La semilla verdadera consta de una cubierta seminal (testa), el endosperma y el embrión, el cual está compuesto principalmente por los cotiledones.

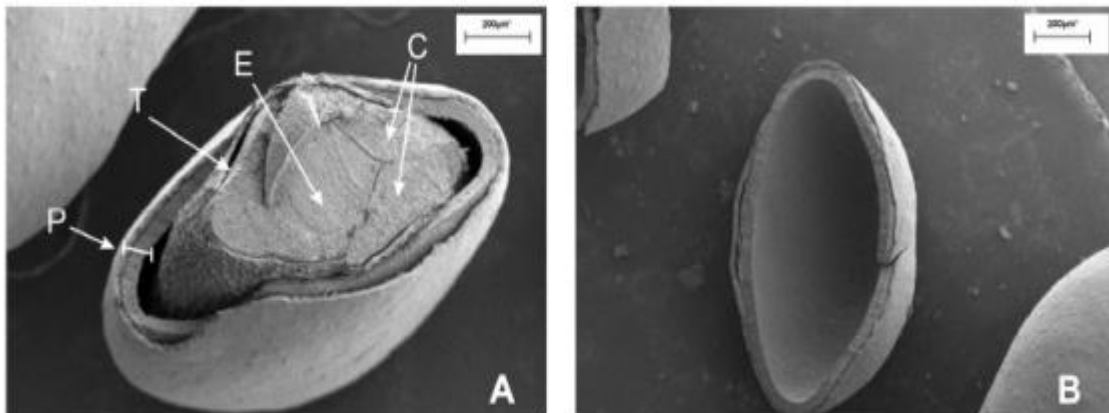


Figura 7. Micrografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) de núculas de *Hyptis suaveolens*; (A) Sección longitudinal mostrando la estructura interna (x 187). (B) Pericarpio (x 152). P:pericarpio; T: testa; E: endosperma; C: cotiledones.

En la Figura 8 se muestran las micrografías correspondientes a las núculas blancas, con diferentes grados de magnificación. Como puede observarse, y en

concordancia con lo descrito previamente a través de las propiedades físicas de las semillas, las mismas presentan una forma elipsoidal.

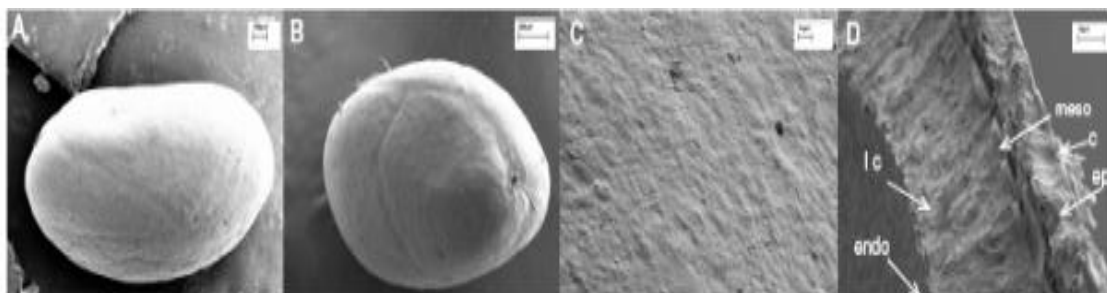


Figura 8. Micrografías electrónicas obtenidas por microscopia electrónica de barrido (SEM) de núculas de *Hyptis suaveolens*. Vista lateral: A, (x 145); vista frontal: B, (x 170); superficie del pericarpio: C (x 1500); sección transversal del pericarpio: D (x 3000). c: cutícula, epi: epicarpio; meso: mesocarpio; lc: capa de esclereidas; endo: endocarpio.

7.2 Análisis químico proximal de la semilla de chan

El Cuadro 3 presenta los resultados correspondientes al contenido de humedad, materia seca, cenizas, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda, y carbohidratos, en comparación con un estudio realizado en la Universidad de Guanajuato, en donde sobresale que la composición química de la variedad violeta. La cantidad de fibra presente en la semilla fue elevada por lo que podría contribuir con aporte significativo de fibra. Este contenido es similar al promedio reportado para otros valores de fibra en alimentos como semillas de chía con un valor promedio de 30 g de fibra por cada 100 gramos. Los valores obtenidos en base seca fueron similares a lo indicado por los resultados arrojados por el estudio de Vázquez-Galindo y col. (2010). El resultado obtenido para el extracto etéreo indicó un valor de 17%, menor al promedio del contenido de la semilla de chía con un 82%, con un alto porcentaje de ácidos grasos esenciales de sus lípidos con dicha característica (Capitani, 2012).

**Cuadro 3. Composición en base seca promedio de semillas de chan
provenientes de Zacualpan, municipio de Comala, Colima.**

| Análisis | Vázquez-Galindo y col., 2010. Variedad violeta | Vázquez-Galindo y col., 2010. Variedad blanca | Resultados obtenidos variedad violeta* |
|---------------------|--|---|--|
| Humedad | 5.74 | 5.09 | 5.66 |
| Materia seca | 94.26 | 94.91 | 94.33 |
| Cenizas | 3.71 | 4.18 | 3.66 |
| Extracto etéreo | 16.11 | 15.82 | 16.91 |
| Proteína cruda | 13.79 | 14.41 | 13.64 |
| Fibra cruda | 28.69 | 27.7 | 26 |
| Carbohidratos (ELN) | 32.21 | 32.72 | 32.13* |

* Calculado por diferencia.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados correspondientes al contenido de fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) calculados a partir del método propuesto por Van Soest (Guiragossian, 1977). El valor de FDN representa el contenido de pared celular mientras que el de FDA, el de celulosa y lignina. El contenido de FDN se correlaciona negativamente con la digestibilidad. Los mayores valores de FDN en relación a los valores informados para el girasol cultivable (Trimachi y col., 1992; Pinto y col., 1992) indican que la semilla de chía presenta un menor porcentaje de contenido celular. Los mayores niveles de FDA encontrados para las semillas de chan están asociados a un porcentaje más elevado de celulosa y no de lignina.

Cuadro 4. Resultados arrojados por el análisis de Van Soest para determinación de fibras en base seca de semilla de chan.

| FDA | FDN | Lignina | Hemicelulosa | Celulosa |
|------|------|---------|--------------|----------|
| 42.6 | 60.2 | 6.0 | 17.6 | 36.6 |

Con las modificaciones aplicadas al método de Gowda (1984), se incrementó el rendimiento de mucílago obtenido, como se puede observar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados de la obtención del mucilago en semillas de chan.

| Método | Semilla de chan |
|---------------------|-----------------|
| Gowda (1984) | 15.91% |
| Tratamiento a 37 °C | 20.9 % |

Por lo tanto, casi el 50% de la semilla son carbohidratos complejos y fibra. Siendo un 28% de fibra insoluble y un 21% de fibra tipo insoluble, denominada mucilago, la cual posee una extraordinaria capacidad de retención de agua. Ello explica que cuando la semilla de chan se mezcla con agua incrementa su peso a casi el cuádruple, formando un tipo gel con el agua. Este gel en el estómago es una barrera natural entre los jugos digestivos y el alimento, haciendo que éste se absorba lentamente, es por esta característica que las semillas de chan son altamente recomendables para ayudar a controlar la velocidad de tránsito intestinal, por lo que puede prevenir el estreñimiento (Capitani, 2012).

7.3 Evaluación de las características físicas de los alimentos preparados en base a semilla de chan.

Se procedió a elaborar una muestra de muffins, pan y galletas (Figura 9), para poder realizar los análisis químicos y las evaluaciones sensoriales. Dichas muestras fueron evaluadas en sus características físicas para determinar si presentaban diferencia al compararse contra un grupo de mismos muffins y pan (rebanadas) control elaboradas previamente sin semilla de chan.



Figura 9. Fotografía de los Muffins, pan y galletas de chan.

En el Cuadro 6 se muestran las características físicas de muffin y pan. Los promedios de peso, diámetro y altura de cada alimento se compararon con los elaborados sin semilla y no se encontraron diferencias significativas entre alimentos ($p>0.05$).

Para la elaboración de las galletas y sus muestras fue necesaria la sustitución de harina, siendo el 50% de harina de trigo y 50% de harina de semilla de chan. Dichas muestras fueron evaluadas en sus características físicas para determinar si presentaban diferencia al compararse contra un grupo de galletas control elaboradas solamente con harina de trigo. Los resultados se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 6. Características físicas de los muffins y el pan elaborados con semilla de chan.

| Tipo de Alimento | Promedio peso (g) | Promedio diámetro (cm) | Promedio altura (cm) |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Muffins (pza) | 30.16 | 3.42 | 5.21 |
| Pan salado (rebanada) | 33.42 | 10.26 | 8.6 |

Cuadro 7. Comparación de las características físicas de las galletas elaboradas con semilla de chan.

| Tipo de galleta | Promedio peso (g) | Promedio diámetro (cm) | Promedio altura (cm) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Trigo | 19.87 | 5.17 | 0.74 |
| Trigo y chan | 18.48 | 5.09 | 0.76 |

Los promedios de peso, diámetro y altura de las galletas de cada grupo se compararon con los de la galleta control, elaborada solamente con harina de trigo. No se encontró diferencia significativa entre las características físicas de peso, diámetro y altura de las galletas con la sustitución de harina de chan y la galleta control de harina de trigo ($p>0.05$).

7.4 Análisis químico proximal de los alimentos preparados en base a semilla de chan.

Se presentan los resultados que arrojó el análisis químico proximal realizado en los tres alimentos (galleta de chan, pan de chan y muffins con chan). Destaca el contenido de fibra cruda presente mayormente en la galleta por ser elaborada con el 50% de harina de semilla de chan, así como el contenido de proteína en los tres alimentos siendo el de mayor porcentaje la galleta, siguiéndole el pan y los muffins, respectivamente. El porcentaje de extracto etéreo fue mayor en el muffin con chan siendo casi el doble el porcentaje contenido que la galleta de chan, mientras que el pan contiene un porcentaje menor a estos con un 3.4%, por último y no menos importante el porcentaje de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos),

se presenta con mayor cantidad en el pan de chan, siguiéndole el muffin con el 67.3% y en tercer lugar la galleta de chan.

Cuadro 8. Resultados del análisis químico proximal reportados en base a materia seca para 90 g de los tres alimentos elaborados.

| Descripción | % M.S. | % P.C. | % EE | % FC | %Cenizas | % ELN | Kcal |
|--------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| Galleta | 97.8 | 15.3 | 11.2 | 4.9 | 1.5 | 67 | 450 |
| Pan | 96.9 | 14.9 | 3.4 | 0.9 | 2.2 | 78.6 | 408 |
| Muffin | 97.8 | 9.03 | 22.1 | 0.8 | 0.8 | 67.3 | 507 |

% M.S.: materia seca, % P.C. Proteína Cruda, E.E.: Extracto Etéreo, % F.C.: Fibra Cruda, E.L.N.: Extracto Libre de Nitrógeno, kcal: kilocalorías.

Las galletas presentaron un alto contenido de fibra dietaría (5%) en comparación a los otros dos productos y en el análisis sensorial fueron evaluadas como producto de calidad alta-media. Los sabores persistentes acordes con una galleta con fibra, especialmente a harina, dulce y salvado; aunque en el perfil de textura se describieron como un producto seco y poco aceitoso. La fibra contenida en la harina de la semilla de chan utilizada en la elaboración de las galletas tuvo efecto significativo en la consistencia, lo que puede tener efecto en la evacuación de la materia fecal.

Referente al contenido de proteína destacan las galletas con 15.3% y el pan con un 14.9%, por lo cual es importante reconocer la calidad nutrimental de proteínas vegetal que la semilla de chan puede enriquecer al producto alimenticio. De acuerdo al contenido de lípidos el alimentos que presentó mayor contenido de estos fueron los muffins con un 22.1%, seguido de las galletas con un porcentaje de 11.2% y por último el pan con tan solo un 3.4% de proteína, esto podría incidir de alguna manera en la degustación de los alimentos. El contenido de carbohidratos destaca en los muffins y las galletas con un contenido similar de un 67%, por otro lado está el pan con un contenido superior a los antes mencionados con un aproximado de 78%, esto se debe a la mayor cantidad de harina que se utilizó para la elaboración.

En el 2012 nuestro equipo de trabajo encontró que la semilla de chan preseta un alto contenido de proteína. Además, se observó que el contenido de aminoácidos aromáticos en las semillas de chan es mayor que otros granos como el maíz y con buenos niveles de aminoácidos de cadena ramificada (Aguirre-Mancilla y col., 2012), cuestiones que en el aspecto nutricional coloca a un alimento de origen vegetal con un contenido importante de proteína de alto valor biológico.

7.5 Evaluación sensorial de los tres alimentos.

Se llevó a cabo el panel sensorial en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Autónoma de Querétaro con 50 alumnos de la licenciatura en Nutrición, el promedio de edad de los panelistas oscilaba en los 20 ± 2 años; siendo 14 de sexo masculino y 36 de sexo femenino. Se observó que de acuerdo al sabor en los tres alimentos: muffins, galletas y pan, los que destacan con el mismo valor de preferencia (80%) son los muffins y el pan salado, mientras que las galletas se quedó por debajo con un porcentaje de solo el (40%) de agrado (Figuras 10, 11, 12).

Referente a la consistencia de los tres alimentos, se observó que con un 90% la preferencia de la consistencia del pan, siguiéndole en preferencia los muffins con un 90% y finalmente la consistencia del pan el cual solo agrado en un 46% (Figuras 13, 14, 15).

Con respecto al color de los tres alimentos, el alimento con mayor porcentaje de agrado los muffins con un 77%, seguido de un 63% de preferencia perteneciente al pan y por último fue preferencial con un 40% de los panelistas las galletas (Figuras 16, 17, 18).

Se observó en el atributo del olor que el que fue mayormente del agrado de los panelistas fue el pan con un 93%, seguido en segundo lugar por los muffins con un 87% y por ultimo las galletas con un 47% del total de los panelistas (Figuras 19, 20, 21).

En relación a los muffins y el pan, la mayoría de los panelistas estuvo de acuerdo en el agrado en general, la textura y el sabor fueron las características que más agradaron a los panelistas, seguido del olor, debido a que olía a canela y mantequilla, ingredientes ampliamente aceptados y el color fue lo que menos les gustó. Respecto a las galletas, debido a la dulzura del aroma, los panelistas esperaban un sabor similar sin embargo, reportaron percibir poca dulzura, lo cual no fue de su agrado, además de un sabor ligeramente salado y de la textura pesada a la masticación.

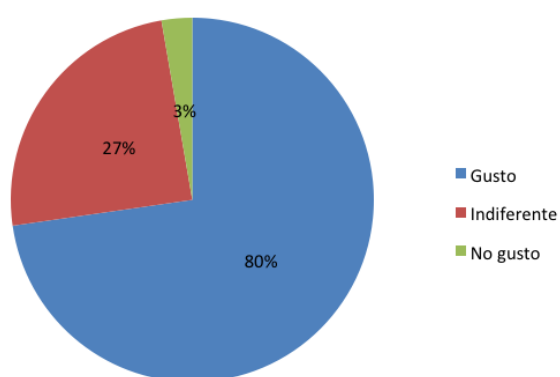


Figura 10. Porcentaje de agrado al sabor de los muffins elaborados con semilla de chan.

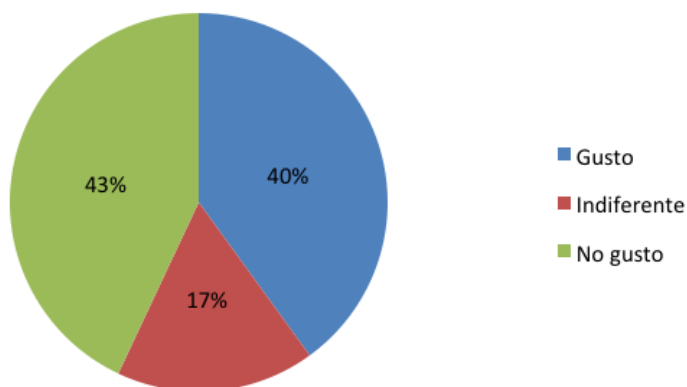


Figura 11. Porcentaje de agrado al sabor de las galletas elaborados con semilla de chan

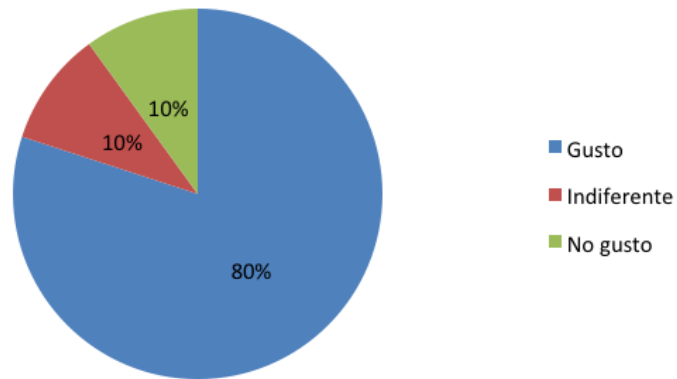


Figura 12. Porcentaje de agrado al sabor del pan elaborado con semilla de chan

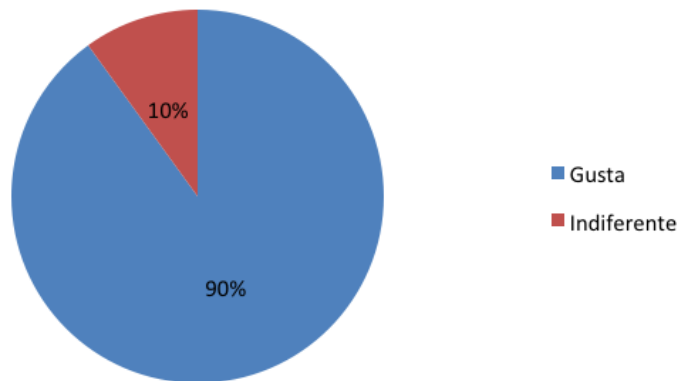


Figura 13. Porcentaje de agrado a la consistencia de los muffins elaborados con semilla de chan.

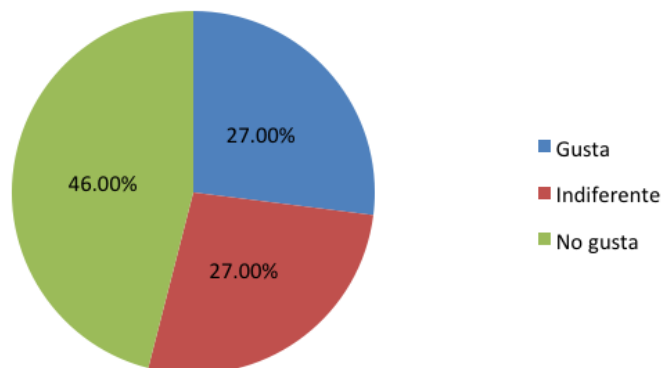


Figura 14. Porcentaje de agrado a la consistencia de las galletas elaborados con semilla de chan

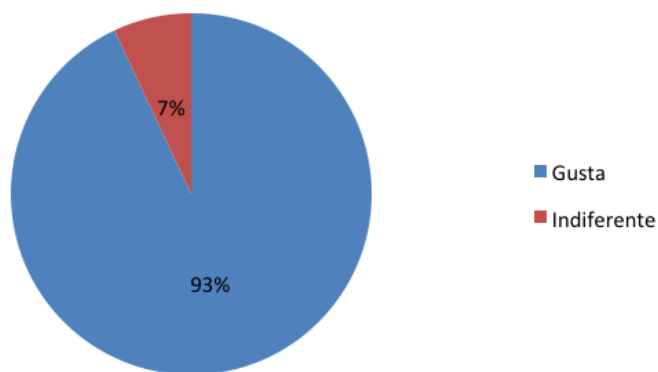


Figura 15. Porcentaje de agrado a la consistencia del pan elaborado con semilla de chan

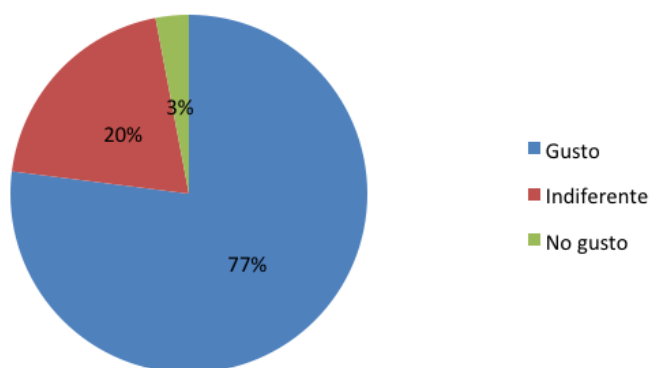


Figura 16. Porcentaje de agrado al color de los muffins elaborados con semilla de chan.

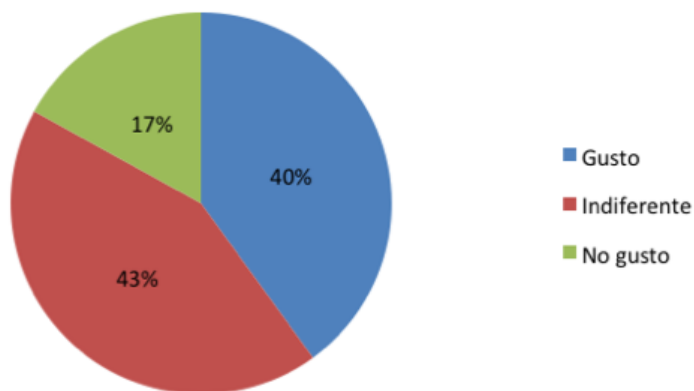


Figura 17. Porcentaje de agrado al color de las galletas elaboradas con semilla de chan.

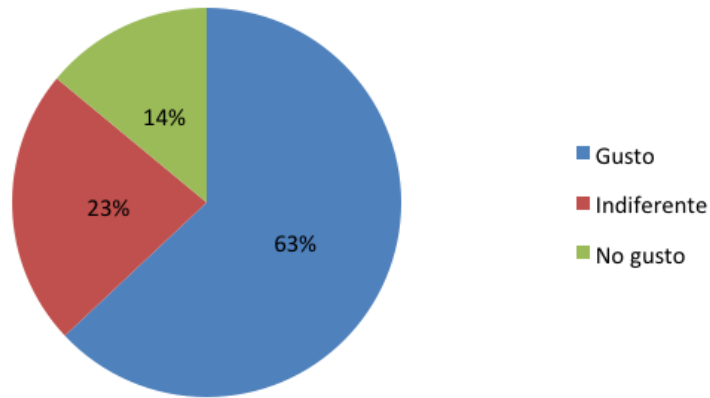


Figura 18. Porcentaje de agrado al color del pan elaborado con semilla de chan.

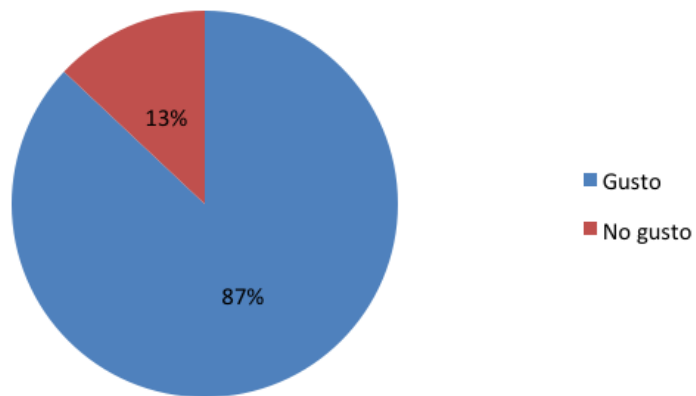


Figura 19. Porcentaje de agrado al olor de los muffins elaborados con semilla de chan.

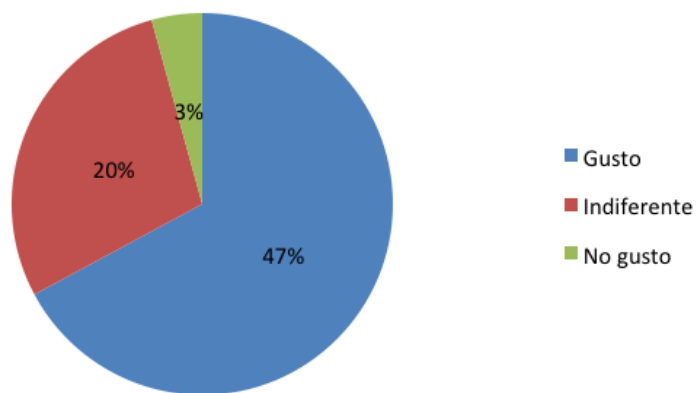


Figura 20. Porcentaje de agrado al olor de las galletas elaboradas con semilla de chan.

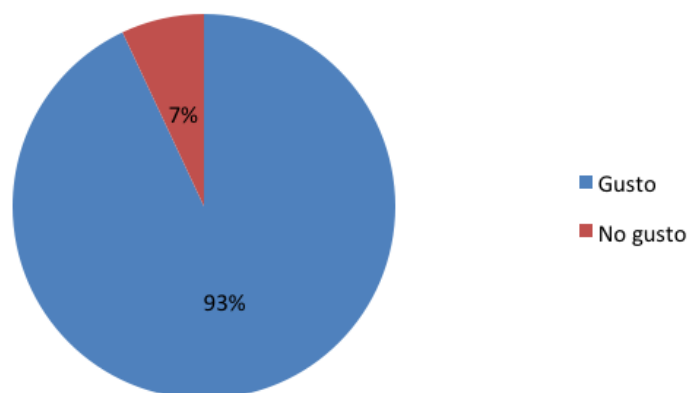


Figura 21. Porcentaje de agrado al olor del pan elaborado con semilla de chan

De los 50 panelistas, prefirieron en su mayoría el pan y los muffins en la totalidad de sus atributos. Con base en las opiniones del grupo focal, se podrían realizar cambios a la fórmula de la galleta, agregándole más azúcar para aumentar la dulzura y homogenizando más la mezcla para evitar la percepción de un alimento extra seco. Además también se podría realizar un cambio en la visión utilizando un colorante vegetal.

7.6 Comparación de productos de chan con productos comerciales.

En el Cuadro 9 se muestra una comparación del precio y valor nutricional de los muffins, las galletas y el pan con respecto a otros productos habitualmente consumidos en México. Se puede observar que los tres productos tienen mayor contenido de proteínas en comparación con los productos comerciales, las galletas contienen más del doble que las galletas de avena con granola de la marca Quaker, mientras que los muffins contienen un gramo más que los muffins comerciales con arándanos y el pan con semillas de chan contiene 1.5 g más que el pan con semillas de linaza de la marca Bimbo.

En el aspecto del contenido de grasa, destacan los tres alimentos comerciales con mayor cantidad de este macronutriente en comparación de los alimentos preparados con semillas de chan, por lo que aventaja a estos últimos productos como de alimentos de mayor calidad nutritiva. En cuanto al contenido de

carbohidratos, los tres alimentos con semillas de chan son ligeramente mayores en su contenido en comparación de los alimentos comerciales, las diferencias van de 1.5-2.0 g. Lo que concierne a fibra, se puede observar que el alimento más bajo en este carbohidrato complejo es el pan, siguiéndole de los muffins, mientras que las galletas presentan un mayor contenido de fibra. En ningún caso de los alimentos preparados con semillas de chan presentan mayor cantidad que los alimentos comerciales, sin embargo no están tan alejados a los valores de su alimento comparado.

Cuadro 9. Comparación de alimentos con chan con alimentos comerciales.

| | Galletas de chan | Galletas de avena | Muffins con chan | Muffins c/arándanos | Pan c/chan | Pan c/linaza |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| Porción | 30g | 30g | 30g | 30g | 30g | 30g |
| Costo unitario | \$1.60* | \$1.80** | \$3.20* | \$5.00** | \$18.00* | \$24.00** |
| Proteína (g) | 4.6 | 2 | 3 | 2 | 4.5 | 3 |
| Grasa (g) | 3.3 | 5 | 6.6 | 8 | 1 | 2 |
| Carbohidratos (g) | 20 | 18 | 20 | 17 | 23.5 | 22 |
| Fibra (g) | 1.5 | 2 | 0.25 | 1.5 | 0.27 | 0.60 |
| Calorías | 134 | 120 | 152 | 154 | 122 | 120 |

*Estimado según costo y rendimiento de ingredientes

**Costo real en expendio.

Finalmente en cuanto a precio, las variaciones son diferentes. Para las galletas la diferencia es de 0.20 pesos, para los muffins la diferencia es de \$1.80, y en cuanto al pan la diferencia es de \$6.00. Cabe destacar que aunque los costos de los alimentos no representan gran diferencia si pueden influir en el costo de producción y las ganancias de los productos alimentarios realizados en este trabajo, teniendo en cuenta que podrían competir con productos comerciales en cuanto a calidad nutritiva y precio en el mercado.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió realizar la caracterización fisicoquímica de las semilla (*Hyptis suaveolens*) lo que representa un aporte significativo tendiente a la revalorización y adecuada aplicación de este cultivo ancestral en la industria alimentaria, mediante el desarrollo de alimentos funcionales, con beneficios potenciales para el consumidor. La información obtenida a partir de la caracterización de las propiedades físicas de las semillas de chía es de utilidad para mejorar eficientemente el diseño y la construcción de los equipos y estructuras para el manejo, recolección, transporte, limpieza, clasificación y procesamiento agroindustrial de las mismas.

Se obtuvo información acerca de la microestructura de las semillas (núculas) de chan mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Las micrografías permitieron visualizar que las mismas están constituidas por el pericarpio el cual rodea a la semilla verdadera. La organización interna del pericarpio de las núculas de chan estudiadas correspondió a la estructura típica característica del género *Hyptis*, al cual pertenecen. Desde el exterior hacia el interior del pericarpio pudo observarse el epicarpio de importancia en la exudación de mucílago cuando las semillas de chía son humedecidas-, el mesocarpio y una capa de células de esclereidas, la cual le confiere rigidez a la semilla.

La caracterización química de las semillas de chan mediante su composición centesimal (b.s.) reveló un contenido de proteínas de 13.64%, lípidos 16.91%, fibra 28% y cenizas de 3.66%. Estos valores coinciden con los informados en la literatura para semillas de chan de otras procedencias.

La caracterización química de los alimentos elaborados en base a chan mediante su composición centesimal (b.s.) arrojó resultados en un contenido de proteínas de 9-15%, lípidos 3.4-22.1%, fibra 1-5% y cenizas entre 0.8-2%, en rangos contemplando los tres alimentos.

La evaluación sensorial se reveló información acerca de la aceptación, en la que sobresalió la preferencia por los muffins y el pan de chan (salado) con un 80% de preferencia en el sabor, referente a consistencia sobresalieron los muffins y el pan de chan cerca del 90% aproximadamente. En color la preferencia la obtuvieron los muffins con un 77%, y por último en olor el pan de chan fue el sobresaliente con un 93% siguiéndole los muffins con un 87% de preferencia. En conclusión, los muffins resultaron con mayor preferencia en los atributos evaluados. La galleta fue el alimento que presentó un mayor contenido de fibra dietaria (5.0%) y fue evaluada como un producto de calidad media alta, con sabores persistentes acordes con una galleta con fibra, especialmente a harina, dulce y salvado, aunque en el perfil de textura se la describió como un producto seco y poco aceitoso. Al comparar con alimentos comerciales se encontró, una cantidad de proteína, destacable para ser un alimento de repostería. El valor proteico puede colocar a los tres alimentos como productos alimentarios de importante calidad nutritiva.

PERSPECTIVAS FUTURAS

En función de los resultados obtenidos, se propone continuar con el estudio de diversas alternativas del aprovechamiento de semilla de chan con el fin de prolongar su vida útil y, al mismo tiempo, aprovechar los demás componentes de la semilla como es caso del mucilago en la producción industrial de productos no alimentarios. Se propone continuar las actividades de investigación con el estudio de la incorporación de alimentos funcionales en la dieta familiar en el municipio de Cómala perteneciente al estado de Colima. En este sentido se formularán opciones funcionales para la producción de alimentos en mayor cantidad.

Se propone estudiar los factores que determinan su aprovechamiento y mejora en la producción para que de esta manera pudiera establecerse la producción en pequeña escala. Por ejemplo huertos de traspatio o invernadero doméstico. La comercialización y socialización de los productos se puede llevar a cabo una reunión con los involucrados agronómicamente y habitantes de Cómala, Colima (México), en donde se elaboraría un plan piloto para la realización de un taller de educación alimentaria nutricional con agricultores que cosechan *Hyptis suaveolens*, en donde se les hablara de las mezclas vegetales y sus beneficios. Posteriormente se les capacitará para que puedan elaborar galletas, muffins y pan con los excedentes de su cosecha de semilla de chan. De manera de aprovecharla para mejorar su consumo alimentario o su acceso a alimentos.

En virtud de lo expuesto, las investigaciones planteadas pretenden realizar un aporte al abordaje integral del aprovechamiento de los subproductos derivados del cultivo de la chan, el cual constituye no sólo una alternativa interesante desde punto de vista de su aplicación en la industria alimentaria, sino también desde una perspectiva socioeconómica en la diversificación de la producción agropecuaria, principalmente de la región sureste de nuestro país.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Mancilla C, Torres-Arteaga I, Mendoza-Hernández G, García-Gasca T, Blanco-Labra A. 2012. Analysis of protein fractions and some minerals present in chan (*Hyptis suaveolens* L.) seeds. J Food Sci. 77(1):C15-C19.
- AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17a ed., Gaithersburg: AOAC, 2000. Official Method 930.15
- AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17aed., Gaithersburg: AOAC, 2000. Official Method 942.05
- AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17a ed., Gaithersburg: AOAC, 2000. Official Method 962.09.
- AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17a ed., Gaithersburg: AOAC, 2000. Official Method 920.39
- AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17^a ed., Gaithersburg: AOAC, 2000. Official Method 2001.11
- Aviara NA, Haque MA. 2000. Moisture dependence of density, coefficient of friction and angle of repose of guna seed and kernel. (2st ed). The University of California, USA. pag. 44–53.
- Ayerza R, Coates W. 2005. Chia. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs (1st ed.). The University of Arizona Press, Tucson, USA, p 197
- Capitani MI. 2012. Caracterización fisicoquímica y funcional de por producto de chía , semillas de Argentina . Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3era. Ed. ED. INTA. pp. 94-102.
- Clavijero FJ 1982. Historia Antigua de México. 8va. Edición. Prólogo Mariano Cuevas. México. Porrúa. 1982. (Sepan Cuántos Número 29) p. 725. En: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080023605/1080023605.html>.
- CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. http://www.conabio.gob.mx/informacion/catalogo_autoridades/doctos/siit.htmlmlconabio. Ultima consulta Junio 2012.
- Epling C. 1949. Revisión del género *Hyptis* (Labiatae). Revista del Museo de La Plata, nov. ser., Sección Botánica 7. p. 153-497.

- Gentry H, Mittleman M, McCrohan P. 1990. Introduction of chía and gum tragacanth in the U.S. pp 252-256. In: Advances in new crops. Janick, J. and Simon, J. ed. Timber Press, Portland, OR; USA.
- Gowda DC. 1984. Polysaccharide components of the seed-coat mucilage from *Hyptis suaveolens*. *Phytochemistry*, 23 (2): 337-338.
- Gómez-Peralta MA, Lacayo-Morales JI, y Rosales-Rivera MC. 2009. Hojas de chan (*Hyptis suaveolens*) para el control de *Sitophilus zeamais* y *Zabrotes subfasciatus*. *Agronomía Mesoamericana* 20(2): 263-273.
- Guiragossian VY, Van Scoyoc SW, Auxtell JD. 1977. Chemical and Biological Methods for Grain and Forage Sorghum. Departament of Agronomy International Programs in Agricutlure, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
- Harlan JR. 1992. Crops and man. 2nd ed. Am. Soc. Agronomy, Madison, WI.
<http://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc731/homework/papers/gepts%200%20crop%20domestication%20as%20a%20longterm%20selectioin%20experiment.pdf>. Consultado en Febrero 2013.
- Hernández F. 1959. Historia de las plantas de la Nueva España. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. En:
<http://www.ibiologia.unam.mx/plantasnuevaespana/prologo.html>.
- Liria DM. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de alimentos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Lima, Peru. pp. 4-43.
- Miranda C. 1978. La vegetación de Chiapas. Primera parte. Ediciones del Gobierno del estado. Sección autográfica. Departamento de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutiérrez, México. pp. 311-312.
- Mohsenin NN. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon Breach Science Publishers (2nd ed.), New York, USA.
- Multon JL (1982). Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Collection sciences et techniques agro-alimentaires, Technique et documentation (Lavoisier).
http://doc.ocim.fr/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10348&seule=

- Pinto F, Vicente A, Marsico G, Vonghia G, Montemurro O. 1992. In vivo digestibility and Nutritive Characteristics of Diets Containing Almond Hulls Supplemented with Undercorticated Sunflower Oilseed Meal. Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Int. Sunflower Conference, Int Sunflower Assoc. Paris, France. Vol II: 1632-1637.
- Pool A. 2009. Flora de Nicaragua. Vol. 85, Tomos I, II y III: Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
En: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/hyptiscapitata/fichas/ficha.htm>.
- Ramamoorthy TP, Elliot M. 1993. Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism and origin. En Biological Diversity of Mexico. Origin and Distribution. Eds. TP Ramamoorthy, R Bye, A Lot, J Fa, Oxford University Press, New York, USA, pp. 513-42.
- Rojas RT, Sanders WT. 1988. México: plants of interest to the Americas: citicica and chia oils. Office of Foreign Agricultural Relations. pp 53-58. En: <https://books.google.com.mx/books?id=CwL16F7ef7YC&pg=PA192>.
- Sahagún B. 1579. Historia general de las cosas de Nueva España (Codex Florentino). Eds. A.M. Garibay, 1989. Editorial Porrúa, DF, México.
- Sauer C. 1990. Colima de la Nueva España en el siglo XVI. Universidad de Colima, México. Pag. 26-32.
- Soustelle J. 1955. La vie quotidienne des aztèques à la veille de la conquête espagnole. Ed. Hachette, París, Francia. En: <https://books.google.com.mx/books?id=Wd6xWclulgC&pg=PA273&lpg=PA273&dq=Soustelle+J+%281955%29>. Consulta Febrero 2013.
- Standley PC, Williams LO. 1973. Labiatae. En: Flora de Guatemala, Fieldiana Botany, p. 24.
- Trimachi G, Secchiari P, Feruzzi G, Pistola A, Casarosa L. 1992. Sunflower seed meal characterization for animal feeding. Proceedings of the 13th International Sunflower Conference Vol II, Int. Sunflower Assoc., Paris, Francia. pp. 1638- 1643.

- Vázquez-Galindo, J., Madrigal-Ambriz, L. V., Rodríguez-Pérez, M. A., Gaitan-Hinojosa, M. A. Extracción y Caracterización físico-químico del mucílago de dos variedades de chan (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit). Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Coquimatlán. 2010.
- Vázquez Yanes C, Orozco A, Rojas M, Sánchez ME, Cervantes V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Tema 46. Gaceta Ecológica. Fondo de Cultura Económica, DF, México. p. 71.
- Villaseñor RJL, Espinosa GFJ. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Villaseñor JL, Ibarra-Manríquez G, Meave JA, Ortiz E. 2005. Diversidad y distribución de la *Hyptis suaveolens* L. de México. *Interciencia* 28: 160-163. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf>.
- Wulff R., Medina E. 1971. Germination of seed in *Hyptis suaveolens* Poit: Plant and Cell Physiology. pp. 567-569. En: <https://books.google.com.mx/books?id=CYOAQAAQBAJ&pg=PA1462&dq=Wulff,+R.+y+Medina+E.,+1971.&hl=es419&sa=X&ei=pCsTVfywDlisyQTSsoDoAQ&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Wulff%2C%20R.%20y%20Medina%20E.%2C%201971.&f=false>.

ANEXO 1. RECETAS

PAN DE CHAN

Ingredientes:

4 tazas de harina
2 cucharaditas de levadura seca instantánea
3 cucharadas de semillas de chía
400 ml de agua tibia
3 cucharadas de aceite de oliva
2 cucharaditas de sal

Preparación

En un tazón colocar la harina, levadura instantánea y agua tibia, mezclar con ayuda de una espátula de madera y dejar reposar 10 minutos.

Agregar el aceite y la sal y mezclar con la espátula.

Amasar en la batidora con el adaptador de gancho por unos 5 minutos, si lo hacen a mano, entonces unos 10 minutos.

Pasar la masa a una mesa ligeramente enharinada y darle una pequeña amasada, más o menos un minuto, la masa no deberá pegarse ni a la mesa ni a las manos.

Hacer un bollo.

Colocar la masa dentro del tazón de la batidora, cubrir con film, colocarlo dentro del horno apagado y dejar leudar por 30 minutos.

Desgasificar la masa, amasar ligeramente sobre la mesa y formar un bollo.

Colocar el bollo dentro del tazón, cubrir, colocar en el horno apagado y dejar leudar por 30 minutos.

Nuevamente, desgasificar la masa y agregar las semillas de chía. Amasar de modo que las semillas se integren a la masa.

Dividir la masa en dos partes iguales, formar dos bollos y colocarlos dentro del molde para pan engrasado.

Cubrir, colocar dentro del horno apagado y dejar leudar por 30 minutos, hasta que la masa haya crecido y ocupe las dos terceras parte del molde.

Precalentar el horno en 430°F/220°C y colocar un recipiente apto para horno con agua.

Hornear por 30 minutos, retirar y pasar el pan a una rejilla para que enfríe.

MUFFINS DE CHAN

Ingredientes:

1 taza y media de harina de trigo
Una cucharada de fécula de maíz (maicena)
1 cucharada de levadura (en polvo)
1 limón pequeño
Media cucharadita de canela molida
Una taza de leche
Media taza de aceite de girasol
Media taza de azúcar o edulcorante
1 cucharada de semillas de chan

Preparación

Precalentamos el horno a 180°C

En un bol ponemos la harina de trigo, la fécula de maíz, la levadura química y la canela, si es posible, todo tamizado.

Lavamos el limón, y rallamos su cáscara sobre las harinas... sólo la parte amarilla más superficial, que es donde está el aroma. Echamos también la cucharada de semillas de chía.

En una taza de leche de soja, añadimos tres cucharaditas del zumo de limón, y lo dejamos reposar un par de minutos.

Mezclamos entonces con las harinas la mezcla de leche y zumo de limón, el aceite y el azúcar, y mezclamos todo un poco con unas varillas, hasta que quede una papilla muy espesa y sin grumos.

Preparamos las cápsulas para magdalenas y las llenamos hasta 1/3 de su capacidad. Finalmente, las metemos al horno a 180° durante 25 a 30 minutos.

GALLETAS DE CHAN

Ingredientes:

180 g de mantequilla
150 g de azúcar
150 g de harina de trigo
150 g de harina de chan
Canela molida
1 huevo

Preparación:

Primero que haremos será atemperar ligeramente la mantequilla y para eso, la ponemos en un cazo, llevamos al fuego y cuando esté prácticamente derretida, la echamos en un bol. Batimos con unas varillas de mano para que se termine de deshacer e inmediatamente después, añadimos el azúcar y continuamos mezclando todo hasta conseguir que el azúcar queda prácticamente deshecha en la mantequilla.

El siguiente paso en la elaboración de esta masa de galletas caseras es echar el huevo al bol e integrarlo bien. Añadimos media cucharadita de canela molida, la harina tamizada y ya con todos los ingredientes de las galletas caseras en el bol, haremos una masa uniforme (mezclando con una lengua de cocina o incluso, con las manos).

Una vez tengamos una masa homogénea y suave, la tapamos con papel de film y la dejaremos reposar en el frigorífico una media hora.

Pasado este tiempo, retomaremos la elaboración de las galletas caseras y para eso, sacaremos la masa de la nevera y la amasaremos en una superficie sólida y plana previamente espolvoreada con un poquito de harina, y con la ayuda de un rodillo, crearemos una fina capa de masa de unos 5 milímetros de grosor aproximadamente. Ahora, con la ayuda de los moldes elegidos (o con un cuchillo) daremos la forma deseada a nuestras galletas caseras. Como truco para que las galletas caseras no se queden pegadas al molde, te recomiendo que antes de marcar la masa, pases el filo del molde por harina, así la galleta se desprenderá fácilmente de éste y no se deformará en exceso.

Colocamos las galletas caseras ya formadas sobre papel de hornear que tendremos colocado en la bandeja del horno, y las meteremos en el horno precalentado a 180°C durante unos 15 minutos o hasta que veamos que sus bordes comienzan a dorarse. Una vez listas, las colocamos las galletas caseras con cuidado sobre una rejilla y dejamos que se enfríen por completo antes de comerlas. Si queremos guardar las galletas, las meteremos en un recipiente hermético y nos aguantarán perfectamente al menos un par de semanas.

ANEXO 2. FORMATO. PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

Edad: _____ Femenino _____ Masculino _____

Nombre del producto: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene una muestra de alimento, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a cada uno de los atributos mencionados. Marca con una "X" la carita que corresponda.

ATRIBUTOS

Olor



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

Sabor



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

Textura



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

Color



Odié

1



No me gustó

2



Indiferente

3



Me gustó

4



Me encantó

5

Observaciones o comentarios: