



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Química

Licenciatura de Química en Alimentos

Influencia de la adición de dos variedades de chía (*Salvia hispánica*) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un postre preparado a base de arroz

Tesis

Que para obtener el título de licenciada en:

Química en Alimentos

Presenta:

Reyna Gayosso Hernández

Directora de tesis

Dra. Elizabeth Contreras López

Coasesor

Dr. Guillermo González Olivares



Mineral de la Reforma, Hidalgo 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
Licenciatura de Química en Alimentos

**M. en A. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO,
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR
DE LA U.A.E.H.,
Presente:**

Por este conducto le comunico que el jurado asignado a la pasante de la Licenciatura de Química en Alimentos Reyna Gayosso Hernández, quien presenta el trabajo de investigación "Influencia de la adición de dos variedades de chíá (*Salvia hispánica*) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un postre preparado a base de arroz", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales, estos han decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

Presidente	Dra. Verónica Salazar Pereda
Primer vocal	Dra. Elizabeth Contreras López
Segundo vocal	Dra. Judith Jaimez Ordaz
Tercer vocal	Dra. Eva María Santos López
Secretario	Dr. Javier Añorve Morga
Primer suplente	Dr. Gian Arturo Álvarez Romero
Segundo suplente	Dr. Luis Guillermo González Olivares

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"Amor, Orden y Progreso"
Pachuca Hidalgo, 2 de julio de 2015.

Dr. Gian Arturo Álvarez Romero
Coordinador Adjunto de la Licenciatura de
Química en Alimentos



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,
Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184
Tel. +52 771 7172000 ext. 2518
cgoeza@uaeh.edu.mx



1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
2.1 Postres.	4
2.1.1 Definición.	4
2.1.2 Clasificación de postres.	4
2.1.3 Origen de arroz con leche.	5
2.2 La chía.	6
2.2.1 Generalidades.	6
2.2.2 Estructura y composición de las semillas.	11
2.2.3 Producción.	12
2.2.4 Composición química de la chía.	13
2.2.5 Mucílago.	15
3. Objetivos	19
3.1 General.	19
3.2 Específicos.	19
4. Materiales y métodos	21
4.1 Muestras.	21
4.2 Formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz y chía.	22
4.3 Análisis sensorial de las formulaciones finales propuestas.	25

4.3.1 Jueces.	25
4.3.2 Prueba de ordenamiento por preferencia.	25
4.3.2.1 Presentación y preparación de las muestras.	25
4.3.3 Prueba de nivel de agrado o de satisfacción.	27
4.3.3.1 Presentación y preparación de las muestras.	27
4.4 Análisis fisicoquímico.	29
4.4.1 Determinación de actividad de agua (a_w)	29
4.4.2 Determinación de acidez.	29
4.4.3 Determinación de pH por el método potenciómetro.	30
4.4.4 Determinación de viscosidad.	30
4.4.5 Determinación de °Brix.	30
4.5 Análisis Bromatológico proximal de la chía y del postre a base de arroz y sin chía.	30
4.5.1 Determinación de humedad (método 925.09 AOAC, 1995)	31
4.5.2 Determinación del extracto etéreo (método 920.39 AOAC, 1995)	32
4.5.3 Determinación de proteína (método 990.03 AOAC, 1995)	33
4.5.4 Determinación de fibra (962.09 AOAC, 1995)	34
4.5.5 Determinación de carbohidratos (por diferencia)	35
5 Resultados y discusión	37
5.1 Selección de la mejor formulación del postre a base de arroz adicionado de chía blanca o negra.	31
5.1.1 Primeras formulaciones.	37
5.1.2 Segundas formulaciones.	39
5.1.3 Formulaciones finales del postre a base de arroz adicionados con	

chía blanca o negra.	42
5.1.4 Intención de compra.	46
5.2 Caracterización fisicoquímica de las formulaciones finales del postre a base de arroz adicionado de chía blanca o negra.	47
6 Conclusiones	55
7 Perspectivas	56
8 Referencias	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de la chía.	6
Tabla 2.2. Algunas especies de chía presentes en México.	7
Tabla 2.3. Secciones y especies de Salvia presentes en Michoacán, México.	8
Tabla 2.4. Características del cultivo de chía.	11
Tabla 2.5. Municipios con mayor extensión de cultivo de chía en México: Parámetros productivos y precios de venta.	12
Tabla 2.6. Composición química de algunas variedades de chía.	13
Tabla 2.7. Contenido de aminoácidos en hidrolizados de proteínas de semillas de chía.	14
Tabla 2.8. Contenido en (%) ácidos grasos en algunas especies de chía.	15
Tabla 4.1 Formulación del postre de arroz utilizado como base.	22
Tabla 4.2. Primeras formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz adicionado con chía.	23
Tabla 4.3. Segundas formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz adicionado con chía.	24
Tabla 5.1. Resultados (%) de la prueba de evaluación de textura, apariencia y dulzor de las primeras formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.	38
Tabla 5.2. Resultados de las prueba fisicoquímicas de las primeras formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.	39
Tabla 5.3. Resultados (%) sensoriales de las pruebas de cocción del arroz.	40
Tabla 5.4. Resultados (%) de la prueba de evaluación de textura, apariencia y dulzor de las segundas formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.	41

Tabla 5.5. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las segundas formulaciones del postre base de arroz adicionado de chía negra.	42
Tabla 5.6. Formulaciones finales del postre a base de arroz adicionadas de chía blanca o negra (%).	43
Tabla 5.7. Resultados de la prueba de ordenamiento por preferencia de las 3 formulaciones del postre a base de arroz adicionadas de chía blanca o negra (%).	43
Tabla 5.8. Resultados de la prueba de ordenamiento por preferencia de acuerdo al género de las 3 formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía blanca (%).	44
Tabla 5.9. Resultados (%) del nivel de agrado para la calidad global del postre a base de arroz adicionado con chía.	45
Tabla 5.10. Resultados (%) del nivel de agrado para la apariencia, sabor y textura del postre a base de arroz adicionado con chía.	46
Tabla 5.11. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las formulaciones finales del postre base de arroz adicionada de chía negra.	48
Tabla 5.12. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las formulaciones finales del postre base de arroz adicionada de chía blanca.	48
Tabla 5.13. Resultados del análisis proximal de las variedades de chía analizadas.	49
Tabla 5.14. Resultados del análisis proximal de las formulaciones finales del postre a base de arroz adicionado con chía blanca o negra (g/100g muestra).	50
Tabla 5.15. Análisis estadístico comparando dos variedades de salvia hispánica 95 % de significancia.	51
Tabla 5.16. Análisis estadístico del postre preparado a base de arroz sin chía y comparado con el de chía blanca 95% de significancia.	52
Tabla 5.17. Análisis estadístico del postre preparado a base de arroz sin chía y comparado con el de chía negra 95% de significancia.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diversidad y Distribución del genero Salvia (Lamiaceae) en Michoacán, México.	10
Figura 2.2. Micrografías obtenidas por microscopia electrónica de barrido (SEM)	11
Figura 2.3. Micrografía de la semilla de chía a 200X, M: mucílago.	16
Figura 2.4. Semilla de chía hidratada-imágenes SEM.	17
Figura 4.1. Variedades de chía blanca y negra empleados en este estudio.	21
Figura 4.2. Elaboración del postre a base de arroz y chía.	23
Figura 4.4. Ficha de cata utilizada en la prueba de nivel de agrado.	28



Esta investigación se realizó en el laboratorio de Físicoquímica 2 del Área de Química en Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Parte de este trabajo fue presentado en el VI Foro de Alimentos (2015) dentro del marco del XV aniversario de la licenciatura en Química en Alimentos bajo el título *“Influencia de la chíá en las propiedades físicoquímicas y sensoriales de un alimento preparado a base de arroz”*

"Sabes cual
es la diferencia
entre la
escuela
y la vida?"

Que en la escuela,
primero aprendes
una leccion, y luego
te ponen una prueba.

Y en la vida,
te mandan la prueba
y luego aprendes
la leccion."



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

a

Reyna Gayosso Hernández, Judith Jaimez Ordaz, Elizabeth Contreras López

Por efectuar la presentación del trabajo: Influencia de la chíla en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un alimento preparado a base de arroz, el día 23 de abril de 2015 en el Aula Magna Ing.

Luis Espinosa Farías, en el marco de las celebraciones del XV aniversario de la Licenciatura en Química de Alimentos y el VI Foro de Alimentos.

Mineral de la Reforma, Hgo., a 23 de abril de 2015.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Orlando Avila Pozos
Director

Agradecimiento especial

Esta investigación se realizó en compañía de todos mis profesores, amigos y familia quienes compartieron momentos muy especiales durante este tiempo.



Hoy me inunda la tristeza, recuerdo a alguien especial para mí... Mi abuelo, ese amigo sabio al que quiero tanto y digo que lo quiero porque aunque sé que ya no forma parte de este mundo; aun lo llevo en mi mente y en mi corazón.

Yo siempre deseé que mi *abuelo* estuviera presente en cada uno de mis logros en la vida; que me acompañara en cada uno de mis viajes para recibir sus sabios consejos y su apoyo. Lamentablemente esto no fue así porque un día Dios lo llamó para que estuviera junto a él.

A mi abuelo; agradezco todo el apoyo que recibí; quiero decirte que fue comparado al de un padre, por ello siempre te viviré agradecida. Fuiste una persona de la que yo me siento muy orgullosa. El dolor que sentí en mi alma al no poder decir un "adiós y un te quiero abuelo" siempre estará presente; es por ello que te ofrezco este trabajo en representación de mi cariño y mi amor.

Mi madre es una persona excepcional, siempre cuento con su apoyo y su amor. Gracias por darme la vida, darme buenos consejos, por preocuparte por mí; en fin, tengo muchas cosas más por agradecerte, es por ello que no concibo ninguno de mis logros sin que estés a mi lado.

Mi padre aunque siempre estuvo ausente; le agradezco el apoyo que recibí a lo largo de mi vida; tal vez no fue la manera pero sé que eso contribuyó en gran medida a forjarme un carácter y luchar siempre por lo que quiero ¡Gracias!.

Mis hermanos son parte fundamental en mi vida ya que con ellos aprendí a luchar y aunque había momentos en donde la casa se transformaba en una batalla de guerra; siempre cuando esta cesaba nos uníamos más para lograr nuestros objetivos. Gracias por ayudarme en gran manera para concluir el desarrollo de mi tesis y por todos los momentos que pasamos juntos.

A mi hermano mayor por ser la persona que jamás me ha abandonado y que siempre que lo he necesitado siempre ha estado ahí. Cuando necesitaba hablar con alguien, él me ha escuchado, cuando necesitaba ayuda, él me ha ofrecido su apoyo. Él es una de las personas más importantes en mi vida. Gracias por todo.

A mi hermano menor porque es una persona con la que he aprendido que la edad no determina la madurez. Gracias.

A todos mis amigos; en especial a Elías por ser un amigo excepcional; sé que puedo contar con tu apoyo en todo momento. Por los buenos momentos que pasé contigo. Como una vez te mencioné: podemos tener miles de pares de zapatos pero siempre andamos con los que más nos sentimos a gusto. Gracias por ofrecerme tu amistad.

A todos los seres que formaron parte de este sueño que comenzó hace algunos años y que ahora se ve concluido mediante esta tesis.

Gracias a Dios por darme la vida y una oportunidad para seguir luchando y alcanzar mis sueños.

También agradezco a cada uno de mis profesores por acompañarme a este largo camino; con ellos aprendí a no desistir de mis sueños, buscar el porqué de las cosas. En fin, agradezco por su valiosa tutoría en todo el proceso de realización de mi tesis.

A decorative border of intricate floral and leaf patterns in a light brown color, framing the top of the page.

Introducción



1. INTRODUCCIÓN

“Chía” o “Chan” es un vocablo náhuatl que agrupa varias especies botánicas de los géneros *Salvia*, *Hyptis*, *Amaranthus* y *Chenopodium*; su cultivo y utilización fueron considerados como elemento esencial en la cultura mesoamericana (Hernández et al., 2008). Existen evidencias que demuestran que la semilla de chía fue utilizada como alimento hacia el año 3500 a. de C; siendo cultivada en el valle de México entre los años 2600 y 900 a. de C. por las civilizaciones teotihuacanas y toltecas. Asimismo, fue uno de los principales componentes de la dieta de los aztecas junto con la quinoa, el amaranto, el maíz y el frijol (Rodríguez-Vallejo, 1992). Muchos cultivos de importancia en la dieta precolombina 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; Engel, 1987). Así, cinco de los cultivos básicos de la dieta azteca, entre ellos la chía, perdieron sus lugares privilegiados y casi desaparecieron. Sin embargo, esta especie logró sobrevivir a la persecución española debido a la conservación de algunas tradiciones precolombinas. Actualmente la chía es un cultivo que ha recobrado importancia debido principalmente a su composición química ya que es abundante en ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y linolénico) y presenta un elevado contenido en grasa, proteína y fibra. Además, esta semilla posee algunas propiedades funcionales tales como: disminución en la velocidad de conversión de los carbohidratos complejos a glucosa, lo que representa un efecto benéfico para los diabéticos y retención de la humedad, regulando la absorción corporal de nutrientes y fluidos corporales (González, 2010). En los últimos años, las tendencias alimentarias han mostrado un incremento en la demanda de productos con propiedades saludables, entre los que se encuentran alimentos enriquecidos con fibra y/o con ácidos grasos esenciales, entre otros. Es por ello que la chía ha sido empleada en la elaboración de diferentes alimentos como barras integrales, tostadas, embutidos, yogurt, harina, galletas, bebidas, etc., con la finalidad de incrementar el valor nutricional de los mismos y proporcionar efectos benéficos al organismo. Es por esto que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un postre a base de arroz y chía a fin de determinar la influencia de ésta semilla en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del mismo.



Antecedentes

2. ANTECEDENTES

2.1 Postres

2.1.1 Definición

Los postres lácteos son formas cremosas o gelificadas de leche no ácida, son mezclas complejas de productos lácteos combinados con hidrocoloides, azúcares, frutas, galletería o cubiertas, para formar un producto alimenticio estético y nutritivo dependiendo de su composición (Martínez, 2008).

2.1.2 Clasificación de postres

Existen postres de todo tipo, estos se pueden clasificar de formas muy diversas ya sea por su composición, ingredientes, presentación, etc. Una de estas clasificaciones se describe a continuación (Amaya, 2012):

- **Postres simples naturales**

Los postres denominados así, son aquellos en los que las frutas conforman la parte más importante del plato. Los postres de fruta variadas son aquellos que mezclan diversas frutas formando un conjunto unificado que agradece el paladar.

- **Postres de elaboración simple**

Este tipo de postres son aquellos como los zumos o los jugos de tipo cítrico limón, naranja, lima, etc. Pueden ser almacenados en un ambiente frigorífico acondicionado por un tiempo máximo de cuatro días.

- **Postres elaborados de repostería**

Son postres que requieren para su desarrollo un poco más de preparación. Para la elaboración de estos postres se utilizan como ingredientes principales: leche, huevos, azúcar, frutas y escasa o ninguna harina. Se considera el postre que mejor cumple su misión por ser ligero, digerible y aceptable en cuanto al sabor.

- **Postres fríos**

Dentro de las preparaciones heladas podemos encontrar cinco grandes variedades que son: cremas heladas, helados, sorbetes, granizados, etc.

- **Postres a base de masas**

El ingrediente básico de las masas es la harina, en la que son preparados a base de merengue italiano, saborizantes y crema batida, por lo general son servidos en moldes de cerámica para dar la impresión similar de los soufflés.

- **Postres con leche y cereales**

Los alimentos básicos que se utilizan en su preparación son: leche, cereales o derivados en concentraciones de 10% con relación al volumen total de leche utilizada, azúcar en concentración de 5-10% y especias, su preparación implica aromatizar la leche, hervir y añadir el cereal o fécula que corresponda. El tiempo de cocción varía de acuerdo al tipo de cereal o derivado que se utilice a base de leche y huevo.

2.1.3 Origen del arroz con leche

El arroz con leche es un postre de origen español, específicamente de la región de Andalucía. La historia indica que este era elaborado por las monjas para aprovechar las yemas de huevo que sobraban del proceso de clarificación de los vinos finos. En los más antiguos recetarios españoles, se referencia a este postre a base de arroz como *guisado con leche*.

En la historia asturiana del *arroz con leche*, se pueden distinguir tres tipos:

1. **Con miel.** Cuando todavía no se había inventado el azúcar, y por tanto se hacía con miel (la tecnología del azúcar de caña llegó a España hacia el siglo IX, pero no se difundió por Europa hasta las cruzadas del XII, por lo que en Asturias es probable que no se consumiera hasta el XIII).
2. **Con azúcar de caña.** Hasta finales del XIX no existió la azúcar blanca, ya que si bien la primera refinería de remolacha la abrió Napoleón en 1813, España defendió el negocio de sus plantaciones e ingenios de ultramar hasta finales de siglo. De modo que desde el siglo XIII hasta finales de XIX, el arroz con leche se preparó con azúcar de caña (había mucho tráfico

de mercancías y concretamente de azúcar de caña entre Asturias y las colonias americanas).

3. **Arroz con leche**, tal y como lo conocemos hoy día, o sea, con azúcar blanca, aunque en los últimos años se están introduciendo cambios notables, tanto en presentación como en concepto culinario.

2.2 La chía

2.2.1 Generalidades

La chía (*Salvia hispánica L.*) es una planta herbácea perteneciente a la familia de las *Lamiáceas*, junto con el lino (*Linum usitatissimum*), es una de las especies vegetales donde su mayor concentración del ácido graso α -linolénico se encuentran en su semilla. Su clasificación taxonómica se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de la chía.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Lamiales</i>
Especie	<i>Salvia hispánica</i>
Familia	<i>Lamiaceae</i>
Género	<i>Salvia</i>
Subgénero	<i>Calosphase, Leonia, Salvia y Sclarea.</i>

Fuente: Cornejo et al., 2011.

En México han sido identificadas un gran número de especies de chía (Tabla 2.2), y específicamente en Michoacán (Tabla 2.3) en donde es notoria su biodiversidad; algunos autores señalan la presencia de más de 67 especies de *Salvia* en este estado (Rodríguez y Espinosa, 1996; Ayerza et al., 2006; Cornejo, 2011). En esta última tabla se presenta la distribución de algunas especies de chía en Centro y Sudamérica. En México, los estados con mayor riqueza de salvas son: Oaxaca (63 especies), Guerrero (51), Puebla (50), Jalisco (49) y Michoacán (48) (Cornejo et al., 2011).

Tabla 2.2. Algunas especies de chía presentes en México.

Nombre común	Nombre científico
Chía	<i>Salvia hispánica L.</i>
Chía	<i>Salvia polystachya O.</i>
Chía	<i>Salvia carduacea L.</i>
Chía azul grande	<i>Salvia cyanea B.</i>
Chía cimarrona	<i>Salvia angustifolia C.</i>
Chía de campo	<i>Salvia columbarieae B.</i>
Chía de colima	<i>Hyptis suaveolens L.</i>

Fuente: Ayerza et al., 1996.

Tabla 2.3. Secciones y especies de *Salvia* presentes en Michoacán, México.

Sección*	Especies**
Albolantatae (1/1)	<i>S. leucantha</i> ³
Angulatae (25/9)	<i>S. cyanantha</i> ² , <i>S. fluviatilis</i> ² , <i>S. languidula</i> ² , <i>S. leptostachys</i> ² , <i>S. longispicata</i> ² , <i>S. rhyacophila</i> ² , <i>S. remissa</i> ² , <i>S. tiliifolia</i> ³ ,
Blakea (4/2)	<i>S. patens</i> ² , <i>S. viscidifolia</i> ²
Briquetia (4/3)	<i>S. atropaenulata</i> ² , <i>S. mexicana var. mexicana</i> ² , <i>S. mexicana var. Minor</i> ² , <i>S. synodonta</i> ¹ <i>S. carnea</i> ³ .
Carnea (4/1)	<i>S. carnea</i> ³
Cucullatae (1/1)	<i>S. clinopodioides</i>
Curtiflorae (3/1)	<i>S. longistyla</i>
Dusenostachys (8/1)	<i>S. concolor</i> ³
Erythrostachys (4/2)	<i>S. regla</i> ³ , <i>S. sessei</i> ²
Farinaceae (14/1)	<i>S. reptans</i> ³
Fernaldia (1/1)	<i>S. albo-caerulea</i> ²
Fulgentes (7/4)	<i>S. dichlamys</i> ² , <i>S. fulgens</i> ² , <i>S. microphylla</i> ³ , <i>S. pulchella</i> ³
Glareosae (4/2)	<i>S. hirsuta</i> ² , <i>S. reflexa</i> ³
Incarnatae (2/1)	<i>S. elegans</i> ²
Iodanthae (4/2)	<i>S. arbuscula</i> ² , <i>S. iodantha</i> ²

Tabla 2.3. Continuación

Sección*	Especies**
Incarnatae (2/1)	<i>S. elegans</i> ²
Iodanthae (4/2)	<i>S. arbuscula</i> ² , <i>S. iodantha</i> ²
Layanduloideae (13/5)	<i>S. agnes</i> ² , <i>S. helianthemifolia</i> ² , <i>S. lavanduloides</i> ³ , <i>S. stricta</i> ² , <i>S. subobscura</i> ²
Membranaceae (13/2)	<i>S. lasiocephala</i> ³ , <i>S. mocinoi</i> ³
Microspheae (6/1)	<i>S. misella</i> ³
Nigriflorae (1/1)	<i>S. nigriflora</i> ¹
Nobiles (3/1)	<i>S. gesneriflora</i> ²
Polystachyae (13/2)	<i>S. plurispicata</i> ² , <i>S. polystachia</i> ³ ,
Potiles (1/1)	<i>S. hispanica</i> ³
Purpureae (6/2)	<i>S. curviflora</i> ² , <i>S. purpurea</i> ³
Scorodonia (14/3)	<i>S. breviflora</i> ² , <i>S. keerlii</i> ² , <i>S. melissodora</i> ²

Sección: número de especies en cada una (en México/Michoacán). **Especie: ¹especies con distribución restringida al estado de Michoacán, ²especies endémicas de México, ³especies con distribución hasta centro y Sudamérica. **Fuente:** Cornejo et al., 2011.

Respecto a la planta y su cultivo, la chía es una hierba anual cuya siembra se realiza en julio y se cosecha en noviembre (Tabla 2.4). La planta alcanza 1m de altura; presenta hojas opuestas de 4 a 8cm de largo y 3 a 5cm de ancho. Las flores son hermafroditas, rojas, púrpuras o blancas (Figura 2.1) (Hernández-Gómez et al. 2008); florecen entre julio y agosto en el hemisferio norte. La semilla tiene unos 2 mm de largo por 1.5mm de ancho, y es ovalada lustrosa y de color pardo grisáceo a rojizo (González, 2010). Otras características del cultivo de la chía se presentan en la Tabla 2.4.

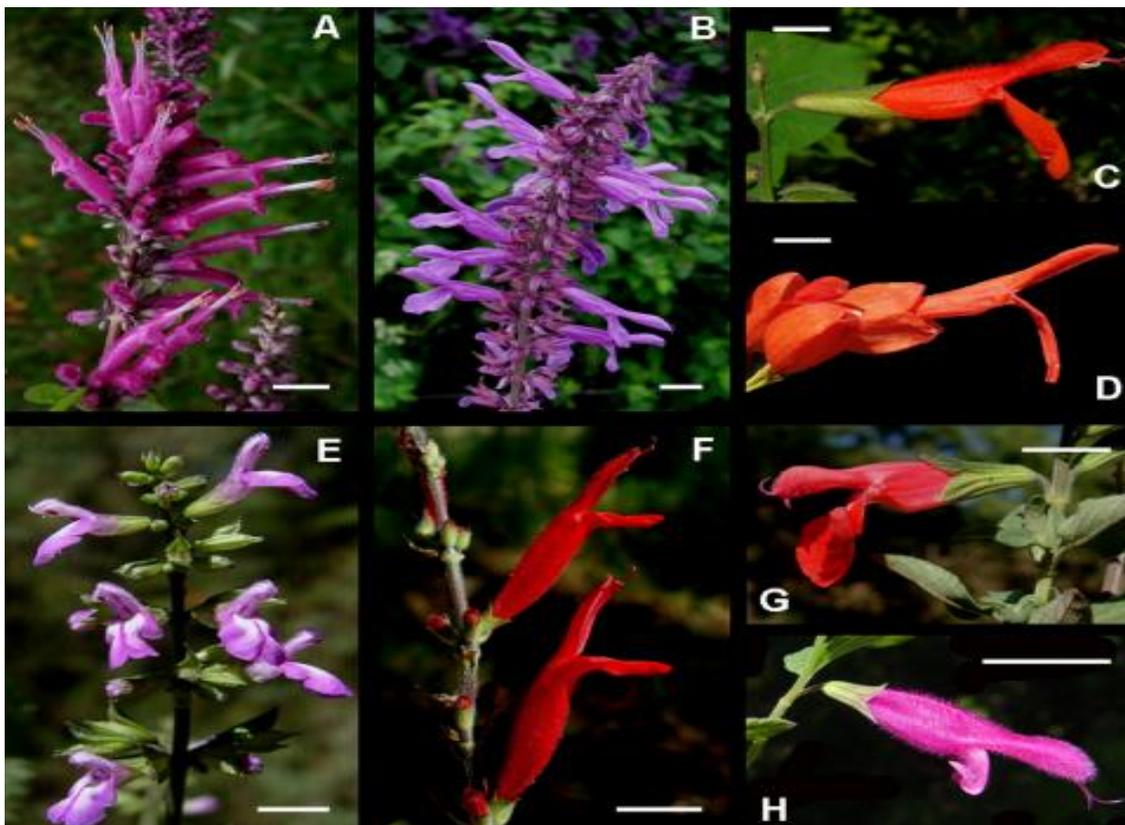


Figura 2.1. Diversidad y Distribución del género *Salvia* (*Lamiaceae*) en Michoacán, México. [Algunas especies de salvia con flores de color lila, rojo y/o rosa, que habitan en el estado de Michoacán. A) *S. iodantha*; B) *S. purpurea*; C) *S. fulgens*; D) *S. sessei*; E) *S. Carnea*; F) *S. elegans*; G) *S. microphylla*; H) *S. curviflora*.

Tabla 2.4. Características del cultivo de chía.

Siembra	Julio
Floración	Agosto-Septiembre
Cosecha	Noviembre
Clima	Tropical-Subtropical
Suelo	Arcilloso, arenoso y drenado
Germinación de la semilla	2 semanas (aprox.)

Fuente: Anuario agrícola, 2012.

2.2.2 Estructura y composición de las semillas

La semilla de chía (Figura 2.2) está compuesta por cuatro pequeñas núculas, cada una de las cuales contiene una única semilla. Cada núcula tiene un pericarpio claramente estratificado: cutícula, epicarpio, mesocarpio, capa de esclereidas y endocarpio, el cual está en contacto con la testa de la semilla (Yxtaina, 2010).

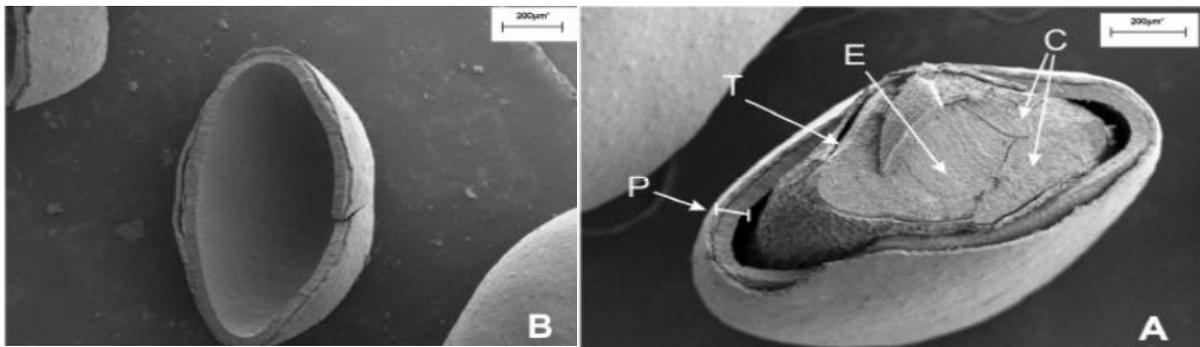


Figura 2.2. Micrografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM) de núculas de *Salvia hispánica* L. provenientes de Argentina; (A) sección longitudinal mostrando la estructura interna. (B) Pericarpio; P: pericarpio; T: testa; E: endospermo; C: Cotiledones. **Fuente:** Yxtaina, 2010.

2.2.3 Producción

La *Salvia hispánica L.* es una especie originaria de Mesoamérica (específicamente del sur de México y norte de Guatemala), cultivada desde la época prehispánica; fue una planta importante y sus semillas, su harina o su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios, artísticos y religiosos. A pesar de su enorme importancia y diversidad de usos en la época prehispánica, la superficie cultivada, la tradición y cultura de *S. hispánica* fue reduciéndose rápidamente a partir de la época colonial (Hernández-Gómez et al., 2008). Hoy en día, la chía se cultiva comercialmente en México, Bolivia, Argentina, Ecuador y Guatemala (Coates y Ayerza, 1996).

En México, de acuerdo a datos de SAGARPA en el año 2012 hubo una superficie sembrada de 5066.66 ha. en Jalisco y tan solo 30 ha. en Puebla; los principales estados de producción de la chía fueron Jalisco en primer lugar con un 99.46% y en segundo lugar Puebla con tan solo el 0.59%. Dentro de los primeros municipios productores en Jalisco se encuentran: Acatic, Cuquio, Ixtlahuacán del Río, Tomatlán y Zapotlanejo (Anuario agrícola, 2012); la estadística de algunos de estos municipios son presentados en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Municipios con mayor extensión de cultivo de chía en México: Parámetros productivos y precios de venta.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Precio de venta (\$/t)
Acatic, Jal.	1800	1.30	19500
Zapotlanejo, Jal.	400	1.25	19800
Cuquio, Jal	99	0.50	20000
Atzitzihuacan, Pue.	80	0.80	30000

Fuente: SIAP-SAGARPA, (2010).

A nivel mundial, el extremo norte de Australia Occidental se convirtió en el mayor productor de chía en el mundo, con una área sembrada de 750 ha. Y una perspectiva de cultivo para 2009 de 1700 ha., lo que representa dos tercios de su producción mundial (Matt, 2008).

2.2.4 Composición química de la chía

La semilla de chía presenta concentraciones importantes en fibra, grasa y proteína, dependiendo de la variedad (Tabla 2.6). Contiene 19-23% de proteína; el cual es superior al de otros cereales como: trigo (14%), maíz (14%), arroz (8.5%), avena (15.3%) y cebada (9.2%). Además, la chía tiene un buen balance de aminoácidos (Tabla 2.7), **excepto en triptófano y metionina, por lo que representarían una excelente alternativa de proteína para consumo humano (Monroy et al., 2008).

Tabla 2.6. Composición química de algunas variedades de chía.

Parámetro	<i>Salvia hispánica</i> (chía negra)	<i>Chenopodium berlandieri</i> (chía roja)	<i>Hyptis suaveolens</i>	<i>Salvia columbariae</i> (chía dorada)	<i>Salvia carduea</i> (cardo salvia)
Humedad	6.25	8.24	5.77	6.77	3.93
Proteína	18.65	15.78	31.27	19.32	26.51
Grasa	33	4.06	33.59	31.55	32.13
Fibra cruda	28.38	10.44	22.06	24.47	26.65
Cenizas	4.35	4,20	8.07	5.34	5.93
Carbohidratos	9.37	67.70	37.07	43.79	35.43

Fuente: ¹Ayerza, 1996; ²Jain et al., 2013.

Otro componente importante de la chía es la fibra, cuyo contenido varía entre 10-30% dependiendo de la variedad (Tabla 2.7). Esto resulta importante ya que en los últimos años la fibra ha sido asociada a algunas propiedades benéficas, tales como: mejora en la formación del bolo fecal, correcta evacuación de las heces, lo cual ayuda a prevenir la obesidad y el cáncer de colon, así como una disminución en los niveles de colesterol y glucosa en sangre (Salgado et al., 2010).

Tabla 2.7. Contenido de aminoácidos en hidrolizados de proteínas de semillas de chía.

Aminoácido	g/16 g N	Aminoácido	g/16 g N	Aminoácido	g/16 g N
Acido aspártico	7.64	Isoleucina	3.21	Valina	5.10
Treonina	3.43	Leucina	5.89	Cistina	1.47
Serina	4.86	Triptófano	---	Metionina	0.36
Acido glutámico	12.40	Tirosina	2.75	Histidina	2.57
Glicina	4.22	Fenilalanina	4.73	Arginina	8.90
Alanina	4.31	Lisina	4.44	Prolina	4.40

*Aminoácidos esenciales

Fuente: Ayerza y Coates, 2006.

La semilla de chía desde el punto de vista nutricional es una fuente atractiva, ya que su aceite posee un alto contenido de ácido linolénico (Tabla 2.8), el cual es esencial en la alimentación y efectivo para disminuir afecciones cardiovasculares; además, la semilla contiene antioxidantes que evitan el proceso de oxidación de dichos aceites (Hernández et al., 2008).

En la actualidad se disponen en el mercado de cuatro fuentes de ácidos grasos omega-3. Las dos más importantes de origen marino son el arenque y las algas, ambos contienen DHA y EPA (ácidos grasos omega-3). Las otras dos fuentes son las semillas de lino (*Linum usitatissimum L.*) y chía (*Salvia hispánica*) que presentan concentraciones importantes de ácido α -linolénico (Ayerza, 1995; Oomah y Kenasehuk, 1995; Coates y Ayerza, 1996).

Por otra parte, en lo que respecta al enriquecimiento de alimentos con ácidos grasos omega-3, la chía presenta las ventajas de no aportar el característico “olor a pescado” y además presenta un menor contenido de sodio (Ayerza y Coates, 2005).

Tabla 2.8. Contenido en (%) ácidos grasos en algunas especies de chía.

Especie	Ácidos grasos					
	Aceite	Palmítico	Esteárico	Oleico	linoleico	Linolénico
<i>Salvia hispánica L.</i>	37.4	6,3	3.1	7.8	20.2	63
<i>Salvia polystachya O.</i>	29.8	27	12	21	12.8	15
<i>Salvia carducea B.</i>	30	9.3	2.8	34	19	32
<i>Salvia columbariae B.</i>	32	5.8	2.8	8.9	17	6.5
<i>Hyptis suaveolens L.</i>	12	8.9	1.8	8.6	80.4	0.3
<i>Amaranthus leucocarpus</i>	3	20	3.9	31	51.7	1

Fuente: Ayerza, 1995.

2.2.5 Mucílago

Otro componente importante de la chía es el mucílago, el cual es un polisacárido de alto peso molecular que se encuentra en las tres capas exteriores de la cubierta de las semillas (Figura 2.3). Cuando ésta entra en contacto con el agua (Figura 2.4), el mucílago emerge inmediatamente y en un corto periodo de tiempo se forma una “*Cápsula mucilaginoso*” transparente que rodea la semilla (Muñoz et al., 2012).

Las unidades estructurales que componen el mucílago de la semilla de chía fueron descritas como un tetrasacárido con una cadena principal compuesta por unidades de (1-4) β -D-xilopiranosil (1-4) α -D-glucopiranosil (1-4) β -D-xilopiranosil con ramificaciones de 4-O-metil- α -D-ácido glucurónico en la posición O-2 de β -D-xilopiranosil de la cadena principal. La relación de los monosacáridos β -D-xilosa, α -D-glucosa y ácido 4-O-metil- α -D-ácido glucurónico es de 2:1:1. Cabe destacar que el contenido de ácido glucurónico es elevado (aproximadamente 25%) característico de este tipo de sustancias (Muñoz et al., 2012).

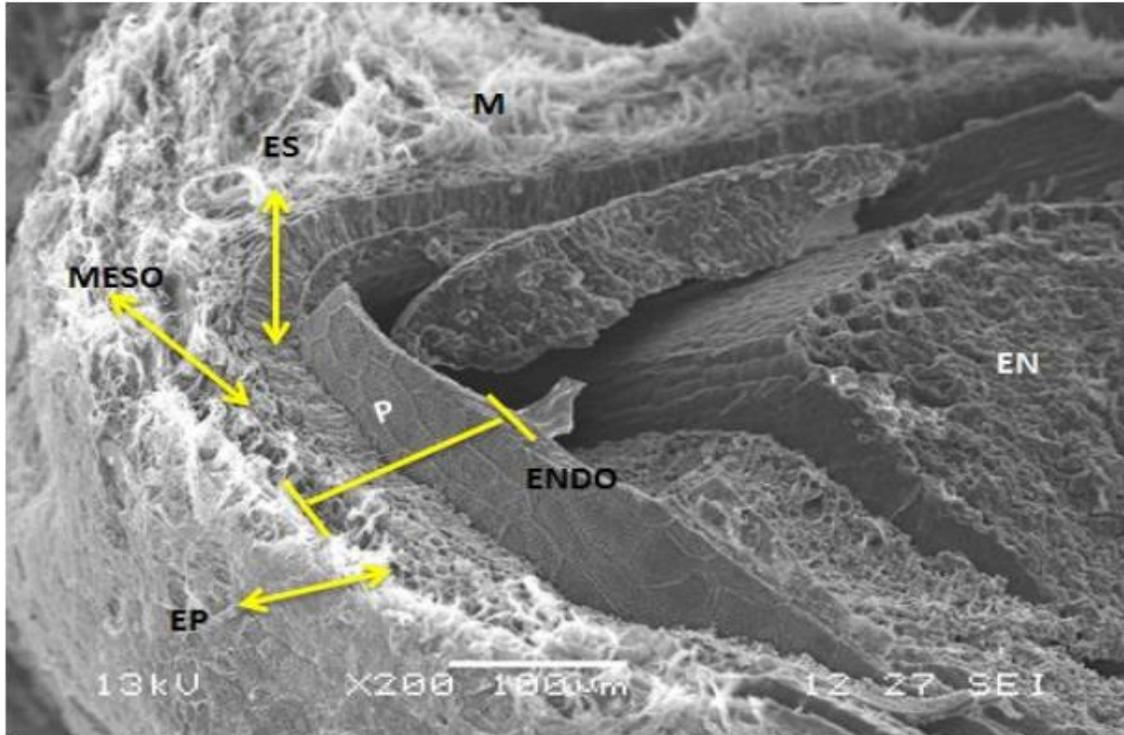


Figura 2.3. Micrografía de la semilla de chía a 200X, M: mucílago, ES: capa de esclereidas, MESO: mesocarpio, ENDO: endocarpio, EP: epicarpio, P: pericarpio, EN: endospermo. **Fuente:** Muñoz et al., 2012.

La ingesta de mucílago de chía, solo o en combinación con la semilla, ha demostrado tener influencia en el metabolismo de lípidos, mediante la disminución de la absorción intestinal de ácidos grasos, colesterol y el arrastre de sales biliares, aumentando la pérdida de colesterol a través de las heces, además de inhibir la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes. Además, como constituyente de fibra dietética soluble, origina geles de alta viscosidad que producen enlentecimiento del vaciado gástrico y brinda sensación de saciedad (Hentry et al., 1990).

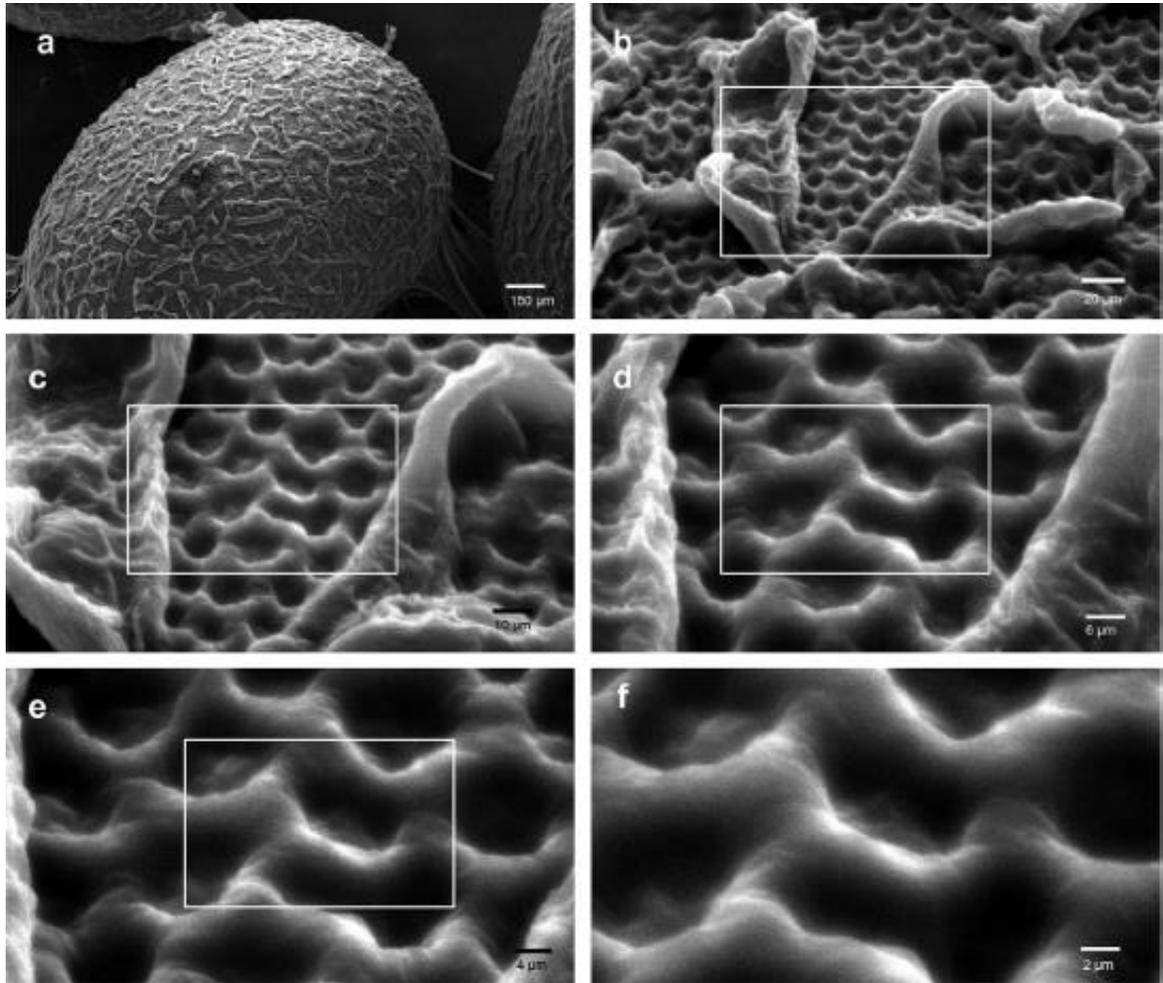


Figura 2.4. Semilla de chía hidratada-imágenes SEM. (a) Semilla de chía hidratada (b-d) revela una estructura hexagonal. Membranas observadas corresponden a secar mucílago en la superficie de la semilla (e) y (f) en el centro de cada estructura hexagonal muestra la base de la columna. **Fuente:** Muñoz et al., 2012

A decorative border of intricate floral and leaf patterns in a light brown color, positioned at the top of the page.

Objetivos

3.0 OBJETIVOS

3.1 General

Determinar la influencia de la adición de dos variedades de chía (*Salvia hispánica*), sobre las propiedades bromatológicas y organolépticas de un postre a base de arroz, a través de análisis sensoriales y pruebas fisicoquímicas

3.2 Específicos

- Analizar la composición proximal de las dos variedades de chía (blanca y negra) estudiadas a través de técnicas oficiales para conocer su influencia en un postre preparado a base de arroz.
- Determinar a través del uso de pruebas sensoriales, la mejor formulación del postre a base de arroz a fin de identificar la que prefieran los consumidores.
- Estudiar el efecto de la adición de dos variedades de chía sobre la formulación final, mediante el análisis de viscosidad, °Brix y composición proximal a fin de conocer su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de la misma.
- Analizar la influencia de la adición de chía sobre las propiedades sensoriales de la formulación final mediante pruebas de preferencia y nivel de agrado para conocer su aceptación entre los consumidores.



Metodología



4.0 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Muestras

Se utilizaron dos variedades de chía (*Salvia hispánica*): blanca y negra (Figura 4.1) las cuales se adquirieron en centros comerciales de productos orgánicos ubicados en la Ciudad de México y en Tulancingo, Hidalgo. Las muestras se conservaron a temperatura ambiente, en una bolsa resellable de plástico.



Figura 4.1. Variedades de chía blanca y negra empleados en este estudio.

4.2 Formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz y chía

En la tabla 4.1 se presenta la formulación para la preparación de un postre a base de arroz propuesta por Berrones et al. (2011) la cual fue considerada como el modelo de partida.

Tabla 4.1 Formulación del postre de arroz utilizado como base.

Materia prima	Cantidad (g)	%
Leche	180	78.60
Arroz	20	8.73
Azúcar	18	7.86
Pasas	10	4.37
Canela	1	0.44
Total	229	100

Fuente: Berrones, 2011.

En la Figura 4.2 se presenta el proceso de elaboración del postre preparado a base de arroz. En la primera etapa el arroz se sometió a diferentes lavados en una proporción arroz-agua (1:3). Posteriormente, el arroz se hirvió en agua a 90°C por 20 min. Por otro lado, la leche se calentó a 70°C por 10 min, se adicionó el arroz (previamente cocido) y el azúcar, se agitó hasta su disolución; enseguida se agregó la chía (previamente molida) y la canela. Por último, la mezcla resultante se calentó a 75°C durante 5-10 min; se dejó reposar hasta que alcanzó la temperatura ambiente y finalmente se adicionaron unas gotas de vainilla.

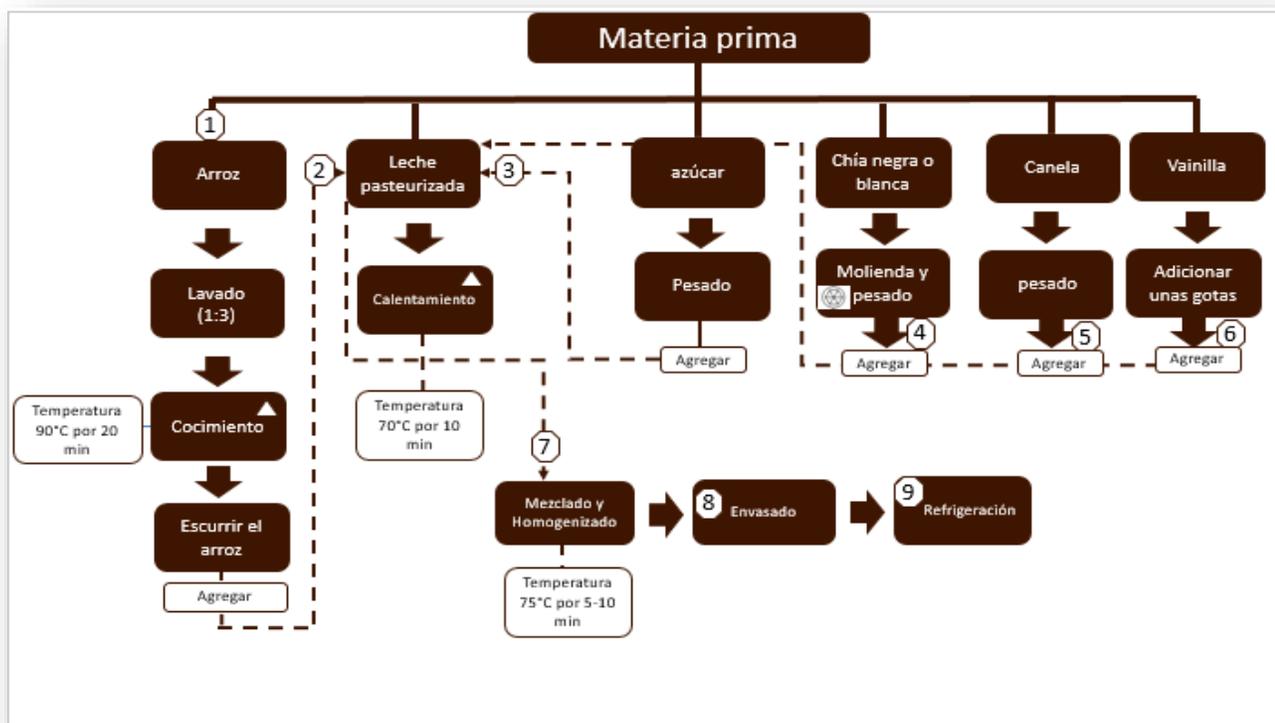


Figura 4.2. Elaboración del postre a base de arroz y chía.

A partir de la formulación modelo, se propusieron las formulaciones preliminares (Tabla 4.2), adicionadas con 0.45, 0.7 y 0.9% de chía (F-0.45, F-0.7 y F-0.9, respectivamente). La chía en ocasiones es rechazada por los consumidores debido a su apariencia y a la viscosidad que imparte, por ello estas formulaciones se prepararon con chía molida. La finalidad de estas propuestas era determinar la concentración adecuada de chía añadida por lo que en esta etapa se trabajó solo con la chía blanca.

Tabla 4.2. Primeras formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz adicionado con chía.

Formulaciones	Leche	Arroz	Azúcar	Canela	Chía (blanca)
Control	82.4%	9.2%	8.2%	0.2%	0%
F- 0.45	82%	9.11%	8.20%	0.22%	0.45%
F-0.7	81.8%	9.1%	8.2%	0.2%	0.7%
F-0.9	81.6%	9.1%	8.2%	0.2%	0.9%

Control= postre a base de arroz sin chía

F-0.45, F-0.7, F0.9= postre a base de arroz adicionado con chía blanca

Estas primeras formulaciones se evaluaron sensorialmente por 10 jueces no entrenados y a partir de sus comentarios se propusieron segundas formulaciones (Tabla 4.3), en la cuales se incrementó el grado de dulzor (de 8.2 hasta 12.9%) y la concentración de chíá (0.5, 2.1 y 5%) con el fin de mejorar la calidad nutricional del postre y de determinar la influencia del color de las semillas en el agrado mostrado por los consumidores hacia el producto. Por lo anterior, en esta etapa, las formulaciones se prepararon con chíá blanca y negra. Del mismo modo, para determinar el grado óptimo de cocción del arroz, se efectuaron diferentes pruebas en donde las variables fueron el tiempo (incremento de 15 a 20 min) y la temperatura (85, 88, 90 y 95°C).

Tabla 4.3. Segundas formulaciones propuestas para la preparación del postre a base de arroz adicionado con chíá.

Formulaciones	Leche	Arroz	Azúcar	Canela	Chía (blanca) o negra
Control	77.7%	8.6%	12.9%	0.2%	0%
F- 0.5	77.7%	8.6%	12.9%	0.2%	0.5%
F-2.1	77.7%	8.6%	12.9%	0.2%	2.1%
F-5.0	74.1%	8.2%	12.3%	0.2%	5%

Control= postre a base de arroz sin chíá

F-0.5, F2.1, F5= postre a base de arroz adicionado con chíá negra y blanca

Las segundas formulaciones también se evaluaron sensorialmente por 10 jueces no entrenados. Para disminuir la viscosidad observada en dichas formulaciones y tomando en consideración los comentarios emitidos por los jueces, se seleccionó una formulación final, a la cual se le reajustaron nuevamente las concentraciones de chíá (blanca o negra) a 1.1, 2.1 y 3%. La formulación final seleccionada fue evaluada sensorialmente por 50 jueces no entrenados a través de las pruebas de preferencia y de nivel de agrado que se describen en el siguiente apartado.

4.3 Análisis sensorial de las formulaciones finales propuestas

4.3.1 Jueces

Para la evaluación sensorial de las formulaciones finales propuestas se utilizó un panel conformado por 50 jueces no entrenados; en un rango de edad entre 15-29 años. El 52% eran del género femenino y el 48% del género masculino.

4.3.2 Prueba de ordenamiento por preferencia

Para elegir la formulación preferida del postre a base de arroz adicionado con chía, se utilizó una prueba de ordenamiento. En esta prueba se le proporcionan al juez tres o más muestras que difieren en alguna propiedad y se les pide que las ordenen de forma creciente o decreciente de acuerdo a dicha propiedad (Watts et al., 1992; Anzaldúa-Morales, 1994). En este caso, se les solicitó a los jueces que las ordenaran conforme a su preferencia. La ficha de cata utilizada se muestra en la Figura 4.1.

4.3.2.1. Presentación y preparación de las muestras

A cada juez participante se le presentaron tres muestras del postre preparado a base de arroz adicionado con diferentes concentraciones de chía blanca o negra (1.1, 2.1 y 3%). Las muestras se sirvieron a temperatura ambiente en vasos desechables de plástico con capacidad de 50 mL, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Éstas se entregaron a cada uno de los jueces, en un orden balanceado o aleatorio. A su vez, a cada uno de los jueces se le proporcionó una ficha de cata para registrar sus respuestas sobre las muestras evaluadas.



**Prueba de ordenamiento por preferencia para el análisis de un postre preparado a base de arroz
adicionado con chía**

Nombre:	Fecha:
Edad:	Género:

Frente a usted tiene tres muestras de un postre preparado a base de arroz, pruébelas y ordénelas según su preferencia, colocando en primer lugar la que más le agrade, y en último lugar, la que menos le agrade.

Muestra
1
2
3

Comentarios

¡Gracias por su colaboración!



Figura 4.3. Ficha de cata utilizada en la prueba de preferencia.

4.3.3 Prueba de nivel de agrado o grado de satisfacción

Para medir el nivel de agrado o desagrado producido por el postre a base de arroz adicionado con chía, se realizó la prueba afectiva de nivel de agrado, utilizando una escala hedónica de 7 puntos (Watts et al., 1992; Anzaldúa-Morales, 1994). Los atributos analizados fueron el color, sabor, textura y calidad global (color, sabor y textura) así como la intención de comprar el producto. La ficha de cata utilizada en esta prueba se muestra en la Figura 4.2.

4.3.3.1 Presentación y preparación de las muestras

A cada juez participante se le presentaron las dos muestras de la formulación preferida del postre preparado a base de arroz adicionado con chía blanca y negra (1.1%). Las muestras se sirvieron a temperatura ambiente en vasos desechables de plástico con capacidad de 50 mL, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Éstas se entregaron a cada uno de los jueces, en un orden balanceado o aleatorio. A su vez, a cada uno de los jueces se le proporcionó una ficha de cata para registrar sus respuestas sobre las muestras evaluadas.

"Prueba de nivel de agrado por atributos para un postre a base de arroz con chía"

Marque con una **X** la respuesta que más se acerque a la descripción del postre que se le dio a probar.



🌈 ¿Qué tanto te agrada o desagrada la apariencia o el color del postre a base de arroz con chía blanca?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

Comentarios _____

🌈 ¿Qué tanto te agrada o desagrada el sabor del postre a base de arroz con chía blanca?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

Comentarios _____

🌈 ¿Qué tanto te agrada o desagrada la textura de postre a base de arroz con chía blanca?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

Comentarios _____

🌈 Considerando el sabor, la textura y la apariencia, ¿Qué tanto te agrada o desagrada el postre a base de arroz con chía blanca?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

Comentarios _____

🌈 ¿Si estuviera a la venta, comprarías el postre a base de arroz?

Definitivamente si la compraría	Si la compraría	Quizás si la compraría	Quizás si o quizás no la compraría	Quizás no la compraría	No la compraría	Definitivamente no la compraría
---------------------------------	-----------------	------------------------	------------------------------------	------------------------	-----------------	---------------------------------

Comentarios _____

¡Gracias por su colaboración!



Figura 4.4. Ficha de cata utilizada en la prueba de nivel de agrado.

4.4 Análisis Físicoquímico

Todas las formulaciones fueron caracterizadas físicoquímicamente y para ello se les determinó viscosidad, pH, acidez y °Brix. A la formulación final se le determinó la composición proximal mediante técnicas oficiales de análisis establecidas en la AOAC. Las técnicas se describen a continuación.

4.4.1 Determinación de actividad de agua (a_w)

La medición de la actividad de agua permite conocer la relación entre la presión parcial de vapor de agua de una sustancia y la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura. Esta determinación indica la fracción del contenido de humedad total de un producto que está libre.

El análisis de actividad de agua se efectuó por triplicado mediante el equipo de Aqualab Pre®, en el postre preparado a base de arroz y en el adicionado con chía blanca o negra. Para ello se realizó una calibración del equipo con estándares de KCl 0.5 M=(0.987) y NaCl 6M= (0.755).

4.4.2 Determinación de acidez

La acidez se mide con base a una titulación con hidróxido de sodio 0.1N utilizando como indicador la fenolftaleína. Ésta es una medida del contenido de ácidos grasos libres en una muestra.

Para determinar la acidez, se midieron 20 mL de muestra en un matraz, se añadieron 2 mL de fenolftaleína (al 1%) y se tituló con hidróxido de sodio 0.1N hasta la aparición de un color rosado persistente, durante al menos un minuto. La determinación se realizó por triplicado en la muestra control y en las formulaciones del postre preparado a base de arroz adicionadas con chía blanca o negra. La acidez se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$Acidez \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

V= mL de solución de NaOH 0.1N gastados en la titulación de la muestra

N= normalidad de la solución de NaOH

M= volumen de la muestra en mL

4.4.3 Determinación del pH por el método potenciométrico

El término pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno expresado en moles por litro. El pH se determinó mediante un potenciómetro HANNA Instruments HI 3222 pH/ORP/ISE METER®.

Para ello, el potenciómetro se calibró con las disoluciones buffer de pH 7 y 10. Posteriormente se lavó el electrodo con agua destilada, se secó con un pañuelo y se colocó dentro de la muestra. La medición se realizó por triplicado.

4.4.4 Determinación de la viscosidad

La viscosidad se define como la resistencia de un líquido a fluir. La unidad de viscosidad es el poise (g/cms) o (mpas*s). Para la determinación se utilizó el viscosímetro rotacional analógico 801 TRADEMARK NAHITA®. Su funcionamiento se basa en la rotación de una aguja o cilindro dentro del material de prueba. El dial del instrumento esta graduado de manera que la lectura, multiplicada por un factor, proporciona directamente la viscosidad en (mpas*s). A continuación se describe el procedimiento empleado.

El viscosímetro se calibró con ayuda de la burbuja. El apuntador debía estar en 0. Una vez calibrado, se seleccionó la aguja adecuada según la naturaleza del producto (postre). Posteriormente, se colocó el líquido de prueba en un cilindro de tamaño adecuado y se bajó cuidadosamente el cabezal hasta que el postre a base de arroz llegara a la muesca que se encontraba en la aguja. Después, se seleccionó la velocidad adecuada (rpm) para realizar la medición. Se dejó que la aguja girara varias veces y que el apuntador se estabilizara antes de hacer la lectura. Una vez obtenida la lectura, se consultó la tabla de factores de conversión a mpas*s.

4.4.5 Determinación de °Brix

Los grados Brix (°Brix) indican el porcentaje de sólidos disueltos en el producto analizado. Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

Para efectuar la medición de los °Brix en las muestras, se utilizó un refractómetro digital de mano El Reichert AR200® para lo cual se agregó al prisma una pequeña cantidad de postre a base de arroz adicionado con chía blanca o negra, con ayuda de una espátula ya que se trataba de muestras viscosas. La medición se inició operando el dispositivo a través de la pantalla táctil. Después de que se completó el ajuste de temperatura, la medición finalizó en aproximadamente 2 s. Las mediciones

se realizaron por triplicado. Al comienzo de cada serie de mediciones, se realizó una medición de control con agua.

4.5 Análisis Bromatológico proximal de la chía y del postre a base de arroz con y sin chía

La composición proximal de las muestras estudiadas, se realizó siguiendo las técnicas descritas en la AOAC. Estas se describen a continuación.

4.5.1 Determinación de Humedad (Método 925.09 AOAC, 1995)

El contenido de humedad se determinó de acuerdo a la diferencia que existe entre el peso inicial y final en la muestra sometida a calentamiento en una estufa a 105°C. Se colocaron de 2 a 3 gramos de muestra, previamente molidas en un molinillo de aspas (Silex®), en diferentes charolas de aluminio a peso constante. Los análisis se efectuaron por triplicado.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_o - P_f}{m} \times 100$$

Dónde:

P_o = peso inicial (charola a peso constante + muestra)

P_f = peso final (charola a peso constante + muestra seca)

m= peso de la muestra (g)

4.5.2 Determinación del Extracto Etéreo (Método 920.39 AOAC, 1995)

Según el método Soxhlet, se determinó el contenido de extracto etéreo de las muestras, el cual consiste en una extracción sólido-líquido con un solvente no polar de bajo punto de ebullición. Primeramente se colocaron las muestras sin humedad, en cartuchos de celulosa y se introdujeron en el compartimiento de extracción del equipo Soxhlet.

Posteriormente se agregaron 150 mL de n-hexano (como disolvente) a matraces balón previamente puestos a peso constante los cuales se colocaron sobre una parrilla de calentamiento a una temperatura de 65°C. El calentamiento se mantuvo cuidando un reflujo de gota constante. Después de 5 horas se recuperó el solvente de los matraces con un rotavapor. Los matraces una vez fríos se pesaron y el % de grasa se calculó por diferencia de peso.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{P_f - P_o}{m} \times 100$$

Dónde:

P_f = peso del matraz + grasa extraída

P_o = peso del matraz balón

m = peso de muestra en g

4.5.3 Determinación de Proteína (Método 990.03 AOAC, 1995)

Para la determinación de proteína, previamente se prepararon las soluciones necesarias para dicho análisis.

Mezcla digestiva. Se preparó con 0.3 g de sulfato de cobre pentahidratado (el cobre actúa como catalizador) en 2 mL de agua destilada, 5 mL de ácido fosfórico y 43 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Solución indicadora. Se preparó con 5 g de ácido bórico disueltos en agua destilada, 35 mL del indicador A (50 mg de fenolftaleína a 50 mL de alcohol etílico) y 10 mL de indicador B (33 mg de verde de bromocresol + 66 mg de rojo de metilo aforados a 100 mL de alcohol etílico). La mezcla se ajustó a un color café rojizo con ácido o base según se requiriera y se aforó a 1 L con agua destilada.

Digestión. En un tubo de digestión Kjeldahl se colocaron 70 mg de muestra previamente desengrasada, 0.5 g de sulfato de potasio (para aumentar la ebullición) y 3 mL de mezcla de digestión. El tubo se colocó en el digestor durante 15 min a 370°C y se mantuvo así hasta el final de la digestión (hasta que el contenido se observó completamente traslúcido, sin partículas negras en suspensión, que indicaría materia orgánica no digerida), la solución se tornó azul verdoso. A la par, se corrieron los blancos preparados de la misma forma pero sustituyendo la muestra por sacarosa.

Destilación. La muestra digerida se sometió a destilación. El destilador automático se programó para adicionar al contenido del tubo 60 mL de NaOH al 50%, con un tiempo de destilador de 6 minutos al 60% de potencia de vapor. El destilado se recolectó en un matraz Erlenmeyer que contenía 50 mL de solución indicadora.

Valoración. El contenido del matraz de recolección se valoró con HCl 0.01N hasta el vire del verde esmeralda a café rojizo. El porcentaje de proteína se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(P - B) \times N \times \text{meq} \times 100}{m} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ de Nitrógeno} \times F$$

Dónde:

P= volumen gastado en la titulación de la muestra (mL)

B= volumen gastado en la titulación del blanco (mL)

N= normalidad del HCl 0.01N

meq= miliequivalentes del nitrógeno (0.014)

m= peso de la muestra (g)

F= factor de proteína (6.25)

4.5.4 Determinación de Fibra (962.09 AOAC; 1995)

El método para determinar fibra cruda total se basa en la simulación de una digestión de alimentos en el organismo por tratamientos ácidos y alcalinos, separando los constituyentes solubles de los insolubles que forman los desperdicios orgánicos.

El procedimiento se inició pesando 2 g de las muestras previamente desecadas y desengrasadas, las cuales se colocaron en vasos de Berzelius. A estos vasos se les agregaron 200 mL de H_2SO_4 al 1.25% (caliente) junto con unas gotas de antiespumante TWEEN 20. Los vasos se colocaron en un aparato de digestión con refrigerante (LABCONCO®) y se calentaron manteniendo el reflujo durante 30 minutos. Transcurrido ese tiempo las muestras se filtraron con ayuda de un Buchner sobre tela de lino; el material insoluble se lavó con 50 mL de agua caliente usando succión ligera para la remoción de H_2SO_4 . Posteriormente, el residuo del embudo se recuperó en los vasos de Berzelius, después se les agregaron 200 mL de solución de NaOH al 1.25% junto con unas gotas de antiespumante TWEEN 20 y se llevó a calentamiento manteniendo a reflujo por 30 minutos.

Pasado el tiempo, se removieron los vasos de Berzelius del digestor y la muestra se filtró de nuevo con el embudo Buchner y la tela de lino usada anteriormente. Se efectuaron lavados con 3 porciones de 50 mL de agua destilada para remover cualquier residuo de NaOH además de 25 mL de alcohol etílico al 95% usando succión ligera para deshidratar parcialmente las muestras. Las telas de lino junto con las muestras se dispusieron en crisoles, se llevaron a peso constante en una estufa a 105°C y una vez atemperados, se registró el peso obtenido.

Finalmente, los crisoles se colocaron en parrilla de calentamiento para llevar a cabo la combustión de la materia orgánica. Una vez que las muestras no desprendieron más humo se colocaron en una mufla a 550°C hasta obtener un residuo blanco. Posteriormente, los crisoles se atemperaron y se pesaron. El % de fibra se obtuvo por diferencia de peso.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{P_1 - P_2}{m} \times 100$$

P₁= peso del crisol antes de la incineración (g)

P₂= peso del crisol después de la incineración

m= peso inicial de la muestra (g)

Corregir P₁ y P₂ con respecto a los resultados de la tela de lino sola (muestra blanco)

4.5.5 Determinación de Carbohidratos (por diferencia)

La determinación de la cantidad de carbohidratos totales presentes en las muestras se llevó a cabo calculando la diferencia entre el 100% y la suma de porcentajes previamente obtenidos de %Humedad, %Ceniza, % Extracto etéreo, % Proteína y % Fibra. El contenido de carbohidratos totales presentes en las muestras se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Ceniza} + \% \text{ Extracto Etéreo} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Fibra})$$

A decorative border at the top of the page featuring intricate floral and leaf patterns in a light brown color.

Resultados y discusión

A close-up photograph of a white bowl filled with white rice porridge (congee). The porridge is topped with a generous amount of dark chia seeds. The background is a soft-focus wooden surface.

Resultados y discusión

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Selección de la mejor formulación del postre a base de arroz adicionado de chía blanca o negra.

5.1.1. *Primeras formulaciones*

En la Tabla 5.1 se presentan los resultados de la evaluación sensorial realizada a las primeras formulaciones del postre a base de arroz. Las características evaluadas fueron: textura (dureza del arroz), apariencia y dulzor. Los resultados mostraron que en la muestra control, el arroz se percibió duro, debido a que el tiempo de cocción no fue el óptimo. Sin embargo, en las formulaciones adicionadas con chía blanca el arroz fue calificado como blando por la mayoría de los jueces no entrenados (70-90%).

En cuanto a la apariencia de las formulaciones preliminares propuestas, la opinión, en general, fue que era agradable, excepto para la adicionada con 0.9% de chía blanca la cual fue calificada por el 60% de los jueces no entrenados como no agradable; algunos de los comentarios al respecto fueron que presentaba un aspecto raro y apelmazamiento del arroz. Respecto al grado de dulzor, la mayoría de los jueces opinó que las 3 diferentes formulaciones preliminares estaban dulces; aunque para las adicionadas con 0.70 y 0.90% de chía blanca, el 40 y 30% de los jueces respectivamente, las calificó como "No dulce".

Tomando en consideración los resultados mencionados anteriormente, se decidió incrementar la cantidad de chía adicionada, con el fin de mejorar la calidad nutricional de las formulaciones, ya que ésta semilla es rica en fibra, proteína y grasa (Ayerza, 1995; Segura-Campos et al., 2014). Así mismo, se modificaron las condiciones de cocimiento del arroz y el grado de dulzor.

Tabla 5.1. Resultados (%) de la prueba de evaluación de textura, apariencia y dulzor de las primeras formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.

Textura	F-control	F-0.45	F-0.70	F-0.90
Duro	100	30	30	10
Blando	0	70	70	90

Apariencia	F-control	F-0.45	F-0.70	F-0.90
Agradable	100	67	80	40
Regular	0	11	10	0
No agradable	0	22	10	60

Dulzor	F-control	F-0.45	F-0.70	F-0.90
Dulce	70	70	50	60
Regular	10	30	10	10
No dulce	20	0	40	30

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-0.45, F-0.7 y F-0.90 = Postre a base de arroz adicionado de 0.45, 0.7 y 0.90% de chía

En relación a las pruebas fisicoquímicas realizadas a las primeras formulaciones (Tabla 5.2), los resultados indicaron una elevada a_w (>0.99) lo cual es atribuido a la proporción de leche empleada (>80%) cuyo principal componente es el agua. La elevada a_w y la composición (presencia de carbohidratos, lípidos y proteínas) harían de este un producto susceptible de contaminación, principalmente de tipo microbiano, con una vida útil corta (Fennema, 2010; Badui, 2013).

Las formulaciones presentaron una acidez variable (de 1.68 a 2.52 g ácido láctico/L), la cual es definida por la presencia de leche (1.9 g ac. Láctico/L) y arroz (0.487 g/L). En relación a los °Brix, las formulaciones presentaron valores de 19.6-22.6, estos son debidos a la cantidad de sólidos solubles, principalmente azúcar, los propios de la leche, así como de la chía. En general, las formulaciones adicionadas con chía blanca presentaron valores similares de pH y de viscosidad pero éstos fueron diferentes a los observados en el control. Lo anterior podría sugerir que la adición de la chía influye

en los parámetros fisicoquímicos analizados a pesar de encontrarse en bajas concentraciones (0.45 a 0.9%).

Tabla 5.2. Resultados de las prueba fisicoquímicas de las primeras formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.

Formulación	Aw	Acidez	pH	Viscosidad (mpas*s)	°Brix
F-0.45	0.993	2.16	6.8	36	20.9
F-0.7	0.993	2.04	6.8	48	21.3
F-0.9	0.995	1.68	6.7	60	22.6
Control	0.993	2.52	7.4	12	19.6

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-0.45, F-0.7 y F-0.90 = Postre a base de arroz adicionado de 0.45, 0.7 y 0.90% de chía

5.1.2. Segundas formulaciones

En base a las observaciones mencionadas por los jueces, las primeras formulaciones fueron modificadas; se incrementó la concentración de chía a 0.5, 2.1 y 5% y el grado de dulzor a 12.3-12.9%. A fin de mejorar el grado de cocción del arroz, se efectuaron diferentes pruebas en donde las variables fueron tiempo (incremento de 15 a 20 min) y temperatura (85, 88, 90 y 95°C).

Los resultados de las pruebas de cocción del arroz se presentan en la Tabla 5.3, las muestras fueron evaluadas por 10 jueces no entrenados. Los resultados indicaron que el mejor grado de cocimiento del arroz fue a los 20 min y a una temperatura de 90°C, condiciones en las cuales el grano de arroz se mantenía íntegro y sin apelmazamiento. A 95°C y 20 min de cocción, si bien el arroz fue calificado por el 100% de los jueces como cocido, este perdía su estructura. Según Fenemma (2010), la gelatinización del almidón ocurre a 90°C, después de esta temperatura hay salida del gránulo de la amilosa y amilopectina y desintegración del mismo.

Tabla 5.3. Resultados (%) sensoriales de las pruebas de cocción del arroz.

Clave formulación	85°-20min	88°-20min	90°C-20min	95°C-20min
Duro	100	60	0	0
Regular	0	0	0	0
Cocido	0	40	100	100

El mismo panel de jueces evaluó los atributos de textura, dulzor y apariencia de las segundas formulaciones propuestas. Los resultados obtenidos para el postre a base de arroz adicionado con chía negra se muestran en la Tabla 5.4. A pesar de la modificación realizada a las condiciones de cocción, se observó que, en general, alrededor del 50% de los jueces consideró que el arroz estaba duro.

En cuanto a apariencia, la formulación con 0.5% de chía negra fue evaluada por el 80% de los jueces no entrenados como agradable, sin embargo la adicionada de 5% fue calificada por el 70% de los jueces como no agradable (Tabla 5.4), debido al color y a la viscosidad. Ambos factores contribuyeron de manera importante en la evaluación realizada.

En la tabla 5.5 se muestran los resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las segundas formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía negra. Con respecto a las primeras formulaciones, la a_w no mostró cambios importantes con la adición de una mayor concentración de chía negra. Sin embargo, se observó una disminución en la acidez y un incremento en °Bx, este último debido a la incorporación de una mayor cantidad de sólidos.

En cuanto a las formulaciones adicionadas de chía blanca (Tabla 5.6), en general los resultados indicaron que un 50% de los jueces no entrenados percibió el arroz como duro y el otro 50% como blando; solo en la formulación adicionada con 2.1% de chía blanca, el 75% de los jueces percibió el arroz como duro.

Respecto al dulzor, en general, las segundas formulaciones propuestas adicionadas con chía blanca, fueron calificadas como dulces aunque para la formulación adicionada con 5% de chía blanca, el 50% de los jueces opinó que estaba dulce y el otro 50% que no estaba dulce.

Tabla 5.4. Resultados (%) de la prueba de evaluación de textura, apariencia y dulzor de las segundas formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía.

Textura	F-control	F-0.5	F-2.1	F-5.0
Duro	50	50	75	45
Blando	50	50	25	55

Apariencia	F-control	F-0.5	F-2.1	F-5.0
Agradable	100	80	90	20
Regular	0	20	10	0
No agradable	0	0	0	80

Dulzor	F-control	F-0.5	F-2.1	F-5.0
Dulce	70	100	80	50
Regular	10	0	0	0
No dulce	20	0	20	50

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-0.50, F-2.1 y F-5.0 = Postre a base de arroz adicionado de 0.50, 2.1 y 5.0% de chía blanca

Los resultados de las pruebas fisicoquímicas de las segundas formulaciones se presentan en la Tabla 5.5. Las formulaciones adicionadas con chía blanca presentaron valores similares a los observados en las formulaciones adicionadas con chía negra. Se observó un efecto de la adición de esta semilla en el pH y la acidez, ya que dichos parámetros fueron inferiores a los observados en la muestra control. Del mismo modo, las formulaciones adicionadas con chía blanca o negra, presentaron una mayor viscosidad y un mayor contenido de sólidos con respecto al control.

Tabla 5.5. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las segundas formulaciones del postre base de arroz adicionado de chía negra.

Formulación	Aw	Acidez	pH	Viscosidad (mpas*s)	°Brix
F-0.5	0.993	1.77	6.7	42	24.8
F-2.1	0.993	1.8	6.6	180	26.7
F-5.0	0.996	1.8	6.5	260	27.0
Control	0.993	2.52	7.4	12	19.6

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-0.50, F-2.1 y F-5.0 = Postre a base de arroz adicionado de 0.50, 2.1 y 5.0% de chía

A partir de los resultados fisicoquímicos y sensoriales, las segundas formulaciones adicionadas con chía blanca o negra fueron nuevamente modificadas. Se descartaron las formulaciones que contenían 5% y se incluyeron dos nuevas concentraciones 1.1 y 3%.

5.1.3. Formulaciones finales del postre a base de arroz adicionadas con chía blanca o negra

Las formulaciones finales propuestas (Tabla 5.6) se evaluaron a través de una prueba afectiva con 50 jueces no entrenados con el fin de conocer la preferencia mostrada por este grupo de consumidores potenciales o habituales del producto

Tabla 5.6. Formulaciones finales del postre a base de arroz adicionadas de chía blanca o negra (%).

Formulaciones Finales	Leche	Arroz	Azúcar	Canela	Chía (blanca o negra)
control	77.7%	8.6%	12.9%	0.2%	0%
F- 1.1	75.6%	8.4%	14.7%	0.2%	1.1%
F-2.1	76.4%	8.5%	12.7%	0.2%	2.1%
F- 3.0	74.07%	8.23%	14.4%	0.2%	3%

Control= postre a base de arroz sin chía

F-1.1, F-2.1, F-3.0 = postre a base de arroz adicionado con chía negra v blanca

Los resultados (Tabla 5.7), indicaron un mayor nivel de preferencia por la formulación que contenía 1.1% de chía (blanca o negra). El color proporcionado por la chía negra, fue un factor determinante en la aceptabilidad del producto, ya que aquellas formulaciones con 2.1 y 3% mostraron una baja preferencia por los consumidores (20-30%).

Tabla 5.7. Resultados de la prueba de ordenamiento por preferencia de las 3 formulaciones del postre a base de arroz adicionadas de chía blanca o negra (%).

Clave formulación	F-1.1	F-2.1	F-3.0
Chía negra	42	28	30
Chía blanca	58	22	20

En la Tabla 5.8 se presentan los resultados de la prueba de ordenamiento obtenidos por género, efectuada por 50 jueces no entrenados. Los resultados mostraron que sin importar el género y el tipo de chía, hubo una preferencia por aquellas formulaciones adicionadas con 1.1%; excepto para las formulaciones adicionadas con 1.1 y 2.1 % de chía blanca, en donde los jueces del género masculino mostraron la misma preferencia por ambas muestras.

Tabla 5.8. Resultados de la prueba de ordenamiento por preferencia de acuerdo al género de las 3 formulaciones del postre a base de arroz adicionado con chía blanca (%).

Clave formulación		F-1.1	F-2.1	F-3.0
Chía negra	Femenino	43	25	32
	Masculino	41	32	27
Chía blanca	Femenino	54	23	23
	Masculino	42	42	16

Control= postre a base de arroz sin chía

F-1.1, F-2.1, F-3.0 = postre a base de arroz adicionado con chía

Una vez determinada la formulación adicionada con chía blanca o negra preferida por los consumidores, ésta se sometió a una prueba de nivel de agrado, con el fin de saber qué tanto agradaba o desagradaba el producto en cuanto a los atributos de apariencia, textura y sabor y calidad global (considerando apariencia, textura y sabor conjuntamente). Los resultados del nivel de agrado para la calidad global se presentan en la Tabla 5.9.

Se observó que la calidad global de la formulación final fue en general, del agrado de los consumidores puesto que obtuvo un 100% y 84% de respuestas positivas o de agrado (suma de respuestas “Me agrada mucho”, “Me agrada” y “Me agrada ligeramente”) para la muestra adicionada con chía blanca y negra, respectivamente. No se observó ninguna respuesta de indiferencia o indecisión (opción “Ni me agrada ni me desagrada”) o negativa (“Me desagrada mucho”, “Me desagrada” y “Me desagrada ligeramente”) para la formulación final adicionada con chía blanca mientras que para la chía negra, este porcentaje fue bajo (12% y 4%, respectivamente).

Tabla 5.9. Resultados (%) del nivel de agrado para la calidad global del postre a base de arroz adicionado con chía.

Clave formulación	Chía blanca	Chía negra
Me agrada mucho	24	12
Me agrada	66	44
Me agrada ligeramente	10	28
Ni me agrada ni me desagrada	0	12
Me desagrada ligeramente	0	2
Me desagrada	0	2
Me desagrada mucho	0	0

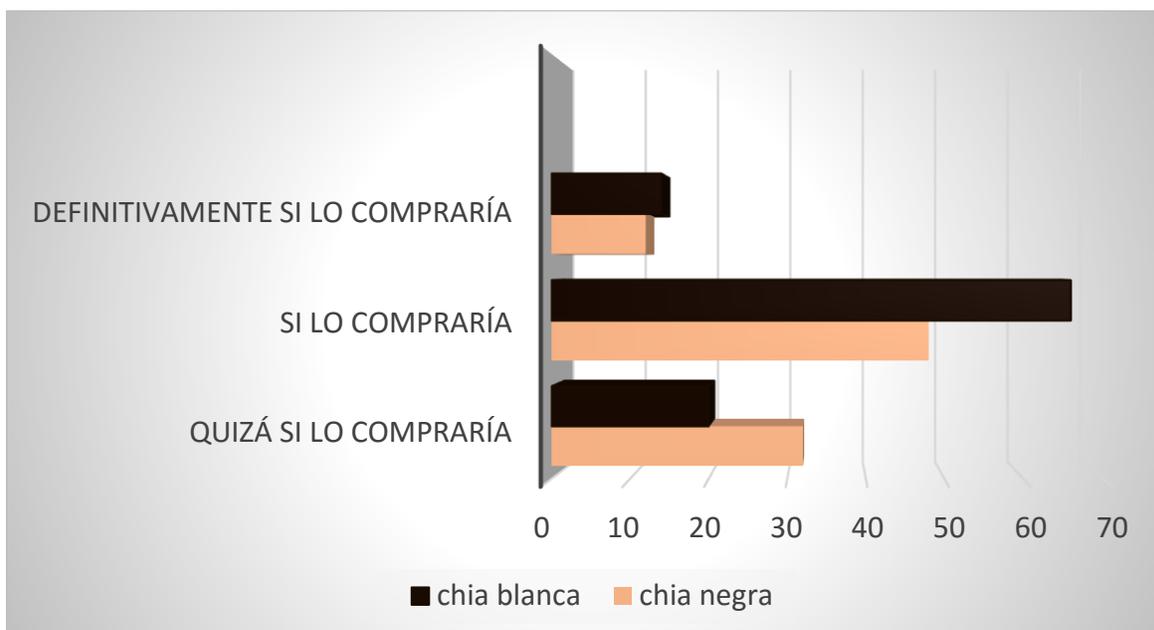
En la Tabla 5.10., se muestran los resultados del nivel de agrado mostrado por los jueces para la apariencia, sabor y textura de la formulación final adicionada con chía blanca y negra. En cuanto a la apariencia, al 90% y 84% de los jueces les pareció agradable la apariencia del postre preparado a base de arroz adicionado con chía blanca y negra, respectivamente. Algunos de los comentarios realizados por los jueces fueron que las muestras tenían buen color, homogeneidad y que se veían apetitosas. Con respecto al sabor, al 100 y 96% de los jueces, les agradó, únicamente el 4% de los jueces mostró indiferencia hacia este atributo, en el caso del postre adicionado con chía negra. Los comentarios relacionados con este atributo fueron que eran dulces, tenían buen sabor, que sabían ricas y que presentaban sabor a canela y vainilla. En relación a la textura, el 98 y 90% de los jueces, la consideró agradable. Para este atributo los comentarios fueron que las muestras eran suaves, tenían buena consistencia y no se sentía la chía. Cabe destacar que, para ambas muestras, los porcentajes de indiferencia y desagrado mostrado hacia los atributos evaluados fueron bajos (2-8%).

Tabla 5.10. Resultados (%) del nivel de agrado para la apariencia, sabor y textura del postre a base de arroz adicionado con chía.

Clave formulación	Chía blanca			Chía negra		
	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA
Me agrada mucho	34	32	16	12	34	30
Me agrada	46	52	56	44	48	50
Me agrada ligeramente	10	16	26	28	14	10
Ni me agrada ni me desagrada	8	0	0	12	4	8
Me desagrada ligeramente	2	0	2	4	0	2
Me desagrada	0	0	0	0	0	0
Me desagrada mucho	0	0	0	0	0	0

5.1.4 Intención de compra

Al cuestionar a los consumidores participantes en este estudio si comprarían el postre a base de arroz adicionado con chía si este se encontrara en el mercado, el 80% mostró tener intención de adquirir el postre adicionado con chía blanca y el 60% el postre con chía negra (Figura 5.1). De la población encuestada, el 32% mostró indiferencia o indecisión hacia la compra del postre con chía negra y solo el 20% por la chía blanca, ninguno de los participantes indicó que quizás no compraría el producto o que no lo compraría. El género no fue un factor determinante en el agrado o desagrado ni en la intención de compra mostrada hacia el producto.



Aunque es recomendable realizar una prueba con un mayor número de consumidores, los resultados preliminares mostrados acerca de la adquisición del producto son muy alentadores y algunos de los comentarios proporcionados por los encuestados, indican que comprarían el producto porque es un postre integral, nutritivo y por los beneficios que aporta la chía.

5.2 Caracterización fisicoquímica de las formulaciones finales del postre a base de arroz adicionado de chía blanca o negra

Los resultados de la caracterización fisicoquímica de las formulaciones finales del postre a base de arroz adicionados con chía blanca o negra, se presentan en las Tablas 5.11 y 5.12. En general, todas las formulaciones presentaron valores similares (pero diferentes del control) de pH, acidez y °Brix. En cuanto a la viscosidad, este parámetro presentó un incremento importante conforme se aumentó la concentración de chía blanca o negra de 1.1 a 3%. Lo anterior se debe al contenido de mucílago que presenta esta semilla ya que su afinidad por el agua, le permite formar soluciones muy viscosas o geles firmes aun a bajas concentraciones (Segura-Campos et al., 2014).

Tabla 5.11. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las formulaciones finales del postre base de arroz adicionada de chía negra.

Formulación	Aw	Acidez	pH	Viscosidad (mpas*s)	°Brix
F-1.1	0.993	1.94	6.7	65	25.1
F-2.1	0.993	1.94	6.6	180	26.5
F-3.0	0.996	2.1	6.5	240	26.8
Control	0.993	2.52	7.4	12	19.6

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-1.1, F-2.1 y F-3.0 = Postre a base de arroz adicionado de 1.1, 2.1 y 3.0% de chía

Tabla 5.12. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las formulaciones finales del postre base de arroz adicionada de chía blanca.

Formulación	Aw	Acidez	pH	Viscosidad (mpas*s)	°Brix
F-1.1	0.993	2.16	6.8	62	20.9
F-2.1	0.993	2.04	6.8	178	21.3
F-3.0	0.993	1.68	6.7	240	22.6
Control	0.993	2.52	7.4	12	19.6

F-control = Postre a base de arroz sin chía

F-1.1, F-2.1 y F-3.0 = Postre a base de arroz adicionado de 1.1, 2.1 y 3.0% de chía

En la Tabla 5.13 se muestran los resultados del análisis proximal de las dos variedades de chía analizadas, los cuales indicaron una composición proximal similar en cuanto a humedad, grasa y fibra y un contenido significativamente diferente en el contenido de proteína y cenizas. Estos datos son ligeramente diferentes de los reportados por Ayerza (1995) y Segura-Campos et al. (2014); estas diferencias podrían atribuirse a la variedad y a las condiciones ambientales tales como: temperatura, luz, tipo de suelo y nutrientes disponibles, principalmente (Hernández y Miranda, 2008; Peirretti y Gal, 2008).

Respecto al contenido de grasa, es importante resaltar que la chía presenta cantidades elevadas de este nutrimento (>30%). Esta semilla muestra una composición interesante en ácidos grasos poliinsaturados como omega-3 y 6 (Peirretti y Gal, 2008; Jiménez et al., 2013). Esto hace de la chía una importante fuente de ácidos grasos esenciales de origen vegetal. Además, la chía posee propiedades antioxidantes debido a la presencia de ácido clorogénico y cafeico, lo que resulta en una protección adicional contra la oxidación de sus ácidos grasos (Ayerza y Coates, 2008)

En relación a los carbohidratos, los valores determinados en la chía blanca y negra analizadas son inferiores al reportado por Ayerza (1995) y Segura-Campos (2014), lo que podría explicarse por las altas concentraciones de grasa, proteína y fibra.

Tabla 5.13. Resultados del análisis proximal de las dos variedades de chía analizadas (g/100g

Muestra/Análisis	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra	CHO's
Chía negra	4.98±0.16	4.53±0.04	31.89±0.44	21.95±0.05	26.35±0.05	5.26
Chía blanca	4.74±0.16	4.63±0.02	31.02±0.14	22.96±0.05	27.55±0.1	6.62
Chía (Ayerza, 1995)	6.25	4.35	33.00	18.65	28.38	9.37
Segura-Campos <i>et al.</i> , (2014)	6.75	4.05	32.88	22.44	33.52	7.13

En relación a la composición proximal del postre a base de arroz adicionado con chía blanca o negra (Tabla 5.14), ambos presentaron una composición proximal similar, excepto en humedad y carbohidratos, en donde se observaron ligeras variaciones. El componente mayoritario fue el contenido de humedad (>58%), el cual se debe a la cantidad de leche empleada (>74% humedad) en la formulación.

Tabla 5.14. Resultados del análisis proximal de las formulaciones finales del postre a base de arroz adicionado con chía blanca o negra (g/100g muestra).

Muestra/Análisis	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra	CHO's
Postre a base de arroz	61.41±0.08	0.45±0.07	2.69±0.44	3.21±0.08	4.04±0.06	28.17
Postre a base de arroz adicionado con chía blanca	63.60±0.98	0.49±0.03	3.40±0.56	4.10±1.06	5.21±0.41	22.40
Postre a base de arroz adicionado con chía negra	58.90±0.55	0.56±0.06	3.02±0.50	4.32±0.2	5.64±0.70	27.56

En relación al contenido de fibra, este fue bajo (5.21 y 5.64%) y fue aportado principalmente por la chía y el arroz. Es importante mencionar que el arroz utilizado en la preparación de las formulaciones fue arroz pulido el cual, al ser descascarillado, pierde las sustancias presentes en la cascarilla y el germen, es decir, la mayor parte de su fibra (FAO,2004).

Finalmente, el segundo componente más abundante del postre preparado a base de arroz fueron los carbohidratos, proviniendo estos del azúcar adicionado (sacarosa) y del arroz (75% de carbohidratos, entre estos el más abundante es el almidón). Es importante considerar que entre los carbohidratos de tipo polisacárido se encuentra el mucílago presente en la chía, el cual presentó una influencia importante en la viscosidad final del producto debido a su capacidad de formar geles (González, 2010; Segura-Campos et al., 2014). Si bien estos compuestos no influyen directamente en el sabor y en el gusto de los alimentos son muy buenos en la retención de aromas (Capitani, 2013).

5.3. Análisis estadístico de los resultados o tratamiento estadístico de los resultados

Para determinar si existían diferencias significativas entre las muestras se utilizaron las pruebas de t de student y la prueba de Fisher.

Tabla 5.15. Análisis estadístico comparando dos variedades de *Salvia hispánica* 95% de significancia

Parámetro	Prueba F			Prueba t		conclusión
	Valor f	Valor f crítico	$f_{exp} < f_{crit}$ varianzas comparables	Valor t estadístico	Valor t crítico	
Humedad	0.94	0.05	varianzas desiguales	-1.81	2.78	La H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales ya que no varía la humedad.
Ceniza	0.19	0.05	varianzas desiguales	3.81	3.18	H_0 se rechaza y las muestras son estadísticamente diferentes en cuanto al contenido de ceniza.
Grasa	0.09	0.05	varianzas desiguales	3.26	4.30	H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales ya que la grasa permanece igual
Proteína	1.01	19	varianzas iguales	24.50	2.77	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente diferentes ya que varían en proteína
Fibra	6.41	19	varianzas iguales	15.22	2.78	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente desiguales ya que varían en la fibra

Tabla 5.16. Análisis estadístico del postre preparado a base de arroz sin chía y comparando con el de chía blanca 95% de Significancia.

Parámetro	Prueba F			Prueba t		
	Valor f	Valor f crítico	$f_{exp} < f_{crit}$ varianzas comparables	Valor t estadístico	Valor t crítico	conclusión
Humedad	0.006	0.05	Variables iguales	-0.20	2.77	La H_0 se rechaza y las muestras son estadísticamente iguales ya que no varía la humedad.
Ceniza	0.045	0.052	Variables iguales	-0.20	2.80	H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales en cuanto al contenido de ceniza.
Grasa	0.62	0.053	Variables desiguales	-0.85	2.78	H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales ya que la grasa permanece igual
Proteína	0.01	0.05	variables desiguales	-2.38	2.78	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente diferentes ya que varían en proteína
Fibra	0.0008	0.053	Variables iguales	-4.94	2.77	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente diferentes ya que varían en la fibra

Tabla 5.17. Análisis estadístico del postre preparado a base de arroz sin chía y comparando con el de chía negra 95% de Significancia.

Parámetro	Prueba F			Prueba t		
	Valor f	Valor f crítico	$f_{exp} < f_{crit}$ varianzas comparables	Valor t estadístico	Valor t crítico	conclusión
Humedad	0.02	0.05	Variables iguales	7.81	2.77	La H_0 se rechaza y las muestras son estadísticamente diferentes ya que varía la humedad.
Ceniza	1.033	19	Variables iguales	-2.11	2.78	H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales en cuanto al contenido de ceniza.
Grasa	0.79	0.05	Variables desiguales	-0.85	2.78	H_0 se acepta y las muestras son estadísticamente iguales ya que la grasa permanece igual
Proteína	0.31	0.05	variables desiguales	-12.36	3.18	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente diferentes ya que varían en proteína
Fibra	0.0002	0.05	Variables iguales	-3.46	2.78	H_0 se rechaza las muestras son estadísticamente diferentes ya que varían en la fibra

La adición de chía (blanca o negra) en la formulación final propuesta para la elaboración del postre a base de arroz, incrementó significativamente las concentraciones de proteína y fibra. Tablas 5.16 y Tabla 5.17. Sin embargo, concentraciones más altas de esta semilla provoca rechazo hacia el producto por parte de los jueces debido a la elevada viscosidad que proporciona y, en el caso de la chía negra, debido también a la apariencia, que fue considerada como desagradable. Por lo anterior, es importante el desarrollo de productos que incorporaren a la chía en diversos alimentos con la finalidad de promover su uso y los beneficios que conlleva su consumo tomando en consideración la opinión de los consumidores habituales o potenciales del producto.



Conclusiones



6. Conclusiones

Se desarrolló una formulación de un postre a base de arroz y chía blanca o negra del agrado de los consumidores.

La adición de chía blanca o negra a la formulación para preparar un postre a base de arroz, mejoró la composición proximal del mismo al incrementar la concentración de proteína y fibra.

La concentración de chía incluida en la formulación final del postre a base de arroz fue definida por el color y la viscosidad impartida por dicha semilla ya que estos atributos influyen en la aceptabilidad del producto.

7. Perspectivas

Sería conveniente analizar la composición en ácidos grasos y en aminoácidos, a fin de determinar el impacto de la chía en las propiedades nutricionales del producto desarrollado.

Sería importante realizar estudios *in vivo* acerca de las propiedades funcionales del mucilago de la chía.

Resultaría útil realizar pruebas sensoriales con un mayor número de jueces, segmentados por edades y nivel socioeconómico.

A decorative border of brown line-art flowers and leaves runs across the top of the page, partially overlapping the banner.

Referencias



8.0 Referencias

1. Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: ACRIBIA
- 2.
3. Amaya Ortega, D. (2012). Propuesta de postres gourmet elaborados con edulcorantes de baja calorías.
4. Ayerza, R., & Coates, W. (2005). Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research*, 25(11), 995-1003.
5. Ayerza, R., y Coates, W. (2006). Chía redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. (1era. Edición). Argentina: Del nuevo extremo
6. Badui Dergal, S., Valdés Martínez, S. E., & Cejudo Gómez, H. (2006). *Química de los alimentos* (4a ed.). México [etc.]: Pearson Educación.p.p 23-24
7. Beltrán-Orozco, M. C., Salgado Cruz, M. P., & Cedillo López, D. (2005). Estudio de las propiedades funcionales de la semilla de chía (*Salvia hispánica*) y de la fibra dietaria obtenida de la misma. *Respyn*, 13.
8. Berrones Franco, M. E., & Espinoza Malavé, K. S. (2011). Elaboración de un postre a base de arroz de reconstitución instantánea con leche entera.
9. Capitani, M. I. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (Salvia hispánica L.)* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas).
10. Coates, W., & Ayerza, R. (2009). Chia (L.) seed as an n-3 fatty acid source for finishing pigs: Effects on fatty acid composition and fat stability of the meat and internal fat, growth performance, and meat sensory characteristics. *Journal of Animal Science*, 87(11), 3798-3804.
11. Cornejo-Tenorio, G., & Ibarra-Manríquez, G. (2011). Diversidad y distribución del género *Salvia* (Lamiaceae) en Michoacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1279-1296.
12. FAO (2004). El arroz y la nutrición humana. Recuperado de www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf
13. Fennema, O. R. & Samodaran, S., Parkin, K. L., (2010). *Fennema Química de los alimentos*. Acribia.

14. Gómez, J. A. H., & Colín, S. M. (2008). Caracterización morfológica de chía (*Salvia hispanica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), 105-113. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61031203>

15. González Jiménez, F.E. (2010) Caracterización de compuestos fenólicos presentes en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica*), mediante electroforesis capilar. (Tesis de maestría, Universidad del Estado de Hidalgo). Recuperado de [http://ARA González Jiménez. Pdf](http://ARA.GonzálezJiménez.Pdf)
16. Hentry H S, Mittleman M, McCrohan PR (1990). Introducción de la chía y la goma de tragacanto en los Estados Unidos. En *Avances en Cosechas Nuevas*. Editado por Janick J, y Simon J E. Prensa de la Madera, Pórtland, O. 252-256

17. Hernández-Gómez, J. A.; Miranda-Colín, S.; Peña-Lomelí, A. (2008). Cruzamiento natural de chía (*Salvia hispanica* L.). *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, Septiembre-Diciembre, 331-337.

18. Ixtaina V Y, Martínez M L, Spotorno V, Mateo C M, Maestri D M, Diehl B W, Nolasco S M, Tomás M C (2011). Characterization of Chía (*Salvia hispanica* L.) Crude Seed Oils Obtained by Pressing and Solvent Extraction. *J Food Compos Anal*, 24: 166-174

19. Jain, S. M., & Gupta, S. D. (2013). *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops*. Berlin, Germany: DOI: 10.1007/94007-5500-0_1, Springer Science + Business Media Dordrecht

20. Jiménez P, Paula, Masson S, Lilia, & Quitral R, Vilma. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista chilena de nutrición*, 40(2), 155-160. Recuperado en 02 de julio de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000200010&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0717-75182013000200010.

21. Martínez, L.O. Román, O.M.; Gutiérrez, L.E, Medina, B.G, Cadavid, M., Flores, A.O. (2008) Desarrollo y evaluación de un postre lácteo con fibra de naranja. MARTÍNEZ A, O. L., & CADAVID C, M. (2008). Desarrollo y evaluación de un postre lácteo con fibra de naranja. *Vitae*, 15(2), 219-225.

22. Matt B (2008). Chía: The Ord Valley's new super crop. ABC Rural. <http://www.abc.net.au/rural/content/2008/s2367335.htm> (acceso 10/2010)
23. Monroy-Torres, R., Mancilla-Escobar, M. L., Gallaga-Solórzano, J. C., Medina-Godoy, S., & Santiago-García, E. J. (2008). Protein digestibility of chia seed *Salvia hispanica* L. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(1).

24. Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O., & Aguilera, J. M. (2012). Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of food Engineering*, 108(1), 216-224.

25. Peiretti, P. G. (2010). Características de ensilabilidad de chía (*Salvia hispanica* L.) durante el ciclo de crecimiento y patrón de fermentación de sus ensilajes afectados por los niveles de marchitez. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 44(1), 33-36.

26. Rodríguez, Vallejo, J. (1992) *Historia de la agricultura y de la fitopatología, con referencia especial a México*. México City: Colegio de Post-graduados en Ciencias Agrícolas. Rojas Rábuela, T. (1991) Raíces históricas de las técnicas y conocimientos agrícolas novohispanos. In Universidad Autónoma Chapingo, 1992:113-20.
27. S.M.Jain and S. Dutta Gupta (eds.) (2013). *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops*, DOI: 10.1007/94007-5500-0_1, Springer Science + Business Media Dordrecht.
28. Salgado, C. Ma. de la Paz; Cedillo, L.D; Beltrán, O.M.C. (2010) (Estudio de las propiedades funcionales de la semilla de chía (*salvia hispánica L.*) y de la fibra dietaria obtenida de la misma. Graduados e investigación de alimentos. Escuela Nacional de ciencias Biológicas, I.P.N. VII Congreso Nacional de Ciencias de los Alimentos. Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
29. Secretaria de Agricultura ,Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Anuario agrícola 2012
30. Segura-Campos, M., Acosta-Chi, Z., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(4), 701-709.
31. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2010). Consultado en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
32. Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., Elías, L. G., Tejo, J., Sperry, S., ... & Stokes, B. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos* (No. Q01 W348). CIID, Montevideo (Uruguay).