



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA
SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica* L.) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO
NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO**

Génesis Andrea Nineth Guzman Elizondo

Asesorado por el Ing. Mario José Mérida Meré

Asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica* L.) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GÉNESIS ANDREA NINTEH GUZMAN ELIZONDO

ASESORADO POR EL ING. MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ
ASESORADO POR LA INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Renato Giovanni Ponciano Sandoval
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxom
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica* L.) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha febrero de 2013.



Génesis Andrea Nineth Guzman Elizondo



Guatemala, 23 de Julio de 2014

Ingeniero
Victor Manuel Monzón Valdez
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Ingeniero Monzón:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al Informe Final del trabajo de graduación titulado "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica* L.) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO", de la estudiante de Ingeniería Química Génesis Andrea Nineth Guzmán Elizondo quien se identifica con el carné número 2008-15542 .

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,


Ing. Qcc. Mario José Mérida Meré
Coordinador
Laboratorio de Investigación
de Extractos Vegetales -LIEXVE-
Asesor




Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería / CII
Asesora



Guatemala, 25 de septiembre de 2014
Ref. EIQ.TG-IF.042.2014

Ingeniero
Victor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo 010-2013 le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Génesis Andrea Nineth Guzman Elizondo**.
Identificada con número de carné: **2008-15542**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica L.*) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por los Ingenieros Químicos: **Telma Maricela Cano Morales** y **Mario José Mérida Meré**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. William Eduardo Fagiani Cruz
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.238.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **GÉNESIS ANDREA NINETH GUZMAN ELIZONDO** titulado: "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*SALVIA HISPANICA L.*) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, noviembre 2014

Cc: Archivo
VMMV/ale





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica L*) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO**, presentado por la estudiante universitaria: **Génesis Andrea Nineth Guzman Elizondo** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y porque sin él no estaría donde estoy. Para él sea la gloria, la honra y el honor.
Nineth Magaly Elizondo Alvarez	Por ser alguien fundamental en mi vida, quien significa mucho para mí (q.d.e.p.).
Mis padres	Hugo René Aldana Rivas y Gloria Elizabeth Elizondo Alvarez, por su gran amor y su apoyo incondicional.
Mis hermanas	Wendy Guzman Elizondo, por brindarme su amor y cariño, compartiendo conmigo su sabiduría y dándome sus conejos. Glenda Guzman Elizondo, por ser alguien muy importante para mí.
Mis amigos y compañeros	Por la amistad que me brindaron y por todas las experiencias y los buenos momentos que pasamos juntos. A todos los que de una u otra forma me apoyaron en mi formación y crecimiento tanto académica como personalmente.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por haberme dado la inteligencia, las fuerzas, la perseverancia y todo lo necesario para poder alcanzar este objetivo. Porque a lo largo de todos estos años me ha bendecido, me ha cuidado y reconozco que todo lo que tengo, las metas que he alcanzado y todo lo que soy se lo debo a él.

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de cumplir una meta más y ser egresada de tan prestigiosa y gloriosa tricentenaria universidad.

Facultad de Ingeniería

Por ser mi segunda casa, tiempo durante el cual no solo aprendí muchísimo, sino que también me permitió conocer y compartir con personas que valen la pena, sin lugar a dudas una experiencia que siempre llevaré con orgullo en mi corazón.

**Nineth Magaly Elizondo
Alvarez**

Por ser muy importante en mi vida, por su gran amor y porque sé que está pendiente de mí en todo momento (q.d.e.p.). Siempre estará en mi mente y mi corazón.

Mis padres

Por el esfuerzo que han hecho para darme lo mejor posible, por ser mis mejores amigos, mis consejeros y mi familia. Por estar siempre apoyándome a lo largo de toda mi carrera y en todo momento, animándome y dándome todo su amor. Son los mejores padres que podría haber tenido.

Mi hermana

Wendy Guzman Elizondo, por ser la persona que más admiro, por ser un ejemplo para mí de perseverancia, valor, gallardía y éxito.

Mi hermana

Glenda Guzman Elizondo, por ser no solo alguien importante para mí, sino también por ser mi hermana a quien quiero mucho y alguien a quien siempre tengo presente y llevo en mi corazón.

Mi tío

Ricardo Álvarez, por brindarme su apoyo incondicional y su ayuda para la adquisición de la materia prima utilizada en este estudio de investigación.

**Mis amigos y
compañeros**

Por el compañerismo y el apoyo que me han brindado, por compartir conmigo todos esos momentos y experiencias de vida que me han dejando recuerdos invaluable.

Mis asesores

Ing. Mario Mérida e Inga. Telma Cano, por brindarme su tiempo, apoyarme y orientarme a lo largo de este estudio.

Decano

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos, por ser un decano que sabe atender y escuchar a los estudiantes y se toma el tiempo para compartir.

Mis catedráticos

Principalmente al Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo e Ing. Otto Raul de Leon de Paz, por compartir sus conocimientos y brindarme su apoyo cuando fue necesario

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
Hipótesis	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. La especie	3
2.1.1. Origen	3
2.1.2. Morfología	5
2.1.2.1. Hojas y flores.....	5
2.1.2.2. Semillas.....	6
2.1.3. Agroecología	6
2.1.3.1. Precipitación	7
2.1.3.2. Temperatura	7
2.1.3.3. Altitud.....	7
2.1.3.4. Suelos.....	7
2.2. Composición de la semilla	8
2.2.1. Proteínas	8
2.2.2. Aminoácidos.....	8
2.2.3. Hidratos de carbono.....	12

2.2.4.	Fibra alimentaria	13
2.2.5.	Vitaminas.....	14
2.2.6.	Minerales.....	14
2.2.7.	Requerimientos nutricionales.....	15
2.2.7.1.	Necesidades de energía	15
2.3.	Gomas y mucílago.....	19
2.3.1.	Definición.....	19
2.3.2.	Aplicaciones.....	20
2.4.	Métodos de extracción sólido-líquido.....	20
2.4.1.	Equilibrio de la concentración	21
2.4.1.1.	Maceración	21
2.4.1.2.	Maceración simple o estática	22
2.4.1.3.	Maceración dinámica o digestión	22
2.4.2.	Uso de maceración en materias ricas en mucílago	22
2.5.	Análisis del extracto	23
2.5.1.	Ensayos fisicoquímicos.....	23
2.5.1.1.	Humedad.....	23
2.5.1.1.1.	Proceso de secado	24
2.5.1.2.	Densidad.....	25
2.5.1.2.1.	Medición de la densidad.....	25
2.5.1.3.	Índice de refracción	26
2.5.1.4.	Viscosidad.....	26
2.6.	Tipos de bebidas.....	27
2.6.1.	Bebidas no alcohólicas.....	28
2.6.1.1.	Naturales.....	28
2.6.1.2.	Artificiales.....	28
2.6.1.3.	Procesadas.....	28

2.7.	Componentes de las bebidas en polvo.....	28
2.7.1.	Edulcorantes.....	29
2.7.2.	Preservantes.....	29
2.7.3.	Colorantes.....	31
2.7.4.	Saborizantes.....	31
2.8.	Empaque adecuado.....	32
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1.	Localización	33
3.2.	Variables	34
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	35
3.4.	Recursos humanos disponibles	35
3.5.	Recursos materiales	36
3.6.	Técnicas cuantitativas de la investigación	38
3.6.1.	Análisis estadístico de los datos.....	46
3.6.1.1.	Número de repeticiones	47
3.6.1.2.	Diseño de tratamientos	47
3.7.	Recolección y ordenamiento de la información	48
3.8.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	52
3.9.	Análisis estadístico.....	63
3.9.1.	Dato promedio estadístico.....	63
3.9.2.	Desviación estándar.....	64
3.10.	Plan de análisis de los resultados.....	65
3.10.1.	Métodos y modelos de los datos según tipo de variables.....	65
3.10.2.	Programas utilizados para análisis de datos	65
4.	RESULTADOS.....	67

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	73
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
APÉNDICES.....	85
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>)	5
2.	Semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	6
3.	Diseño experimental.....	41
4.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación	69
5.	Comparación de la viscosidad del mucílago de la semilla de chan versus la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	70
6.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) con igualdad de humedad en cada muestra para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación	90
7.	Tamizaje de la semilla triturada.....	91
8.	Hidratación de la semilla	91
9.	Extracción por maceración dinámica y posterior calentamiento	92
10.	Proceso de filtración al vacío.....	92
12.	Medición del índice de refracción realizada al extracto acuoso.....	93
12.	Concentración en rota evaporador	93
13.	Extracto concentrado.....	94
14.	Proceso de secado.....	94
15.	Mucílago seco y en polvo	95
16.	Hidratación de la semilla triturada y posterior maceración	96
17.	Proceso de filtración	96
18.	Concentración del extracto acuoso	97
19.	Proceso de secado.....	98

20.	Determinación porcentaje de humedad	99
21.	Pruebas de viscosidad realizadas al mucílago en polvo al rehidratar en diferentes proporciones masa-solvente	99
22.	Valor nutricional de la bebida base	101
23.	Valor nutricional del edulcorante (azúcar morena)	101

TABLAS

I.	Clasificación científica de la semilla de chan	4
II.	Gasto de energía.....	16
III.	Aporte de energía de distintas fuentes	16
IV.	Consumo energético diario	17
V.	Composición vs. requerimientos nutricionales	17
VI.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:100 (m/v)	48
VII.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:150 (m/v)	48
VIII.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:200 (m/v)	49
IX.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:100 (m/v)	50
X.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:150 (m/v)	50
XI.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:200 (m/v)	51
XII.	Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) realizado a escala planta piloto	51
XIII.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:100 (m/v)	52

XIV.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:150 (m/v).	53
XV.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:200 (m/v).	53
XVI.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:100 (m/v)	54
XVII.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:150 (m/v)	55
XVIII.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada con una relación 1:200 (m/v)	56
IXX.	Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para una relación 1:100 (m/v) y tiempo de hidratación.....	57
XX.	Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para una relación 1:150 (m/v) y tiempo de hidratación	57
XXI.	Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para una relación 1:200 (m/v) y tiempo de hidratación.....	58
XXII.	Análisis químico proximal del mucílago seco de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) (base seca).....	58
XXIII.	Análisis químico proximal del mucílago seco de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) (como alimento).....	59
XXIV.	Análisis químico proximal de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	60
XXV.	Análisis microbiológico del mucílago seco de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	60
XXVI.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del mucílago en polvo.....	61

XXVII.	Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	61
XXVIII.	Datos obtenidos de la evaluación de la bebida base.....	62
XXIX.	Datos obtenidos de la evaluación de la formulación de la bebida en polvo.....	62
XXX.	Experimento de dos factores para el rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	64
XXXI.	Potencial de hidrógeno determinado en la evaluación del extracto acuoso	67
XXXII.	Índice de refracción determinado en la evaluación del extracto acuoso	67
XXXIII.	Densidad determinada en la evaluación del extracto acuoso.....	68
XXXIV.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada corrida realizada	68
XXXV.	Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) para cada relación material sólido: líquido (m/v) y tiempo de hidratación	69
XXXVI.	Comparación de la viscosidad del mucílago de la semilla de chan versus la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>).....	70
XXXVII.	Condiciones de extracción del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>) elegidos como los más adecuados con base en el análisis de resultados de los datos obtenidos.....	71
XXXVIII.	Formulación final de la bebida en polvo para una toma (250 mL).....	71
XXXIX.	Contenido nutricional de la bebida en polvo para una toma (250 mL)	72
XL.	Porcentaje de rendimiento del mucílago de la semilla de chan (<i>Salvia hispanica L.</i>)	88

- XLI. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) con igualdad de humedad en cada muestra89
- XLII. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) con igualdad de humedad en cada muestra para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación 90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cps	Centipoise
°C	Grados celcius
g	Gramos
h	Hora
IR	Índice de refracción
Kcal	Kilocaloría
Kg	Kilogramo
m/v	Masa/volumen
mg	Miligramo
mL	Mililitro
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
rpm	Revoluciones por minuto
UFC	Unidades formadoras de colonia

GLOSARIO

Aminoácidos	Es una molécula orgánica con un grupo amino (-NH ₂) y un grupo carboxilo (-COOH). Son las unidades químicas o "bloques de construcción" del cuerpo que forman las proteínas. Las sustancias proteicas construidas gracias a estos 20 aminoácidos forman los músculos, tendones, órganos, glándulas, las uñas y el pelo.
Aminoácido esencial	Son aquellos que el propio organismo no puede sintetizar por sí mismo. Esto implica que la única fuente de estos aminoácidos en esos organismos es la ingesta directa a través de la dieta.
ASTM	ASTM International es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. Las normas de ASTM International se usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo.
Caloría	Es una medida de calor y físicamente consiste en la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado centígrado, a un gramo de agua.

Enzimas	Son moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles: una enzima hace que una reacción química que es energéticamente posible, pero que transcurre a una velocidad muy baja transcurra a mayor velocidad que sin la presencia de la enzima.
Humedad de Equilibrio	Presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas.
Humedad libre	Es la humedad del sólido; que es la humedad que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio, se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa.
Mucílago	Sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol.
Picnómetro	Es un frasco con un cierre sellado de vidrio que dispone de un tapón provisto de un finísimo capilar, de tal manera que puede obtenerse un volumen con gran precisión. Esto permite medir la densidad de un fluido.
Proteínas	Son moléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos.
Secado	Operación unitaria de transferencia de masa de contacto gas-sólido.

RESUMEN

En el presente estudio de investigación se realizó la extracción y caracterización fisicoquímica del mucílago de la semilla del chan (*Salvia hispanica L.*), para aplicarlo como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo.

Para esto se establecieron 3 relaciones diferentes de sólido: líquido en función de 3 tiempos diferentes de hidratación de la semilla, con el fin de determinar las condiciones apropiadas para obtener un extracto de alto rendimiento y de buena calidad.

Para la extracción del mucílago se aplicó la técnica de lixiviación con maceración dinámica, estableciendo un tamaño de partícula menor a 850 micrómetros correspondiente al tamiz Núm. 20, modificando el tiempo de hidratación y la relación sólido-líquido, evaluando el proceso de extracción por una hora y después aplicar calor durante 15 minutos a una temperatura de 60 °C.

La recuperación del mucílago se realizó por filtración al vacío y al filtrado se le realizó una análisis fisicoquímico, el cual incluyó medición de pH, densidad e índice de refracción. Luego el extracto se concentró utilizando el sistema al vacío por rota evaporación y posteriormente se deshidrató utilizando un secador al vacío hasta obtener el mucílago en polvo, se evaluó el rendimiento del mucílago así como también se realizó un análisis proximal del mucílago en polvo y de la semilla entera con el propósito de hacer una comparación entre los dos.

Con base en un análisis de los resultados obtenidos a escala laboratorio, se determinaron las condiciones óptimas para realizar el proceso de extracción del mucílago a escala planta piloto. Al mucílago en polvo obtenido de dicho proceso se le realizó un análisis fisicoquímico, el cual incluyó medición de pH, densidad y viscosidad para diferentes relaciones sólido: líquido y así poder establecer la formulación de una bebida en polvo aprovechando las propiedades nutritivas y espesantes del mucílago extraído.

OBJETIVOS

General

Extraer y caracterizar fisicoquímicamente el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para aplicarlo como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo.

Específicos

1. Determinar los parámetros de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), en función de las relaciones agua: semilla, tiempo de hidratación.
2. Obtener el rendimiento óptimo del mucílago de la semilla del chan (*Salvia hispanica L.*).
3. Realizar una comparación del análisis químico proximal de la semilla completa de chan (*Salvia hispanica L.*) y del mucílago extraído.
4. Elaborar y caracterizar una bebida en polvo a partir del mucílago extraído de la semilla del chan (*Salvia hispanica L.*).

Hipótesis

Hipótesis Científica

- El mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) extraído por la técnica de maceración dinámica, posee propiedades nutritivas y espesantes.
- El rendimiento del mucílago de la semilla de chan obtenido del proceso extractivo, se ve afectado significativamente por la relación sólido: líquido.
- El rendimiento del mucílago de la semilla de chan obtenido del proceso extractivo, se ve afectado significativamente por el tiempo de hidratación de la semilla.

INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con una riqueza natural muy extensa, entre algunas de ellas medicinales nutritivas, entre las que se encuentra el chan (*Salvia hispanica L.*), sin embargo, gran parte de la población desconoce las propiedades importantes de la semilla del chan, por lo tanto es importante la investigación y la información para poder aprovechar los recursos que se tienen al alcance.

El mucílago es una sustancia viscosa que en el caso de la semilla del chan, se forma cuando la semilla entra en contacto con el agua, lo cual provoca que la semilla se hinche ya que es capaz de retener el agua, y el gel que se forma hace de barrera física entre los hidratos de carbono consumidos y las enzimas digestivas, protegiendo la mucosa gástrica, asimismo lubrica y facilita el tránsito intestinal, por lo que es de gran ayuda para personas que sufren de estreñimiento.

Para la extracción del mucílago se aplicó el método de maceración dinámica, debido a que esta técnica es la más apta para este proceso.

Debido a la cantidad de nutrientes y propiedad espesante del mucílago de la semilla de chan, se estableció el poder aprovechar el mucílago que se extrajo para elaborar una bebida en polvo.

1. ANTECEDENTES

Originaria de las zonas montañosas de México y Guatemala, se cree que forma parte de la alimentación humana desde 3500 antes de Cristo. Las civilizaciones precolombinas, principalmente la azteca, la tuvieron entre sus cultivos principales.

La semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) fue considerada un alimento sagrado por los pueblos mesoamericanos en tiempos prehispánicos. Tenía usos 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. Es gris oscura, de forma ovalada y muy pequeña. Científicamente se llama *Salvia hispanica L.* y es conocida también como chía en México, Argentina, Estados Unidos y Europa.

Al igual que en Guatemala, en otros países centroamericanos se le conoce como chan (*Salvia hispanica L.*). Hay varias hipótesis sobre el origen del nombre; una de ellas sugiere que ambas palabras provienen de *chihaan*, vocablo maya por el cual se conocía esta semilla, que significa fuerte o fortificante.

Durante más de una década el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (CII) de la USAC, ha trabajado en diversos proyectos de investigación relacionados con extracción de aceites esenciales y oleorresinas, con el objetivo de brindar un valor agregado y encontrar alternativas de

desarrollo y aprovechamiento de diferentes especies vegetales. Sin embargo, se han realizado pocos estudios en cuanto a la caracterización de mucílagos de plantas.

En el 2008 Mario Mérida Meré realizó su trabajo de graduación: *Extracción y caracterización fisicoquímica del tinte natural obtenido del exocarpo del coco (cocos nucifera), como aprovechamiento del desecho de fuentes comerciales.* Asesorado por la ingeniera Telma Maricela Cano Morales. En el estudio realizado se utilizaron 3 tipos de solventes (agua, etanol al 50 % y etanol al 95 %) para lo cual realizó 3 repeticiones para cada medición.

En el 2011 Romy Carlota Godínez Morales realizó el trabajo de graduación en la sección de Química Industrial CII, USAC denominado: *Evaluación del rendimiento, caracterización fisicoquímica y fotoquímica de la fracción lipídica en la semilla del melón variedad honeydew (cucumis melo L.) obtenido a nivel laboratorio mediante la técnica de extracción Soxhlet,* para lo cual utilizó 3 tipos de solventes: etanol, metanol e isopropanos, asesorado por el ingeniero Químico Cesar Alfonso García Guerra.

En el 2011 Jorge Luis Ornelas Núñez realizó el trabajo de graduación en la Facultad de Químico Farmacología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, denominado: *Mejoramiento del método de extracción del mucílago de nopal Opuntia ficus indica y evaluación de sus propiedades de viscosidad,* para lo cual realizó variaciones de pH y relación materia: solvente. Asesorado por Héctor Eduardo Martínez Flores.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La especie

Existen alrededor de unas 900 especies de salvia y cada tipo de salvia tiene una apariencia diferente en cuanto a tamaño, forma, color, de las cuales se puede observar desde flores azules, hasta blancas y moradas.

A continuación se detalla la información relacionada con el chan (*salvia hispanica L.*)

2.1.1. Origen

Nativa de Mesoamérica (México y Centroamérica), el uso y el cultivo del chan en el valle de México, se remonta a unos 3500 años a.C. En la época precolombina, era para los mayas uno de los cuatro cultivos básicos destinados a su alimentación, junto al maíz, los frijoles y el amaranto. Con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido y fue a finales del siglo pasado (1991) que el interés por el chan (*Salvia hispanica L.*) resurgió, ya que al reconocerse sus propiedades, su cultivo fue reactivado gracias a un programa de desarrollo e investigación de la Universidad de Arizona, promoviendo la recuperación de este cultivo en EE.UU., México y Argentina.

Los aztecas usaban el chan en distintos preparados nutricionales y medicinales, así como también en la elaboración de ungüentos cosméticos. Era fuente de energía para travesías prolongadas y, combinada con maíz, alimento para los guerreros. Una comida típica (tzoalli) la preparaban con semillas de

amaranto y chan tostadas, miel de maguey y harina de maíz. La harina de chan (*Salvia hispanica* L.) tostada se utilizaba en la preparación de una popular bebida refrescante y nutritiva, costumbre que, con variantes, hoy persiste en Guatemala y resto de Centroamérica y se denomina “fresco o refresco de chan (*Salvia hispanica* L.)” (agua, limón y chan). Los ceramistas y pintores utilizaban el aceite de chan para la preparación de barnices y pinturas, que se destacaban por su brillo y resistencia al envejecimiento.

La harina de chan podía ser almacenada mucho tiempo, podía transportarse fácilmente en viajes largos y se utilizaba como moneda de pago para tributos y transacciones.

Tabla I. **Clasificación científica de la semilla de chan**

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	<i>Salvia</i>
Especie:	<i>S. hispanica</i>

Fuente: Wikipedia. *Salvia hispanica* [en línea]. < http://es.wikipedia.org/wiki/Salvia_hispanica>

[Consulta: 20 de marzo de 2013].

2.1.2. Morfología

Como morfología se hace referencia a una rama de la biología, que se ocupa del estudio de las formas y estructuras que constituyen a los seres vivos en general; en este caso se refiere a la descripción de las formas externas del chan.

2.1.2.1. Hojas y flores

Es una herbácea anual; tiene de hasta 1 m de altura que presenta hojas opuestas de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 de ancho. La flor es de color purpura-azulado.

Figura 1. **Planta de chan (*Salvia hispanica* L.)**



Fuente: Wikipedia. *Salvia hispanica* [en línea]. < http://es.wikipedia.org/wiki/Salvia_hispanica > [Consulta: 20 de marzo de 2013].

2.1.2.2. Semillas

La semilla tiene forma ovalada, es de color gris oscuro con pequeñas líneas negras y mide aproximadamente 2 mm de largo por 1 mm de ancho.

Figura 2. Semillas de chan (*Salvia hispanica L.*)



Fuente: Wikipedia. *Salvia hispanica* [en línea]. < http://es.wikipedia.org/wiki/Salvia_hispanica >
[Consulta: 20 de marzo de 2013].

2.1.3. Agroecología

No están determinados con exactitud los requerimientos agroecológicos del chan debido a falta de experimentación e investigación, la cual solo se ha centrado más en la composición química de la semilla. No obstante, se pueden señalar ciertos rangos agroclimáticos.

2.1.3.1. Precipitación

Requiere como mínimo un promedio anual de 500 mm de lluvia; es un cultivo resistente a la sequía. Para su germinación necesita que el suelo esté húmedo; luego crece y desarrolla con mínimas cantidades de agua.

Como la mayoría de las salvias, es tolerante tanto a la acidez y a la sequía, pero no soporta las heladas, requiere abundante sol, y no fructifica en la sombra.

2.1.3.2. Temperatura

No tolera las heladas, pero resiste temperaturas desde 12 hasta 32-33 °C.

2.1.3.3. Altitud

En México se cultiva desde los 1 000 hasta 2 000 msnm; en Argentina y Chile la cultivan desde los 500 msnm; los mayas la cultivaban en Centroamérica desde los 200 msnm.

2.1.3.4. Suelos

Se adapta a una alta variabilidad de suelos, desde suelos arenosos hasta arcillosos, aunque prefiere suelos de texturas ligeras a medias, bien drenados, no demasiado húmedos ya que no soporta el mal drenaje; es muy susceptible a la ausencia de nitrógeno. Resiste la acidez.

2.2. Composición de la semilla

La semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) está compuesta principalmente por proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos, carbohidratos y fibra, entre otros.

En comparación con otros alimentos tiene de proteína 2 veces más que cualquier semilla, 5 veces más de calcio que la leche entera, 2 veces la cantidad de potasio en los plátanos, 3 veces más antioxidantes que los arándanos, 3 veces más hierro que las espinacas y 7 veces más omega 3 que el salmón.

2.2.1. Proteínas

Aparte del buen perfil lipídico, las semillas contienen cerca de un 20 % de proteínas, mientras que otros cereales como el trigo (14 %), maíz (14 %), arroz (8,5 %), avena (15,3 %) y cebada (9,2 %) las contienen en menos proporción. Son de muy fácil digestión y de rápida absorción, con lo que llegan rápido para nutrir a células y tejidos.

2.2.2. Aminoácidos

Entre los aminoácidos esenciales que contiene, destaca la lisina, aminoácido limitante en los otros cereales. No contiene gluten, por lo que su consumo es apto para las personas alérgicas al gluten (celíacos) o intolerantes.

Existen dos tipos principales de aminoácidos que están agrupados según su procedencia y características. Estos grupos son aminoácidos esenciales y aminoácidos no esenciales. Con base en estudios realizados se ha determinado

que la semilla de chan contiene los 10 aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita. A continuación se explica cada uno:

- Histidina

Este aminoácido se encuentra abundantemente en la hemoglobina y se utiliza en el tratamiento de la artritis reumatoide, alergias, úlceras y anemia. Es esencial para el crecimiento y la reparación de los tejidos. La Histidina, también es importante para el mantenimiento de las vainas de mielina que protegen las células nerviosas, es necesario para la producción tanto de glóbulos rojos como blancos en la sangre, protege al organismo de los daños por radiación, reduce la presión arterial, ayuda en la eliminación de metales pesados del cuerpo y ayuda a la excitación sexual.

- Isoleucina

La isoleucina es necesaria para la formación de hemoglobina, estabiliza y regula el azúcar en la sangre y los niveles de energía. Este aminoácido es valioso para los deportistas porque ayuda a la curación y la reparación del tejido muscular, piel y huesos. La cantidad de este aminoácido se ha visto que es insuficiente en personas que sufren de ciertos trastornos mentales y físicos.

- Leucina

La leucina interactúa con los aminoácidos isoleucina y valina para promover la cicatrización del tejido muscular, la piel y los huesos y se recomienda para quienes se recuperan de la cirugía. Este aminoácido

reduce los niveles de azúcar en la sangre y ayuda a aumentar la producción de la hormona del crecimiento.

- Lisina

Las funciones de este aminoácido son garantizar la absorción adecuada de calcio y mantiene un equilibrio adecuado de nitrógeno en los adultos. Además, la lisina ayuda a formar colágeno que constituye el cartílago y tejido conectivo. La lisina también ayuda a la producción de anticuerpos que tienen la capacidad para luchar contra el herpes labial y los brotes de herpes y reduce los niveles elevados de triglicéridos en suero.

- Metionina

La metionina es un antioxidante de gran alcance y una buena fuente de azufre, lo que evita trastornos del cabello, piel y uñas, ayuda a la descomposición de las grasas, ayudando así a prevenir la acumulación de grasa en el hígado y las arterias, que pueden obstruir el flujo sanguíneo a el cerebro, el corazón y los riñones.

Ayuda a desintoxicar los agentes nocivos como el plomo y otros metales pesados, ayuda a disminuir la debilidad muscular, previene el cabello quebradizo, protege contra los efectos de las radiaciones, es beneficioso para las mujeres que toman anticonceptivos orales, ya que promueve la excreción de los estrógenos, reduce el nivel de histamina en el cuerpo que puede causar que el cerebro transmita mensajes equivocados, por lo que es útil a las personas que sufren de esquizofrenia.

- Fenilalanina

Aminoácidos utilizados por el cerebro para producir la noradrenalina, una sustancia química que transmite señales entre las células nerviosas en el cerebro, promueve el estado de alerta y la vitalidad.

La fenilalanina eleva el estado de ánimo, disminuye el dolor, ayuda a la memoria y el aprendizaje, que se utiliza para tratar la artritis, depresión, calambres menstruales, las jaquecas, la obesidad, la enfermedad de Parkinson y la esquizofrenia.

- Treonina

La treonina es un aminoácido cuyas funciones son ayudar a mantener la cantidad adecuada de proteínas en el cuerpo, es importante para la formación de colágeno, elastina y esmalte de los dientes y ayuda a la función lipotrópica del hígado, cuando se combina con ácido aspártico y la metionina, previene la acumulación de grasa en el hígado, su metabolismo y ayuda a su asimilación.

- Triptofano

Este aminoácido es un relajante natural, ayuda a aliviar el insomnio induciendo el sueño normal, reduce la ansiedad y la depresión y estabiliza el estado de ánimo, ayuda en el tratamiento de la migraña, ayuda a que el sistema inmunológico funcione correctamente. El triptofano ayuda en el control de peso mediante la reducción de apetito, aumenta la liberación de hormonas de crecimiento y ayuda a controlar la hiperactividad en los niños.

- Valina

La valina es necesaria para el metabolismo muscular y la coordinación, la reparación de tejidos, y para el mantenimiento del equilibrio adecuado de nitrógeno en el cuerpo, que se utiliza como fuente de energía por el tejido muscular. Este aminoácido es útil en el tratamiento de enfermedades del hígado y la vesícula biliar, promueve el vigor mental y las emociones tranquilas.

- Alanina

Desempeña un papel importante en la transferencia de nitrógeno de los tejidos periféricos hacia el hígado, ayuda en el metabolismo de la glucosa, un carbohidrato simple que el cuerpo utiliza como energía, protege contra la acumulación de sustancias tóxicas que se liberan en las células musculares, cuando la proteína muscular descompone rápidamente para satisfacer las necesidades de energía, como lo que sucede con el ejercicio aeróbico, fortalece el sistema inmunológico mediante la producción de anticuerpos.

2.2.3. Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono engloban entre el 35 % y 40 % de su peso final. Dentro de estos, no se encuentran azúcares (0 % de monosacáridos y disacáridos), y casi el 90 % es fibra y el resto fécula.

2.2.4. Fibra alimentaria

La mayoría de la fibra es soluble y de alto peso molecular (mucílagos), con una extraordinaria capacidad de retención de agua. Por este motivo, cuando se ponen en contacto con agua u otro medio acuoso, incrementan su peso 14 veces más que el salvado de trigo y 16 veces más que la linaza, creando un gel de textura viscosa.

La fibra alimentaria, tradicionalmente considerada como un carbohidrato complejo, se ha dividido en dos grupos principales según sus características químicas y sus efectos en el organismo humano. Esta clasificación es arbitraria y tan solo se basa en la separación química manteniendo unas condiciones controladas de pH y de enzimas que intentan simular las condiciones fisiológicas. Se obtienen así dos fracciones:

- La fibra insoluble: está integrada por sustancias (celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente) que retienen poca agua y se hinchan poco. Su principal efecto en el organismo es el de limpiar, como un cepillo natural, las paredes del intestino desprendiendo los desechos adheridos a ésta; además de aumentar el volumen de las heces y disminuir su consistencia y su tiempo de tránsito a través del tubo digestivo. Como consecuencia, este tipo de fibra, al ingerirse diariamente, facilita las deposiciones y previene el estreñimiento.
- La fibra soluble: está formada por componentes (inulina, pectinas, gomas y fructo oligosacáridos), que captan mucha agua y son capaces de formar geles viscosos. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana que compone 1/3 del volumen fecal, por lo que este tipo de fibra aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia.

La fibra soluble, además de captar agua, es capaz de disminuir y ralentizar la absorción de grasas y azúcares de los alimentos (índice glucémico), lo que contribuye a regular los niveles de colesterol y glucosa en la sangre.

Recomendaciones de diversas agencias alimentarias mencionan que los adultos deben consumir porciones aproximadas de 30-35 gramos de fibra dietética por día.

Cuando se ingieren, las semillas entran en contacto con los ácidos del estómago y el gel que se forma hace de barrera física entre los hidratos de carbono consumidos y las enzimas digestivas. Este proceso hace que los carbohidratos se digieran más lentamente y que la conversión a glucosa sea gradual y sostenida. Esto resulta beneficioso en el tratamiento dietético de la diabetes, ya que evita elevaciones bruscas del nivel de glucosa en sangre después de comer.

2.2.5. Vitaminas

Son sustancias químicas no sintetizables, presentes en pequeñas cantidades en los alimentos y son indispensables para la salud. Pueden ser hidrosolubles (solubles en agua : vitamina C y vitaminas B1, B2, B3, B6, y B12) y liposolubles (solubles en aceite : vitaminas A, D, E y K). En el chan (*Salvia hispanica L.*) destaca la presencia de vitamina C, vitamina A, vitaminas del grupo B sobretodo ácido fólico. Otros nutrientes a destacar son los flavonoides.

2.2.6. Minerales

Regulan la contracción muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y ayudan al crecimiento de nuevos tejidos. El chan (*Salvia hispanica L.*) posee

gran riqueza de calcio (importante para la formación de los huesos, y ayuda al proceso de coagulación de la sangre), el hierro (su función es transportar el oxígeno), magnesio, potasio, zinc, fósforo, cobre y boro. Es pobre en sodio (una de sus principales funciones es la de regular y distribuir el agua corporal).

Las vitaminas y minerales son nutrientes que no aportan calorías, sirven para absorber las grasas, los carbohidratos y las proteínas.

2.2.7. Requerimientos nutricionales

El ser humano depende de una continua adquisición de sustancias para el crecimiento y desarrollo normal para mantenimiento de la vida. Así, además de los requerimientos energéticos, existen 6 componentes principales de la dieta: los carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, minerales y agua.

Los 3 primeros proveen energía y constituyen las fuentes fundamentales de carbono y nitrógeno; son además, los precursores de las biomoléculas, se les suele conocer como los nutrientes fundamentales. Los últimos 3 no aportan energía, pero son esenciales en los mecanismos bioquímicos de los procesos metabólicos y muchos de ellos se requieren para la actividad normal de algunas enzimas y hormonas.

2.2.7.1. Necesidades de energía

La energía es el combustible que utiliza el organismo para desarrollar sus funciones vitales. La unidad de expresión de la energía son las calorías o kilocalorías (kcal). La cantidad de energía que necesita una persona depende de su edad, sexo, estado fisiológico y actividad física. Esta última se clasifica en ligera, moderada e intensa. La energía se gasta en:

Tabla II. **Gasto de energía**

Metabolismo basal *	60 %
Actividad física	30 %
Digestión de los alimentos y absorción de nutrientes	10 %
Gasto total de energía durante el día	100 %

Fuente: FAO; OMS; UNU. *Necesidades de energía y proteínas*. p. 33.

El metabolismo basal es el conjunto de procesos que constituyen los intercambios de energía en reposo, como la respiración, la circulación, entre otros, los que representan la mayor cantidad de energía consumida.

El organismo obtiene la energía de los alimentos. En estos la energía es aportada por los siguientes nutrientes:

Tabla III. **Aporte de energía de distintas fuentes**

Fuentes de energía	Kcal/g
Grasas o lípidos	9
Hidratos de carbono	4
Proteínas	4
Fibra	4

Fuente: FAO; OMS; UNU. *Necesidades de energía y proteínas*. p. 36.

A continuación se muestra el consumo energético diario:

Tabla IV. **Consumo energético diario**

Necesidades promedio diarias de energía con actividad moderada	Kcal/ día
Niños o niñas de 1 a 10 años	1 200 – 2 000
Adolescentes (10 a 18 años) ambos sexos	2 000 – 2 800
Hombres de 18 a 30 años	2 800 – 3 400
Mujeres de 18 a 30 años	1 900 – 2 450

Fuente: FAO; OMS; UNU. *Necesidades de energía y proteínas*. p. 39.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre las propiedades nutricionales que contiene la semilla del chan (*Salvia hispanica L.*) versus los requerimientos nutricionales que requiere el ser humano al día.

Tabla V. **Composición vs. requerimientos nutricionales**

Composición de las semillas por cada 100 g		Requerimientos diarios					
		niños		Hombres		Mujeres	
Nutriente	Contenido	1-6 años	6-10 años	11-18 años	≥19 años	11-15 años	≥16 Años
		13-20 Kg	30 Kg	45-60 Kg	70 Kg	45 Kg	55 Kg
Calorías (kcal)	472						
Carbohidratos (g)	47,87		330	250	240	230	225
Proteínas (g)	16,62	23-30	39	55	75	54	50
Grasas (g)	26,25		63	75 max	75 max	75 max	75 max

Continuación de la tabla V.

Composición de las semillas por cada 100 g		Requerimientos diarios					
		niños		Hombres		Mujeres	
De las cuales saturadas (g)	10,54		6,3	10	10	10	10
Monoinsaturadas (g)	7,26		7	10-15	10-15	10-15	10-15
Poliinsaturadas (g)	7,28		5	8	8	8	8
Fibra (g)	38	19-22	26	31	35	29	25
Vitamina B1 o Tiamina (mg)	0,87	0,7	1,2	1,4	1,2	1,1	1
Vitamina B2 o Ribo flavina (mg)	0,17	0,8	1,4	1,6	1,4	1,3	1,2
Vitamina B3 o Niacina (mg)	5,82	9	16	18	16	15	13
Vitamina B5 o Ácido pantoténico (mg)	0,094	2	3	5	5	5	5
Vitamina B9 o Ácido fólico (mcg) (ug)	114	100	300	400	400	400	400
Vitamina C (mg)	15,7	45	45	50	60	50	60
Vitamina A (UI) (ug)	36	400	700	1 000	1 000	800	800
Calcio (mg)	529	800	800	1 200	800	1 200	800
Magnsio (mg)	77	150	250	350	350	300	300

Continuación de la tabla V.

Composición de las semillas por cada 100 g		Requerimientos diarios					
		niños		Hombres		Mujeres	
Fósforo (mg)	604	800	800	1 200	800	1 200	800
Potasio (mg)	1 031		1 600- 2 000	1 600- 2 000	1600- 2 000	1 600- 2 000	1 600- 2 000
Sodio (g)	39		2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
Zinc (mg)	5,32	10	10	15	15	15	15
Cobre (mg)	1,66	0,34	0,6	0,89	0,9	0,89	0,9
Manganeso (mg)	1,36	0,6	1,5	2,2	2,3	1,6	1,8

Fuente: elaboración en propia, con base en datos obtenidos de Ref. Núm. 6.2, 6.3 y 6.5.

2.3. Gomas y mucílagos

Desde varios siglos atrás se ha aprovechado las propiedades de componentes de plantas y semillas. En la actualidad el uso que se les dá a las gomas y mucílagos es extenso, principalmente en el área alimenticia y cosmética.

2.3.1. Definición

Son polisacáridos heterogeneos, formados por diferentes azúcares y en general llevan ácidos urónicos. Se caracterizan por formar: disoluciones coloidales viscosas, geles en agua. La diferencia entre goma y mucílago es difícil y se suele equiparar todo con gomas.

Actualmente se considera que la diferencia está en que los mucílagos son constituyentes normales de las plantas, y mientras que las gomas son productos que se forman en determinadas circunstancias, mediante la destrucción de membranas celulares y la exudación.

2.3.2. Aplicaciones

Emolientes y demulcentes: antiinflamatorios. Pueden usarse en uso externo (hematomas), en forma de cataplasma (vías respiratorias). En uso interno: antiinflamatorios de vías respiratorias, laxantes mecánicos. La acción laxante se debe:

- Capaces de retener el agua, impidiendo que se endurezca la materia fecal.
- Por geles o masas viscosas, lubricantes, facilitando el paso a través del intestino.
- Al retener el agua, hinchán y presionan sobre las paredes intestinales y con ello aumenta el peristaltismo.
- Protectores de la mucosa gástrica.

2.4. Métodos de extracción sólido-líquido

Los procesos de extracción varían en función de la escala de producción, de la naturaleza y calidad de la materia prima y de la naturaleza del solvente.

Los procesos de extracción pueden ser divididos en dos grupos:

- Procesos que dan como resultado un equilibrio de la concentración entre el soluto y el residuo.
- Procesos que agotan completamente la materia prima.

2.4.1. Equilibrio de la concentración

Los procesos que dan como resultado un equilibrio de la concentración son: la maceración estática y la maceración dinámica.

Los procesos que agotan completamente la materia prima son:

- La percolación
- La repercolación
- La extracción en contra corriente
- Extracción Soxhlet

2.4.1.1. Maceración

El proceso de maceración consiste en poner en contacto la materia prima y el solvente, durante cierto tiempo. Se trata de un proceso que da como resultado un equilibrio de concentración entre la materia prima y el solvente, por lo que depende de factores que están unidos a la materia prima, como por ejemplo:

- La naturaleza
- El tamaño de partícula
- El contenido de humedad
- La cantidad

Y factores que están relacionados con el solvente, como por ejemplo:

- La selectividad
- La cantidad

El rendimiento del extracto disminuye cuando la relación materia prima/solvente aumenta. El hinchamiento de la materia prima es factor importante, porque aumenta la permeabilidad de la pared celular y la difusión del solvente.

2.4.1.2. Maceración simple o estática

El proceso clásico de maceración consiste en dejar la materia prima en contacto con el solvente durante varios días, con agitación ocasional. Este proceso, también conocido como maceración simple o estática, es sumamente lento.

2.4.1.3. Maceración dinámica o digestión

Para abreviar el tiempo de operación, la materia prima y el solvente deben mantenerse en movimiento constante. Este procedimiento es conocido como maceración dinámica. Tanto la maceración simple como la maceración dinámica, pueden ser ejecutadas a una temperatura ambiente o a temperaturas más elevadas.

2.4.2. Uso de maceración en materias ricas en mucílagos

Este proceso es bastante utilizado para las preparaciones en pequeña escala; el uso industrial de la maceración se limita a la fabricación de extractos a partir de materias primas vegetales ricas en mucílagos.

Las materias primas que contienen mucílagos se hinchan, de manera tal que pueden aumentar más de 4 veces su volumen original y dificultan el paso del solvente. Lo que contraindica el uso de procesos de percolación o extracción en contracorriente.

La etapa final del proceso es el prensado o la centrifugación del residuo para la recuperación de la parte del extracto retenido en el.

2.5. Análisis del extracto

Siempre se debe realizar un análisis del extracto obtenido después de cualquier proceso realizado, debido a que es necesario conocer las condiciones en las cuales se encuentra y el comportamiento que presenta el mismo, esto con el objetivo de poder aplicarlo y utilizarlo de manera correcta y adecuada.

2.5.1. Ensayos fisicoquímicos

Se entiende por ensayo fisicoquímico, al procedimiento que incluye un conjunto de pruebas relacionadas tanto física como químicamente, que permiten el estudio del comportamiento y la medición de cualquier propiedad de un material o sustancia.

2.5.1.1. Humedad

La determinación de humedad puede ser el análisis más importante llevado a cabo en un producto alimentario y, sin embargo, puede ser el análisis del que es más difícil obtener resultados exactos y precisos.

El contenido de humedad es un factor de calidad en la conservación de algunos productos, ya que afecta la estabilidad de frutas y vegetales deshidratados, productos en polvo, especias, entre otros. El contenido de agua de los alimentos es expresado en valor porcentual

2.5.1.1.1. Proceso de secado

El secado consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material, con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo.

Para realizar un buen proceso de secado y disminuir el contenido de humedad del material, es importante tomar en cuenta que la forma de enlace de la humedad con el agua, la cual puede estar enlazada de tres formas:

- Químico
- Físicoquímico
- Fisicomecánico

A) Agua químicamente ligada

- Proporciones estequiométricas
- No puede ser eliminada por secado

B) Agua ligada mecánicamente. Puede ser de dos tipos:

- Humedad de los macrocapilares. Capilares con radio medio $> 10^{-5}$ cm
- Humedad de los microcapilares. Capilares con el radio menor de 10^{-5} cm

C) Agua ligada físicoquímicamente

Humedad ligada osmóticamente (de hinchamiento) dentro de las células del material.

Hay muchos métodos diferentes para efectuar el secado, cada uno con sus propias ventajas para determinadas aplicaciones, sin embargo, en todos los casos se debe tomar en cuenta ciertos factores y condiciones presentes durante el secado:

- Temperatura
- Velocidad del aire de secado
- Humedad relativa
- Presión
- La naturaleza del producto a secar
- Área superficial
- Orientación de los constituyentes
- Estructura celular
- Tipo y concentración de los solutos

2.5.1.2. Densidad

En física y química, la densidad (símbolo ρ) es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. La densidad media es la razón entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. La unidad es kg/m^3 en el SI.

2.5.1.2.1 Medición de la densidad

La densidad puede obtenerse de forma indirecta y de forma directa. Para la obtención indirecta de la densidad, se miden la masa y el volumen por separado y posteriormente se calcula la densidad. La masa se mide habitualmente con una balanza, mientras que el volumen puede medirse

determinando la forma del objeto y midiendo las dimensiones apropiadas o mediante el desplazamiento de un líquido, entre otros métodos.

Los instrumentos más comunes para medir la densidad son:

- El densímetro, que permite la medida directa de la densidad de un líquido.
- El picnómetro, que permite la medida precisa de la densidad de sólidos, líquidos y gases (picnómetro de gas).
- La balanza hidrostática, que permite calcular densidades de sólidos.
- La balanza de Mohr (variante de balanza hidrostática), que permite la medida precisa de la densidad de líquidos.

2.5.1.3. Índice de refracción

El índice de refracción es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo. Es usado en la química para determinar la pureza de los reactivos químicos

2.5.1.4. Viscosidad

La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones.

La unidad de viscosidad es el poise (g /cm s); más comúnmente, se usa un submúltiplo de ella, el centipoise. Es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual esta

debe mantenerse constante al hacer las mediciones para obtener resultados comparables.

La viscosidad se mide por medio de viscosímetros, los cuales están basados principalmente en principios tales como: flujo a través de un tubo capilar (viscosímetro de Ostwald); flujo a través de un orificio (viscosímetro de Saybolt); rotación de un cilindro o aguja en el material de prueba (viscosímetro de Stormer y Brookfield). Para poder elegir el método correcto para realizar la medición de la viscosidad es importante conocer la naturaleza del fluido, por lo que es importante conocer si es un fluido newtoniano o no newtoniano:

- Un fluido newtoniano es un fluido cuya viscosidad puede considerarse constante en el tiempo. Los fluidos newtonianos son uno de los fluidos más sencillos de describir.
- Un fluido no newtoniano es aquel fluido cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica.

2.6. Tipos de bebidas

La palabra bebida alude a todos aquellos líquidos, ya sean artificiales o naturales, que consume el ser humano. Las bebidas son esenciales para reponer todos aquellos líquidos que se gastan al hacer cualquier actividad. Si bien la más recomendada para satisfacer esta necesidad básica es el agua, se puede dividir en 2 grupos principales:

- Bebidas alcohólicas
- Bebidas no alcohólicas

2.6.1. Bebidas no alcohólicas

Una bebida no alcohólica se refiere a una bebida que no contiene etanol (alcohol etílico). Siendo su principal objetivo calmar la sed. Se pueden subdividir de la siguiente manera:

2.6.1.1. Naturales

Son aquellas que en su proceso no ha tenido ninguna intervención de proceso humano. Entre estas se encuentra el agua, los jugos a base de frutas, la leche, entre otros.

2.6.1.2. Artificiales

Son aquellas que son saborizadas y creadas con químicos y colorantes mezclados para obtener bebidas similares a las naturales. Entre estas se encuentran la gaseosa, energizantes, refrescos.

2.6.1.3. Procesadas

Son aquellas donde intervienen procesos para ser derivadas de las naturales.

2.7. Componentes de las bebidas en polvo

Las bebidas en polvo son productos elaborados mediante la mezcla de azúcares, conservantes y aromas, cuyo consumidor final simplemente tiene que añadir agua, preferentemente fría, para reproducir una bebida refrescante.

2.7.1. Edulcorantes

Se le llama edulcorante a cualquier sustancia, natural o artificial, que edulcora, es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento o producto que de otra forma tiene sabor amargo o desagradable.

Dentro de los edulcorantes se encuentran los de alto valor calórico, como el azúcar o la miel, y los de bajo valor calórico, que se emplean como sustitutos del azúcar. En ambos tipos se encuentran edulcorantes naturales y artificiales. Pero la mayoría de los edulcorantes bajos en calorías son de origen artificial.

Una clase importante de sustitutos del azúcar son conocidos como edulcorantes de alta intensidad. Estos tienen una dulzura varias veces superior a la del azúcar común de mesa. Como resultado, mucho menos edulcorante es requerido y la contribución y energía es a menudo insignificante. La sensación de dulzor causada por estos componentes es a veces notablemente diferente de la sacarosa, de manera que frecuentemente estos son usados con mezclas complejas que alcanzan una sensación de dulzor más natural.

2.7.2. Preservantes

Un preservante es una sustancia que inhibe la propagación de microorganismos tales como bacterias y hongos. Estos productos son utilizados para prolongar la vida útil de los productos.

A continuación se dan ejemplos de preservantes utilizados en la industria alimenticia:

- Benzoato de sodio

Es un preservante que actúa principalmente como bactericida, aunque también como fungicida en medios ácidos. Es utilizado principalmente en productos como:

- Vinagres
- Bebidas carbonatadas
- Jugos de fruta
- Mayonesas, entre otros

- Sorbato de potasio

Es la sal de potasio del ácido sórbico. Es usado para preservar comida de colonias de hongos y levaduras. Las aplicaciones de este preservante son las siguientes:

- Vinos
- Productos cocinados
- Quesos
- Carnes y frutas deshidratadas
- Higiene personal, entre otros

- Propionato de calcio

Es una sal orgánica formada por la reacción de hidróxido de calcio con ácido propiónico. Es usado para preservar una gran variedad de productos, algunas de sus aplicaciones son las siguientes:

- Industria de la panificación
- Productos horneados

- Carne procesada
- Leche

En jugos de frutas, el ácido fumárico es utilizado combinado con el ácido cítrico para reducir la proporción de preservativos como sorbatos, propionatos y benzoatos debido a la sinergia mostrada por el ácido fumárico con estos aditivos.

Es utilizado también como regulador de pH gracias a su fuerza ácida, haciendo posible reducir el contenido total de ácido en el jugo.

2.7.3. Colorantes

Los colorantes alimentarios son un tipo de aditivos alimentarios que proporcionan color a los alimentos (en su mayoría bebidas), si están presentes en los alimentos se consideran naturales y si por el contrario se añaden a los alimentos durante su preprocesado mediante la intervención humana se denominan artificiales. Suelen causar su efecto colorante en los alimentos ya en pequeñas cantidades (apenas concentraciones de centenas de ppm).

En la actualidad la industria alimentaria emplea los colorantes alimentarios con el objetivo de modificar las preferencias del consumidor. El color es uno de los principales atributos para la preferencia de un alimento.

2.7.4. Saborizantes

El uso de saborizantes en productos alimenticios responde a las distintas necesidades de la industria de nutrición moderna, dependiendo de los objetivos a alcanzar.

Las finalidades de uso de saborizantes es tan versátil como elaborar un producto más atractivo, crear conceptos individuales, basado en el mercado de destino y bajo consideraciones de las influencias culturales, estandarizar, compensar cambios de materias primas, formulación o procesos con influencias en la percepción organoléptica.

2.8. Empaque adecuado

- Los alimentos deshidratados son propensos al ataque de insectos y a la reabsorción de agua por lo que deben ser empacados apropiadamente.
- Debe asegurarse que antes de empacar el producto esté a temperatura ambiente y no esté caliente.
- Tratar de empacar en tamaños que se utilicen por completo ya que una vez abierto el empaque va a recuperar humedad.
- Utilizar barreras adecuadas contra la humedad, el polietileno no funciona para este propósito.
- La temperatura baja y la ausencia de luz son ideales para el almacenamiento de estos productos.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

La parte experimental de la investigación, se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Microbiología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Fisicoquímica, Facultad de Ciencias químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Fisicoquímica, Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.2. Variables

Dentro de las variables que se tomaron en cuenta para la realización de la investigación se encuentran las variables independientes, las cuales son las que se manipulan y/o miden para ver los efectos que producen sobre otra variable; dentro de las variables independientes se encuentran las variables de control, que no se manipulan sino que se mantiene constantes, para neutralizar sus efectos sobre las variables dependientes (ya que en un experimento no es posible estudiar simultáneamente todas las variables independientes), y las variables dependientes cuyos valores van a depender de los valores de la o las variables independientes.

- Variables independientes
 - Agitación establecida para la maceración (700 rpm)
 - Tipo de semilla utilizada para la extracción.
 - Tiempo establecido de lixiviación (1 hora)
 - Relación sólido: líquido (1:100, 1:150, 1:200 g:mL)
 - Tiempo de hidratación (1,3,6 horas)

- Variables dependientes
 - Densidad del extracto acuoso (g/mL)
 - Viscosidad del mucílago en polvo en solución (g/ (cm s))
 - Índice de refracción del extracto acuoso
 - Tiempo de concentración y secado del extracto acuoso (s)
 - Rendimiento extractivo del mucílago de la semilla de chan (*salvia hispánica L.*)
 - Humedad del extracto en polvo (%)

3.3. Delimitación del campo de estudio

Campo de Estudio: Tecnología de Alimentos

Línea de Investigación: Extracciones Industriales

Proceso: extracción y caracterización fisicoquímica del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)

Ubicación: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.4. Recursos humanos disponibles

A continuación se enlista el recurso humano de apoyo para el desarrollo adecuado de la investigación, en donde aportan su trabajo, esfuerzo y conocimiento.

Investigadora: Génesis Andrea Nineth Guzman Elizondo

Asesor: Ing. Qco. Mario José Mérida Meré

Asesora: Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales

3.5. Recursos materiales

Son los medios físicos y concretos tales como la materia prima, equipo, cristalería, materiales auxiliares, reactivos que ayudan al desarrollo apropiado de la parte experimental del proyecto de investigación establecido. Los cuales se especifican a continuación:

- Materia prima
 - Semillas de chan (*salvia hispanica L.*)

- Cristalería
 - Agitadores magnéticos
 - Beackers de 250 mL, 500, 1 000 mL
 - Embudo buecher
 - Kitasato
 - Matraz
 - Probetas de 500 mL
 - Pipetas
 - Picnómetro 1 mL
 - Balones de fondo redondo BOECO de 1 000 mL
 - Barilla de agitación
 - Termómetro

- Equipo
 - Balanza analítica digital BOECO de 120 V
 - Bomba de vacío
 - Cronómetro
 - Molino de cuchillas
 - Balanza de humedad BOECO de 120 V
 - Plancha de calentamiento y agitación
 - Refractómetro Fisher Scientific de 60 Hz
 - Refrigeradora
 - Viscosímetro
 - Rotaevaporador
 - Tamices Núm. 20 y Núm. 30

- Materiales auxiliares
 - Mangueras de plástico
 - Papel parafilm
 - Pissetas
 - Manta color marfil
 - Filtro

- Solvente
 - Agua desmineralizada marca Salvavidas

3.6. Técnicas cuantitativas de la investigación

La evaluación de parámetros se realizó de acuerdo con un diseño experimental utilizando para ello técnicas cuantitativas, a partir del cual se obtuvieron resultados y con el análisis de estos, se establecieron las conclusiones respectivas, haciendo uso de herramientas estadísticas. A continuación se amplía detalladamente:

- Metodología experimental establecida, a través de la cual se obtuvo la información necesaria para la investigación.
 - Materia prima

Semilla de chan (*Salvia hispanica L.*). La materia prima se obtuvo en la aldea Agua Escondida, del municipio de Panajachel.

- Preparación de la materia prima
 - Se tamizó la materia prima, con tamiz Núm. 20, con el propósito de eliminar polvos y otros materiales ajenos a la semilla.
 - Se trituro la materia prima en un molino de cuchillas.
 - Se tamizó la materia prima, con tamiz Núm. 20, el residuo que quedo en el tamiz se trituro de nuevo en el molino de cuchillas.

- Selección del solvente

En este caso se utilizó como solvente agua desmineralizada marca Salvavidas la cual se puso en contacto con la materia prima ya triturada y tamizada.

- Selección de la relación materia vegetal-solvente

Con el solvente seleccionado, se determinaron las condiciones de relación sólido-líquido, siendo las relaciones establecidas de (1:100), (1:150), (1:200) determinadas como las más convenientes con base en pruebas experimentales realizadas previamente.

- Hidratación de la semilla

La materia prima y el solvente se colocaron en un beacker y se dejaron en contacto la semilla con el solvente por un tiempo establecido, hasta que la semilla se hubo hinchado. Este proceso se realizó sin agitación. Para lo cual se realizaron pruebas a una, tres y seis horas diferentes de hidratación para cada relación sólido-líquido.

- Lixiviación del mucílago por método de maceración dinámica

Al concluir el tiempo establecido de hidratación de la semilla, se extrajo el mucílago mediante el proceso de maceración dinámica, la cual se llevó a cabo siguiendo 3 etapas:

- Etapa 1: para cada muestra se colocó un agitador magnético en la solución acuosa y se agitó durante una hora, a una velocidad con rango entre 700 y 800 rpm, la cual se determinó como la más conveniente con base en pruebas experimentales realizadas previamente.
- Etapa 2: finalizando el tiempo de la etapa 1 se le adicionó calor a la solución de manera que se encontrara entre 60 y 70 °C durante 15 minutos, manteniendo la agitación.
- Etapa 3: al finalizar la etapa 2 se procedió a realizar el proceso de filtrado mediante el método de filtrado al vacío.

A cada muestra del extracto acuoso se le determinó la densidad, pH y el índice de refracción.

- Preparación final del extracto acuoso

El extracto acuoso obtenido de la filtración se concentró en el rota-evaporador y para eliminar el agua contenida aun en el mucílago, se deshidrató colocándolo en un secador de vacío.

Finalizado el proceso de secado el material obtenido se pulverizó y tamizó, de manera que quedara el mucílago en polvo.

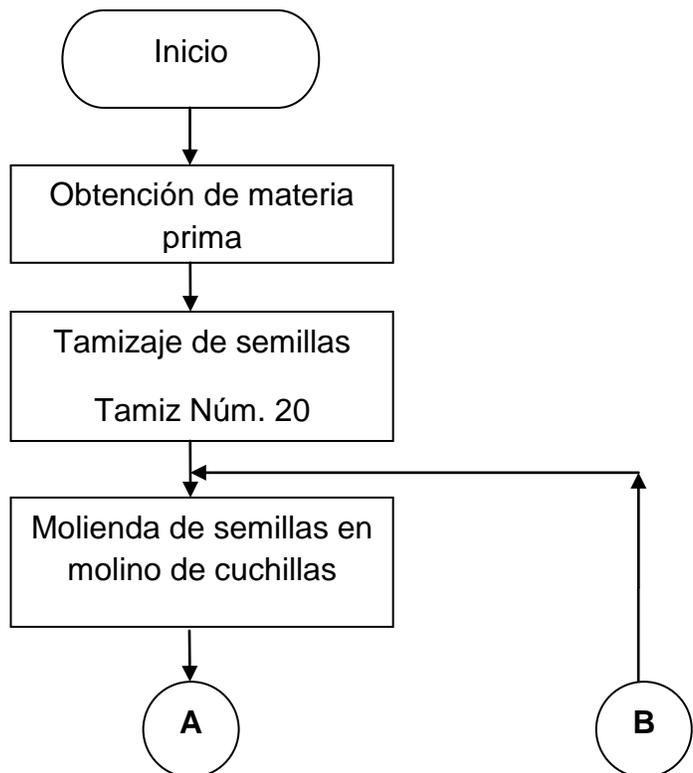
Para cada uno de los 9 tratamientos establecidos, se realizó un análisis químico proximal y un análisis microbiológico al mucílago en polvo extraído.

- Formulación de la bebida en polvo

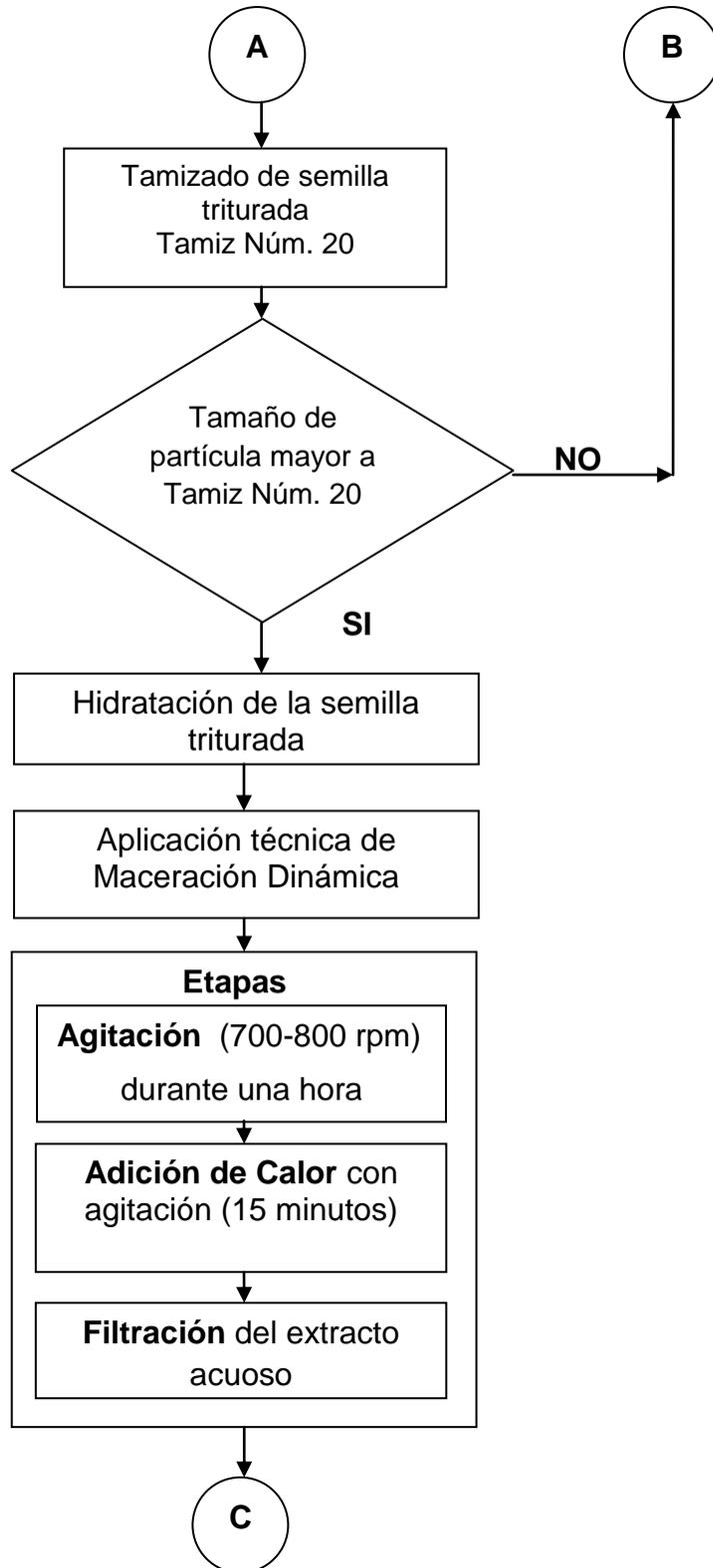
Con base en un análisis de resultados se eligieron los parámetros más adecuados que produjeron el mejor extracto, tomando en cuenta factores como el rendimiento.

Mediante el método elegido se obtuvo otro extracto de mucílago en polvo en mayor cantidad, realizado a escala planta piloto, al cual se le realizaron pruebas de viscosidad, pH y densidad en relaciones diferentes de mucílago en polvo y agua, tomando en cuenta el análisis proximal para poder determinar la formulación de la bebida en polvo.

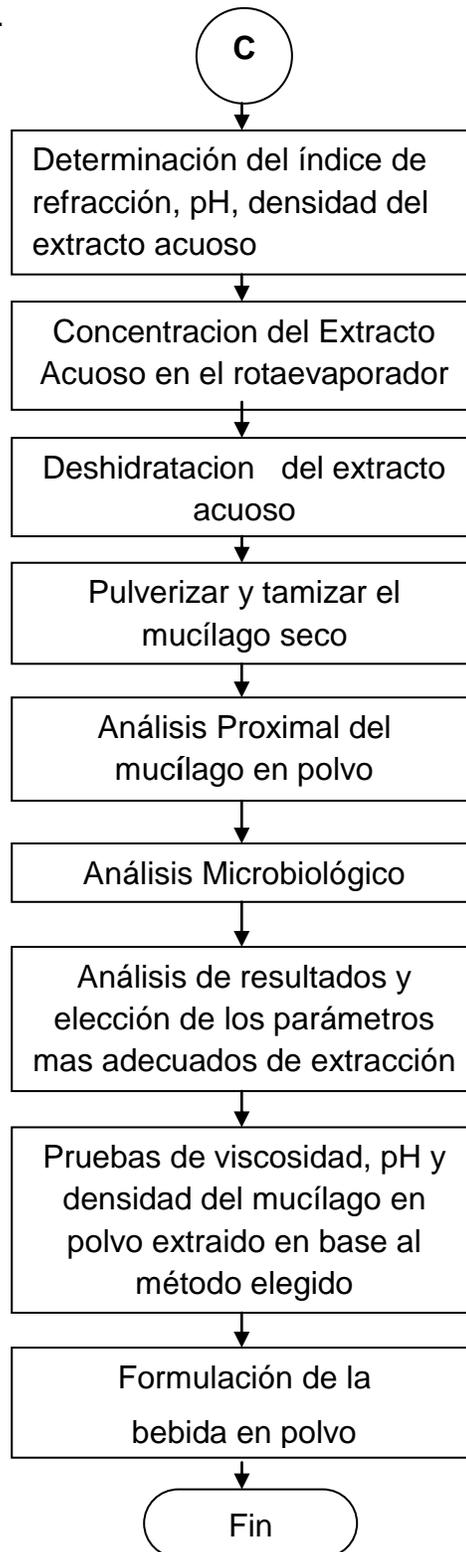
Figura 3. **Diseño experimental**



Continuación de la figura 3.



Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia.

- Densidad
 - Se anotó el valor del volumen del picnómetro que tiene registrado en la pared del frasco.
 - Se colocó el picnómetro en la balanza analítica para registrar su masa, teniendo cuidado de que se encontrara seco y limpio.
 - Con una pipeta se procedió a llenar el picnómetro completamente con la solución acuosa y se colocó el tapón. Al colocarlo parte del líquido se derramó y por lo tanto se secó el picnómetro por fuera.
 - Se midió la masa del picnómetro lleno de la solución acuosa.
 - Se tomó nota del valor obtenido y se repitió el procedimiento nuevamente para cada corrida realizada.

- Índice de refracción
 - Lo primero que se realizó fue verificar que el equipo y los implementos necesarios para su uso estuvieran en buenas condiciones y limpios.
 - Cuando la unidad se terminó de armar, se limpió el prisma con etanol y agua desmineralizada.
 - Se colocaron 2 gotas del extracto acuoso con una micropipeta.
 - Se encendió el interruptor de la lámpara y se ajustó.
 - Se observó a través del ocular y se adecuó la perilla de compensación de color hasta observar claramente una línea en el campo de visión.
 - Se ajustó la línea delimitadora con las líneas de intersección observando en el campo de visión una mitad oscura y la otra clara.

- Se movió el interruptor nuevamente y se observó una escala en la cual se interceptaba una línea, que da la lectura del índice de refracción.
- Al finalizar el registro de la lectura se procedió nuevamente a la limpieza del prisma con etanol y agua desmineralizada.

- Potencial de hidrogeno
 - Se realizó la calibración respectiva del potenciómetro, a pH 4, 7 y 10.
 - Se realizó la medición de pH del agua para verificar que efectivamente el potenciómetro estaba bien calibrado.
 - Se colocó en un beacker de 250 ml la muestra a analizar y se introdujo unos 2 cm del potenciómetro en la muestra para la medición respectiva.
 - Se esperó hasta que se estabilizara el dato de la medición en el pHmetro y se registró el valor generado de la medición.
 - Se colocó el pHmetro en una muestra de agua desmineralizada para eliminar restos de la muestra analizada asegurando que quedara limpio.

- Viscosidad
 - Se monta el viscosímetro de Brookfield con su dispositivo de protección sobre su soporte, para esto se elige el vástago adecuado para el rango de medición, este se elige con base en la muestra a análisis si es muy viscosa o poco viscosa.
 - Se colocó la muestra a analizar en un vaso adecuado y se procedió a colocar la muestra, sumergiendo el vástago dentro del líquido a medir hasta la marca que figura sobre el eje.

- Se bajó el viscosímetro sobre su soporte para fijar el vástago al eje.
 - Se comprobó la verticalidad, es decir que el viscosímetro se debe colocar en una superficie plana, para que pueda dar una lectura correcta.
 - Se encendió el viscosímetro y se fue ajustando a la velocidad más adecuada para realizar la medición.
 - Se esperó a que la aguja se estabilizara sobre el dial.
 - Se procedió a bloquear la aguja, para anotar la lectura observada.
 - Se realizó el mismo procedimiento anteriormente descrito para todas las repeticiones.
- Porcentaje de humedad en el mucílago seco

El porcentaje de humedad contenido en el extracto del mucílago seco se pudo determinar a través del uso de la balanza de humedad, dicho análisis consistió en colocar 1 gramo del mucílago en la balanza de humedad, la cual alcanza una temperatura de 105 °C, al concluir un determinado tiempo, la balanza muestra en el valor numérico correspondiente a la humedad de la muestra.

3.6.1. Análisis estadístico de los datos

En la presente investigación se tomó como base el método estadístico denominado análisis factorial, el cual consiste en una técnica de reducción de datos, que hace referencia al efecto de factores sobre una variable respuesta.

3.6.1.1. Número de repeticiones

Para establecer el número de repeticiones que se realizaron para cada prueba, se procedió a tomar una distribución normal con un nivel de confianza del 90 % por lo que se tiene: $1 - \alpha = 0,90$ o $\alpha = 0,10$ y $\alpha/2 = 0,05$ con un valor para $Z_{\alpha/2} = 1,643$. Con el propósito de obtener un error mínimo en los cálculos y que estos fueran tanto científicamente como estadísticamente confiables y válidos, se tomó un error del 10 %. Con una confiabilidad del 90 %, se tiene:

$$n = \bar{p}(1 - \bar{p}) \frac{Z_{\alpha/2}^2}{E^2}$$

Dónde:

n = número de repeticiones o corridas experimentales (-)

\bar{p} = probabilidad de éxito (0,90 o 90 %)

$(1 - \bar{p})$ = probabilidad de fracaso (0,05 o 5 %)

$Z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza deseado correspondiente a una distribución normal (-)

E = error máximo estimado a obtener (20 %)

$$N = \frac{Z_{\alpha/2}^2 PQ}{e^2} = \frac{1,643^2 * 0,90 * 0,05}{0,20^2} = 3,04 \approx 3$$

Por lo tanto se estableció la realización de 3 repeticiones para cada tratamiento

3.6.1.2. Diseño de tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo combinado en el cual según el diseño planteado, existen 9 tratamientos, que surgen de las combinaciones entre las 3 proporciones de materia prima /solvente, y las 3 variaciones de tiempo de hidratación de la semilla establecido, realizando 3 corridas para cada tratamiento, teniendo un total de 27 observaciones.

3.7. Recolección y ordenamiento de la información

En el presente estudio de investigación, se recolectaron y ordenaron los datos obtenidos en la medición de potencial de hidrógeno, índice de refracción, densidad, viscosidad y rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*); obteniendo con ello las siguientes tablas:

Tabla VI. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:100 (m/v)**

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	pH	IR	Densidad (g/mL)
1 : 100	1	1	6,8300	1,3350	1,0016
		2	7,1800	1,3350	1,0037
		3	7,0100	1,3350	1,0084
	3	1	7,0700	1,3345	1,0035
		2	7,1500	1,3345	0,9972
		3	6,7900	1,3345	0,9935
	6	1	6,9100	1,3350	0,9916
		2	7,1200	1,3350	0,9921
		3	7,2100	1,3350	0,9908

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla VII. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:150 (m/v)**

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	pH	IR	Densidad (g/mL)
1 : 150	1	1	7,1300	1,3340	1,0007
		2	7,1000	1,3345	1,0127
		3	7,2100	1,3340	0,9930

Continuación de la tabla VII.

1 : 150	2	1	7,1100	1,3345	0,9897
		2	7,2700	1,3340	0,9940
		3	6,9300	1,3345	0,9939
	3	1	7,0900	1,3345	0,9811
		2	7,1800	1,3345	0,9862
		3	7,2600	1,3345	0,9900

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla VIII. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:200 (m/v)**

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	pH	IR	Densidad (g/mL)
1: 200	1	1	7,2200	1,3340	1,0037
		2	7,1500	1,3340	0,9986
		3	7,2300	1,3340	0,9964
	3	1	7,0200	1,3340	0,9850
		2	7,0800	1,3345	0,9968
		3	7,2300	1,3345	0,9912
	3	1	7,2000	1,3345	0,9673
		2	7,2500	1,3345	0,9876
		3	7,1800	1,3345	0,9910

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla IX. **Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:100 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Materia prima (g)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 100	1	1	10,0000	34,100	341,000
		2	10,0000	35,600	356,000
		3	10,0000	34,600	346,000
	2	1	10,0000	34,900	349,000
		2	10,0000	36,800	368,000
		3	10,0000	35,900	359,000
	3	1	10,0000	35,000	350,000
		2	10,0000	36,100	361,000
		3	10,0000	32,800	328,000

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla X. **Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:150 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Materia prima (g)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 150	1	1	10,0000	4,0800	40,8000
		2	10,0000	3,7800	37,8000
		3	10,0000	3,8700	38,7000
	2	1	10,0000	3,9400	39,4000
		2	10,0000	3,7900	37,9000
		3	10,0000	3,8500	38,5000

Continuación de la tabla X.

1: 150	3	1	10,0000	3,9100	39,1000
		2	10,0000	3,8200	38,2000
		3	10,0000	4,0900	40,9000

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XI. **Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:200 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Materia prima (g)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 200	1	1	10,0000	4,2700	42,7000
		2	10,0000	4,3200	43,2000
		3	10,0000	4,2300	42,3000
	2	1	10,0000	4,3900	43,9000
		2	10,0000	4,1700	41,7000
		3	10,0000	4,4100	44,1000
	3	1	10,0000	4,3300	43,3000
		2	10,0000	4,4100	44,1000
		3	10,0000	4,4800	44,8000

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XII. **Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) realizado a escala planta piloto**

Relación (g: mL)	Tiempo de Hidratación (h)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)	Humedad (%)
1: 200	1	42,23	33,92	7,09

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

3.8. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En el presente estudio de investigación, se recolectaron y ordenaron los datos obtenidos en la medición de medición de potencial de hidrógeno, índice de refracción, densidad, viscosidad, análisis químico proximal, análisis microbiológico y rendimiento del mucílago de la semilla de chan; obteniendo con ello las siguientes tablas:

Tabla XIII. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:100 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Valuación	pH	IR	Densidad (g/mL)
1 : 100	1	Valor promedio	7,0100	1,3350	1,0046
		Desviación estándar	±0,1750	±0,0000	±0,0035
	3	Valor promedio	7,0000	1,345	0,9981
		Desviación estándar	±0,1900	±0,0000	±0,0050
	6	Valor promedio	7,0800	1,3500	0,9915
		Desviación estándar	±0,1500	±0,0000	±0,0007

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XIV. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:150 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Valuación	pH	IR	Densidad (g/mL)
1 : 150	1	Valor promedio	7,1500	1,3340	1,0026
		Desviación estándar	±0,0600	±0.0004	±0,0100
	3	Valor promedio	7,1000	1,3343	0,9925
		Desviación estándar	±0,1700	±0.0003	±0,0025
	6	Valor promedio	7,1800	1,3345	0,9858
		Desviación estándar	±0,0850	±0,0000	±0,0045

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XV. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del extracto acuoso para una relación 1:200 (m/v)**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Valuación	pH	IR	Densidad (g/mL)
1 : 200	1	Valor promedio	7,2000	1,3340	0,9996
		Desviación estándar	±0,0430	±0,0000	±0,0038
	3	Valor promedio	7,1100	1,3343	0,9910
		Desviación estándar	±0,1100	±0,0003	±0,0060
	6	Valor promedio	7,2100	1,3345	0,9819
		Desviación estándar	±0,0400	±0,0000	±0,0128

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XVI. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:100 (m/v)

Relación (g : mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 100	1	1	3,4100	34,1000
		2	3,5600	35,6000
		3	3,4600	34,6000
		Valor promedio	3,4766	34,7600
		Desviación estándar	±0,0763	±0,7637
	3	1	3,4900	34,9000
		2	3,6800	36,8000
		3	3,5900	35,9000
		Valor promedio	3,5866	35,8700
		Desviación estándar	±0,0950	±0,9504
	6	1	3,5000	35,0000
		2	3,6100	36,1000
		3	3,2800	32,8000
		Valor promedio	3,4633	34,6300
		Desviación estándar	±0,1680	±1,6802

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XVII. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:150 (m/v)

Relación (g : mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 150	1	1	4,0800	40,8000
		2	3,7800	37,8000
		3	3,8700	38,7000
		Valor promedio	3,9100	39,1000
		Desviación estándar	±0,1539	±1,5390
	3	1	3,9400	39,4000
		2	3,7900	37,9000
		3	3,8500	38,5000
		Valor promedio	3,8600	38,6000
		Desviación estándar	±0,0754	±0,7540
	6	1	3,9100	39,1000
		2	3,8200	38,2000
		3	4,0900	40,9000
		Valor promedio	3,9400	39,4000
		Desviación estándar	±0,1374	±1,3740

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XVIII. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada con una relación 1:200 (m/v)

Relación (g : mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 200	1	1	4,2700	42,7000
		2	4,3200	43,2000
		3	4,2300	42,3000
		Valor promedio	4,2733	42,7300
		Desviación estándar	±0,0451	±0,4510
	3	1	4,3900	43,9000
		2	4,1700	41,7000
		3	4,4100	44,1000
		Valor promedio	4,3233	43,2333
		Desviación estándar	±0,1331	±1,3310
	6	1	4,3300	43,3000
		2	4,4100	44,1000
		3	4,4800	44,8000
		Valor promedio	4,4067	44,0667
		Desviación estándar	±0,0750	±0,7500

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla IXX. **Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para una relación 1:100 (m/v) y tiempo de hidratación**

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Mucílago total (g)	Rendimiento (%)	Desviación estandar
1 - 100	1	1	10,43	31,58	35,09	0,48
		2				
		3				
	3	1	10,76			
		2				
		3				
	6	1	10,39			
		2				
		3				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XX. **Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para una relación 1:150 (m/v) y tiempo de hidratación**

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Mucílago total (g)	Rendimiento (%)	Desviación estandar
1 - 150	1	1	11,73	35,13	39,03 %	0,36
		2				
		3				
	3	1	11,58			
		2				
		3				
	6	1	11,82			
		2				
		3				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXI. Rendimiento porcentual del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para una relación 1:200 (m/v) y tiempo de hidratación

Relación (g:mL)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Mucílago (g)	Mucílago total (g)	Rendimiento (%)	Desviación estandar
1-200	1	1	12,82	39,01	43,34	0,46
		2				
		3				
	3	1	12,97			
		2				
		3				
	6	1	13,22			
		2				
		3				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXII. Análisis químico proximal del mucílago seco de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) (base seca)

Relación (g : mL)	Tiempo de hidratación (h)	H ₂ O (%)	Materia seca total (%)	Extracto etereo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
1-100	1	13,76	86,24	37,70	32,27	19,90	5,34	4,79
	3	15,05	84,95	38,67	24,66	21,36	6,71	8,60
	6	11,21	88,79	41,29	27,26	22,24	7,02	2,18
1-150	1	15,79	84,21	41,02	28,06	20,19	6,20	4,52
	3	14,39	85,61	39,76	28,86	23,12	6,13	2,14
	6	15,82	84,18	39,88	29,73	23,78	6,09	0,53

Continuación de la tabla XXII.

1-200	1	16,43	83,57	34,14	31,42	26,58	6,74	1,11
	3	15,31	84,69	37,40	28,14	25,70	6,10	2,65
	6	15,43	84,57	40,03	27,78	24,22	6,16	1,81

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Bromatología, Escuela de Zootecnia, USAC.

Tabla XXIII. **Análisis químico proximal del mucílago seco de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) (como alimento)**

Relación (g :mL)	Tiempo de hidratación (h)	Extracto etereo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)
1-100	1	32,52	27,83	17,16	4,60
	3	32,85	20,95	18,14	6,71
	6	36,66	24,21	19,75	6,24
1-150	1	31,68	21,67	15,59	4,79
	3	34,04	24,71	19,79	5,25
	6	33,57	25,03	20,02	5,13
1-200	1	23,07	21,23	17,96	4,56
	3	29,43	22,15	20,23	4,8
	6	33,85	23,49	20,48	5,21

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Bromatología, Escuela de Zootecnia, USAC.

Tabla XXIV. **Análisis químico proximal de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**

Base	H ₂ O (%)	Materia seca total (%)	Extracto etereo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Seca	8,62	91,40	21,58	24,49	21,55	3,92	28,46
Como Alimento	----	-----	19,72	22,38	19,69	3,58	-----

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Bromatología, Escuela de Zootecnia, USAC.

Tabla XXV. **Análisis microbiológico del mucílago seco de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**

Relación	Tiempo de Hidratación (h)	Muestra	Recuento de Bacterias Coliformes UFC/g	Recuento de Escherichia coli UFC/g
1-100	1	1	0	0
	3	2	0	0
	6	3	0	0
1-150	1	1	0	0
	3	2	0	0
	6	3	0	0
1-200	1	1	0	0
	3	2	0	0
	6	2	0	0

Fuente: datos experimentales, Departamento de Microbiología, Escuela de Veterinaria y Zootecnia, USAC.

Tabla XXVI. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación del mucílago en polvo**

Relación sólido/ líquido (g/ mL)	pH	Densidad (g/ mL)	Viscosidad cps
1 – 500	7,03	1,012	4
1 – 250	6,54	1,022	6
1 – 125	6,43	1,034	7
1 - 83,3	6,23	1,0478	10
1 - 62,5	6,06	1,0698	18

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXVII. **Propiedades fisicoquímicas determinadas en la evaluación de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**

Relación sólido/ líquido (g/ mL)	pH	Densidad (g/ mL)	Viscosidad cps
1 – 500	7,11	0,999088	11
1 – 250	6,99	1,001351	15
1 – 125	6,69	1,003744	25
1 - 83,3	6,59	1,006132	50
1 - 62,5	6,46	1,008048	82
1 – 50	6,35	1,011235	169

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXVIII. **Datos obtenidos de la evaluación de la bebida base**

Base de la bebida (relación sólido: líquido)	Viscosidad cps
2 : 250	3
4 : 250	3
6 : 250	3
8 : 250	3

Fuente: datos experimentales, LAFIQ.

Tabla XXIX. **Datos obtenidos de la evaluación de la formulación de la bebida en polvo**

Base de la bebida relación sólido: líquido (g : mL)	Adición de mucílago relación mucílago: base seca bebida (g : g)	Corrida	Viscosidad cps
4 : 125	0 : 8	1.1	3,0
		1.2	3,0
		1.3	3,0
		Valor promedio	3,0
		Desviación estándar	0,0
	1: 16	2.1	3,5
		2.2	3,5
		2.3	3,5
		Valor promedio	3,5
		Desviación estándar	0,0

Continuación de la tabla XXIX.

4 : 125	1: 8	3.1	4,0
		3.2	4,0
		3.3	4,0
		Valor promedio	4,0
		Desviación estándar	0,0
	1: 4	4.1	4,5
		4.2	4,5
		4.3	4,5
		Valor promedio	4,5
		Desviación estándar	0,0

Fuente: datos experimentales, LAFIQ.

3.9. Análisis estadístico

Se analizó mediante un experimento de 2 factores, el efecto que tiene el factor tiempo de hidratación de la semilla y relación material sólido: líquido en el rendimiento extractivo del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*).

3.9.1. Dato promedio estadístico

El dato promedió permitió obtener un valor representativo para cada variable en cada medición, de esta forma se tomaron en cuenta las posibles variaciones aleatorias. Para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$V_p = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

Dónde:

Vp = Valor promedio

a_n = valor del dato

n= número de datos

3.9.2. Desviación estándar

La desviación estándar permitió cuantificar la dispersión de los valores para una misma medición respecto al promedio, lo cual representa el error aleatorio causado por diversos factores. Por lo tanto se utilizó la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n \{vp - ai\}}{n-1}}$$

Dónde:

Vp = Valor promedio

a_n = valor del dato

n= número de datos

s = Desviación estándar de la variable ai

Tabla XXX. **Experimento de dos factores para el rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**

Factor A (m/v)	Factor B (Tiempo de hidratación) (h)			total (g)	media(g)
	1	3	6		
Rel 1: 100	10,43	10,76	10,39	31,58	10,52
Rel 1: 150	11,73	11,58	11,82	35,13	11,71
Rel 1: 200	12,82	12,97	13,22	39,01	13,00
Total (g)	34,98	35,31	3,43	105,72	
Media (g)	11,66	11,77	11,81		11,74

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

3.10. Plan de análisis de los resultados

El análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación, permitió establecer las conclusiones adecuadas del mismo, logrando alcanzar los objetivos del estudio.

3.10.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables

Los resultados se analizaron aplicando dos métodos:

- método gráfico
- método estadístico

Con base en los métodos elegidos para análisis y comparación de los resultados se establecieron los parámetros óptimos para alcanzar un proceso de extracción eficiente de mucílago de la semilla de chan.

3.10.2. Programas utilizados para el análisis de datos

Para llevar a cabo el procesamiento de datos se hizo uso de herramientas informáticas, que nos ayudan a sintetizar, ordenar y organizar la información recogida para presentar adecuadamente los resultados de la investigación. En este caso se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007 con el cual se pudieron ordenar y transformar los datos numéricos en graficas que muestran una tendencia de los mismos.

4. RESULTADOS

Tabla XXXI. **Potencial de hidrógeno determinado en la evaluación del extracto acuoso**

Tiempo de hidratación (h)	Relación (g:mL)	pH promedio
1	1: 100	7,0100 ± 0,1750
	1: 150	7,1500 ± 0,0600
	1: 200	7,2000 ± 0,0430
3	1: 100	7,0000 ± 0,1900
	1: 150	7,1000 ± 0,1700
	1: 200	7,1100 ± 0,1100
6	1: 100	7,0800 ± 0,1500
	1: 150	7,1800 ± 0,0850
	1: 200	7,2100 ± 0,0400

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXXII. **Índice de refracción determinado en la evaluación del extracto acuoso**

Tiempo de hidratación (h)	Relación (g:mL)	IR promedio
1	1: 100	1,3350 ± 0,0000
	1: 150	1,3340 ± 0,0004
	1: 200	1,3340 ± 0,0000
3	1: 100	1,3450 ± 0,0000
	1: 150	1,3343 ± 0,0003
	1: 200	1,3343 ± 0,0000
6	1: 100	1,3500 ± 0,0000
	1: 150	1,3345 ± 0,0000
	1: 200	1,3345 ± 0,0000

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXXIII. **Densidad determinada en la evaluación del extracto acuoso**

Tiempo de hidratación (h)	Relación (g: mL)	Densidad promedio (g/ mL)
1	1: 100	1,0460 ± 0,0030
	1: 150	1,0026 ± 0,0100
	1: 200	0,9960 ± 0,0038
3	1: 100	0,9981 ± 0,0050
	1: 150	0,9925 ± 0,0025
	1: 200	0,9910 ± 0,0060
6	1: 100	0,9915 ± 0,0007
	1: 150	0,9868 ± 0,0045
	1: 200	0,9819 ± 0,0128

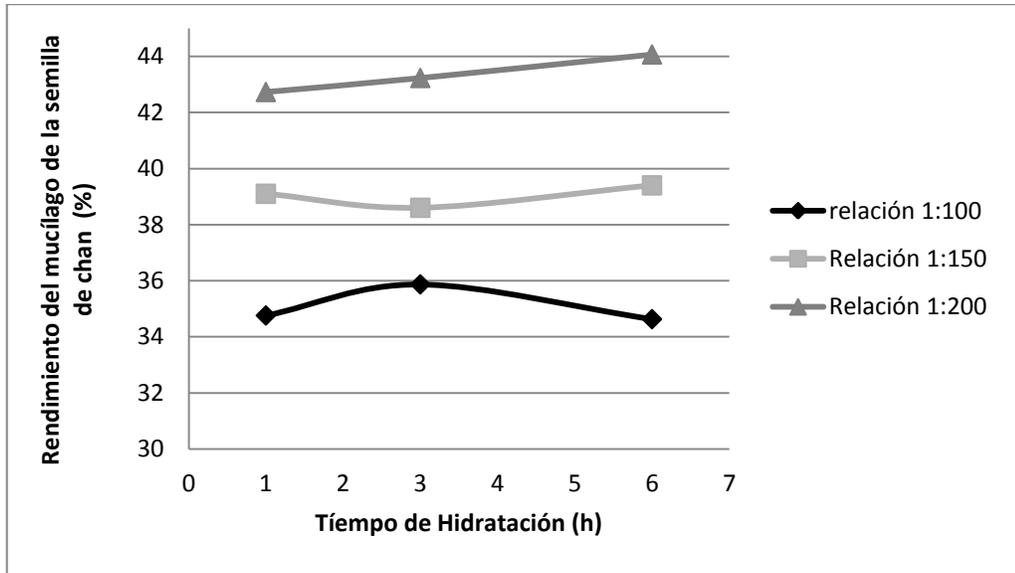
Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXXIV. **Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada corrida realizada**

Tiempo de hidratación (h)	Relación (m/v)	Rendimiento promedio (%)
1	1: 100	34,7600 ± 0,9110
	1: 150	39,1000 ± 1,3038
	1: 200	42,7300 ± 0,6964
3	1: 100	35,8700 ± 0,9823
	1: 150	38,6000 ± 0,8944
	1: 200	43,2333 ± 1,2247
6	1: 100	34,6300 ± 1,3100
	1: 150	39,4000 ± 1,2101
	1: 200	44,0667 ± 0,8717

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Figura 4. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación



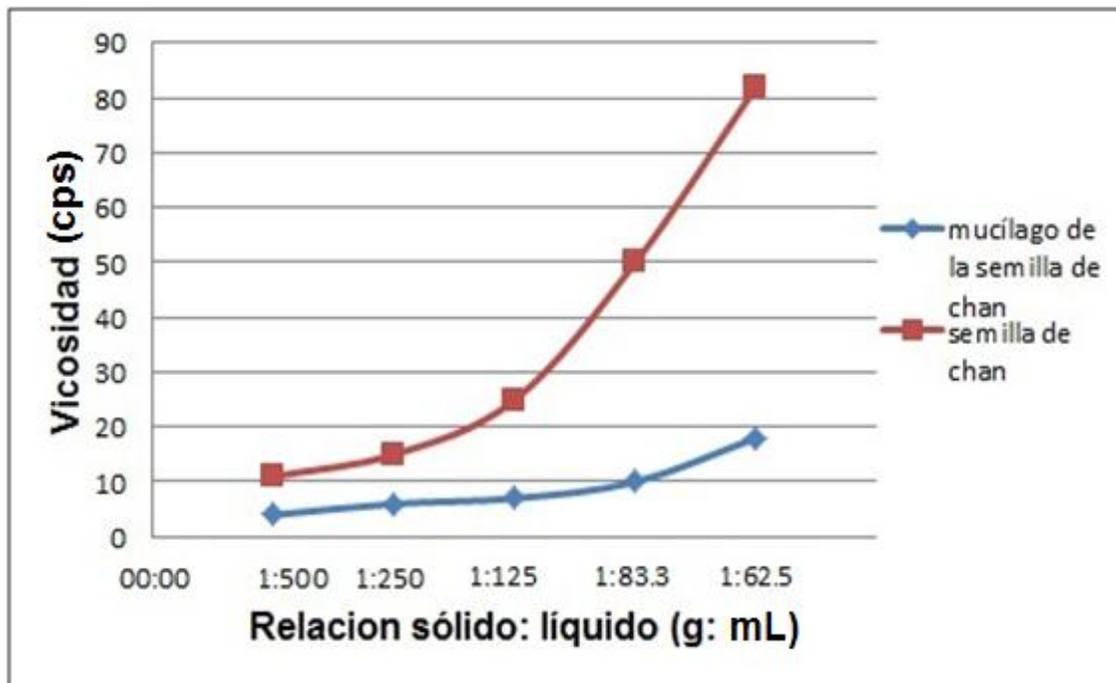
Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XXXIV.

Tabla XXXV. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para cada relación material sólido: líquido (m/v) y tiempo de hidratación

Color	Relación	Modelo Matemático	Correlación	Intervalo de validez
	1:100	$y = -0.1937x^2 + 1.3297x + 33.624$	1	[1, 6] h
	1:150	$y = 0.1033x^2 - 0.6633x + 39.66$	1	[1, 6] h
	1:200	$y = 0.006x^2 + 0.226x + 42.498$	1	[1, 6] h

Fuente: elaboración propia, con base en la figura 4.

Figura 5. **Comparación de la viscosidad del mucilago de la semilla de chan versus la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**



Fuente: elaboración propia, con base en las tablas XXVI y XXVII.

Tabla XXXVI. **Comparación de la viscosidad del mucilago de la semilla de chan versus la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)**

Color	Relación	Modelo Matemático	Correlación	Intervalo de validez
	1:100	$y = 5.0714x^2 - 12.729x + 19$	0.9988	[1:500, 1:62.5] g:mL
	1:150	$y = x^2 - 2.8x + 6.4$	0.97	[1:500, 1:62.5] g:mL

Fuente: elaboración propia, con base en la figura 5.

Tabla XXXVII. **Condiciones de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) elegidos como los más adecuados con base en el análisis de resultados de los datos obtenidos**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)	Humedad (%)
1:200	1	42.23	33,92	7,09

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXXVIII. **Formulación final de la bebida en polvo para una toma (250 mL)**

Formulación	Masa (g)
Bebida base	8
Azúcar	8
Mucílago	1
TOTAL	17

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de investigación.

Tabla XXXIX. **Contenido nutricional de la bebida en polvo para una toma (250 mL)**

Componente	Nutrientes proporcionados por:			Total de Nutrientes	
	Azúcar	Bebida base	Mucílago	g	(%)
Grasa Total (g)	0,000	2,000	0,000	2,000	11,760
Omega 3 (g)	0,000	0,000	0,300-0,317	0,300 - 0,317	1,880-1,980
Colesterol (g)	0,000	0,300-0,317	0,000	0,300 - 0,317	1,880-1,980
Sodio (mg)	0,000	6,667	0,000	0,007	0,041
Carbohidratos Totales (g)	8,000	0,000	0,061-0,063	8,061-8,063	47,391
Fibra dietética (g)	0,000	0,200	0,260-0,300	0,460 - 0,500	2,701-2,941
Proteína (g)	0,000	0,667	0,239-0,247	0,900 - 0,914	5,295-5,350
Vitamina A (mg)	0,040-0,160	0,000	0,000	0,040 - 0,160	0,235-0,941
Vitamina C (g)	0,000	0,240	0,000	0,240	1,412
Calcio (g)	0,000	0,216	0,000	0,216	1,271
Hierro (g)	0,000	0,200	0,000	0,200	1,176
Total minerales (g)	0,000	0,410	0,010-0,018	0,420 - 0,428	2,470-2,517
Total Calorías	32,000	89,000	5,000	126,000 kcal	

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XXIII y en las figuras Núm. 20 y 21.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de graduación se llevó a cabo una separación sólido-líquido con la finalidad de obtener como extracto el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), evaluando los posibles efectos del tiempo de hidratación y la relación sólido líquido en el rendimiento del mucílago obtenido.

Para lo cual se analizaron tres diferentes tiempos de hidratación de la semilla a una, tres y seis horas combinadas con tres diferentes relaciones (m/v) siendo las relaciones establecidas de (1:100), (1:150) y (1:200), lo cual dá un diseño con 9 tratamientos los cuales se diferencian estableciendo diferente letra para cada uno; para cada tratamiento se estableció la realización de 3 corridas lo que dá un total de 27 observaciones.

A cada muestra del extracto acuoso se le determinó la densidad, pH y el índice de refracción, los cuales se muestran en las tablas VI, VII y VIII respectivamente, se pudo determinar que el extracto se encuentra en un intervalo de pH entre 6,8 y 7,2 para todas las muestras, teniendo variaciones de pH respecto a la cantidad de solvente en el cual se encontraban, asimismo el índice de refracción permaneció constante para todas las muestras analizadas; los valores obtenidos de densidad no presentaron diferencia significativa con base en la relación sólido: líquido de cada muestra.

Después de realizarle el análisis correspondiente al extracto acuoso, se procedió a concentrar y secar cada muestra con el fin de obtener el mucílago

seco, obteniendo los rendimientos que se muestran en las tablas IX, X, XI, IXX, XX, XXI.

Como se puede observar en dichas tablas y en la figura 4, el rendimiento del mucílago se ve afectado por la relación sólido: líquido, siendo mayor el rendimiento obtenido cuando la relación es de 1:200 y el menor rendimiento cuando la relación es 1:100; en el caso del tiempo de hidratación establecido, no se observa una relación directamente proporcional del rendimiento respecto al tiempo de hidratación, ya que hay pocas variaciones en el rendimiento obtenido para cada tiempo establecido de hidratación, sin embargo, se debe tomar en cuenta el porcentaje de humedad de cada muestra, ya que esto afecta el peso obtenido de cada una; esto se puede apreciar en los resultados obtenidos del análisis químico proximal realizado a los 9 tratamientos, lo cual se muestra en la tabla XXII, donde se puede observar que el porcentaje de humedad de las muestras se encuentran entre el 11 y el 16 %, es por esta razón que los rendimientos tienen cierta diferencia.

Por lo tanto para verificar la tendencia real del rendimiento obtenido se realizó un cálculo estableciendo todas las muestras a un porcentaje de humedad del 11 %, es decir se estableció un parámetro de comparación del 11 %, calculando así el equivalente de agua que tenía cada uno de los 9 tratamientos en exceso, y así conocer la masa real de cada muestra si tuvieran solamente un 11 % de humedad; estos resultados se muestran en la tabla XLI y en la figura 6, en la cual se observa que si hay una relación directamente proporcional entre el tiempo de hidratación y el rendimiento, sin embargo, esto equivale al 0,5 - 1 % de aumento por cada hora de hidratación establecido.

Para cada uno de los 9 tratamientos establecidos, se realizó un análisis químico proximal y un análisis microbiológico al mucílago en polvo extraído, cuyos resultados se muestran en las tablas XXII, XXIII, XXV donde se puede observar que efectivamente el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) contiene propiedades nutricionales, siendo sus valores más altos en fibra y proteína, asimismo el análisis microbiológico demostró que el mucílago extraído puede ser de consumo humano ya que durante el proceso de extracción no se contaminó.

También se realizó un análisis químico proximal a la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), cuyos resultados se muestran en la tabla XXIV y al comparar estos resultados con los del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), se observan ciertas diferencias, por ejemplo en la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), el extracto libre de nitrógeno se presenta en mayor cantidad y el extracto etéreo se presenta en menor cantidad, los demás parámetros como fibra, proteína, carbohidratos presentan casi las mismas proporciones.

Con base en los resultados obtenidos se realizó un análisis de los mismos y se eligieron los parámetros más adecuados de extracción, tomando en cuenta factores como el rendimiento, con lo cual se determinó que la relación 1:200 con un tiempo de hidratación de una hora era el más adecuado en este caso, a pesar que con base en los resultados se obtuvo un mayor rendimiento con un tiempo de hidratación de 6 horas, este no varía en más del 0,5 - 1 % de diferencia con relación a un tiempo de hidratación de 1 hora (esta comparación se puede apreciar mejor en la tabla XXX), por lo que se estableció el de una hora, tomando en cuenta la duración real de toda la extracción y el tiempo disponible para dicha experimentación.

Mediante el método elegido se realizó el proceso de extracción a escala planta piloto, cuyos resultados se muestran en la tabla XII donde se puede observar que el rendimiento obtenido a escala planta piloto es menor del esperado, según los análisis realizados a escala laboratorio, esto se debe principalmente que al aumentar de escala se dan mayores pérdidas, principalmente porque hay mayor superficie de contacto del material con el equipo utilizado, y al transportar de un equipo a otro pueden haber pérdidas del material, asimismo el porcentaje de humedad del extracto obtenido a escala planta piloto fue de un 7 %, mientras tanto como se explicó anteriormente el porcentaje de humedad de las muestras obtenidas a escala laboratorio específicamente para la relación de 1:200 contiene un 15 % de humedad.

Al mucílago en polvo obtenido mediante el método seleccionado como el más adecuado se le realizaron pruebas de viscosidad, pH y densidad en distintas relaciones mucílago en polvo: agua.

Respecto a la viscosidad, los estándares para las mediciones realizadas se basaron tomando en cuenta las normas ASTM, los resultados de las pruebas realizadas se muestran en la tabla XXVI, en la cual se puede observar que efectivamente al ir aumentando la cantidad de mucílago disuelto en la misma proporción de agua, va aumentando la viscosidad, sin embargo, para tener un parámetro de comparación se realizó la misma prueba, con las mismas relaciones sólido: líquido para la semilla triturada de chan (*Salvia hispanica L.*), cuyos resultados se muestran en la tabla XXVII y en la figura 5, los cuales muestran la misma tendencia al aumento de la viscosidad, sin embargo, se observa que la viscosidad obtenida de la semilla entera es mucho mayor que la obtenida de la rehidratación del mucílago en polvo, lo cual indica que el mucílago en polvo disminuye sus propiedades espesantes al pasar por el proceso extractivo.

Tomando en cuenta el análisis químico proximal y con base en investigaciones realizadas sobre el requerimiento nutricional del ser humano, se establecieron 3 formulaciones distintas de la bebida en polvo incluyendo el mucílago en polvo.

Para realizar la formulación de la bebida, se partió de una bebida base en polvo, la cual contiene entre sus componentes arroz, manía, canela, de la cual se conoce el aporte nutricional que este aporta, sabiendo esto se realizaron pruebas a diversas proporciones, únicamente de la base de la bebida con agua para determinar la cantidad apropiada de la misma, de manera que el sabor fuera lo bastante agradable para el paladar, de la misma forma se procedió con el edulcorante, en este caso se utilizó azúcar morena para que la bebida fuera lo más natural posible, sin componentes artificiales, por lo mismo se utilizó azúcar morena y no azúcar blanca ya que la blanca lleva mayor proceso; ya habiendo establecido la cantidad apropiada de la bebida base con el edulcorante, se prosiguió a establecer 3 distintas relaciones de mucílago seco respecto a la bebida base con 3 repeticiones cada una.

Asimismo se realizó el análisis de viscosidad únicamente de la muestra base, sin ningún porcentaje de mucílago adicionado, esto con el fin de tener un parámetro de comparación; como se puede observar en la tabla XXVIII, determinando que la bebida base no varía su viscosidad al aumentar la concentración en la solución, sin embargo, al adicionar el mucílago en polvo si se observa que aumenta la viscosidad; al comparar los resultados obtenidos, cuyo resultado se muestra en la tabla XXIX, se puede ver en el resultado del análisis que se realizó que la bebida base no afecta la viscosidad final de la bebida, sino que esta se ve afectada únicamente por el mucílago en polvo adicionado.

Por lo tanto se estableció la formulación con la relación mucílago: base bebida de 1: 8 ya que se tomó en cuenta tanto la viscosidad obtenida de la mezcla del mucílago y la bebida base, así como también el aporte final del producto, el cual se basó en una dieta diaria de 2 000 calorías, las cuales están establecidas según recomendaciones de FAO y OMS como la cantidad de requerimientos nutricionales diarios que necesita una persona promedio.

La formulación final y el aporte calorífico y nutricional se muestran en las tablas XXXVIII y XXXIX.

En este caso como la bebida es en polvo con un bajo contenido de humedad, siendo este menor del 12 % no es necesario agregar un preservante, sino que esto se compensará con un buen empaque que aisle todos los componentes de la bebida en polvo del exterior que puede contaminarlo.

Con el análisis microbiológico realizado se verificó que el mucílago estuviera libre de contaminación y que fuera apto para el consumo humano, debido a que el análisis realizado al mucílago es el mismo que se le realiza a todo alimento.

Se obtuvo una desviación estándar máxima de 0,175 en los datos experimentales.

El error obtenido en los datos experimentales posiblemente se debe tanto a las incertezas de los instrumentos utilizados como por el error humano al realizar las mediciones.

CONCLUSIONES

1. El rendimiento obtenido del mucílago seco de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), se ve afectado en el proceso extractivo significativamente por la relación sólido-líquido y ligeramente por el tiempo de hidratación de la semilla.
2. El máximo rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), es del 43,34 % a una relación sólido-líquido de 1:200 a escala laboratorio, con un porcentaje de humedad entre el 15 y 16 %.
3. Los parámetros elegidos de extracción a escala planta piloto son la relación sólido líquido 1:200, y 1 hora de tiempo de hidratación con un rendimiento de 33,92 % y un porcentaje de humedad del 7,06 %.
4. El análisis químico proximal muestra que el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) contiene propiedades nutritivas.
5. La viscosidad obtenida de la semilla triturada de chan (*Salvia hispanica L.*), es significativamente mayor que la obtenida de la rehidratación del mucílago en polvo.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto que tiene la temperatura con respecto a los valores de los componentes nutricionales y el rendimiento para definir tendencias en el procedimiento.
2. Realizar una evaluación del sistema de secado, para lograr extractos con un porcentaje de humedad homogéneo.
3. Realizar un estudio de vida de anaquel para determinar las condiciones a las cuales el extracto comienza a degradarse, o si se dan procesos de descomposición.
4. Continuar con los estudios de extracción de mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*), evaluando el efecto que tiene en el rendimiento y en el valor nutricional, el que la semilla provenga de diversos departamentos.
5. Investigar más a profundidad las similitudes entre la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) y otras salvias con características similares.

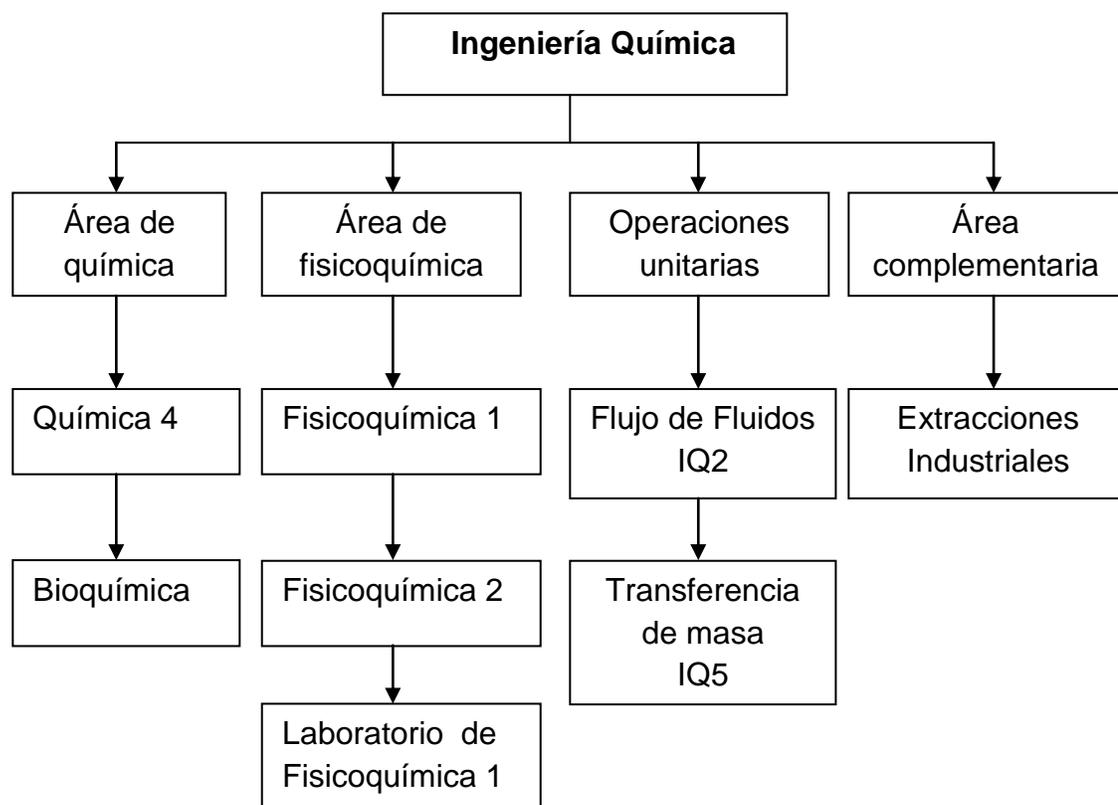
BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO RUPLIN, Dolores. *Caracterización de la semilla del chan (Salvia hispanica L.) y diseño de una barra energética que la contiene*. Universidad del Valle de Guatemala, 2011. [en línea]. <www.uvg.edu.gt/revista/numero-23/REVISTA%2023%20pag%2043-49.pdf> [Consulta: 24 de octubre de 2012].
2. BENDAÑA GARCÍA, Guillermo. *Cultivos de alto valor nutritivo no tradicionales en las zonas secas y con potencial agroindustrial. En Agua, agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua*. Managua: ACF International, 2012. p.135-143 ISBN: 978-99964-0-136-7.
3. BOTANICAL-ONLINES SL. *Composición nutricional de la chia (Salvia hispanica L.)* [en línea]. <http://www.botanical-online.com/semillas_de_chia_composicion.htm>[Consulta: 06 de octubre de 2012].
4. CABALLERO TORRES, Ángel. *Temas de alimentos*. La Habana: Ciencias Médicas (Ecimed), 2008. 382 p. ISBN: 978-959-212-363-2.
5. CHANG, Raymond. *Química*. 9a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2007. 1063 p. ISBN-13: 978-0-07-298060-8.

6. FAO; OMS; UNU. *Necesidades de energía y proteínas* [en línea]. Serie de Informes Técnicos 724. OMS, Ginebra, 1985. <<http://www.fao.org/docrep/014/014/am401s/am401s03.pdf>> [Consulta: 15 de enero de 2013].
7. LAIDER, Keith; MEISER, John. *Fisicoquímica*. México: Continental, 1997. 987 p. ISBN: 968-26-1309-4.
8. PÉREZ, Edgar; AZURDIA, Cesar; ECHEVERRÍA, José Luis. *La biodiversidad de Guatemala, su importancia, contribución e interacción con la sociedad* [en línea]. CONAP. Guatemala. <http://www.chmguatemala.gob.gt/uso-sostenible-de-la-zb/biodiversidadseguridadalimentaria/La%20biodiversidad%20de%20Guatemala_interaccion%20con%20la%20sociedad.pdf> [Consulta: 21 de septiembre de 2013].
9. WALPOLE, Ronald; MYERS, Raymond; MYERS, Sharon. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 8a ed. México: Pearson Education, 2007. 840 p. ISBN 10: 970-26-0936-4.
10. ZNDT. *Requerimientos diarios de vitaminas y minerales*. [en línea]. <<http://www.zonadiet.com/nutricion/reqs.htm>> [Consulta: 17 de enero de 2014].

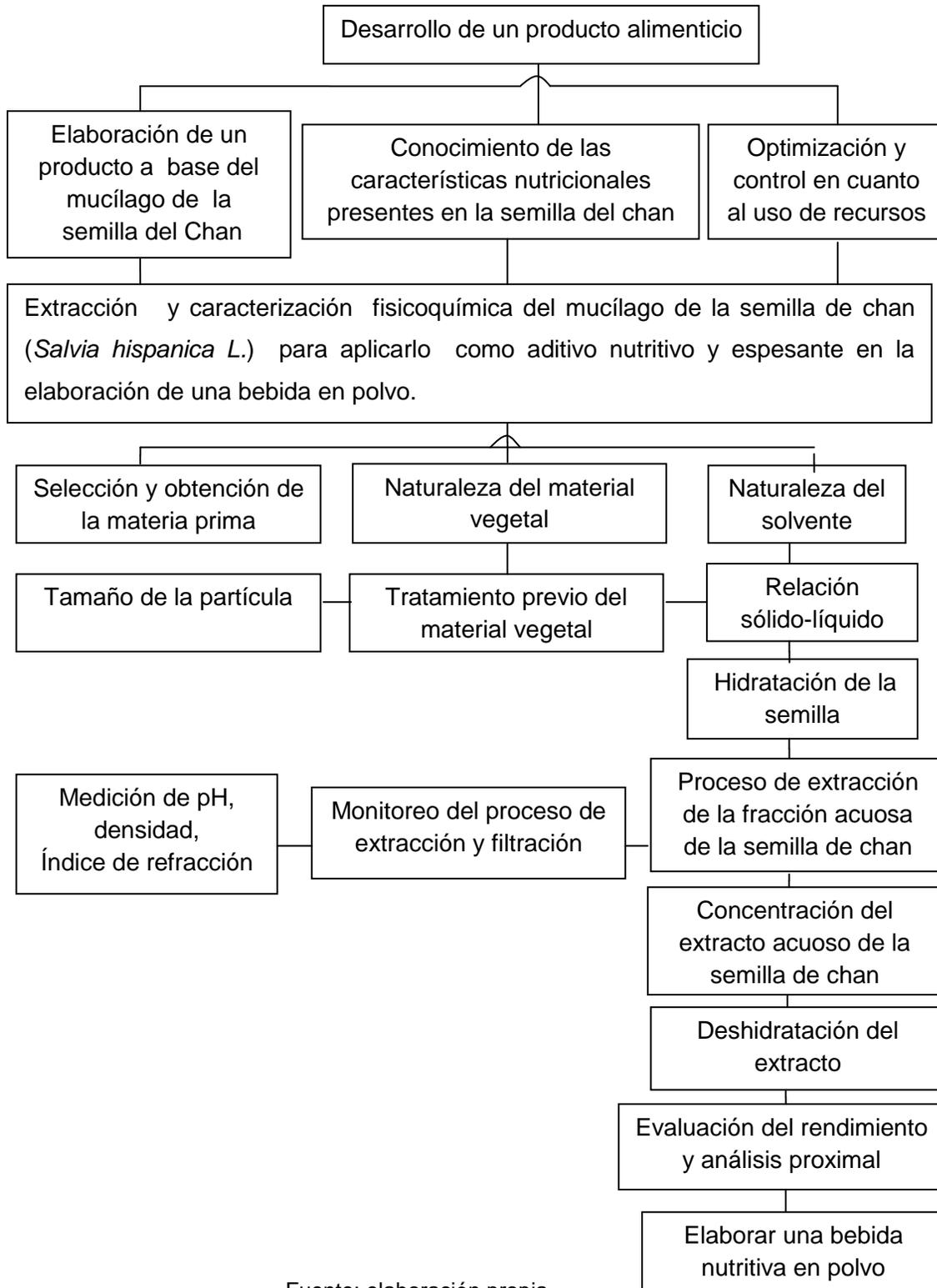
APÉNDICES

1. Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

2. Árbol de Problemas



Fuente: elaboración propia.

3. Muestra de cálculo

- **Cálculo del porcentaje de rendimiento del mucílago seco:**

Para determinar el rendimiento se requieren dos datos específicos, el primero es la masa de materia prima utilizada en el proceso extractivo y el segundo es la masa del mucílago ya seco, luego se aplica la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{masa del mucilgago seco}}{\text{masa de la materia prima}} \times 100 \quad [\text{Ecuación 2}]$$

Ejemplo:

Datos obtenidos para la determinación del porcentaje de rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para la muestra 1 con relación (m/v) 1:100 y tiempo de hidratación de 1 hora.

Masa de materia prima = 10 g

Masa de mucílago seco = 3,41 g

Utilizando la ecuación 2:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{3,41 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 34,1$$

Nota: de la misma forma se realizó el cálculo del porcentaje de rendimiento para todas las corridas realizadas.

4. Datos Calculados

Tabla XL. Porcentaje de rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Muestra	Materia Prima (g)	Mucílago (g)	Rendimiento (%)	Media (%)
1: 100	1	1	10	3,41	34,10	34,76
		2	10	3,56	35,60	
		3	10	3,46	34,60	
		Desviación estándar		$\pm 0,08$	$\pm 0,76$	
	3	1	10	3,49	34,90	35,87
		2	10	3,68	36,80	
		3	10	3,59	35,87	
		Desviación estándar		$\pm 0,09$	$\pm 0,95$	
	6	1	10	3,50	35,00	34,63
		2	10	3,61	36,10	
		3	10	3,28	32,80	
		Desviación estándar		0,17	$\pm 1,68$	
1: 150	1	1	10	4,08	40,80	39,10
		2	10	3,78	37,80	
		3	10	3,87	38,70	
		Desviación estándar		$\pm 0,15$	$\pm 1,54$	
	3	1	10	3,94	39,40	38,60
		2	10	3,79	37,90	
		3	10	3,85	38,50	
		Desviación estándar		$\pm 0,07$	$\pm 0,75$	
	6	1	10	3,91	39,10	39,40
		2	10	3,82	38,20	
		3	10	4,09	40,90	
		Desviación estándar		$\pm 0,14$	$\pm 1,37$	
1: 200	1	1	10	4,27	42,70	42,73
		2	10	4,32	43,20	
		3	10	4,23	42,30	
		Desviación estándar		$\pm 0,04$	$\pm 0,45$	

Continuación de la tabla XL.

1: 200	3	1	10	4,39	43,90	42,23
		2	10	4,17	41,70	
		3	10	4,41	44,10	
		Desviación estándar		±0,13	± 1,33	
	6	1	10	4,33	43,30	44,07
		2	10	4,41	44,10	
		3	10	4,48	44,80	
		Desviación estándar		±0,08	±0,75	

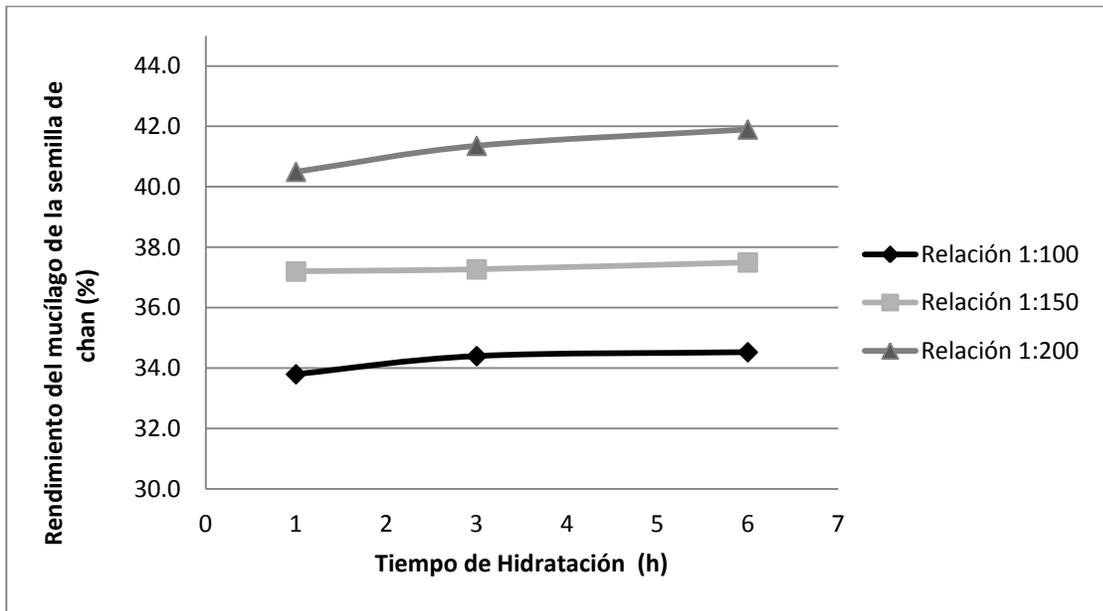
Fuente: muestra de cálculo. Apéndice 3.

Tabla XLI. **Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) con igualdad de humedad en cada muestra**

Relación (m/v)	Tiempo de hidratación (h)	Mucílago total (g)	Contenido H ₂ O real (%)	H ₂ O referencia (%)	H ₂ O exceso (%)	Mucílago (g) con 11 % H ₂ O	Mucílago (g)	Rendimiento (%)
1: 100	1	10,43	13,76	11	2,76	10,14	30,84	34,26
	3	10,76	15,05	11	4,05	10,32		
	6	10,39	11,21	11	0,21	10,36		
1: 150	1	11,73	15,79	11	4,79	11,16	33,61	37,34
	3	11,58	14,39	11	3,39	11,18		
	6	11,82	15,82	11	4,82	11,25		
1: 200	1	12,82	16,43	11	5,43	12,12	37,17	41,29
	3	12,97	15,31	11	4,31	12,41		
	6	13,22	15,43	11	4,43	12,63		

Fuente: muestra de cálculo. Apéndice 3.

Figura 6. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) con igualdad de humedad en cada muestra para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación



Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XLI.

Tabla XLII. Rendimiento del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*) con igualdad de humedad en cada muestra para cada relación material sólido: líquido y tiempo de hidratación

Color	Relación	Modelo Matemático	Correlación	Intervalo de validez
	1:100	$y = -0.05x^2 + 0.63x + 39.92$	1	[1, 6] h
	1:150	$y = 0.0083x^2 - 0.0017x + 37.19$	1	[1, 6] h
	1:200	$y = -0.0513x^2 + 0.5053x + 33.346$	1	[1, 6] h

Fuente: elaboración propia, con base en la figura 6.

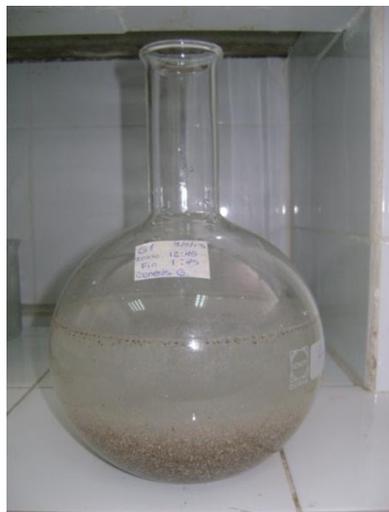
5. **Proceso de extracción a nivel laboratorio**

Figura 7. **Tamizaje de la semilla triturada**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 8. **Hidratación de la semilla**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 5.

Figura 9. **Extracción por maceración dinámica y posterior calentamiento**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 10. **Proceso de filtración al vacío**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 5.

Figura 11. **Medición del índice de refracción realizada al extracto acuoso**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 12. **Concentración en rota evaporador**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 5.

Figura 13. **Extracto concentrado**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 14. **Proceso de secado**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 5.

Figura 15. **Mucílago seco y en polvo**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

6. Proceso de extracción a escala planta piloto

Figura 16. **Hidratación de la semilla triturada y posterior maceración**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 17. **Proceso de filtración**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 6.

Figura 18. **Concentración del extracto acuoso**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 6.

Figura 19. **Proceso de secado**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Continuación del apéndice 6.

Figura 20. **Determinación porcentaje de humedad**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

Figura 21. **Pruebas de viscosidad realizadas al mucílago en polvo al rehidratar en diferentes proporciones masa-solvente**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

ANEXOS

1. Información nutricional

Figura 22. Valor nutricional de la bebida base

Etiqueta Nutricional/Nutrition Facts			
Tamaño de porción / Serving Size: 12g.			
Contenido por paquete / Serving per Package: 30 vasos/glasses			
Cantidades por porción/Amount per Serving			
Calorías / Calories	133	Calorías de grasa/Calories from Fat 27	
% Valor Diario % Daily Value*			
Grasa Total / Total Fat	3g	6%	
Grasa Saturada Org. / Saturated Fat	0g	0%	
Colesterol / Cholesterol	1.6mg	1%	
Sodio / Sodium	10mg	0.40%	
Carbohidratos totales / Total Carbohydrate	0g	8.50%	
Fibra Dietética / Dietary Fiber	0.3g	4.00%	
Azúcares / Sugars	0g	0%	
Proteína / Protein	1g		
Vitamina A / Vitamin A	0%	Vitamina C / Vitamin C	3.0%
Calcio / Calcium	2.7%	Hierro / Iron	2.5%

*Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 calorías. Los requerimientos diarios pueden variar dependiendo de la ingesta de calorías.

*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.

Fuente: Empaque del producto.

Figura 23. Valor nutricional del edulcorante (azúcar morena)

Información Nutricional		
Cada cucharadita de 4 g contiene:		
Calorías: 16		
		% del Requerimiento Diario de Nutrientes
Carbohidratos	4 g	1%
Grasa Total	0 g	0%
Proteína	0 g	0%
Sodio	0 mg	0%

*Las porciones del valor diario están basadas en una dieta de 2,000 calorías.

Sugar
Fortified with Vitamin "A"
5 to 20 mg. per Kg.

Fuente: Empaque del producto.

2. Identificación de semilla de chan (*Salvia hispanica* L.)



HERBARIO BIGU
Escuela de Biología
Facultad de C.C.Q.Q. y Farmacia

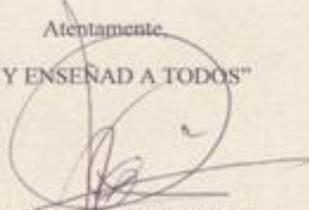
12 de julio de 2013

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este medio se hace constar que el estudiante **GENESIS ANDREA NINETH GUZMAN ELIZONDO**, carné 200815542 de la carrera de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería, ingresó al herbario BIGU especímenes de *Salvia hispanica* L. (LAMIACEAE) la cual fue registrada en la colección con el número BIGU **64128**

A solicitud del interesado se les extiende la presente en el mismo lugar y fecha arriba indicados.

Atentamente
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Mario Esteban Véliz Pérez
Coordinador -curador



USAC, ZONA 12 • Guatemala, C.A. • Telefax: (502) 2476-9856 • 5994-7987 E-mail: marioveliz@yahoo.com

Fuente: Herbario, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

3. Resultados de los análisis realizados en LIEXVE



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T.No.31346

No. Informe LIEXVE-QI 41-2013

Interesado: Génesis Andrea Nineth Guzmán Elizondo, Carne: 2008 -155
Estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química

Proyecto: Tesis "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DELE MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispanica* L.) PARA SU APLICACIÓN COMO ADITIVO NUTRITIVO Y ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO"

Fecha: Guatemala, 28 de Noviembre de 2013

Se realizó el rendimiento extractivo del mucílago de la semilla del chan (*Salvia hispanica* L.) a diferentes relaciones solido-liquido y tiempo de hidratación, así como también las propiedades fisicoquímicas para el extracto acuoso, el mucílago en polvo de la semilla de chan y la semilla

RESULTADOS

Tabla No. 1. Rendimiento del mucílago de la semilla del chan (*Salvia hispánica* L.) para cada corrida realizada.

Relación	Tiempo Hidratación (h)	Rendimiento (%)			\bar{X}	σ
		R1	R2	R3		
1-100	1	34.10	35.60	34.60	34.76	0.17
	3	34.90	36.80	35.90	35.87	0.19
	6	35.00	36.10	32.80	34.63	0.15
1-150	1	40.80	37.80	38.70	39.10	0.06
	3	39.40	37.90	38.50	38.60	0.17
	6	39.10	38.20	40.90	39.40	0.08
1-200	1	42.70	43.20	42.30	42.73	0.04
	3	43.90	41.70	44.10	43.23	0.11
	6	43.30	44.10	44.80	44.07	0.04

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Página 1 de 5

Continuación del anexo 3.



Tabla No. 2. Rendimiento del mucilago de la semilla del chan (*Salvia hispanica* L.) realizado a escala planta piloto.

Relación	Tiempo Hidratación (h)	Mucilago (g)	Rendimiento (%)	Humedad (%)
1 – 200	1	42.23	33.92	7.09

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Tabla No. 3. Datos experimentales de pH obtenidos en la evaluación del extracto acuoso.

Relación	Tiempo Hidratación (h)	pH			\bar{X}	σ
		R1	R2	R3		
1-100	1	6.83	7.18	7.01	7.01	0.175
	3	7.07	7.15	6.79	7.00	0.190
	6	6.91	7.12	7.12	7.03	0.150
1-150	1	7.13	7.10	7.21	7.15	0.06
	3	7.11	7.27	6.93	7.10	0.17
	6	7.09	7.18	7.26	7.18	0.085
1-200	1	7.22	7.15	7.23	7.20	0.043
	3	7.02	7.08	7.23	7.11	0.11
	6	7.20	7.25	7.18	7.21	0.04

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Tabla No. 4. Resultados experimentales de índice de refracción obtenidos en la evaluación del extracto acuoso.

Relación	Tiempo Hidratación (h)	IR			\bar{X}	σ
		R1	R2	R3		
1:100	1	1.3350	1.3350	1.3350	1.3350	0
	3	1.3345	1.3345	1.3345	1.3345	0
	6	1.3350	1.3350	1.3350	1.3350	0
1:150	1	1.3340	1.3345	1.3340	1.3340	0.0004
	3	1.3345	1.3340	1.3345	1.3343	0.0003
	6	1.3345	1.3345	1.3345	1.3345	0
1:200	1	1.3340	1.3340	1.3340	1.3340	0
	3	1.3340	1.3345	1.3345	1.3343	0.0003
	6	1.3345	1.3345	1.3345	1.3345	0

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Continuación del anexo 3.



Tabla No. 5. Resultados experimentales de densidad obtenidos en la evaluación del extracto acuoso.

Relación	Tiempo Hidratación (h)	Densidad (g/mL)			\bar{X}	σ
		R1	R2	R3		
1:100	1	1.0016	1.0037	1.0084	1.0046	0.0035
	3	1.0035	0.9972	0.9935	0.9981	0.0050
	6	0.9916	0.9921	0.9908	0.9915	0.0007
1:150	1	1.0007	1.0127	0.9930	1.0026	0.0100
	3	0.9897	0.9940	0.9939	0.9925	0.0025
	6	0.9811	0.9862	0.9900	0.9858	0.0045
1:200	1	1.0037	0.9986	0.9964	0.9996	0.0038
	3	0.9850	0.9968	0.9912	0.9910	0.006
	6	0.9673	0.9876	0.9910	0.9819	0.0128

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Tabla No. 6. Resultados de la evaluación del mucílago en polvo

Relación sólido/ líquido	pH	Densidad (g/cm ³)
1 - 500	7.03	1.012
1 - 250	6.54	1.022
1 - 125	6.43	1.034
1 - 83.3	6.23	1.0478
1 - 62.5	6.06	1.0698

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

Tabla No. 7. Resultados de la evaluación de la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.)

Relación sólido/líquido	pH	Densidad (g/ cm ³)
1 - 500	7.11	0.9990
1 - 250	6.99	1.0013
1 - 125	6.69	1.0037
1 - 83.3	6.59	1.0061
1 - 62.5	6.46	1.0080
1 - 50	6.35	1.0112

Fuente: Datos Experimentales LIEXVE

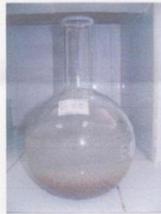
Continuación del anexo 3.



ANEXOS

Proceso de Extracción a escala Laboratorio de la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.)

1. Tamizaje de la semilla triturada, hidratación de la semilla de chan y lixiviación por maceración dinámica.



2. Filtrado al vacío y concentración en rotaevaporador



3. Proceso de secado del extracto de las semillas de chan.



Continuación del anexo 3.

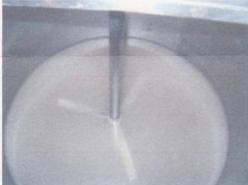


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Proceso de Extracción a escala planta piloto de la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.)

1. Hidratación de la Semilla triturada, lixiviación por maceración dinámica, sistema de filtración y concentración al vacío de extracto de semilla de chan.






Ing. Oco. Mario José Mérida Meré
COORDINADOR
Investigación de Extractos Vegetales
-LIXVE-
Química Industrial CII/USAC





Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC



Página 5 de 5

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, USAC.

4. Viscosidad del mucílago seco de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) en solución



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No.31716
USAC-CII-QUIND-LAFIQ-
RG-358-24-13

Interesado: Génesis Guzmán Elizondo
 Proyecto: Trabajo de Graduación "Extracción y Caracterización Físicoquímica del Mucilago de la Semilla de Chan para su Aplicación"
 Muestra: 3 muestras de mucilago seco de la semilla de chan
 Fecha: Guatemala, 23 de julio de 2013

a) Determinación de viscosidad dinámica variando la cantidad de mucílago agregado a 23°C. Viscosímetro Brookfield.

Muestra*	Masa del mucilago (g)	Viscosidad (cP)
1	0,5	4
2	1	6
3	2	7
4	3	10
5	4	18

* Muestra proporcionada por el interesado
 **No se realizaron duplicados por la cantidad de muestra proporcionada.

b) Determinación de la viscosidad dinámica variando la temperatura de la muestra 5. Viscosímetro Brookfield.

Temperatura (°C)	Viscosidad (cP)
20	19
15	21
10	24

* Muestra proporcionada por el interesado
 **No se realizaron duplicados por la cantidad de muestra proporcionada.



Sc. Ingrid Lorena Benitez Pacheco
Coordinadora LAFIQ/CII



Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
Jefe
Sección Química Industrial -CII-



Vo.Bo. Inga. Telma Marcela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería CIU/USAC

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Laboratorio de Físicoquímica, sección de Química Industrial, LAFIQ.

5. Evaluación de la viscosidad de la bebida base y la formulación final de la bebida.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 32606
USAC-CII-QUIND-LAFIQ-
RG-358-008-14

Interesado: Génesis Andrea Nineth Guzmán Elizondo
 Proyecto: Trabajo de Graduación de Tesis "Extracción y caracterización fisicoquímica del mucilago de la semilla de chan para su aplicación como aditivo nutritivo y espesante en la elaboración de una bebida en polvo"
 Muestra: Semilla de chan
 Fecha: Guatemala, 17 de marzo de 2014

A) Determinación de viscosidad Brookfield de la base de la bebida.

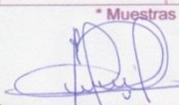
Identificación LAFIQ	Muestra* [g] (en 250 ml)	Viscosidad (cP) T= 22oC
RG-360-013-14	2	3.0 ± 0.50
	4	3.0 ± 0.50
	6	3.0 ± 0.50
	8	3.0 ± 0.50

* Muestras proporcionadas por el interesado

B) Determinación de viscosidad Brookfield de la base de la bebida agregando 16 g de azúcar variando la masa del mucilago.

Identificación LAFIQ	Muestra* [g de mucilago] (en 500 ml)	Viscosidad (cP) T= 22oC
RG-360-013-14	0	3.0 ± 0.25
	1	3.5 ± 0.25
	2	4.0 ± 0.25
	4	4.5 ± 0.25

* Muestras proporcionadas por el interesado



Lidia Lorena Benítez Pacheco MSc
Coordinadora LAFIQ/QI





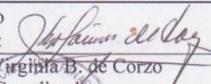
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERIA—USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Plania: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Laboratorio de Fisicoquímica, sección de Química Industrial, LAFIQ.

6. Análisis microbiológico de las muestras de mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)

 <p>USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala</p>		<p>DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 1666.</p>	
<p>FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA</p>			
<u>INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO</u>			
<p>Remitente: Srita. Génesis Andrea Guzmán Guatemala</p>		<p>Fecha de Recepción Junio 20 de 2013</p>	
<p>Muestra: Mucilago seco de la semilla de chan Propietario: Srita. Génesis Andrea Guzmán</p>		<p>Análisis Solicitado: Bacteriológico</p>	
<u>Resultado:</u>			
Muestra P:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra A:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra N:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra D:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
<p>Fecha de Entrega: Julio 4 de 2013</p>	<p>Sección: Bacteriología</p>	<p>Firma y Sello Responsable:</p>	
		<p>Dra. Virginia B. de Corzo Coordinadora Departamento de Microbiología</p>	
			
<p>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12. Guatemala, Centroamérica, 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2418-8304 Fax: 2418-8320</p>			

Continuación del anexo 6.



DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA
TEL. PBX 24188000, ext. 1666.

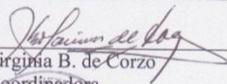
INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO

Remitente: Srita. Génesis Andrea Guzmán Guatemala		Fecha de Recepción Junio 20 de 2013	
Muestra: Mucilago seco de la semilla de chan Propietario: Srita. Génesis Andrea Guzmán		Análisis Solicitado: Bacteriológico	
Resultado:			
Muestra E:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra G:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra S:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Muestra B:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Fecha de Entrega: Julio 4 de 2013	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:	

Dra. Virginia B. de Corzo
Coordinadora
Departamento de Microbiología



Continuación del anexo 6.

 USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala		DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA TEL. PBX 24188000, ext. 1666.	
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA			
INFORME RESULTADOS DE LABORATORIO			
Remitente: Srita. Génesis Andrea Guzmán Guatemala		Fecha de Recepción Junio 20 de 2013	
Muestra: Mucilago seco de la semilla de chan Propietario: Srita. Génesis Andrea Guzmán		Análisis Solicitado: Bacteriológico	
Resultado:			
Muestra R:	Recuento de Bacterias Coliformes:	0	UFC/g
	Recuento de Escherichia coli:	0	UFC/g
Fecha de Entrega: Julio 4 de 2013	Sección: Bacteriología	Firma y Sello Responsable:  Dra. Virginia B. de Corzo Coordinadora Departamento de Microbiología	
			
<small>Edificio M-6 Ciudad Universitaria, zona 12. Guatemala, Centroamérica. 01012 PBX: 2418-8300 Tel. Directo 2418-8304 Fax: 2418-8320</small>			

Fuente: Laboratorio de Microbiología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, USAC.

7. Análisis químico proximal realizado a la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Angel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Solicitado por: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por: **SÉNESTIS GUZMÁN,**
Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,**
Fecha de realización: **DEL 05 AL 09-08-2013.**

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

No. 225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Bromatología
Lic. Miguel Angel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

T. L. Mercedes A. Nova R.
Laboratorista

Resultados 2013-07-25
20 /08/13

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA cruda %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. pepsina %	Dig. K.O.H.	T.N.D.	E.B. Cal/kg	
390	SEMILLA DE CHAN	SECA	8.62	91.38	21.58	24.49	21.55	3.92	28.46										
		COMO ALIMENTO			19.72	22.38	19.69	3.58											
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REGISTRADAS EN ESTE LIBRO: 1

Fuente: Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, USAC.

8. Análisis químico proximal realizado a las muestras de mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*)



Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **GENESIS GUZMAN** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA** No.176

Fecha de recibida la muestra: **19-06-2013.** Fecha de realización: **DEL 24 AL 28-06-2013.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D.	E.B. Cal/kg
277	MUCILAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA B	SECA	15.31	84.69	37.40	28.14	25.70	6.10	2.65	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	29.43	22.15	20.23	4.80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
278	MUCILAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA R	SECA	15.43	84.57	40.03	27.78	24.22	6.16	1.81	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	33.85	23.49	20.48	5.21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
279	MUCILAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA S	SECA	17.43	83.57	34.14	31.42	26.58	6.74	1.11	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	23.07	21.23	17.96	4.56	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
280	MUCILAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA A	SECA	15.05	84.95	38.67	24.66	21.36	6.71	8.60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	32.85	20.95	18.14	5.70	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 4

COPIA DE SAN CARLOS

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA

28/06/13

Resultados 2013/13

T. L. Reina R. Laboratorio

Lic. Miguel Ángel Rodenas Jefe Laboratorio de Bromatología

Continuación del anexo 8.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal



BROMATOLOGÍA
ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Solicitado por: **GENESIS GUZMAN,**
Fecha de recepción de la muestra: **19-06-2013.**

Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,**
Fecha de realización: **DEL 24 AL 28-06-2013.**

Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307. Teléfono: 24188307 ext. 1576
E-mail: bromato2000@yahoo.es

No.177

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	EL.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.	T.N.D.	E.B. Cal/kg	
281	MICLAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA P	SECA	13.76	86.24	37.70	32.27	19.90	5.34	4.79										
	COMO ALIMENTO				32.52	27.83	17.16	4.80											
282	MICLAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA N	SECA	11.21	88.79	41.29	27.26	22.24	7.02	2.18										
	COMO ALIMENTO				36.86	24.21	19.75	6.24											
283	MICLAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA E	SECA	14.39	85.61	39.76	28.86	23.12	6.13	2.14										
	COMO ALIMENTO				34.04	24.71	19.79	5.25											
284	MICLAGO SECO DE LA SEMILLA DE CHAN MUESTRA D	SECA	15.82	84.18	38.88	29.73	23.78	6.09	0.53										
	COMO ALIMENTO				33.57	25.03	20.02	5.13											
<p>TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4</p>																			

Observaciones: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
F.M.V.Z.

INFORME DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

T. Miguel Ángel Rodenas
Laboratorista

Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2013/177
28/06/13

Continuación del anexo 8.

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1676
E-mail: bromat2000@yahoo.es

Solicitado por: **GENESIS GUZMAN,**
Fecha de recibida la muestra: **19-06-2013.**

Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,**
Fecha de realización: **DEL 24 AL 28-06-2013.**

No.178

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Centizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D.	E.B. Cal/kg
285	MUCILAGO SECO DE LA SEMILLA DE CINA MUESTRA G	SECA	15.79	84.21	41.02	28.08	20.19	6.20	4.52									
	COMO ALIMENTO			31.68	21.67	15.59	4.79										
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REGISTRADAS EN ESTA HOJA 4

T. J. Hans A. Moyá R.
Laboratorista



Resultados 2013/178
28/06/13

Le. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Fuente: Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, USAC.

A continuación se describe la información a la que hace referencia cada una de las letras con las cuales se identifica a cada una de las muestras en los resultados obtenidos del análisis químico proximal:

P = relación 1:100, 1 hora de hidratación

A = relación 1:100, 3 horas de hidratación

N = relación 1:100, 6 horas de hidratación

G = relación 1:150, 1 hora de hidratación

E = relación 1:150, 3 horas de hidratación

D = relación 1:150, 6 horas de hidratación

S = relación 1:200, 1 hora de hidratación

B = relación 1:200, 3 horas de hidratación

R = relación 1:200, 6 horas de hidratación