

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

"EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispánica L.*) PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE APLICACIÓN COMO ADITIVO ESPESANTE EN FUNCIÓN A LA CONCENTRACIÓN EN MERMELADA DE FRESA"

TESIS DE GRADO

LESLY EVANGELINA FARELA LARA
CARNET 12154-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

"EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispánica L.*) PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE APLICACIÓN COMO ADITIVO ESPESANTE EN FUNCIÓN A LA CONCENTRACIÓN EN MERMELADA DE FRESA"

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA

POR
LESLY EVANGELINA FARELA LARA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

VICEDECANA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA
SECRETARIA: MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN
DIRECTOR DE CARRERA: DR. MARIO RENE SANTIZO CALDERON

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. ISIS ARACELY LÓPEZ CIFUENTES DE GALVEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. HEADY CAROLINA DE LA CRUZ MÉNDEZ DE VILLAGRÁN
ING. LIUBA MARÍA CABRERA OVALLE DE VILLAGRÁN
LIC. SUCELLY NOHEMÍ OROZCO MARROQUÍN DE MORALES

Carta de aprobación del asesor

Guatemala, 10 de febrero 2017

Mgtr. Marya Alejandra Ortiz
Secretaria de Facultad
Facultad de Ingeniería

Estimada Mgtr. Ortiz:

Por este medio me es grato saludarle y desearle toda clase de éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado: " **EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (SALVIA HISPÁNICA L.) PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE APLICACIÓN COMO ADITIVO ESPESANTE EN FUNCION A LA CONCENTRACION EN MERMELEDA DE FRESA**". De la estudiante Lesly Evangelina Farela Lara, quien se identifica con número de carnet 12154-13.

Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar doy como aprobado dicho trabajo de graduación.

Sin otro particular, me suscribo de Ud.

Atentamente,



Ing. Isis López de Gálvez
Asesor de Tesis

Carta de autorización de grabación electrónica del trabajo de graduación



FACULTAD DE INGENIERÍA
No. 0258-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante LESLY EVANGELINA FARELA LARA, Carnet 12154-13 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 02348-2017 de fecha 20 de marzo de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE LA SEMILLA DE CHAN (*Salvia hispánica L.*) PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE APLICACIÓN COMO ADITIVO ESPESANTE EN FUNCIÓN A LA CONCENTRACIÓN EN MERMELADA DE FRESA"

Previo a conferírsele el título de INGENIERA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 3 días del mes de mayo del año 2017.



MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA
INGENIERÍA
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María

Por el don de la vida y permitir rodearme de personas gratas en todo momento y por darme la fuerza y el coraje necesarios para hacer este sueño realidad.

A mis padres

Por ser los principales promotores de mis sueños. Gracias por todo el amor, dedicación y paciencia con la que cada día durante mis años de estudio se preocuparon por mí y me alentaron a ser siempre mejor.

A mis hermanas

Por darme su cariño y animarme en las peores circunstancias. Gracias por estar presentes en todo momento.

A mi novio

Por la paciencia, el amor y el apoyo durante este largo proceso. Gracias por ser mi mano derecha y nunca dejar que me rindiera.

A mi cuñado

Por sus consejos, apoyo y acompañamiento durante mi carrera.

A mis catedráticos

Por participar en mi formación profesional, por sus consejos, apoyo y amistad a lo largo de este ciclo.

A mi asesora

Por su orientación y ayuda durante la realización de este trabajo de graduación, por su amistad y entrega que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A mis amigos

Por los años de amistad y compañía compartiendo angustias y alegrías.

DEDICATORIA

A Dios

Por su amor infinito, por regalarme aliento cuando lo necesite y siempre poner en mi camino a las personas correctas.

A la Virgen María

Por ser el ejemplo perfecto de mujer, dedicación y amor; por ser mi inspiración.

A mi papá

Carlos, por enseñarme que siempre se puede mejorar, que nada es fácil, que todo esfuerzo tiene recompensa. Este logro es tuyo también.

A mi mamá

Rosa, por su amor y entrega incondicional, por ser mi ejemplo a seguir y por enseñarme que la humildad es la mejor de las virtudes. Este logro no habría sido posible sin ti. Es nuestro.

A mis hermanas

Rosa y Karla, por ser mis compañeras de vida y la sonrisa que siempre necesito.

A mi novio

Cristian, por su apoyo y motivación constante, por llenar de amor y alegría mis años de estudio. Que Dios siempre lo bendiga.

A mi cuñado

Josué, por su constante apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis sobrinos

Por ser la chispa que cambiaba mis momentos de estrés. Esperando despertar en ustedes la motivación para alcanzar sus metas profesionales.

Resumen ejecutivo

El presente estudio se realizó con la finalidad de extraer y caracterizar el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.) para luego determinar los parámetros de aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa.

Para ello, se realizó la extracción del mucílago a partir de métodos químicos conocidos como la hidratación, maceración y precipitación y se caracterizó de forma que se pudiese obtener un perfil tanto fisicoquímico, microbiológico como organoléptico del mismo. Se determinó, por medio de balances de masa que el mayor porcentaje de rendimiento del extracto según la relación de hidratación se obtiene haciendo uso de una proporción 1:30 con un rendimiento del 6.27% sobre el total de semilla utilizada, a partir de lo cual se determinaron los costos de producción basados en la materia prima.

Una vez caracterizado, se procedió a la aplicación en mermelada de fresa bajo los mismos parámetros de operación (pH y Temperatura), variando en 4 formulaciones el porcentaje de concentración de extracto de mucílago y pectina según el aditivo espesante utilizado. A partir de pruebas fisicoquímicas se logró determinar que el extracto de mucílago es mejor espesante que la pectina y estableciendo que una concentración del 0.1% proporciona una textura aceptable según muestras comerciales. Se realizaron dos análisis sensoriales, una dirigida a un panel entrenado con el fin de obtener el perfil sensorial de las mermeladas y otra con enfoque al consumidor para determinar la aceptabilidad de una mermelada con extracto de mucílago como espesante frente a una con pectina. Luego del análisis sensorial realizado a madres de familia, se estableció que no hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras por lo que sensorialmente, el extracto de mucílago es totalmente capaz de reemplazar a la pectina como aditivo espesante, requiriendo de concentraciones menores.

Descriptores: semilla de chan, mucílago, extracción, espesante, mermelada

ÍNDICE GENERAL

I. Introducción	1
1.1. Lo escrito sobre el tema	2
1.2. Resumen crítico del marco teórico	3
1.2.1. Salvia hispánica I.	3
1.2.2. Antecedentes históricos	3
1.2.3. Cultivo de chan en Guatemala.....	4
1.2.4. Clasificación y características botánicas.....	5
1.2.5. Descripción de la planta.....	6
1.2.6. Semilla	7
a. Composición de la semilla.....	7
b. Fibra alimentaria	8
1.2.7. Mucílago del chan.....	9
1.2.8. Métodos de extracción sólido-líquido.....	10
a. Factores que influyen en la velocidad de la extracción	11
b. Maceración.....	11
c. Separación de las fases de un sistema heterogéneo.....	13
d. Proceso de secado.....	13
1.2.9. Análisis del extracto	14
□ Ensayos fisicoquímicos	14

□ Ensayos microbiológicos	15
□ Ensayos organolépticos	18
1.2.10 Aditivo alimentario.....	18
1.2.11 Espesantes	19
1.2.12 Agentes gelificantes.....	19
a. Pectina	20
1.2.13 Mermelada	21
1.2.14 Fresa.....	23
II. Planteamiento del problema	27
2.1. Objetivos	29
2.1.1. Objetivo general.....	29
2.1.2. Objetivos específicos	29
2.2. Hipótesis.....	30
2.3. Variables	31
2.3.1. Variables independientes.....	31
2.3.2. Variables dependientes.....	31
2.4. Definición de las variables.....	32
2.4.1. Independientes	32
a. Definición conceptual	32
b. Definición operacional.....	33

2.4.2. Dependientes.....	34
b. Definición conceptual	34
2.5. Alcances y límites.....	37
2.5.1 Alcances	37
2.5.2 Límites	38
2.6 Aporte.....	39
III. Método.....	40
3.1. Sujetos y unidades de análisis	40
3.1.1 Sujetos.....	40
3.1.2 Unidades de análisis.....	41
3.2. Instrumentos	43
3.3. Procedimiento	51
3.3.1. Diagrama del proceso del estudio de investigación	51
3.3.2. Diagramas específicos.....	53
3.4. Diseño y metodología estadística	68
3.4.1. Diseño experimental	68
3.4.2. Descripción de la unidades experimentales.....	69
3.4.3. Variable respuesta	69
IV. Presentación y análisis de resultados	76
4.1 Rendimiento	76

4.2 Balance de masa	77
4.3 Caracterización del extracto.....	80
4.4 Formulaciones.....	82
4.5 Análisis sensorial	85
4.5 Determinación de costos.....	92
V. Discusión	94
VI. Conclusiones.....	107
VII. Recomendaciones.....	111
VIII. Referencias.....	113
IX. Glosario y abreviaturas	118
9.1. Glosario.....	118
9.2. Abreviaturas	119
X. Anexos	120
10.1. Anexo A: cálculos y datos obtenidos	120
10.2. Anexo B: sistema de color Munsell.....	131
10.3. Anexo C: ficha técnica pectina.....	132
10.4. Anexo D: normativa para mermelada de Fresa	133
10.5. Anexo E: tablas de significancia para tests de ordenamiento ($p=1/2$)	134
10.6. Anexo F: tablas de significancia para estadístico Ji-cuadrado	136
10.7. Anexo G: recopilación de imágenes	137

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Proceso del estudio de investigación.....	51
Diagrama 2 Proceso de hidratación de semilla de chan (Salvia hispánica L.)	53
Diagrama 3 Proceso de extracción de mucílago se semilla de chan	55
Diagrama 4 Proceso de determinación de rendimiento según relación de hidratación	57
Diagrama 5 Proceso de determinación de parámetros fisicoquímicos.....	58
Diagrama 6 Proceso de determinación de parámetros organolépticos	59
Diagrama 7 Proceso de determinación de parámetros microbiológicos.....	61
Diagrama 8 Proceso de aplicación del extracto como aditivo espesante en mermelada.....	63
Diagrama 9 Proceso de determinación de parámetros de textura de mermelada.	65
Diagrama 10 Evaluación sensorial de los productos.....	66
Diagrama 11 Balance de masa de extracción de mucilago con relación de hidratación 1:10	77
Diagrama 12 Balance de masa de extracción de mucilago con relación de hidratación 1:20	78
Diagrama 13 Balance de masa de extracción de mucilago con relación de hidratación 1:30	79

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Fórmula para determinación de pH	14
Ecuación 2 Incertidumbre.....	71
Ecuación 3 Promedio	71
Ecuación 4 Promedio	72
Ecuación 5 Densidad	72
Ecuación 6 Porcentaje	73
Ecuación 7 Promedio	73
Ecuación 8 Friedman	74
Ecuación 9 Promedio	74
Ecuación 10 Regla de tres	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Encuesta a utilizar para análisis de perfilamiento sensorial	50
Figura 2 Encuesta de ordenamiento a utilizar para análisis sensorial de aceptabilidad.....	50
Figura 3 Sistema de color Munsell (AMARILLO).....	131

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Perfiles sensoriales.....	85
Gráfica 2 Sabor vs Aceptabilidad	88
Gráfica 3 Viscosidad vs Aceptabilidad	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cultivo de Salvia hispánica L. (chan)	6
Ilustración 2 Semilla de chan (Salvia hispánica L.)	7
Ilustración 3 Morfología y formación del mucílago	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la semilla de chan	5
Tabla 2 Energía y composición correspondientes a distintos granos	8
Tabla 3 Características pectina de rápida acción (APA102)	20
Tabla 4 Instrumentos, equipo y utensilios utilizados	43
Tabla 5 Utensilios y cristalería.....	46
Tabla 6 Medios de cultivo para pruebas microbiológicas	48
Tabla 7 Químicos a utilizar para pruebas	49
Tabla 8 Experimentos, diseño experimental	68
Tabla 9 Experimentos, variables respuesta	70
Tabla 10 Porcentajes de rendimiento.....	76
Tabla 11 pH.....	80
Tabla 12 Porcentaje de humedad	80
Tabla 13 Densidad	80
Tabla 14 Tiempo de disolución.....	80
Tabla 15 Parámetros microbiológicos	81
Tabla 16 Parámetros organolépticos.....	82
Tabla 17 Formulaciones mermelada de fresa	83

Tabla 18	Parámetros de textura formulaciones.....	83
Tabla 19	Parámetros de textura mermeladas comerciales	84
Tabla 20	ANOVA de Friedman panelistas entrenados.....	86
Tabla 21	Tabla de significancia, 7 grados de libertad	86
Tabla 22	Resultado análisis sensorial, panelistas	87
Tabla 23	Diferencia absoluta entre pares, panelistas.....	87
Tabla 24	Tabla de significancia, 8 jueces.....	88
Tabla 25	Relación entre sabor y aceptabilidad por fórmula	89
Tabla 26	Relación entre viscosidad y aceptabilidad por fórmula.....	89
Tabla 27	ANOVA de Friedman,.....	90
Tabla 28	Tabla de significancia, 41 grados de libertad	90
Tabla 29	Resultado análisis sensorial	91
Tabla 30	Diferencia entre pares	91
Tabla 31	Tabla de significancia, 42 jueces.....	92
Tabla 32	Costo promedio	92
Tabla 33	Costo Formulación A.....	93
Tabla 34	Costo formulación B	93
Tabla 35	Datos balance de masa 1:10.....	120
Tabla 36	Datos balance de masa 1:10.....	120
Tabla 37	Datos balance de masa 1:10.....	120
Tabla 38	Datos balance de masa 1:20.....	121
Tabla 39	Datos balance de masa 1:20.....	121
Tabla 40	Datos balance masa 1:20.....	121
Tabla 41	Datos balance de masa 1:30.....	121

Tabla 42 Datos balance de masa 1:30.....	122
Tabla 43 Datos balance de masa 1:30.....	122
Tabla 44 Determinación de rendimiento.....	122
Tabla 45 Determinación pH medio	123
Tabla 46 Determinación de humedad media.....	123
Tabla 47 Determinación de densidad media	123
Tabla 48 Determinación de tiempo medio de disolución	123
Tabla 49 Determinación de consistencia media	123
Tabla 50 Determinación de viscosidad media	124
Tabla 51 Datos perfil sensorial Formulación A.....	125
Tabla 52 Datos perfil sensorial Formulación B	125
Tabla 53 Datos perfil sensorial Formulación C.....	125
Tabla 54 Datos perfil sensorial Formulación D.....	125
Tabla 55 Valoración evaluación sensorial (Page), panel entrenado.....	126
Tabla 56 Determinación de diferencia entre rangos (Page), panel entrenado	126
Tabla 57 Determinación de diferencia (Friedman), panel entrenado.....	127
Tabla 58 Valoración evaluación sensorial (Page), mercado objetivo	127
Tabla 59 Determinación de diferencia entre rangos (Page), mercado objetivo ...	129
Tabla 60 Determinación de diferencia (Friedman), mercado objetivo	129
Tabla 61 Determinación de costos, extracto	129
Tabla 62 Determinación de costos, Formulación A	130
Tabla 63 Determinación de costos, Formulación B	130
Tabla 64 Diferencia críticas absolutas a un nivel de significancia de 5%.....	134
Tabla 65 Diferencia críticas absolutas a un nivel de significancia de 1%.....	135

Tabla 66 Significancia para estadístico JI-cuadrado	136
Tabla 67 Imágenes de todo el estudio	137

I. Introducción

Se conoce que el chan es utilizado desde al menos el año 3500 a.C. por los habitantes mesoamericanos, la cual ha retomado importancia en la actualidad. Para este entonces, la semilla era consumida sola o mezclada con otros cereales, a los que se le añadía agua y se consumían como bebida, así también, se le dieron otros usos como molerla para volverla harina, era considerada medicinal y se prensaba con el fin de extraer su aceite (Coates, 2013).

Con un tamaño similar al de la semilla de amapola, esta contiene una variedad de antioxidantes, vitaminas, fibra, aminoácidos, proteínas y ácidos grasos omega-3. El chan es una variedad de la familia de la menta cuyo nombre científico es *Salvia hispánica* L. y es común de las regiones desérticas. Según registros aztecas y españoles, el chan era cultivado tradicionalmente desde el norte al centro de México hasta Guatemala. Así también, ésta se cultivaba en Nicaragua y el sur de Honduras, pero en menores proporciones (Coates, 2013).

La semilla de chan o comúnmente conocida como chía, tiene una coloración que va de café oscuro a negro, a veces gris o blanca. Con forma ovalada o achatada, esta puede llegar a medir entre 2 y 2.5mm de largo, entre 1.2 y 1.5 mm de ancho y 0.8 a 1 mm de espesor (Coates, 2013). Dentro de las particularidades de la semilla, se conoce que al estar en un medio acuoso, esta exuda un polisacárido mucilaginoso que la rodea con potencial uso como agente espesante en la industria alimentaria, lo que ha llevado a profundizar en la investigación de la misma alrededor del mundo.

Este estudio presenta la posibilidad de utilizar el extracto de mucílago de la semilla de chan como aditivo espesante en mermelada de fresa para hacer uso de este como sustituto de la pectina y que aporte cualidades de textura aceptables comparadas con productos del mercado. El estudio requirió de una serie de análisis: extracción, evaluación de formulación, porcentajes de concentración,

análisis fisicoquímico, microbiológico, sensorial, para finalmente establecer la aceptabilidad de una mermelada con extracto de mucílago como aditivo espesante aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos.

1.1. Lo escrito sobre el tema

Guzmán (2014) define las mejores relaciones semilla (g): agua (mL) y tiempo de hidratación para la extracción del mucílago de la semilla de chan, estableciendo que se logra obtener el mayor rendimiento a una relación sólido-líquido de 1:20 a escala de laboratorio, así también a esta misma relación se estableció que el tiempo de hidratación debe ser de 1 hora.

Segura, Ciau, Rosado, Chel y Betancur (2014) definen que la goma de la chía parcialmente desgrasada muestra muy buena capacidad de retención de agua, sin embargo, la goma de la chía gorda o grasa proporciona una mayor retención tanto de aceite como de agua, por lo que se dice que desde un punto de vista funcional, esta es un ingrediente importante dentro de los alimentos.

Capitani (2013) define las propiedades funcionales del extracto del mucílago de la chía, estableciendo que el método de extracción es directamente proporcional al nivel de la propiedad funcional debido a que durante el mismo se lleva a cabo una pérdida de proteínas, así mismo se determinó la reología del producto y a partir del análisis del hidrocoloide se sugiere su aplicación en la industria alimentaria como agente espesante ya que mejora estabilidad frente a los mecanismos de floculación, coalescencia y separación gravitacional.

1.2. Resumen crítico del marco teórico

1.2.1. Salvia hispánica L.

Con cerca de 900 especies de salvia, el chan es de las más renombradas. Originaria de Mesoamérica y con evidencia de su utilización en el año 3500 a.C. y cultivo en los años 2600 y 900 a.C. esta semilla fue uno de los principales componentes de la dieta de los Aztecas junto con la quínoa, el amaranto, el maíz y alguna variedad de porotos (frijoles) (Rodríguez Vallejo, 1992). A pesar de ello, con el pasar del tiempo, su uso cayó en el olvido y fue en 1991 cuando resurgió el interés por el chan (Salvia hispánica L.) cuando empezaron a reconocerse sus propiedades. Actualmente la mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico, desde el centro de México hasta el norte de Guatemala. Así mismo, en México se cuenta con cerca del 88% de las especies de Salvia, lo que presume que este es el centro de origen de la planta.

1.2.2 Antecedentes históricos

Se presumen diversos orígenes de la palabra chía, que distinguen a la semilla como única. Según el Náhuatl, la palabra chía significa aceitoso. Los aztecas utilizaban el chan en distinto preparados nutricionales y medicinales, así como en la elaboración de cosméticos. En su cultura, existían comidas típicas como el tzoalli que se preparaban con semillas de chan tostadas, miel de maguey, amaranto, entre otros. Así también al molerla la semilla obtenían la harina que posteriormente era utilizada en bebidas, costumbre que se ve persistente aun en la actualidad en países como Guatemala y el resto de Centroamérica. Una de las particularidades de la harina que llamo la atención, fue el hecho de su larga preservación a pesar de su gran contenido de aceites, lo que llevó al descubrimiento de su contenido en antioxidantes.

Por otra parte, se le conocía también como el alimento de caminatas ya que subsistía durante largas travesías. Se sabe que en Mesoamérica

pre-colombina la semilla jugaba no solo un papel importante en la nutrición, sino también como ofrenda a los Dioses durante ceremonias religiosas. Tenochtitlán, la capital del imperio Azteca, recibía entre 5000 y 15000 toneladas de chan anualmente como tributo de los pueblos conquistadores. Luego de la conquista, los cinco cultivos básicos de la dieta azteca, el chan y el amaranto perdieron sus lugares privilegiados y casi desaparecieron, pero la especie logro sobrevivir a la persecución de los conquistadores ya que pequeños grupos de la región sudoeste de México y de las zonas montañosas de Guatemala se mantuvieron aislados con el cultivo.

1.2.3 Cultivo de chan en Guatemala

Actualmente son pocas las empresas que cultivan el producto y aún menos las que lo exportan, pero a través de mucho esfuerzo se ha podido entablar un canal de comercialización para exportar a Estados Unidos y en menor proporción a Europa. El cultivo a pesar de ser originario de Guatemala, no es considerado grano básico como el arroz, maíz y frijol; o bien producto de exportación como el banano y el café. Se espera que a partir de las tendencias recientes, este producto en un plazo medio pueda colocarse en mercados internacionales abasteciendo gran parte de la demanda exportable. Tanto productores formales como informales, esperan se de este auge y cubrir la demanda que otros países cubren. A nivel mundial Estados Unidos representa el mercado más grande para el chan, siendo este de un 40%, seguido de Europa con un 20%, luego Canadá con un 13% y en menores proporciones China, Malasia Singapur y Filipinas.

Argentina es el principal productor y exportador de chan con 30,000 toneladas métricas de las 50,00 toneladas que se demandan anualmente a nivel internacional. A este le siguen Paraguay, Bolivia, Ecuador, Nicaragua, Guatemala y Australia.

La información más reciente con la que se cuenta es referente al 2013, cuando se estimaba que cerca de 450 agricultores y 15 empresas

exportadoras promovían el cultivo de esta semilla, principalmente en Jalapa. (Chacón, 2013) Agexport esperaba que la presentación del cultivo como nuevo y la demanda internacional en constante aumento promovieran que se expandieran más su siembra, al igual que la de la Stevia y considerar competir a escala internacional. Este es un plan que se debía efectuar en tres años por medio de encuentros agrícolas a donde se esperaba asistieran casas comerciales compradoras de Guatemala y El Salvador.

1.2.4 Clasificación y características botánicas

De acuerdo a la clasificación taxonómica propuesta los Linneo, el chan, o Salvia hispánica L. pertenece a:

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la semilla de chan

Reino:	Vegetal o Plantae
División:	Magnoliophyta o Angiospermae
Clase:	Magnoliosida o Dicotyledoneae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Salvia
Especie:	Hispánica

Fuente: Guiotto (2014)

Con cerca de 221 géneros y 5600 especies aproximadamente, la familia Lamiaceae se encuentra distribuida en regiones tropicales y

templadas. Estas son hierbas y pequeños arbustos raramente árboles, cuyas hojas son generalmente simples y flores contraídas.

El género *Salvia* por su parte, se le conocen actualmente 900 especies distribuidas en regiones de todo el mundo.

1.2.5 Descripción de la planta

La *Salvia hispánica* es una planta herbácea anual ampliamente distribuida en las regiones cálidas y templadas. Llega a alcanzar una estatura alrededor de 1 a 1.50m y se caracteriza por sus tallos cuadrangulares y sus hojas aserradas de 8-10cm de largo y 4-6cm de ancho. Sus flores son hermafroditas, moradas o blancas, pedunculadas y reunidas en grupos de seis o más. Las flores dan lugar a un fruto y cada fruto lleva cuatro semillas muy pequeñas en forma oval, color gris oscuro con pequeñas líneas negras y mide aproximadamente 2mm de largo y 1.5mm de ancho.

Ilustración 1 Cultivo de *Salvia hispánica* L. (chan)



Fuente: Agritrade (2014)

Se recomienda su siembra entre los meses de febrero y marzo. La época de floración suele llegar al alcanzar los 120 días, y está directamente relacionada con la temperatura, que en invernaderos suele ser controlada entre los 20 y 25°C. El ciclo se cumple al cabo de los 140 o 150 días. Generalmente se pueden obtener de 2-3kg de semilla por hectárea si se le dan los cuidados necesarios. Con fertilizantes que contienen nitrógeno y

fósforo, se ha logrado obtener hasta un rendimiento de 1.5ton/hectárea de semilla de chan.

1.2.6 Semilla

Con forma ovalada, color gris oscuro con pequeñas líneas negras y aproximadamente 2mm de largo y 1.5mm de ancho, la semilla del chan tiene una composición generalizada con 23.6% de proteínas, 18.7% de carbohidratos, 29.8% de lípidos y un 18% conformado de vitaminas, minerales y fibra, lo que supera el contenido de todos los casos en granos como arroz, cebada y avena.

Ilustración 2 Semilla de chan (Salvia hispánica L.)



Fuente: Di Sapio (2008)

Hoy en día, la semilla se ha vuelto de gran interés para la industria alimentaria ya que la investigación ha llegado al descubrimiento de las múltiples propiedades tecnológicas de la misma como por ejemplo su acción antioxidante, espesante y/o gelificante.

a. Composición de la semilla

La Tabla 2 muestra la composición de diversos granos según el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) correspondiente a 4 de los granos de mayor importancia tanto en el mundo como en Guatemala y el chan. Esta muestra que el chan en

comparación de los demás granos, aportan una mayor cantidad tanto de energía en 100g de alimento como de lípidos, carbohidratos, fibra y ceniza. A pesar de que su contenido de carbohidratos es menor en comparación a los 4 granos evaluados, esto se puede ver positivamente en dietas altas en proteína y bajas en carbohidratos. Es importante resaltar que al menos un 9.5% de la fibra corresponde a fibra soluble.

Tabla 2 Energía y composición correspondientes a distintos granos

Grano	Energía Kcal/100g	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
		%				
Arroz blanco	360	6.61	0.58	79.34	0	0.58
Trigo	331	10.35	1.56	74.24	12.50	1.68
Avena	389	16.89	6.90	66.27	10.60	1.72
Maíz blanco	365	9.42	4.74	74.26	0	1.20
Semilla de chan	490	15.62	30.75	43.85	37.70	4.87

Fuente: INCAP (2012)

b. Fibra alimentaria

El chan es una fuente excelente de fibra dietética tanto soluble como insoluble. Esta contiene entre un 10 a un 30% de fibra en peso. En comparación a otros granos (Tabla 2) esta puede llegar a contener desde 1 hasta 9 veces más contenido de fibra dietética que el trigo, avena, maíz o arroz. Es importante mencionar que una vez obtenida la harina, alrededor del 40% corresponde a fibra y cerca de un 5% a fibra soluble (Captani, 2013).

En términos generales, la mayor parte de la fibra contenida en la semilla es de alto peso molecular y soluble (mucílago) que tiene una alta capacidad de retención de agua. Es por ello que al poner en contacto las semillas con un medio acuoso, estas aumentan su peso hasta 14 veces más.

La fibra alimentaria es un carbohidrato complejo, esta se subdivide en dos grupos (soluble e insoluble), esto según su comportamiento en el organismo humano y su química.

- Fibra insoluble: suele hincharse poco debido a su baja retención de agua y está integrada por celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente. Este tipo de fibra ayuda a la limpieza del organismo, a través de las paredes del intestino, así también aumenta el volumen de las heces, disminuye su consistencia y su tiempo de tránsito, por lo que facilita su excreción.
- Fibra soluble: forman geles viscosos por su alta capacidad de retención de agua y está compuesta por inulina, pectina, gomas y oligosacáridos. Así también, favorece la creación de flora bacteriana, aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia. La fibra soluble es capaz de disminuir y atrasar absorción de grasa y azúcares lo que lleva a la regulación de los niveles de colesterol y glucosa en la sangre.

1.2.7 Mucílago del chan

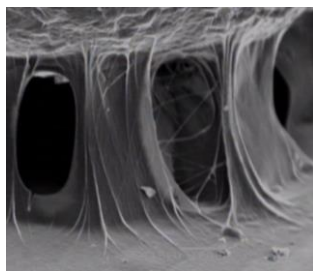
Se le llama mucílago al polisacárido heterogéneo que está constituido por distintos azúcares y en general contiene ácido urónico. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas o geles en agua. Este es muy parecido a una goma, por lo que suele clasificarse como tal. Su diferencia radica en el origen de cada uno; los mucílagos son propios de la plantas, mientras que las gomas son el resultado generalmente de membranas celulares y la exudación.

Los mucílagos son producto del metabolismo de las plantas y se acumulan en células especiales dentro de los tejidos. Estos se localizan como material de reserva hidrocarbonado, reserva de agua en plantas o bien como elementos estructurales en vegetales inferiores (algas), proporcionándoles elasticidad y suavidad (Guiotto, 2014)

De acuerdo con la Tabla 2, la semilla de chan contiene más fibra dietética que los demás cereales estudiados (arroz, trigo, avena y maíz). Luego de su extracción de aceite y obtención de harina, esta se encuentra compuesta por un 40% de fibra, de la cual un 5% corresponde a fibra soluble denominada mucílago.

El mucílago de la semilla de chan es un polisacárido de alto peso molecular (Lin y col, 1994), se encuentra en las tres capas exteriores de la cubierta de la semilla. Cuando la semilla es puesta en un medio acuoso exuda el polisacárido mucilaginoso que lo rodea. Este mucílago se compone de un tetrasacarido cuya cadena principal se encuentra compuesta por (1→4)-β-D-xilopiranosil-(1→4)-α-D-glucopiranosil-(1→4)-β-D-xilopiranosil con ramificaciones de 4-O-metil-α-D-ácido glucurónico en la posición O-2 de β-D xilopiranosil de la cadena principal. Como se mencionó anteriormente, el contenido de ácido urónico es característico de estos compuestos, siendo para el mucílago del chan aproximadamente un 25%.

Ilustración 3 Morfología y formación del mucílago



Fuente: Di Sapio (2008)

1.2.8 Métodos de extracción sólido-líquido

La extracción es un método de separación de sustancias de una mezcla. Industrialmente se hace uso de las siguientes etapas:

- Dilución de los constituyentes solubles y separación del sólido inerte.
- Recuperación del solvente.

- Lavado del sólido inerte para mayor recuperación de soluto.

La extracción sólido-líquido es utilizada en la separación de uno o varios constituyentes solubles contenidos en un sólido inerte mediante los solventes adecuados. Este proceso implica:

- Cambio de fase del soluto.
- Difusión del soluto a través de solvente contenido en los poros del sólido inerte.
- Transferencia del soluto.

a. Factores que influyen en la velocidad de la extracción

- 1) *Tamaño de las partículas sólidas*: cuánto más pequeñas son las partículas, mayor es la superficie interfacial y más corta la longitud de los poros, lo que hace que la velocidad de transferencia sea mayor, pero un tamaño excesivamente pequeño dificulta la separación.
- 2) *Tipo de solvente*: debe ser selectivo y de baja viscosidad.
- 3) *Temperatura*: mayor temperatura favorece la solubilidad y aumenta el coeficiente de transferencia de materia.
- 4) *Agitación*: favorece la transferencia por aumento de coeficientes de transferencia de materia en la interfase sólido-líquido.

b. Maceración

Durante la extracción se debe tomar en cuenta el equilibrio de la concentración, siendo en los sólidos la maceración ya sea estática o dinámica una de las alternativas. Se le llama maceración al proceso de poner en contacto la materia prima y el solvente durante un tiempo

determinado. Así mismo, este proceso depende de ciertos factores como:

- La naturaleza de la materia prima
- Tamaño de partícula de materia prima
- Humedad en materia prima
- Cantidad de materia prima
- Selectividad en solvente
- Cantidad de solvente

Es importante recalcar que el rendimiento final se ve disminuido por el aumento de la relación materia prima-solvente. El hinchamiento de la materia prima es factor importante, porque aumenta la permeabilidad de la pared celular y la difusión del solvente (Elizondo, 2014).

La maceración simple consiste en dejar la materia prima en contacto con el solvente durante varios días, con agitación ocasional lo que hace que el proceso sea lento. La maceración dinámica en comparación abrevia el tiempo de operación por medio de la agitación constante y bien a ambos métodos se les puede aplicar temperatura según las necesidades del producto. La última fase del proceso es el prensado o centrifugación del residuo para la recuperación del extracto contenido en él.

Industrialmente, la maceración es utilizada mayormente en la fabricación de extractos a partir de materias primas vegetales ricas en mucílagos. Este tipo de materia prima tiene la característica de hincharse lo que dificulta el paso del solvente por lo que no se puede utilizar percolación o extracción en contracorriente que son alternativas para el equilibrio de la concentración.

c. Separación de las fases de un sistema heterogéneo

Existe una diversidad de métodos de separación de fases que se basan en su mayoría en la diferencia de densidades, tales como la decantación que según (Rios, 1984) es un método que se emplea en su mayoría para la separación de mezclas de fase sólida y una líquida, siendo grande el tamaño de la partícula sólida para el caso. Así también se puede emplear en fases con diferencia de densidades notorias (suele combinarse con filtración) o bien para la separación de dos fases líquidas, no miscibles de distinta densidad. Es importante resaltar que este método se ve influenciado únicamente por la fuerza de la gravedad.

La centrifugación por su parte es una operación que acelera el proceso de decantación. Este consiste en la separación de fases, únicamente por la fuerza de la centrifuga que resulta de un sistema de rotación. A diferencia de la decantación, la fuerza aquí empleada, puede llegar a ser miles de veces mayor y es utilizado cuando el grado de división de las partículas en suspensión es muy grande.

Por otra parte, existe también la filtración que es empleada para la separar dos fases de una suspensión de un sólido, finamente dividido, en un líquido.

d. Proceso de secado

Vásquez (2004) denomina secado, al proceso que involucra la eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco. Dentro del mismo se da una transferencia de energía de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie del sólido, así como una transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

Existen dos métodos para la remoción de humedad del sólido:

Evaporación: se da cuando la presión del vapor de la humedad en la superficie del sólido iguala a la presión atmosférica. Esto se debe al aumento de temperatura de la humedad hasta el punto de ebullición.

Vaporización: el secado se da por convección, pasando aire caliente sobre el producto, el cual se enfría al contacto y la humedad es transferida hacia el aire.

1.2.9 Análisis del extracto

❖ Ensayos fisicoquímicos

Elizondo (2014) llama análisis fisicoquímico al procedimiento que incluye el análisis de 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.

a. Potencial de hidrogeno (pH)

El potencial de hidrógeno, o pH es una medida adimensional utilizada para la determinación de acidez o basicidad de una sustancia, que se refiere a la cantidad de iones de hidrogeno contenidos en tal sustancia. Este se expresa mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Fórmula para determinación de pH

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

Fuente: propia (2017)

b. Humedad

La humedad es considerada un factor de calidad en la conservación de la mayoría de productos alimentarios, debido a que afecta solo la estabilidad de productos secos. El contenido de agua

en los alimentos es expresado en valor porcentual que se refiere al valor másico de la humedad sobre el producto total.

La medición de humedad consiste en el pesaje de una muestra del producto, a la cual se le es eliminada la humedad a través de calor, siendo la diferencia de sus pesos la cantidad de agua presente en el producto.

c. Densidad

La densidad se maneja tanto en el ámbito físico como en el químico, y se representa a través del símbolo ρ . Esta se refiere a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia y sus unidades en sistema internacional son kg/m^3 .

d. Tiempo de disolución

El tiempo es una magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo. Disolución por su parte es la acción y efecto de disolver, por tanto tiempo de disolución se define como la magnitud física que permite determinar el plazo de la acción y efecto de disolver. (RAE, 2014)

❖ Ensayos microbiológicos

Se le llama análisis microbiológico al procedimiento de aplicación de pruebas microbiológicas, o bien, cultivos elaborados con ese fin. En el sentido alimentario, el objetivo principal del estudio, es realizar la inspección del alimento determinando así la presencia de patógenos. Los ensayos microbiológicos son parte de la bromatología, ciencia que también está integrada por el análisis toxicológico y el análisis químico.

a. Recuento total

El recuento total de microorganismos viable trata de conocer el número total de microorganismos presentes en el alimento. Este resultado no está directamente ligado con microorganismos patógenos, por lo que no puede utilizarse como índice de su presencia y solo debe considerarse un indicador de las características higiénicas generales de alimento. En general, se investiga la presencia de microorganismo aerobios o aerotolerantes (anaerobios facultativos).

b. Mohos y levaduras

Los hongos se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento, o como contaminantes en los equipos mal sanitizados. Estos comprenden lo que son mohos y levaduras. Los mohos por su parte, son hongos filamentosos multicelulares cuyo crecimiento en la superficie de los alimentos se suele reconocer fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso, a veces pigmentado.

Las levaduras en cambio, son hongos no filamentosos unicelulares y de forma ovoide o esteroide, y que se reproducen por gemación o por fisión.

c. **Coliformes**

Erra-Balsells (2013) define como coliformes a las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, Gram negativas, bacilos corto no formadores de esporas, capaces de fermentar lactosa produciendo ácido y gas a 35°C en 48h. Este grupo incluye la mayoría de cepas de *E. coli* y otros microorganismos que no son predominantemente de origen fecal, como *Enterobacter*.

Con excepción de *E. coli*, los coliformes persisten en el suelo o sobre la superficie. Por tanto, no indican necesariamente contaminación fecal en el sentido de implicar un contacto inmediato con heces o con superficies contaminadas con las mismas.

La principal aplicación del recuento es para la evaluación de la calidad microbiológica de un alimento y las condiciones higiénicas durante el proceso.

d. *Escherichia coli* (*E. coli*)

Erra-Balsells (2013) establece que la *Escherichia coli* es un microorganismo cuyo hábitat natural es el tracto intestinal del hombre y de otros animales. Su presencia en los alimentos se interpreta generalmente como contaminación directa o indirecta de origen fecal. Es por esto que *E. coli* es el indicador clásico de la presencia simultánea de bacteria patógenas entéricas tales como *Salmonella typhi*, otras salmonellas, shigelas, vibrios y virus entéricos. Sin embargo, la presencia de *E. coli* en un alimento no indica que existan necesariamente microorganismos patógenos, sino simplemente advierte el riesgo que pudiera estar presente.

e. *Staphylococcus aureus*

Los estafilococos son patógenos humanos que se encuentran distribuidos en el medio ambiente. En los seres humanos son parte de la flora normal de la piel y de la faringe. El *Staphylococcus aureus* es un microorganismo de coagulasa positiva que se distingue por ser una colonia pigmentada (de

amarillo a naranja) que a diferencia de los estafilococos coagulasa negativa ya que estos últimos producen colonias blancas brillantes. El *S. aureus* es uno de los mayores causantes de infecciones humanas.

❖ Ensayos organolépticos

Se le llama análisis organoléptico a la valoración cualitativa que se realiza a una muestra basada únicamente en los sentidos. Para el caso aquí expuesto, los ensayos organolépticos se realizan con base únicamente a la comparación visual.

a. Color

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es un atributo de apariencia de los productos y su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos.

El sistema de color Munsell es un camino de especificación precisa de colores que muestra la relación entre ellos. Cada color tiene 3 cualidades o atributos: matriz, intensidad y croma. Estableció escalas numéricas con pasos uniformes para cada uno de los atributos. En la relación Munsell, cada color tiene una secuencia lógica con los demás colores.

El matiz es un atributo de un color por el cual se distingue el rojo del verde, el azul del amarillo, etc. Intensidad es el valor que indica la claridad de un color, la escala oscila entre 0 (negro puro) y 10 (blanco puro). El croma es el grado de salida de un color del color neutro del mismo valor.

1.2.10 Aditivo alimentario

Según el Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10 de Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios., un aditivo alimentario se define como cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento por sí misma ni se usa normalmente como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencional al alimento para un fin tecnológico (inclusive organoléptico) en la fabricación, elaboración, tratamiento, envasado, empaque, transporte o almacenamiento provoque, o pueda esperarse razonablemente que provoque directa o indirectamente, el que ella misma o sus subproductos lleguen a ser un complemento del alimento o afecten sus características. Esta definición no incluye los contaminantes, ni las sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

1.2.11 Espesantes

Los espesantes están compuestos por carbohidratos y son adicionados a alimentos con el fin de aumentar la viscosidad en los líquidos.

Al estar en contacto con el agua, los espesantes absorben el agua y aumentan su tamaño lo que sucede al calentarse. Al momento de retener el líquido dentro de sus partículas proporcionan al alimento un espesor característico. Así también, a estos a veces se les llaman hidrocoloides por ser macromoléculas que se disuelven y dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de viscosidad alcanzando algunas veces la gelificación.

1.2.12 Agentes gelificantes

Los agentes gelificantes son aditivos alimentarios que dan textura a un alimento mediante la formación de un gel. Estos no cambian de modo significativo y propiedad de los alimentos y contribuye a formar

suspensiones líquidas. Los agentes gelificante pueden crear una estructura coloidal, de aspecto sólido, constituido fundamentalmente por una fase líquida dispersa embebida en la estructura coloidal. Así también, estos ayudan a evitar que ocurra la separación de fases de las emulsiones; como ocurre de modo natural con las mezclas de agua y aceite.

El gelificante más utilizado es la gelatina, que se trata de un colágeno tratado por hidrólisis parcial irreversible, procedente del tejido conectivo de animales. En términos generales, los gelificantes se derivan de distinta naturaleza, incluyendo plantas como las algas, hasta animales como la gelatina. El uso de los gelificantes, depende tanto del tipo de ingrediente, naturaleza de la preparación como los rangos de temperatura. Cada uno tiene su campo específico de aplicación.

a. Pectina

La pectina es un polisacárido natural que se encuentra alojado en su mayoría en las paredes de las células vegetales y uno de los constituyentes mayoritarios. Este polisacárido de alto peso molecular se encuentra conformado por una cadena de ácido galaturónico unido por α -1-4-glucosídicos.

Es potencialmente utilizada en productos a base de frutas en la que actúa como agente gelificante, siendo la mermelada una de sus aplicaciones fundamentales. Industrialmente se obtiene a partir de las cascara de limón y naranja utilizados en la elaboración de zumos y de la fabricación de sidra.

Tabla 3 Características pectina de rápida acción (APA102)

CARACTERÍSTICA	VALOR
Código	E440
Parámetros Físicoquímicos	
Temperatura de gelificación	82-92°C

pH (solución 2%)	2.8 – 3.8
Aplicación	
Rango de pH en jaleas, mermeladas o jugos.	2.5 – 3.5
Porcentaje de uso en jaleas/mermeladas.	0.4 – 1%
Parámetros organolépticos	
Color	Polvo café pálido
Parámetros microbiológicos	
Recuento total	≤ 1000/g
Mohos y levaduras	≤100/g
Coliformes	Ausencia en 1g
E. coli	Ausencia en 1g
Staphylococcus aureus	Ausencia en 1g

Fuente: AlPectiner (2016)

1.2.13 Mermelada

La mermelada es el producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por la cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente preparadas, adicionadas de azúcar u otros edulcorantes naturales, con o sin adición de agua (COGUANOR, 1986).

La elaboración de mermelada es el resultado de un método de conservación de las frutas. La mermelada de fresa específicamente, deberá estar elaborada de 45 parte de masa en fruta por cada 55 parte en masa de edulcorantes. Su elaboración consiste básicamente en concentración de la fruta mezclada hasta alcanzar un 65% de azúcares, es decir 68°Bx. Durante la cocción se da la evaporación tanto del agua adicionada como del agua contenida en la fruta dando como resultado ablandamiento de los tejidos y la absorción de azúcar. Así también se caracteriza por tener un valor de pH comprendido entre 3.0 y 3.8 (COGUANOR, 1986).

a. Consistencia y viscosidad

La consistencia es la capacidad que tiene un alimento de fluir libremente bajo su propio peso en una superficie plana en un período de tiempo dado. El método más conocido y utilizado es el del consistómetro de Bostwick. Este instrumento consta de un canal de acero inoxidable limpio, pulido y libre de ondulaciones, provisto de una escala graduada en centímetros y cerrado en los extremos. Uno de los extremos dispone de una cámara cerrada por una puerta que puede abrirse casi instantáneamente. El extremo más largo del instrumento está graduado en una escala de $\frac{1}{2}$ cm de paso, empezando a 1 cm de la puerta (INEN, 1998).

El proceso para realizar la medición consiste básicamente en la nivelación del consistómetro con ayuda de los tornillos niveladores, mezclar el producto a modo de extraer las burbujas de aire y con ayuda de una espátula y manteniendo la puerta cerrada, verter el producto en el compartimiento hasta cubrir el espacio total. Posteriormente se debe soltar la puerta súbitamente, a la vez que se empieza a tomar tiempo y se deja que el producto fluya libremente por el canal. Treinta segundos después de abierta la puerta se lee en la escala marcada al fondo del instrumento la distancia máxima en centímetros que alcanzó el producto y se anota bajo las dimensionales cm/30s (INEN, 1998).

La consistencia de una mermelada se puede clasificar en buena, y aceptablemente buena. La primera contiene trozos o partículas finas de fruta dispersos uniformemente en todo el producto. De contener tozos grandes, el producto tiende a fluir y su consistencia es un poco menos viscosa (COGUANOR, 1986).

La segunda es la que presenta la mermelada con dispersión de trozos o partículas razonablemente uniformes en todo el producto,

es de consistencia viscosa, sin llegar a ser líquido (COGUANOR, 1986). Estudios de mermelada de fresa artesanal han demostrado una consistencia entre 3.2 y 8.1cm/30s (Damaceno, Maciñeira, Fernández, Rodríguez, & Oderiz, 2007).

La viscosidad por su parte es la resistencia que presenta un líquido a fluir, su unidad de medición en el poise (g/cm s); más comúnmente, se utiliza un submúltiplo de ella, el centipoise. Es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual ésta debe mantenerse constante al hacer mediciones para obtener resultados comparables. Su medición se realiza 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 Stomer y Brookfield), (Pérez, 2012).

El viscosímetro Synchroelectris de Brookfield se basa en la rotación de una guja o cilindro dentro del material de prueba. El dial del instrumento está graduado de manera tal que la lectura, multiplicada por un factor, da directamente la viscosidad en centipoise (Pérez, 2012).

1.2.14 Fresa

Las fresas son frutos del fresal, planta perteneciente a la familia de Rosáceas y al género *Fragaria*. Se conocen cerca de 1,000 variedades de fresa en el mundo, fruto de la gran capacidad de hibridación que tiene esta especie. Las fresas aportan 32kcal por cada 100 gramos de porción comestible y están constituidas por un 90.95% de agua. El componente más abundante después del agua, son los carbohidratos que constituyen 7.68g sobre 100g comestibles. (INCAP, 2012) De acuerdo a algunas

investigaciones, la fresa contiene cerca de un 0.6 a 0.7g por 100g de alimentos, lo cual resulta ser bajo en comparación a la manzana con un 0.5-1.66g/100g de alimento o al banano con 0.7-1.2g/100g de alimentos. (Bazarte, 2006)

La utilidad de cada fruto para la elaboración de mermeladas, confituras y conservas similares, está directamente relacionado con su contenido de pectina, del que depende la consistencia del producto final. El contenido de pectina declina a medida que el fruto se reblandece por la madurez. Así también, el contenido de pectina es variable para cada variedad. (Buczacki, 1999)

1.2.15 Análisis sensorial

Según la norma ISO 5294:1992, en análisis sensorial es el examen que se realiza de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos.

La importancia de la evaluación en la industria de los alimentos radica principalmente en varios aspectos como:

- Control de proceso de elaboración
- Vigilancia del producto
- Influencia del almacenamiento
- Sensación experimentada por el consumidor
- Medición de aceptación de un producto

De acuerdo al estudio que se requiera analizar, se debe escoger el tipo de panelistas. Estos se clasifican en panelistas expertos, panelistas entrenado y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones. Los panelistas consumidores por su parte, son empleados para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio (Hernandez, 2005).

A las herramientas utilizadas para el análisis sensorial se les llama pruebas sensoriales. Estas se dividen en 3 grupos:

- *Pruebas discriminativas:* consisten en la comparación de dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no entre las muestras. Esta prueba puede ser utilizada tanto en catadores como consumidores. Estas permiten detectar pequeños cambios en el sabor del producto que está siendo evaluado.
- *Pruebas descriptivas:* permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. La descripción puede ser cualitativa o cuantitativa de los atributos de un producto. Esta prueba se enfoca en catadores como consumidores. Se dividen a su vez en escala de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo. Para este tipo de pruebas se requieren de 8 a 12 panelistas entrenados.
- *Pruebas afectivas:* en este tipo de prueba el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro, aunque no es indispensable. Para esta se requiere el uso de escalas de calificación de las muestras. Se dividen en pruebas de satisfacción, aceptación y de preferencia.

La prueba de aceptación permite medir además del grado de preferencia, la actitud del panelista hacia un producto alimenticio mediante preguntas de si está dispuesto a adquirirlo y por ende su gusto o disgusto frente al producto catado.

1.2.16 Determinación de costos

La estimación de la materia prima se lleva a cabo mediante el relevamiento de las cantidades de materia prima requeridas para elaborar una unidad de producto. Acorde al proceso involucrado, se debe realizar un análisis de los rendimientos finales de producción y a su vez evaluar variaciones con la calidad de la materia prima, modificaciones en

secuencia, etc. Finalmente se determina el costo por unidad producida considerando todo lo anterior y obteniendo entonces un valor con dimensionales Q/unidad, Q/kg, entre otros (Zugarramurdi & Parín, 1998).

II. Planteamiento del problema

Para el 2013 en Guatemala se estimaba que cerca de 450 agricultores y 15 empresas exportadoras promovían el cultivo de esta semilla, principalmente en Jalapa. Lo que prometía alzas en el cultivo permitiendo cubrir la demanda no solo nacional sino internacionalmente donde estados Unidos se coloca en primer lugar con un 40% del mercado, seguido de Europa con un 20%, Canadá con un 13% y en menores proporciones China, Malasia, Singapur y Filipinas.

Así también a pesar de que Guatemala cuenta con una riqueza natural extensa que incluye la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*), gran parte de la población desconoce las propiedades importantes de la semilla, por lo tanto es fundamental la investigación y la información para poder aprovechar los recursos que se tienen al alcance.

A raíz de ello, surgió el estudio de la utilización de la semilla como un aditivo espesante alternativo para la industria alimenticia, probando su aplicación en un producto ampliamente producido como la mermelada. En Guatemala existe una producción importante de este tipo de esta conserva, lo que se refleja en las exportaciones del año 2016 para preparados de fruta con un total de USD\$76,144,403.00 que es significativamente mayor a las importaciones que fueron de un total de USD\$52,424,454.00 (Banco de Guatemala, 2016). Entre las marcas nacionales más reconocidas que se encuentran están Ana Belly, Dulcinea y Valle de Panchoy.

El mucílago de la semilla de chan, es un carbohidrato complejo de alto peso molecular, es un componente importante de la semilla por su potencial fisiología. El mucílago está presente dentro de las células epidérmicas de la testa de la semilla madura y cuando ésta se pone en contacto con agua se rompe la primera capa de células permitiendo la salida de las fibras de mucílago que posteriormente rodean la semilla. Cuando el mucílago se encuentra completamente hidratado forma una cápsula transparente que rodea la semilla adherida con gran tenacidad

y cuando muchas semillas se hidratan forman una solución altamente viscosa y estable (Ixtaina, Nolasco & Tomás, 2010).

La información existente en cuanto a sus propiedades funcionales es reciente e indica que se trata de un polímero con acción espesante. También se destaca por sus propiedades gelificantes, control de la sinéresis, estabilización de emulsiones, etc. La alta solubilidad y capacidad de retención de agua del mucílago del chan le confieren potencialidad como ingrediente funcional para ser utilizado en diferentes aplicaciones en la industria alimentaria (Guiotto, 2014).

Es por ello que surge la siguiente interrogante ¿Es posible extraer el mucílago de la semilla de chan, y comprobar su aplicación como aditivo espesante en mermelada de fresa con resultados capaces de replicar una mermelada tradicional con pectina?

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Extraer el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*) para su aplicación como propuesta de aditivo espesante en función de la concentración en mermelada de fresa.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar el procedimiento de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*).
2. Obtener el rendimiento óptimo de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*) a partir de la relación de hidratación.
3. Caracterizar el extracto obtenido mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos.
4. Evaluar los parámetros de aplicación del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*) como aditivo espesante en mermeladas de fresa, con relación al aditivo comercial, pectina.
5. Caracterizar el producto a través de perfilamiento sensorial y evaluar su aceptabilidad en la mermelada.
6. Calcular el costo de la materia prima para la extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*).

2.2. Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula:

- a. El porcentaje de extracción del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.) es $\geq 10\%$.
- b. No hay diferencias significativas en la aceptabilidad entre muestra de mermelada de fresa con extracto de mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.) como aditivo espesante y una con pectina como aditivo espesante.

2.2.2 Hipótesis alternativa:

- a. El porcentaje de extracción del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.) es $< 10\%$.
- b. Si hay diferencias significativas en la aceptabilidad de una muestra de mermelada de fresa con extracto de mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.) como aditivo espesante y una con pectina como aditivo espesante.

2.3. Variables

2.3.1. Variables independientes

- Relación de hidratación de la semilla
- Proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.)
- Cantidad de extracto del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.)
- Porcentaje (%) de concentración de mucílago aplicado
- Porcentaje (%) de concentración de pectina aplicado
- Formulación
- Cantidad de materia prima

2.3.2. Variables dependientes

- Balance de masa del proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.)
- Rendimiento extractivo del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.)
- Análisis fisicoquímicos
 - Humedad
 - Color
 - Densidad
 - pH
 - Tiempo de disolución
 - Consistencia
 - Viscosidad
- Parámetros microbiológicos
- Análisis sensorial
- Costo promedio materia prima/kg de extracto

2.4. Definición de las variables

2.4.1. Independientes

a. Definición conceptual

- Relación de hidratación de las semillas: resultado de comparar dos cantidades expresadas en números (RAE, 2016).
- Proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.): conjunto de fases sucesivas de una operación o un fenómeno natural (RAE, 2016).
- Cantidad de extracto del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.): magnitud que expresa el número de unidades elementales, como gramos, moléculas, átomos, etc., contenidas en un sistema material (RAE, 2017).
- Porcentaje (%) de concentración de mucílago aplicado: proporción que toma como referencia el número 100 de una sustancia por unidad de volumen, y cuya unidad en el sistema internacional es el mol por metro cúbico (mol/m^3) (RAE, 2017).
- Porcentaje (%) de concentración de pectina aplicado: proporción que toma como referencia el número 100 de una sustancia por unidad de volumen, y cuya unidad en el sistema internacional es el mol por metro cúbico (mol/m^3) (RAE, 2017).
- Formulación: acción y efecto de formular (RAE, 2017)
- Cantidad de materia prima: porción de una magnitud de materia (RAE, 2016).

b. Definición operacional

- Relación de hidratación de las semillas: la relación de hidratación pasa la semilla de chan utilizada en el proceso de extracción se varió en 3 proporciones, 1:10, 1:20 y 1:30 haciendo uso del mismo método de extracción.
- Proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*): el proceso utilizado en el transcurso de la elaboración del documento, se refiere al procedimiento utilizado para realizar la extracción del mucílago de semilla de chan (*Salvia hispánica L.*)
- Cantidad de extracto del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*): el extracto en gramos obtenido en el proceso es el resultado de una maceración, trituración, centrifugación, precipitación, centrifugación, decantación, filtración y secado de la semilla de chan.
- Porcentaje (%) de concentración de mucílago aplicado: la concentración de extracto de mucílago utilizada en el proceso vario en los siguientes valores: 0, 0.1, 0.2 y 0.3%, siguiendo el mismo proceso en la elaboración de cada producto.
- Porcentaje (%) de concentración de pectina aplicado: la concentración de pectina utilizada en el proceso vario en los siguientes valores: 0, 0.2%, siguiendo el mismo proceso en la elaboración de cada producto.
- Formulación: las formulaciones de mermelada obtenidas en el proceso son el resultado del cocimiento de fresas entera mezcladas con azúcar, agua y pectina o extracto de mucílago de semilla de chan en distintas proporciones.
- Cantidad de materia prima: durante el proceso, la cantidad se refiere a la cantidad de materia prima utilizada en los

procesos de extracción del mucilago de la semilla de chan, en donde se requirió de semilla de chan (*Salvia hispánica L.*), agua y etanol.

2.4.2. Dependientes

b. Definición conceptual

- Balance de masa del proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*): basada en la ley de conservación de la materia, la cual establece que la masa que entra a un sistema debe salir del mismo o acumularse dentro de él, excluyendo las reacciones nucleares y atómicas (Gómez, 2014).
- Rendimiento extractivo del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*): proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados (RAE, 2017).
- Análisis fisicoquímicos: análisis es el estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. Fisicoquímico es la parte de las ciencias naturales que estudia los fenómenos comunes a la física y a la química (RAE, 2012).
 - Humedad: agua de que está impregnado en un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire
 - Color: percepción humana de la luz reflejada por un objeto. (Delmoro, Muñoz, Nadal, Clementz, & Pranzetti, 2010)
 - Densidad: magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el

sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3) (RAE, 2017)

- pH: índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución (RAE, 2017).
 - Tiempo de disolución: magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo (RAE, 2016)
 - Consistencia: cualidad de la materia que resiste sin romperse ni deformarse fácilmente (Franco, 2013).
 - Viscosidad: medida de la resistencia de un fluido a fluir (Franco, 2013).
- Análisis sensorial: es el examen que se realiza de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos (5294:1992).
 - Parámetros microbiológicos: parámetros son datos o factores que se toman como necesarios para analizar o valorar una situación. Microbiológico es perteneciente o relativo a la microbiología; estudio de los microbios (RAE, 2017).
 - Costo promedio materia prima/kg de extracto: la estimación costo promedio de la materia prima se lleva a cabo mediante el relevamiento de las cantidades de materia prima requeridas para elaborar una unidad de producto (Zugarramurdi & Parín, 1998).

c. Definición operacional

- Balance de masa del proceso de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.): se determinó en

base al proceso de extracción de las distintas relaciones de hidratación.

- Rendimiento extractivo del mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.): indica la eficiencia del procedimiento utilizado mediante la masa obtenida al final del mismo.
- Análisis fisicoquímico: se estudiaron los parámetros de humedad, color, densidad, pH y tiempo de disolución del extracto, además se evaluó consistencia y viscosidad para las mermeladas.
 - Humedad: indica la eficiencia del proceso de secado y es determinante para la vida útil del producto, por consiguiente fundamental para la proliferación de microorganismos.
 - Color: color reflejado por extracto seco comparado contra paleta de color amarillo del sistema de color Munsell.
 - Densidad: es la masa que ocupa el extracto de mucilago de semilla de chan en un volumen determinado.
 - pH: cantidad de iones de hidrogeno contenidos en una sustancia de extracto de mucilago de semilla de chan (Salvia hispánica L.) al 2%
 - Tiempo de disolución: magnitud física determinada por el plazo de la acción y efecto de disolver extracto de mucílago de semilla de chan al 2%
 - Consistencia: cualidad de la mermelada evaluada a través de un Consistómetro en cm/30s.
 - Viscosidad: medida de la resistencia de la mermelada a fluir cuyas unidades son cP.
- Análisis sensorial: se estudió el nivel de aceptación de los productos frente a un panel entrenado y a un panel de

consumidores considerando. Así también se obtuvieron los perfiles sensoriales, de dependientes de los atributos color: brillante, rojo; olor: ácido en relación a ácido cítrico y afrutado en relación a fresa; textura: gomoso, viscosidad; y sabor: regusto, dulce.

- Parámetros microbiológicos: se analizó la presencia de *E. Coli* con el medio Flourocult, de coliformes con el medio de cultivo Chromocult, *S. Aureus* con el medio de cultivo Manitol Sal, mohos y levaduras con el cultivo Agar Papa Dextrosa y conteo microbiano con el medio de cultivo recuento total.
- Costo promedio materia prima/kg de extracto: se determinó mediante el mejor rendimiento durante el proceso de extracción por kg de mucílago seco producido.

2.5. Alcances y límites

2.5.1 Alcances

Esta investigación se centró en la extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*), su caracterización y el análisis de su aplicación como sustituto de pectina en mermelada de fresa en función a la concentración.

La investigación abarcó pruebas a nivel laboratorio para la extracción y pilotos en planta para la elaboración de los productos. Se realizaron extracciones del mucílago a distintas relaciones de hidratación (1:10, 1:20 y 1:30) haciendo uso del mismo proceso para determinar así los rendimientos y seleccionar el óptimo.

Se realizaron tres experimentos en la aplicación, evaluando tres diferentes porcentajes de concentración del mucílago (0, 0.1, 0.2, 0.3%) con el fin de determinar la influencia de la misma en la consistencia para lo que

se mantuvieron constantes los tiempos y temperaturas de cocción, con el fin de que estos no influenciara los resultados finales.

Se llevaron a cabo tres análisis sensoriales, dos enfocados en caracterizar el producto, dirigido a un panel entrenado perteneciente a la Universidad Rafael Landívar y el último enfocado al consumidor, en este caso madres de familia de la ciudad de Antigua G.; para así determinar el grado de aceptación entre 4 opciones de producto terminado (incluyendo una variación con pectina al 0.2%).

2.5.2 Límites

Entre las limitaciones que se tienen es que la técnica de extracción utilizada se realizó solo a nivel laboratorio, por lo que no hay suficiente información sobre el tema para su uso específico con semilla de chan (Salvia hispánica L.).

Debido a que el rendimiento obtenido, no rebasa un 7%, es importante considerar que la extracción a escala industrial requiere de equipos con los que no se cuenta en el país, por lo que es necesario la aplicación de nuevas tecnologías para poder industrializar el producto (extracto de semilla de chan (Salvia hispánica L.)).

Así como los laboratorios de química de la Universidad Rafael Landívar no cuentan con el equipo a nivel industrial para poder realizar pruebas de extracción a mayor escala; por lo que se realizaron varias extracciones para poder considerar la aplicación.

Por otro lado, no se calculan los costos de producción, inversiones iniciales, pero si el costo promedio de materia prima.

2.6 Aporte

A la industria alimentaria, aporte de información y estudio útiles para la utilización de un nuevo aditivo alimentario, potencial para la industrialización.

A Guatemala, al presentar una alternativa nativa de aditivo alimentario (espesante), por medio de la aplicación del extracto de mucílago de semilla de chan.

A la Universidad Rafael Landívar, con un trabajo de graduación de la rama de Ingeniería en alimentos, que brinda lineamientos para el diseño experimental y el desarrollo de productos comúnmente producido en el país, pero con alternativas nativas, sin poner en riesgo la aceptación y calidad de los mismos.

A los futuros estudiantes de Ingeniería en alimentos y carreras afín, como un documento de referencia, que considera estudios de proceso de extracción, investigación y evaluación sensorial para los trabajos de investigación que deban realizar.

III. Método

3.1. Sujetos y unidades de análisis

Para la realización del presente trabajo de investigación se obtuvo información por distintos medios y fuentes, los cuales se describen a continuación.

3.1.1 Sujetos

- Personas con experiencia en el campo de estudio:
 - Ingeniero Wilfredo Fernández, graduado de Ingeniería de Alimentos en Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Especialización en Sistemas de Gestión de Calidad en Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomado Gerencia en Exportaciones, Asociación Gremial de Exportadores, Guatemala. Se ha desempeñado en Gerencia de Producción en Plantas de Alimentos, Jefaturas en Aseguramiento de la Calidad e Ingeniero de proyectos. Actualmente es Director Ejecutivo de la Gremial de Lácteos de Cámara de Industria y es catedrático de la facultad de ingeniería de la Universidad Rafael Landívar para la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos.
 - Ingeniera Heady De la Cruz, graduada de Ingeniería Química en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la Universidad del Valle de Guatemala. Postgrado en Seguridad Alimentaria Nutricional en la Universidad Galileo de Guatemala. Actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias Sociales y Comunicación de la Universidad de Salamanca, programa Guatemala. Se ha desempeñado en Gerencia de Logística en la

Industria Farmacéutica, Jefaturas en Logística en Industria Azucarera e Industria de Panificación. Actualmente es asesora independiente para la industria de alimentos y logísticas y es catedrática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar para la carrera de Ingeniería en Industria de Alimentos y en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad Galileo para la carrera de Licenciatura en Alimentación y Nutrición.

- Panel entrenado de análisis sensorial:

Análisis realizado el 18 de noviembre del 2016 con estudiantes del sexto semestre en Ingeniería en Industria de alimentos, pertenecientes al curso de evaluación sensorial de la Universidad Rafael Landívar, con una muestra de 8 panelistas entrenados comprendidos entre los 19 y 22 años de edad.

- Panel de análisis sensorial con mercado objetivo:

Análisis realizado el 19 de enero de 2017, en restaurante Wiener ubicado en Antigua Guatemala con una muestra de 42 madres de familia consumidoras del lugar, comprendidas entre los 20 y 60 años de edad.

3.1.2 Unidades de análisis

- Semilla de chan, materia prima para extracción de mucílago.
- Agua desmineralizada, medio utilizado para hidratación de la semilla de Chan (*Salvia hispánica* L.).
- Etanol, medio de precipitación de fibra soluble para extracción de mucilago de semilla de chan.

- Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a extracto de mucílago.
- Fresas, componente principal después del azúcar en mermelada, la cual aportó un porcentaje de pectina mínimo al producto.
- Agua potable, componente agregado en mermelada para aumentar rendimientos a través del uso de espesante.
- Formulación A, muestra problema con variación en porcentaje de concentración utilizado de espesante, para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la B, C, y D.
- Formulación B, muestra problema con variación en porcentaje de concentración utilizado de espesante, para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la A, C, y D.
- Formulación C, muestra problema con variación en porcentaje de concentración utilizado de espesante, para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la A, B, y D.
- Formulación D, muestra problema con variación en porcentaje de concentración utilizado de espesante, para comparar nivel de aceptabilidad entre esta y la A, B y C.
- Normas RTCA 67.04.54:10 para alimentos y bebidas procesadas. Aditivos alimentarios (2012), Reglamento Técnico Centroamericano editado por ministerio de economía, para Guatemala, C.A.
- Norma COGUANOR NGO 34 056 para Mermelada de fresa (1986), Comisión Guatemalteca de normas (COGUANOR) del ministerio de economía, Guatemala, C.A.
- Resultados de consistencia y viscosidad, características evaluadas de las mermeladas.
- Resultado de encuesta de análisis sensorial.

3.2. Instrumentos

A continuación se detallan especificaciones sobre el equipo, utensilios y reactivos utilizados para la extracción del mucílago y elaboración de mermelada.

Tabla 4 Instrumentos, equipo y utensilios utilizados

EQUIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	USO
Balanza granataria		OHAUS, Triple Beam TJ2611. Max. 2610g Incertidumbre: ± 0.1 g	Utilizada para la determinación de rendimientos y masas para producto final (mermelada).
Licuadaora		BLACK & DECKER Mod BL2351P, 2 velocidades, 4 aspas, vol 250ml	Utilizada para la trituración de semilla de chan hidratada.
Centrifugadora		IEC, HNSII Centrifuge. Max 9000 RPM	Utilizada para separación por densidad durante extracción.
Bomba para filtración		GE Motors, MOD: 5KH33DN16HX, 1/6 HP, 60HZ, V:115, 1725RPM	Utilizada durante extracción para separación de sólidos.

Fuente: propia (2017)







EQUIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	USO
Empacadora al vacío		KOCH, material: acero inoxidable, 8m ³ /H, 800W, 220/60Hz, 13 ^a , 2-4 bolsas/minuto	Utilizado para sellar bolsas con extracto seco al vacío.
Horno deshidratador		Sedona, material: acero inoxidable y plástico de ingeniería, capacidad de 9 bandejas, 600W y 120V	Utilizado para secado de extracto de mucílago.
Estufa		Angelo Po. Estufa de gas propano. 6 hornillas.	Utilizada en la producción de mermeladas.
Consistómetro		Endecotts. Distancia: 0-24cm Incertidumbre: ±0.25cm	Utilizado para medir la consistencia de las mermeladas.
Estufa		Cimarec 2. Barnstead/Thermolyne. (Heat & stir). Model No. SP46925. Volts: 120, Amps: 9.5. Watts: 1118, Hz: 60,	Utilizada en determinación de tiempo de dilución.
Potenciómetro		pHmetro portátil SATRTER 300 incertidumbre: ± 0.01pH, ± 1mV, ± 0.5°C	Utilizado en la medición de pH de extracto y mermeladas.

Fuente: propia (2017)

EQUIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	USO
Balanza de humedad		<p>Sartorius MA160, Max 200g, humedad: 1-100%, fuente de calor: AURI heater, frecuencia de línea; 50/60HZ, tensión; 115V/230V Incertidumbre: >1g: ±0..2% >5g: ±0.05%</p>	<p>Utilizada para la determinación de humedad en extracto considerado seco.</p>
Viscosímetro		<p>Brookfield, DV-E viscometer. Viscosidad min 1cP, Máx 2M cP, 0.1-100 RPM. Incertidumbre: ± 1% torque (500cP)</p>	<p>Utilizado en la determinación de viscosidad de las mermeladas.</p>
Incubadora		<p>Precisión. Incubator. Cat No. 5122108g. Serial No. 602021172. UL. Temp: Amb + 5°C hasta 65°C. 120 Volts, 15° Watts, 1Ph, 1.3 Amps, 50/60 Hz.</p>	<p>Utilizada en el análisis microbiológico (35°C)</p>

Fuente: propia (2017)

Tabla 5 Utensilios y cristalería

UTENSILIO/ CRISTALERÍA	IMAGEN	USO
<p>Probeta</p> <p>100 ± 0.05 mL</p>		<p>Utilizada para tomar cantidad de agua necesaria para hidratación de semilla, precipitación de mucílago, desinfección de fresas y preparación de mermelada.</p>
<p>Beacker</p> <p>600 ± 25mL</p>		<p>Utilizado en proceso de extracción de mucílago.</p>
<p>Espátula</p>		<p>Utilizada para remover residuos sólido de centrifugación.</p>
<p>Beacker</p> <p>1000 ± 25mL</p>		<p>Utilizado en proceso de extracción de mucílago.</p>
<p>Beacker</p> <p>250 ± 12.5mL</p>		<p>Utilizado en proceso de extracción de mucílago.</p>
<p>Erlenmeyer</p>		<p>Utilizado para instalación de equipo de filtración requerido en la extracción.</p>

Fuente: propia (2017)

UTENSILIO/ CRISTALERÍA	IMAGEN	USO
Embudo		Utilizado para instalación de equipo de filtración requerido en la extracción.
Vidrio de reloj		Utilizado para contener extracto húmedo y determinar su peso.
Bandejas para horno deshidratador		Utilizadas para proceso de secado de extracto.
Mortero y pistilo		Utilizados en molienda de extracto de mucílago seco.
Tabla para picar		Utilizada para remover hojas a fresas y trocearlas.
Cuchillo		Utilizada para remover hojas a fresas y trocearlas.
Olla pequeña		Utilizada para elaboración de mermelada de fresa.
Paleta		Utilizada para elaboración de mermelada de fresa.

Fuente: propia (2017)

UTENSILIO/ CRISTALERÍA	IMAGEN	USO
Frascos de vidrio		Utilizada para contener mermelada de fresa.
Mechero Bunsen		Utilizado en la siembra durante el análisis microbiológico.
Pipeta 10 ± 0.05mL		Utilizadas para sembrar las muestras para su análisis microbiológico.
Cajas Petri		Utilizadas para sembrar las muestras para su análisis microbiológico.
Tubos de ensayo		Utilizados para sembrar muestra para su análisis microbiológico

Fuente: propia (2017)

Tabla 6 Medios de cultivo para pruebas microbiológicas

MEDIO DE CULTIVO	DESCRIPCIÓN	USO
Recuento total	15 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para la identificación de colonias de microorganismos
Chromocult	15 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para la identificación de bacterias Coliformes

MEDIO DE CULTIVO	DESCRIPCIÓN	USO
Agar Papa Dextrosa	15 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para la identificación de mohos y levaduras.
Manitol Sal	15 ml cultivo por caja Petri	Utilizado para la identificación de <i>Staphylococcus aureus</i> .
Flourocult	9 ml cultivo por tubo de ensayo	Utilizado para la identificación de <i>E. Coli</i> y Coliformes

Fuente: propia (2017)

Tabla 7 Químicos a utilizar para pruebas

REACTIVO	DESCRIPCIÓN	USO
Etanol	Al 98%, grado analítico	Precipitación de fibra en extracción de mucílago
Reactivo de Kovaks	Uso para laboratorio y análisis	Determinación de <i>E. Coli</i> en Flourocult.

Fuente: propia (2017)

Figura 1 Encuesta a utilizar para análisis de perfilamiento sensorial

Nombre _____ Fecha _____

Nombre del producto _____

Frente a usted hay una muestra de mermelada de fresa, la cual debe observar, probar y evaluar de acuerdo a cada uno de los atributos mencionados.

Marque con una X sobre la casilla de acuerdo a la intensidad de percepción (1 = poco, 5 = mucho)

Atributo	Intensidad de percepción				
	1	2	3	4	5
Color					
Brillante					
Rojo					
Aroma					
Acido					
Afrutado					
Textura					
Gomoso					
viscosidad					
Sabor					
Dulce					
Regusto					

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS!

Fuente: propia (2017)

Figura 2 Encuesta de ordenamiento a utilizar para análisis sensorial de aceptabilidad

Nombre _____ Fecha _____

Nombre del producto _____

Frente a usted hay cuatro muestras de mermelada de fresa que usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de aceptación general.

Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

MUESTRA

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

COMENTARIOS:

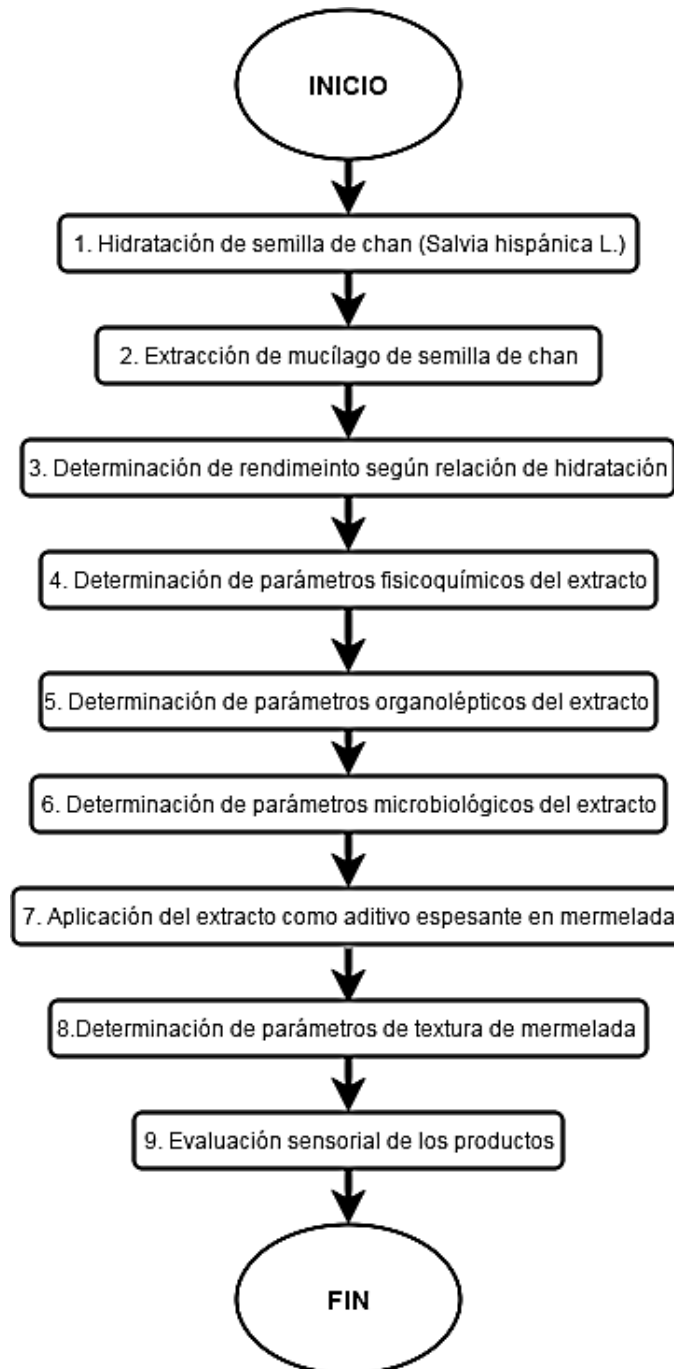
¡MUCHAS GRACIAS!

Fuente: propia (2017)

3.3. Procedimiento

3.3.1. Diagrama del proceso del estudio de investigación

Diagrama 1 Proceso del estudio de investigación



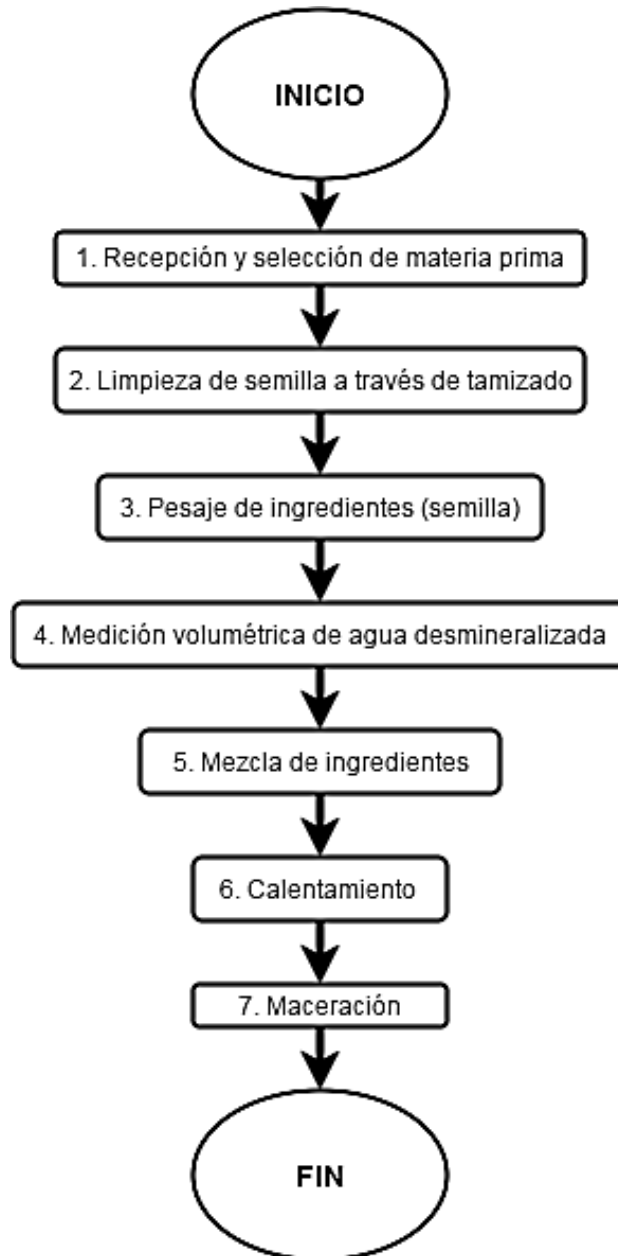
Fuente: propia (2017)

Procedimiento del estudio de investigación

1. Hidratación de semilla de chan (*Salvia hispánica* L.): se hidrató la semilla de chan para facilitar extracción del mucílago.
2. Extracción de mucílago de semilla de chan: se extrajo el mucílago de la semilla de chan por medio de solventes haciendo uso de maceración.
3. Determinación de rendimiento según relación de hidratación: se determinó el rendimiento de la materia prima (semilla) a partir del producto obtenido de las distintas relaciones de hidratación.
4. Determinación de parámetros fisicoquímicos del extracto: se determinaron los parámetros fisicoquímicos de humedad, pH, densidad y tiempo de disolución del extracto.
5. Determinación de parámetros organolépticos del extracto: se determinaron los parámetros organolépticos de color del extracto.
6. Determinación de parámetros microbiológicos del extracto: se determinaron los parámetros microbiológicos del extracto a través del sembrado y recuento en agar recuento total, agar papa dextrosa, agar Chromocult, agar manitol sal y caldo de Flourocult.
7. Aplicación del extracto como aditivo espesante en mermelada: se aplicó el extracto en las distintas formulaciones de mermelada de fresa como espesante.
8. Determinación de parámetros de textura de mermelada: se determinaron los parámetros de textura de consistencia y viscosidad de las distintas formulaciones de mermelada de fresa.
9. Evaluación sensorial de los productos: se realizó un perfilamiento sensorial de los productos y determinar su aceptación.

3.3.2. Diagramas específicos

Diagrama 2 Proceso de hidratación de semilla de chan (Salvia hispánica L.)

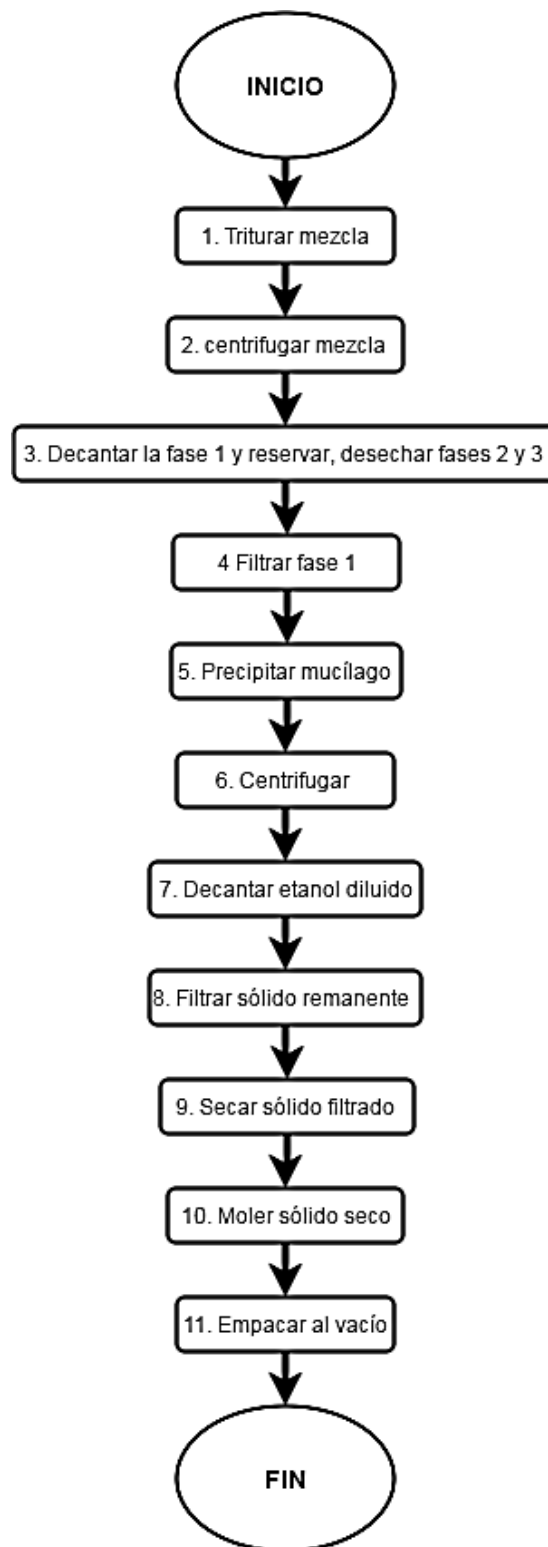


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de hidratación de semilla de chan (*Salvia hispánica* L.)

1. Recepción y selección de materia prima: se revisó calidad de las semillas y del agua desmineralizada para que ningún otro componente interfiera.
2. Limpieza de semilla a través de tamizado: se tamizó semilla para separar partículas de mayor o menor tamaño, no pertenecientes a la semilla.
3. Pesaje de ingredientes (semillas): se pesaron las semillas para cada relación de hidratación por separado, tarando la balanza luego de colocar el recipiente que lo contendría. Se revisó el uso de las mismas unidades (g) y exactitud en procedimiento.
4. Medición volumétrica de agua desmineralizada: se midió la cantidad de volumen de agua necesario según la relación de hidratación a utilizar. Se debió hacer uso de utensilios de precisión y medidas con las mismas unidades (mL).
5. Mezcla de ingredientes: se agregó la semilla y el agua en un beacker suficientemente grande y se mezcló manualmente.
6. Calentamiento: se calentó la mezcla con apoyo de una estufa hasta 37°C y se mantuvo la temperatura durante 2 horas.
7. Maceración: se mantuvo agitación contante con ayuda de agitadores magnéticos, entre 3000 y 4000rpm y se dejó hidratar durante 2 horas.

Diagrama 3 Proceso de extracción de mucílago se semilla de chan

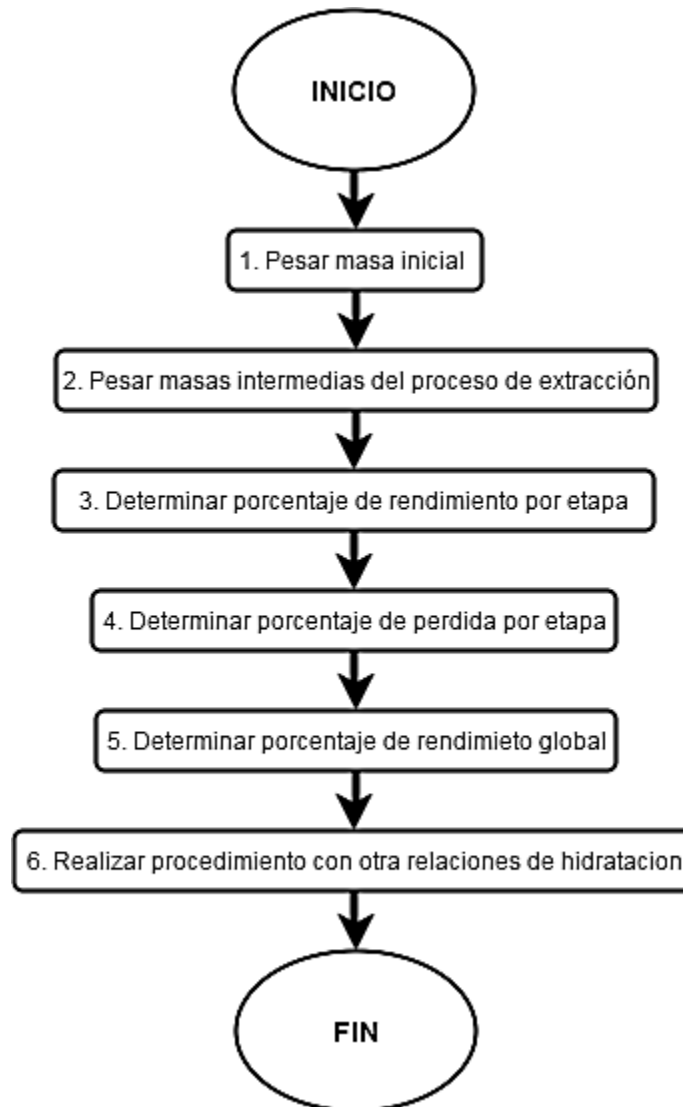


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de extracción de mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.)

1. Triturar a mezcla: con apoyo de una licuadora se trituró la mezcla durante 5 minutos. Se llevó la licuadora a la velocidad más alta para mejor extracción.
2. Centrifugar mezcla: se centrifugó la mezcla durante 10 minutos a 3000rpm.
3. Decantar fase 1 y reservar, desechar fases 2 y 3: se decantó la fase 1 y se reservó para su posterior precipitación, se descartaron las fases 2 y 3 ya que eran remanentes sólidos.
4. Filtrar fase 1: con ayuda de equipo de filtración al vacío se filtró la fase 1 haciendo uso de papel fieltro como medio de separación. Este proceso ayuda a separar posibles sólidos presentes.
5. Precipitar mucílago: se precipitó la fibra soluble (mucílago) con etanol al 98% en una relación 1:3 (solución: etanol). Se hizo uso de equipo volumétrico lo más preciso posible según la cantidad de solución a precipitar.
6. Centrifugar: se centrifugó la solución precipitada durante 5 minutos a 3000rpm.
7. Decantar etanol diluido: se decantó la solución centrifugada y se separó el etanol diluido del sólido sedimentado.
8. Filtrar sólido remanente: para reducir humedad en sólido, se filtró y se hicieron 2 lavados de los recipientes con 5ml de etanol cada uno.
9. Secar sólido filtrado: se secó es sólido filtrado en un horno deshidratador durante 6 horas a 60°C.
10. Moler sólido seco: se molió con ayuda de un mortero y pistilo el sólido seco hasta obtener partículas lo más pequeñas posibles.
11. Empacar al vacío: haciendo uso de bolsas de polietileno, se empacó el polvo seco y se selló al vacío para que el producto no absorbiera humedad.

Diagrama 4 Proceso de determinación de rendimiento según relación de hidratación



Fuente: propia (2017)

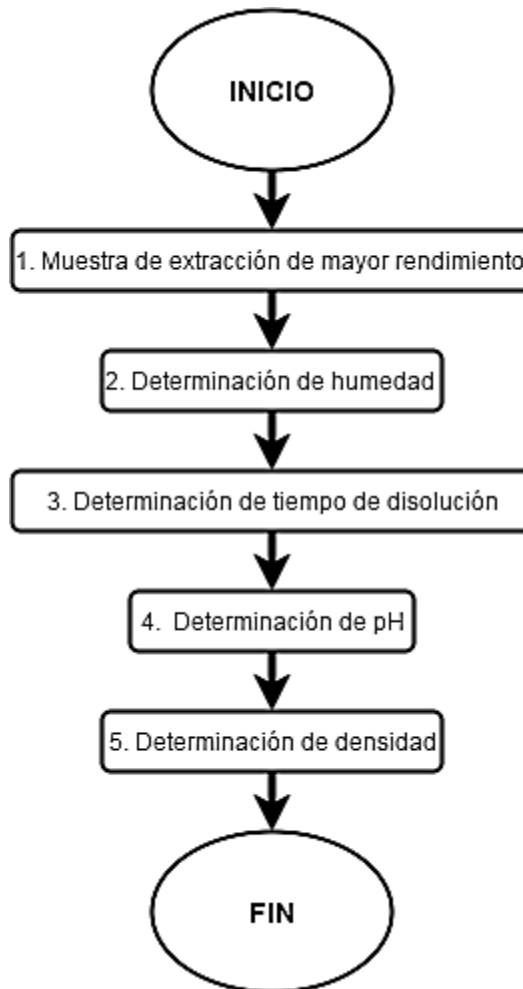
Procedimiento de determinación de rendimiento según relación de hidratación

1. Pesar masa inicial: se pesó la masa de semilla de chan que entró al proceso de hidratación. Se consideraron las incertidumbres, preferiblemente se debió utilizar el mismo equipo para todas las masas.
2. Pesar masas intermedias del proceso de extracción: se pesaron masas de entrada y salida de todas las etapas de extracción (trituration,

centrifugación, decantación, filtración, precipitación, centrifugación, decantación, filtración, secado y molienda). Se consideró el peso de utensilios utilizados para el pesaje, tarar.

3. Determinar porcentaje de rendimiento por etapa: de acuerdo a las masas de entrada y salida por etapa, se determinaron los rendimientos.
4. Determinar porcentaje de rendimiento global: se determinó el rendimiento global con masa inicial y final de todo el proceso.
5. Realizar procedimiento con otras relaciones de hidratación: se realizó el mismo proceso con todas las relaciones de hidratación (1:10, 1:20 y 1:30).

Diagrama 5 Proceso de determinación de parámetros fisicoquímicos

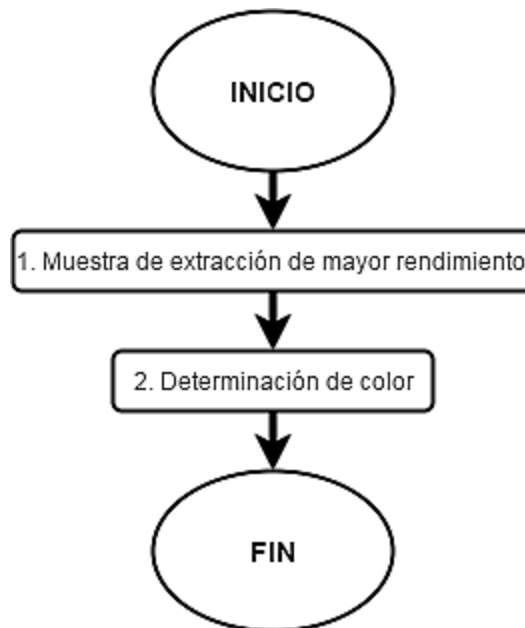


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de determinación de parámetros fisicoquímicos

1. Muestra de extracción de mayor rendimiento: se apartaron 5 gramos de extracto de mucílago seco que se quería analizar.
2. Determinación de humedad: con el uso de una balanza de humedad, se realizó la medición de porcentaje humedad (%m), previamente se taró la misma, colocándola en 0.00g con el plato de aluminio dentro.
3. Determinación de tiempo de disolución: con el uso de una estufa y agitadores magnéticos, se cronometró el tiempo necesario para la dilución de una mezcla de agua y extracto al 2% a 45°C.
4. Determinación de pH: con el uso del potenciómetro, se realizó la medición de pH; previamente se había calibrado el mismo.
5. Determinación de densidad: con ayuda de una espátula, se llenó 1 ml de volumen en una probeta y se pesó luego la masa contenida en él. Posteriormente con ayuda de la ecuación de la densidad, se calculó la densidad de la muestra (g/ml).

Diagrama 6 Proceso de determinación de parámetros organolépticos

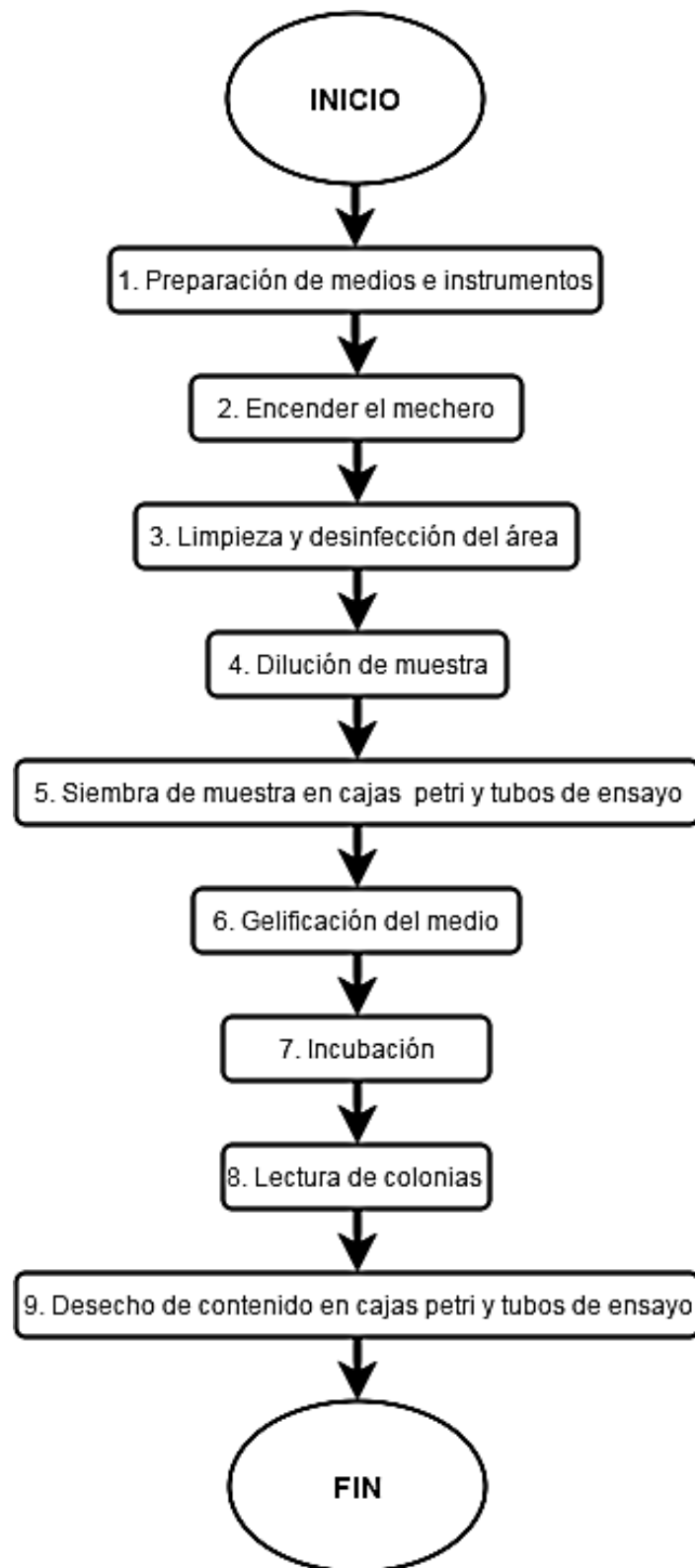


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de determinación de parámetros organolépticos

1. Muestra de extracción de mayor rendimiento: se apartaron 5 gramos de extracto de mucílago seco que se quiera analizar.
2. Determinación de color: haciendo uso del método escala de Munsell se determinó el tono, valor y saturación o croma del polvo de extracto seco.

Diagrama 7 Proceso de determinación de parámetros microbiológicos

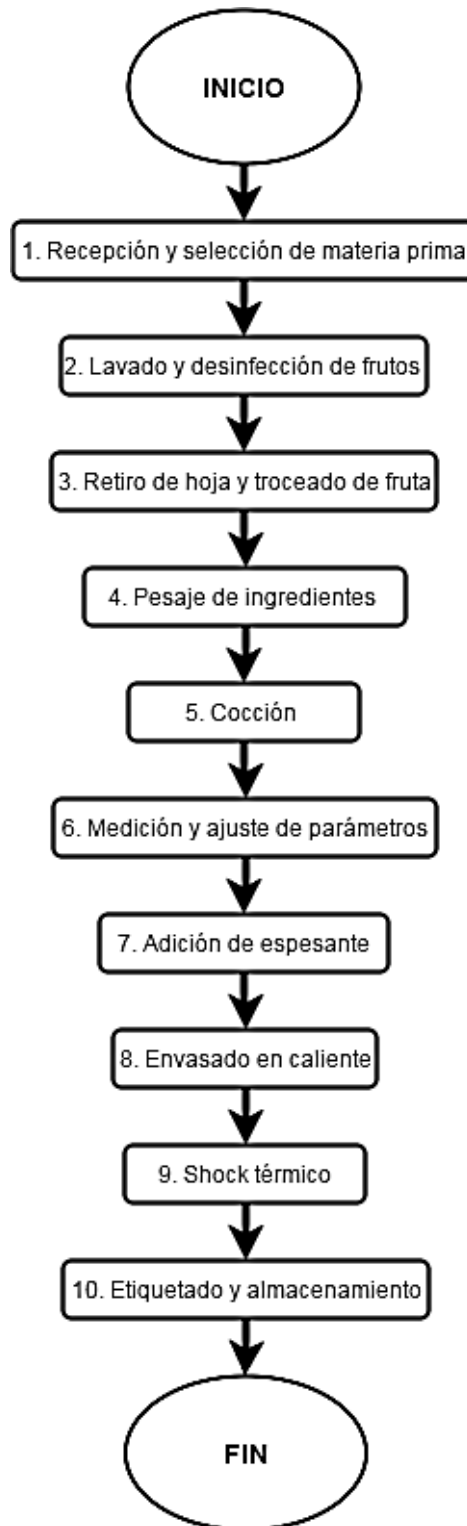


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de determinación de parámetros microbiológicos

1. Preparación de medios e instrumentos: se prepararon en un ambiente estéril los instrumentos a utilizar, se calentaron los medios a utilizar (Recuento total, Agar papa dextrosa, Manitol sal, Cromocult y Flourocult) y el agua peptonada. Se desinfectaron cajas Petri y pipetas.
2. Encender el mechero: se encendió el mechero para evitar contaminación del ambiente en el sembrado.
3. Limpieza y desinfección del área: se limpió haciendo uso de etanol al 70%, la mesa y los demás utensilios a utilizar (vidrio de reloj, espátula, etc.).
4. Siembra de muestra en cajas Petri y tubos de ensayo: se agregó la muestra diluida en cada caja y tubo (1mL), se añadieron 15 ml del medio, se cerraron las cajas o tubos y se homogenizó moviendo las cajas en forma de ocho.
5. Gelificación del medio: se esperó hasta a que el medio gelificara y se voltearon las cajas para evitar condensación.
6. Incubación: se incubó durante 48 horas, en incubadora a 35°C.
7. Lectura de colonias: al cabo las 48 horas, se analizaron las cajas Petri, verificando si hubo crecimiento de colonia dentro de la misma. De haber contaminación, se contabilizaron las manchas o puntos. En el caso de los tubos, se añadieron 3 gotas de reactivo de Kovaks, en caso de presencia de anillo rojo de indol realizar prueba en agar Flourocult.
8. Desecho de contenido en caja petri y tubos de ensayo: se desechó todo el contenido en un lugar apropiado para frenar la función del medio.

Diagrama 8 Proceso de aplicación del extracto como aditivo espesante en mermelada

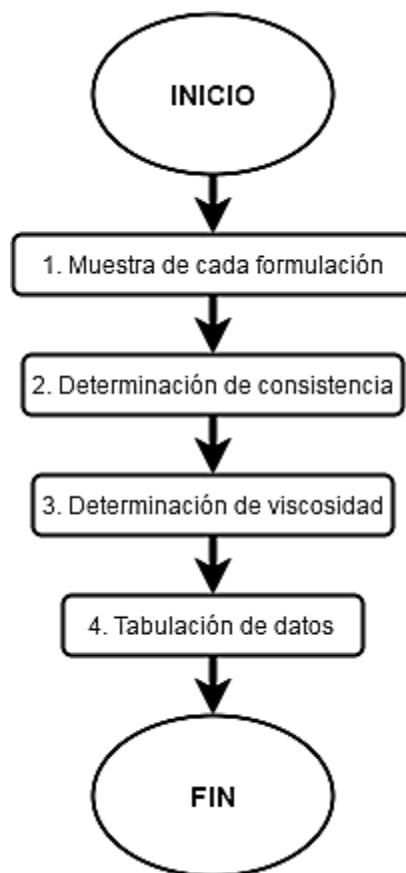


Fuente: propia (2017)

Procedimiento de aplicación del extracto como aditivo espesante en mermelada

1. Recepción y selección de materia prima: se revisó la calidad de las fresas y verificar empaque del azúcar (sellado) y agua potable.
2. Lavado y desinfección de frutos: se lavaron las fresas con agua y se dejaron reposar en agua clorada (5ppm) durante 5 minutos.
3. Retiro de hoja y troceado de fruta: haciendo uso de una tabla y un cuchillo se retiró la hoja de la fresa y desecharla. Se troceo posteriormente la fresa a la mitad.
4. Pesaje de ingredientes: se pesó cada ingrediente por separado, tarando la balanza luego de colocar el recipiente que lo contendría. Se chequeó que los pesajes se realizaran con exactitud y con la misma unidad de medida.
5. Cocción: se trasladaron los ingredientes (fresa, azúcar y agua) a una olla de acero inoxidable y se llevaron a ebullición durante 23 minutos para que las fresas se ablanden.
6. Medición y ajuste de parámetros: se midieron los parámetros de pH y °Bx, no fue necesario agregar ácido cítrico para alcanzar pH entre 3 y 3.8; y se adicionó azúcar hasta alcanzar 68°Bx.
7. Adición de espesante: se mantuvo el producto a temperatura de ebullición (97°C aprox.) para adicionar el extracto de mucílago o pectina en forma de lluvia y revolver constantemente durante 5 minutos.
8. Envasado en caliente: se apagó el fuego de la estufa y con la mermelada aún caliente, se envasó en frascos de vidrio y sellar manualmente.
9. Shock térmico: se llevaron los frascos sellados inmediatamente a agua fría y se dejaron enfriar completamente, evitando la zona de peligro para microorganismos termófilos y mesófilos.
10. Etiquetado y almacenamiento: se etiquetó cada frasco de acuerdo a su contenido y llevar a almacenamiento.

Diagrama 9 Proceso de determinación de parámetros de textura de mermelada



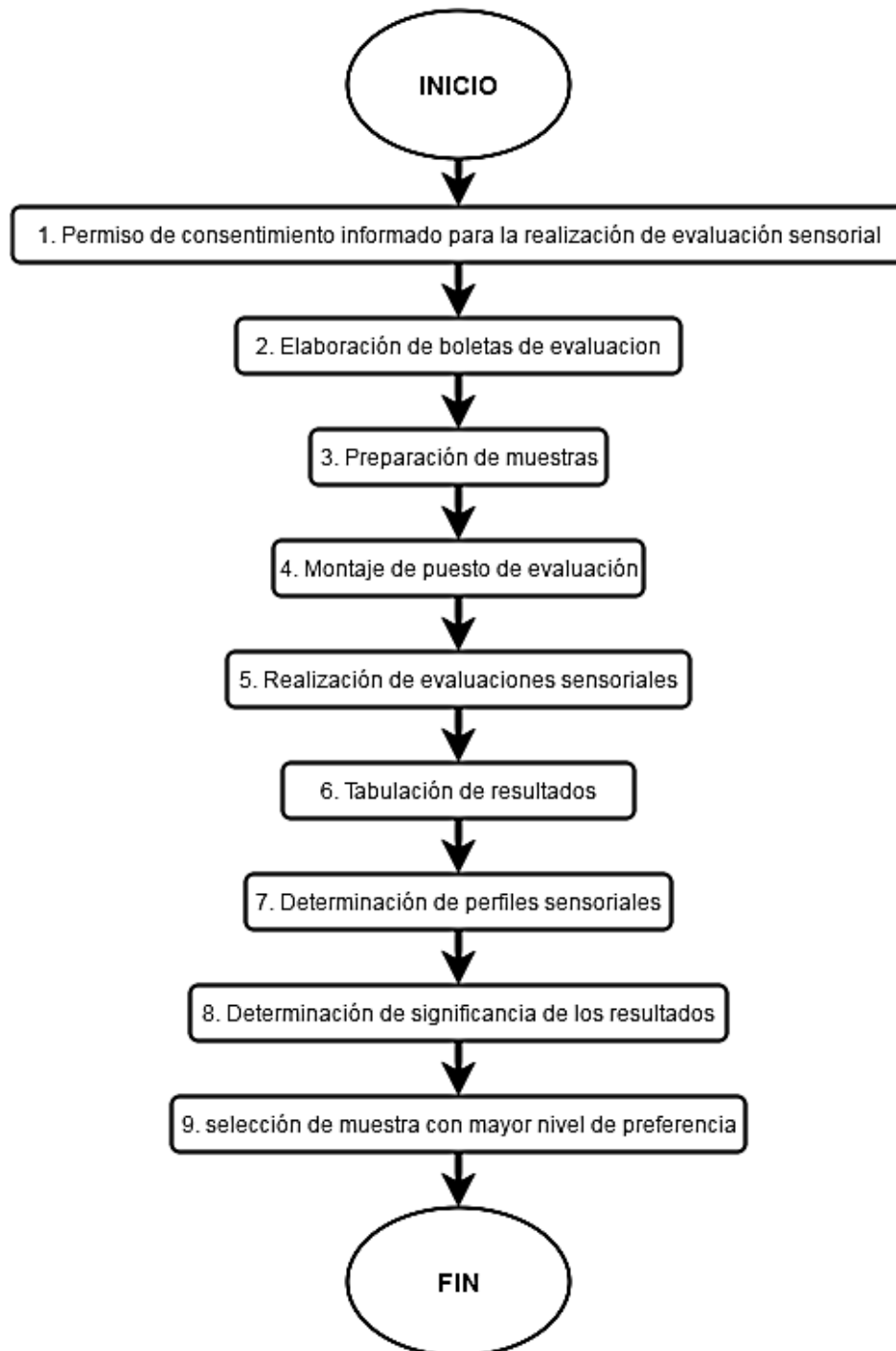
Fuente: propia (2017)

Procedimiento de determinación de parámetros de textura de mermelada

1. Muestra de cada formulación: se apartaron 500 ml del producto que se querían analizar (mermelada de fresa con 0, 0.1, 0.2, 0.3% de extracto de mucílago de semilla de chan, mermelada de fresa con 0.2% de pectina).
2. Determinación de consistencia: con el uso del consistómetro Endecotts, se realizaron mediciones de distancia recorrida de un volumen de 216 ml en un tiempo de 30s y 120s.
3. Determinación de viscosidad: con el uso del viscosímetro Brookfield DV-E, realizar medición de viscosidad con el spindle 64 a 1rpm, tomar en cuenta el porcentaje de torque indicado.

4. Tabulación de resultados: se ingresaron los resultados para comprar los parámetros contra productos (mermeladas de fresa) del mercado.

Diagrama 10 Evaluación sensorial de los productos



Fuente: propia (2017)

Procedimiento de evaluación sensorial

1. Permisos para realización de evaluación sensorial: se solicitó al catedrático responsable de los alumnos del curso de evaluación sensorial autorización y permiso para realizar evaluación sensorial.
2. Elaboración de boletas de evaluación: se realizaron las boletas tomando en cuenta que las pruebas son una discriminativa y otra afectiva.
3. Preparación de muestras: se elaboraron y envasaron 248 muestras, de las cuales 62 son formulación A, 62 formulación B, 62 formulación C y 62 formulación D. Se codificaron los envases, según una lista de número aleatorios.
4. Montaje de puesto de evaluación: se colocaron de forma organizada las distintas muestras, el agua y las boletas; esto para evitar confusiones o manipulación al momento de realizar la evaluación.
5. Realización de evaluaciones sensoriales: se procedió a realizar las evaluaciones de forma ordenada. A cada persona se le entregó: una muestra de la fórmula A, una de la formula B, una de la formula C, una de la fórmula D, un vaso de agua, una boleta de evaluación y un lapicero.
6. Tabulación de resultados: se tabularon los resultados obtenidos y se contabilizaron.
7. Determinación de significancia de los resultados: en base a la tabla de significancia, se determinó si el resultado obtenido demuestra si hay preferencia significativa.
8. Selección de muestra con mayor nivel de preferencia: luego del análisis de resultados, se seleccionó la muestra con mayor aceptación para determinar parámetros de aplicación de extracto de mucílago de semilla de chan.

3.4. Diseño y metodología estadística

3.4.1. Diseño experimental

Tabla 8 Experimentos, diseño experimental

EXPERIMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES
Experimento #1	Extracción del mucílago	Extraer con solvente el mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.).	Relación de hidratación.	Duplicado, 3 relaciones de hidratación
Experimento #2	Caracterización del extracto de mucílago	Caracterizar fisicoquímica, microbiológica y organolépticamente el extracto de semilla de chan (Salvia hispánica L.).	Mejor rendimiento a partir de relación de hidratación.	Triplicado
Experimento #3	Aplicación del mucílago como aditivo espesante	Aplicar el extracto de mucílago de la semilla de chan (Salvia hispánica L.) en mermelada de fresa a 3 distintas concentraciones.	Porcentaje de concentración de mucílago y pectina aplicado.	Duplicado, 4 porcentajes de concentración aplicados
Experimento #4	Análisis sensorial	Evaluar sensorialmente la aceptación de la mermelada.	Mermelada con mejores valores de consistencia obtenidos.	Según tamaño de muestra evaluada (50 jueces) 8: panel entrenado; 42: consumidores

Experimento #5	Determinación de costos	Se evaluará la materia prima utilizada.	Cantidad de materia prima.	Único dato
----------------	-------------------------	---	----------------------------	------------

Fuente: propia (2017)

3.4.2. Descripción de la unidades experimentales

- Semilla de chan (Salvia hispánica L.) utilizada en la extracción.
- Extracto del mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.), que se caracterizará fisicoquímica, microbiológica y organolépticamente.
- Mermeladas que se elaborarán variando su porcentaje de concentración de extracto de mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.) y pectina para la determinación de consistencia.
- Encuestas del análisis sensorial, con la cuales se obtendrán los resultado de las pruebas de aceptabilidad realizadas.
- Extracto con mayor rendimiento, con el cual se determinarán los costos promedios de materia prima, por kg de producto producido.

3.4.3. Variable respuesta

Para cada uno de los experimentos se obtuvo resultados determinantes, los cuales se evaluaron por medio de mediciones con equipos de laboratorio u otros métodos de análisis. Cada valor corresponde a un análisis distinto y entre ellos tienen igual importancia ya que son necesarios la sustitución de la pectina y los parámetros de aplicación y son útiles para estandarizar la formulación y el procedimiento.

Las variables de respuesta para cada uno de los cinco experimentos se detallan a continuación.

Tabla 9 Experimentos, variables respuesta

EXPERIMENTOS	NOMBRE	VARIABLES DE RESPUESTA
Experimento #1	Extracción del mucílago	Porcentaje de rendimiento Balance de masa del proceso.
Experimento #2	Caracterización del extracto de mucílago	Fisicoquímicas: pH, porcentaje de humedad, densidad (g/ml), tiempo de disolución. Microbiológicas: recuento total, mohos y levaduras, <i>Coliformes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> . Organolépticas: color.
Experimento #3	Aplicación del mucílago como aditivo espesante	Consistencia, viscosidad.
Experimento #4	Análisis sensorial	Perfil sensorial y aceptación de mermeladas a distinta concentración de pectina y extracto de mucílago.
Experimento #5	Determinación de costos	Costo promedio de materia prima por kg de mucílago producido.

Fuente: propia (2017)

3.4.4. Metodología de análisis

Este análisis se basa en el diagrama del proceso de estudio de investigación, el cual engloba los distintos experimentos que se realizaron.

Cálculo de incertidumbre estándar: este es llamado error sistemático y es el error que se obtiene por medio de la incertidumbre de los equipos y utensilios utilizados en el procedimiento.

Ecuación 2 Incertidumbre

$$u = \frac{ie}{2}$$

Dónde:

u = Incertidumbre del equipo

ie = margen de error del fabricante (mínimo valor de medición)

a. Experimento 1 Extracción del mucílago

Se toma los pesos del inicio y fin de cada etapa y para obtener un valor promedio de dichos pesos se realiza el cálculo de la media aritmética.

Ecuación 3 Promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = Sumatoria de los valores (g)

n = Cantidad de valores evaluados

b. Experimento 2 Caracterización del extracto de mucílago

Se tomaron datos por triplicado de cada parámetro y para obtener un valor promedio de dichas mediciones se realiza el cálculo de la media aritmética.

Ecuación 4 Promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = Sumatoria de los valores (g)

n = Cantidad de valores evaluados

Como parte de los análisis se debió calcular la densidad del producto, para lo que se hizo uso de la siguiente ecuación.

Ecuación 5 Densidad

$$\rho = m/v$$

Dónde:

ρ =Densidad

m = masa

v = volumen

c. Experimento 3 Aplicación del mucílago como aditivo espesante

Tomando en cuenta que 100% es el valor del producto final, se determinaron los porcentajes de cada ingrediente para así obtener la formulación exacta del producto.

Ecuación 6 Porcentaje

$$I_a = \frac{M}{\sum M} * 100$$

Dónde:

I_a = Porcentaje (%) del ingrediente a en la fórmula

M = Masa (g) del ingrediente a

$\sum M$ = Sumatoria de los ingredientes (g)

d. Experimento 4 Análisis sensorial

Se realizaron dos tipos de evaluaciones sensoriales, donde la primera requirió de la determinación de la media aritmética de los datos de los panelistas para su posterior representación gráfica.

Ecuación 7 Promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = Sumatoria de los valores (g)

n = Cantidad de valores evaluados

Por otra parte las evaluaciones sensoriales de tipo afectivas requirieron de la suma y la resta, además de la siguiente 2 ecuaciones.

Ecuación 8 Friedman

$$X_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum R_j^2 - 3(k+1)$$

Dónde:

N = Número de filas o bloques

k = Número de tratamientos

R_j = Es la suma de los rangos de la j -ésima columna

e. Experimento 5 Determinación de cotos

Se toma los pesos del inicio y fin de cada etapa del extracto con relación de hidratación de mayor rendimiento y para obtener un valor promedio de dichos pesos se realiza el cálculo de la media aritmética.

Ecuación 9 Promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio

$\sum xi$ = Sumatoria de los valores (g)

n = Cantidad de valores evaluados

Posteriormente se debe calcular el precio promedio por kg producido, por lo que se realiza una regla de tres.

Ecuación 10 Regla de tres

$$Y = \frac{C_{MP}}{\bar{x}} * 1000$$

Dónde:

Y = Costo promedio por 1000g (1Kg) de extracto

\bar{x} = Promedio obtenido a partir de ecuación no. 6

C_{MP} = Costo de materia prima

IV. Presentación y análisis de resultados

4.1 Rendimiento

Los rendimientos obtenidos en base a la materia prima (semilla de chan) a partir de la relación de hidratación son los siguientes. La masa inicial para cada relación de hidratación fue de 50g de semilla de chan.

Tabla 10 Porcentajes de rendimiento

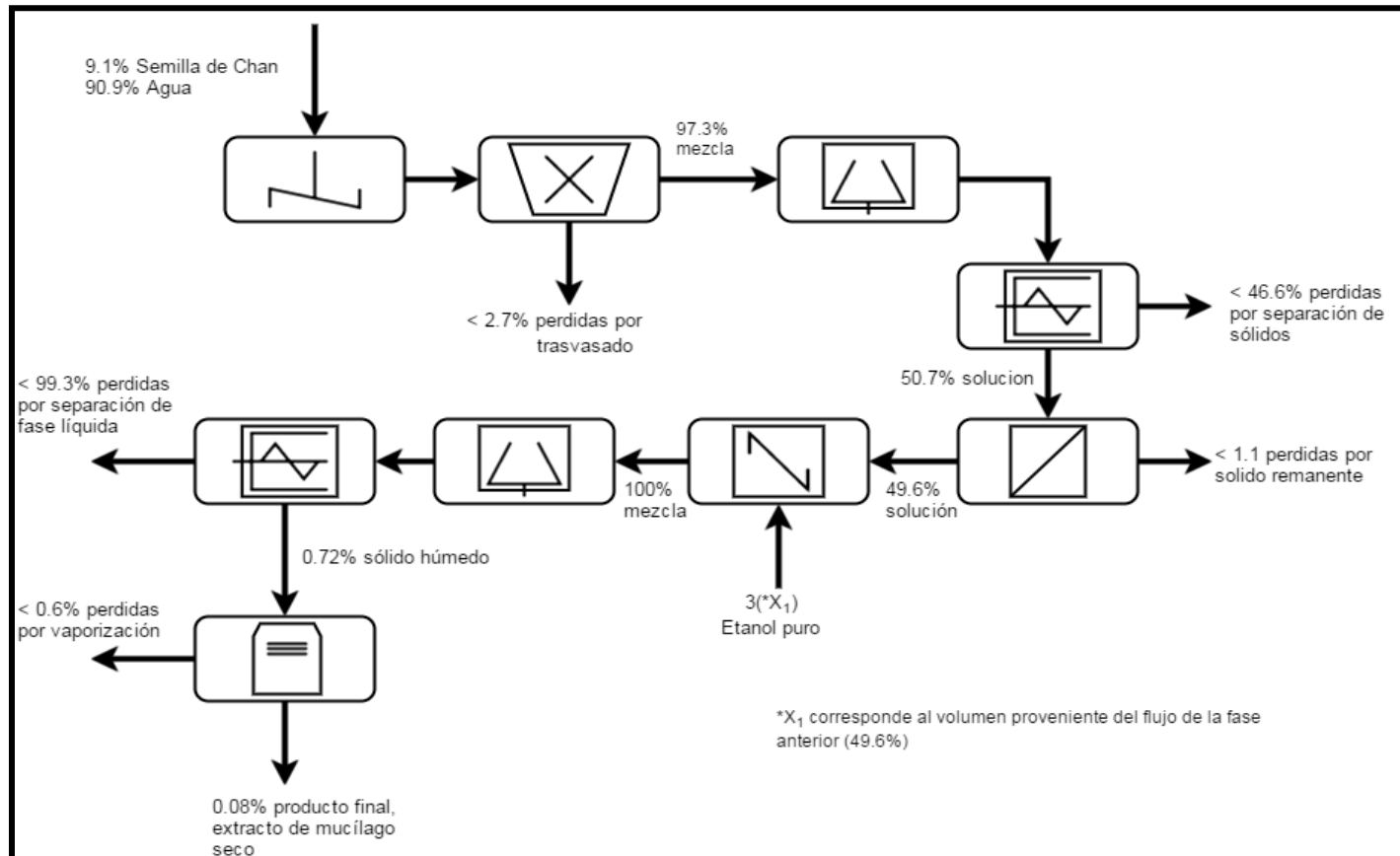
RELACIÓN DE HIDRATACIÓN	MASA FINAL	RENDIMIENTOS	RENDIMIENTO PROMEDIO
1:10	0.3 g	0.56%	0.52%
	0.28 g	0.6%	
	0.2 g	0.4%	
1:20	1.8 g	3.6%	3.67%
	1.6 g	3.2%	
	2.1 g	4.2%	
1:30	3.3 g	6.6%	6.27%
	3 g	6%	
	3.1 g	6.2%	

Fuente: propia (2017)

4.2 Balance de masa

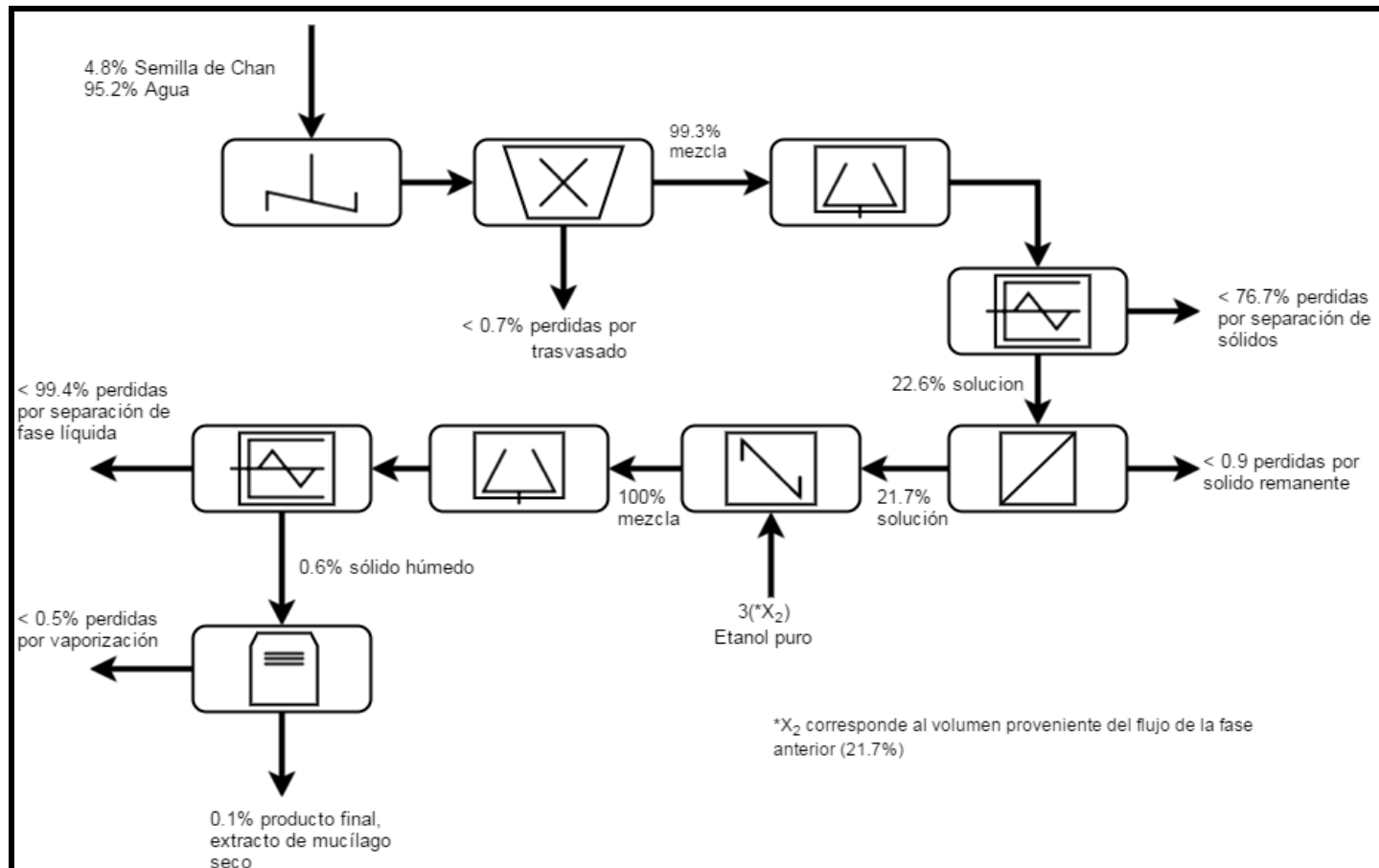
BASE 0.55 kg

Diagrama 11 Balance de masa de extracción de mucilago con relación de hidratación 1:10



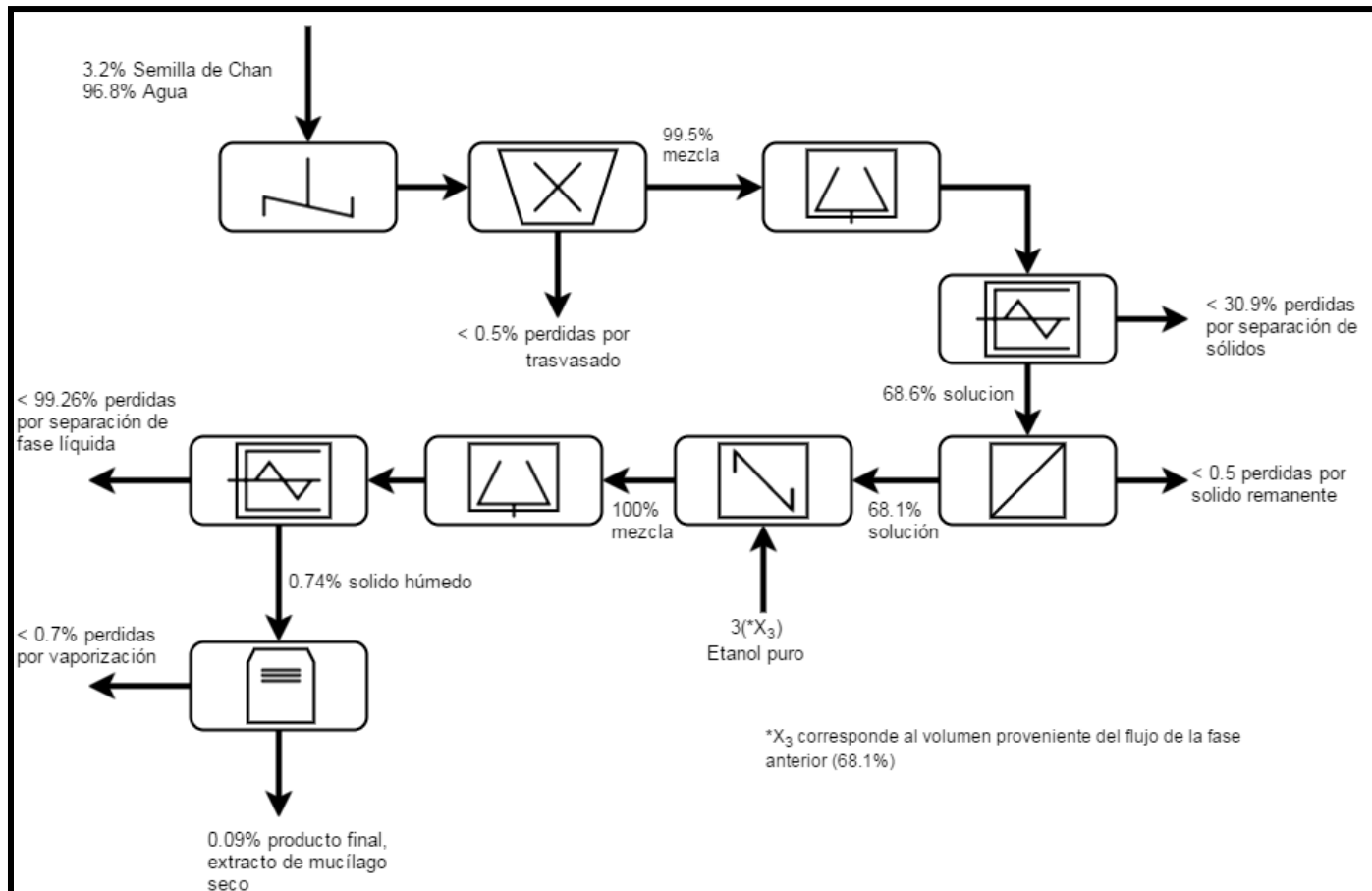
Fuente: propia (2017)

Diagrama 12 Balance de masa de extracción de mucílago con relación de hidratación 1:20



Fuente: propia (2017)

Diagrama 13 Balance de masa de extracción de mucilago con relación de hidratación 1:30



Fuente: propia (2017)

4.3 Caracterización del extracto

4.3.1 Parámetros fisicoquímicos

Tabla 11 pH

MEDICIÓN	pH	pH PROMEDIO
1	6.63	6.57
2	6.62	
3	6.47	

Fuente: propia (2017)

Tabla 12 Porcentaje de humedad

MEDICIÓN	% HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO
1	1.89%	1.88%
2	1.80%	
3	1.94%	

Fuente: propia (2017)

Tabla 13 Densidad

MEDICIÓN	DENSIDAD (g/ml)	DENSIDAD PROMEDIO (g/ml)
1	0.3904	0.3899
2	0.3898	
3	0.3894	

Fuente: propia (2017)

Tabla 14 Tiempo de disolución

MEDICIÓN	TIEMPO DE DISOLUCIÓN (s)	TIEMPO DE DISOLUCION PROMEDIO (s)
1	326	324.67
2	333	
3	318	

Fuente: propia (2017)

4.3.2 Parámetros microbiológicos

Debido a que el producto a analizar era un sólido, se analizó la dilución de 1g de extracto en 9ml de agua peptonada. Para el análisis microbiológico se utilizaron los siguientes medios de cultivo:

- Recuento total: se utiliza para la contabilización de colonia de microorganismos
- Chromocult: se utiliza para la detección de presencia de coliformes y *Escherichia Coli*.
- Manitol Sal: se utiliza para la detección de presencia de *Staphylococcus aureus*.
- Agar papa dextrosa: se utiliza para la detección de presencia de mohos y levaduras.
- Flourocult: se utiliza para la detección específica de presencia de *Escherichia Coli*.

Tabla 15 Parámetros microbiológicos

SEMBRADO	MEDIO DE CULTIVO	RESULTADO EN 1 G	*ESPECIFICACIÓN PECTINA
1	Recuento total	400 UFC	≤ 1000/g
2		460 UFC	
3		432 UFC	
1	Chromocult	Negativo	Ausencia en 1g
2		Negativo	
3		Negativo	
1	Manitol Sal	Negativo	Ausencia en 1g
2		Negativo	
3		Negativo	

SEMBRADO	MEDIO DE CULTIVO	RESULTADO EN 1 G	*ESPECIFICACIÓN PECTINA
1	Agar papa dextrosa	240 UFC	≤ 100/g
2		220 UFC	
3		252 UFC	
1	Flourocult	Negativo	Ausencia en 1g
2		Negativo	
3		Negativo	

Fuente: propia (2017)

*Especificación pectina: Anexo B: Ficha técnica pectina

4.3.3 Parámetros organolépticos

Tabla 16 Parámetros organolépticos

MUESTRA	DETERMINACIONES			
	ASPECTO	COLOR	OLOR	SABOR
Extracto de mucílago de semilla de chan (Salvia hispánica L.)	Polvo fino café claro	Café claro (10 YR 8/2)	Inodoro	Amargo característico

Fuente: propia (2017)

4.4 Formulaciones

❖ Mermelada de fresa

Se elaboraron 5 distintas mermeladas de fresa cuyas formulaciones son las siguientes.

Tabla 17 Formulaciones mermelada de fresa

INGREDIENTE	FORMULA 0	FORMULA A	FORMULA B	FORMULA C	FORMULA D
Fresa	34.6%	34.6%	34.6%	34.6%	34.5%
Azúcar	42.4%	42.3%	42.3%	42.3%	42.3%
Agua	23%	22.9%	23%	22.9%	22.9%
Pectina	-	0.2%	-	-	-
Extracto de mucílago	-	-	0.1%	0.2%	0.3%

Fuente: propia (2017)

Tabla 18 Parámetros de textura formulaciones

PARÁMETRO	FORMULA 0	FORMULA A	FORMULA B	FORMULA C	FORMULA D
Consistencia (cm/30s)	8.5	7.8	6.9	5.1	3.5
	10	5.1	5.5	5.6	2.6
	9	6.3	6	6.1	4.1
Consistencia media (cm/30s)	9.17	6.4	6.13	5.6	3.4
Viscosidad (cP)	-	169,000	175,600	287,900	334,700
	-	157,000	187,200	269,900	331,700
	-	170,000	166,200	260,300	316,700
Viscosidad media	-	165,333	176,333	272,700	327,700

Fuente: propia (2017)

Tabla 19 Parámetros de textura mermeladas comerciales

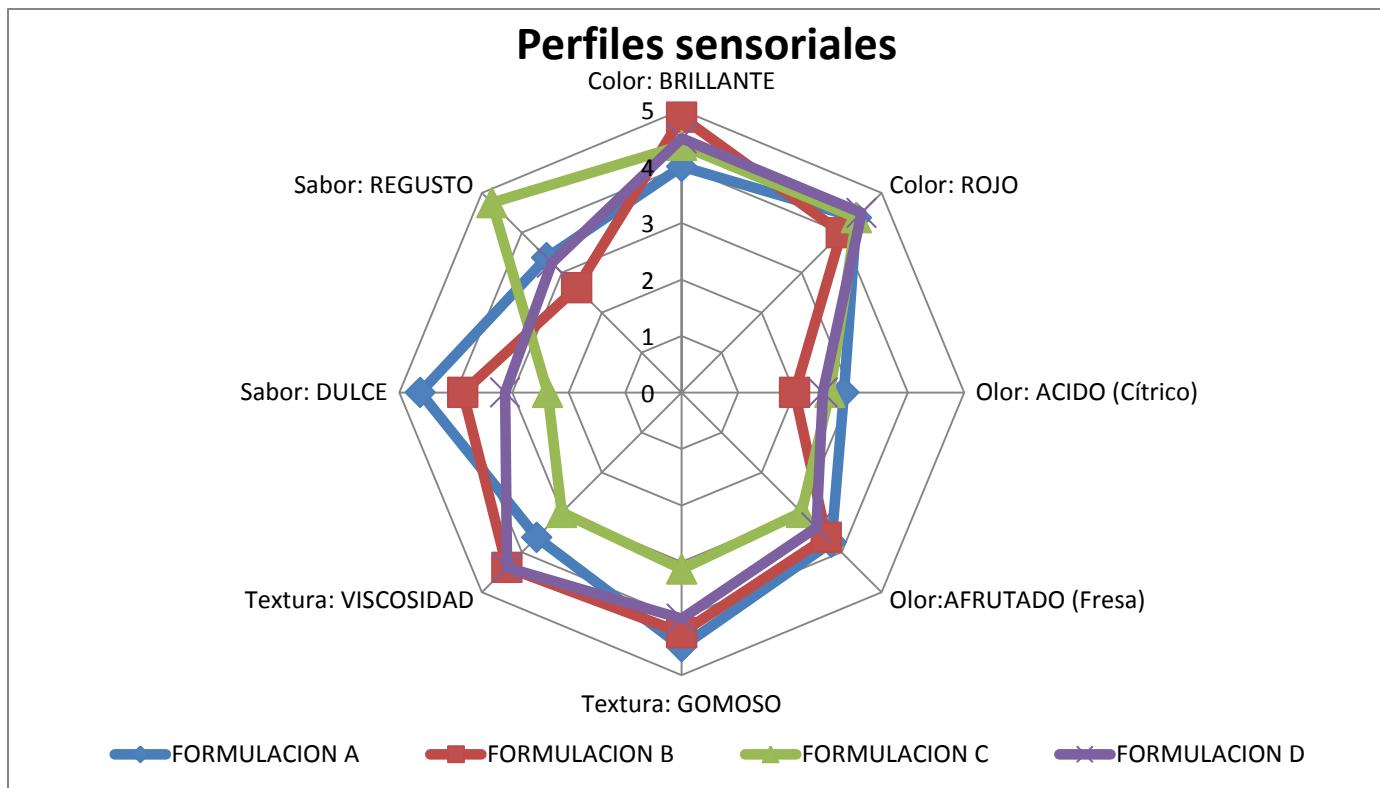
PARÁMETRO	COMERCIAL 1	COMERCIAL 2
Consistencia (cm/30s)	7.5	6.4
	6.5	6.6
	7.3	6.8
Consistencia media	7.1	6.6
Viscosidad (cP)	136,200	264,500
	136,800	280,100
	135,000	318,500
Viscosidad media	136,000	287,700

Fuente: propia (2017)

4.5 Análisis sensorial

Se realizaron dos tipos de evaluaciones sensoriales, donde la primera consistía en determinar el perfil sensorial de cada formulación, para lo que se utilizó un panel entrenado de 8 personas.

Gráfica 1 Perfiles sensoriales



Fuente: propia (2017)

El segundo tipo de evaluación buscaba determinar la aceptabilidad de una formulación con extracto de mucílago como espesante, sobre una formulación con pectina con la misma función. Para esto se hizo uso del mismo panel entrenado de 8 personas y otro de 42 madres de familia, debido a que son ellas quienes realizan las compras en el hogar.

Con respecto a los 8 panelistas entrenados, se evaluó la posible relación entre la aceptabilidad y los atributos evaluados. Como primer paso, es importante establecer la aceptabilidad general de las muestras, para lo que se hizo uso de la prueba ANOVA de Friedman, considerando el estadístico J^2 -cuadrado.

Tabla 20 ANOVA de Friedman panelistas entrenados

Grados de libertad	X_r^2
7	20.3

Fuente: propia (2017)

Por la tabla de significancia para el estadístico J^2 -cuadrado se nota que en el resultado si hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras ya que el valor calculado (X_r^2) es superior al F tabulado, no todas fueron aceptables para el panel entrenado, a excepción del nivel de probabilidad de 0.005.

Tabla 21 Tabla de significancia, 7 grados de libertad

Grados de libertad	Valores mínimos para establecer significancia		
	Nivel de probabilidad		
	0.05	0.01	0.005
7	14.1	18.5	20.3

Fuente: propia (2017)

El valor de X_r^2 para establecer una diferencia significativa estadísticamente a través de Ji-cuadrado para un intervalo de confianza del 95% debía ser mayor a 14.1, para un intervalo de confianza del 99% debía ser mayor 18.5 y para un intervalo de confianza de confianza del 99.5% debía ser mayor a 20.3. Por otra parte se debía determinar la significancia en la aceptabilidad individual entre muestras, para lo que se utilizó la prueba de Page.

Tabla 22 Resultado análisis sensorial, panelistas

MUESTRA	CÓDIGOS	TOTAL DE RANGOS
Formula A	973	21
Formula B	311	32
Formula C	679	9
Fórmula D	259	18

Fuente: propia (2017)

Tabla 23 Diferencia absoluta entre pares, panelistas

FÓRMULA	A	B	C	D
A		11	12	3
B			23	14
C				9
D				

Fuente: propia (2017)

Por la tabla de diferencias críticas absolutas de la suma de rango para comparaciones de “todos los tratamientos” ($p=1/2$) se logra apreciar que no hubo diferencia en los que respecta a la aceptabilidad de las fórmulas A y B, A y C, A y D, B y D, C y D. Por otra parte, la aceptabilidad de la formula B y C fue significativamente diferente, siendo C la menos aceptable.

Tabla 24 Tabla de significancia, 8 jueces

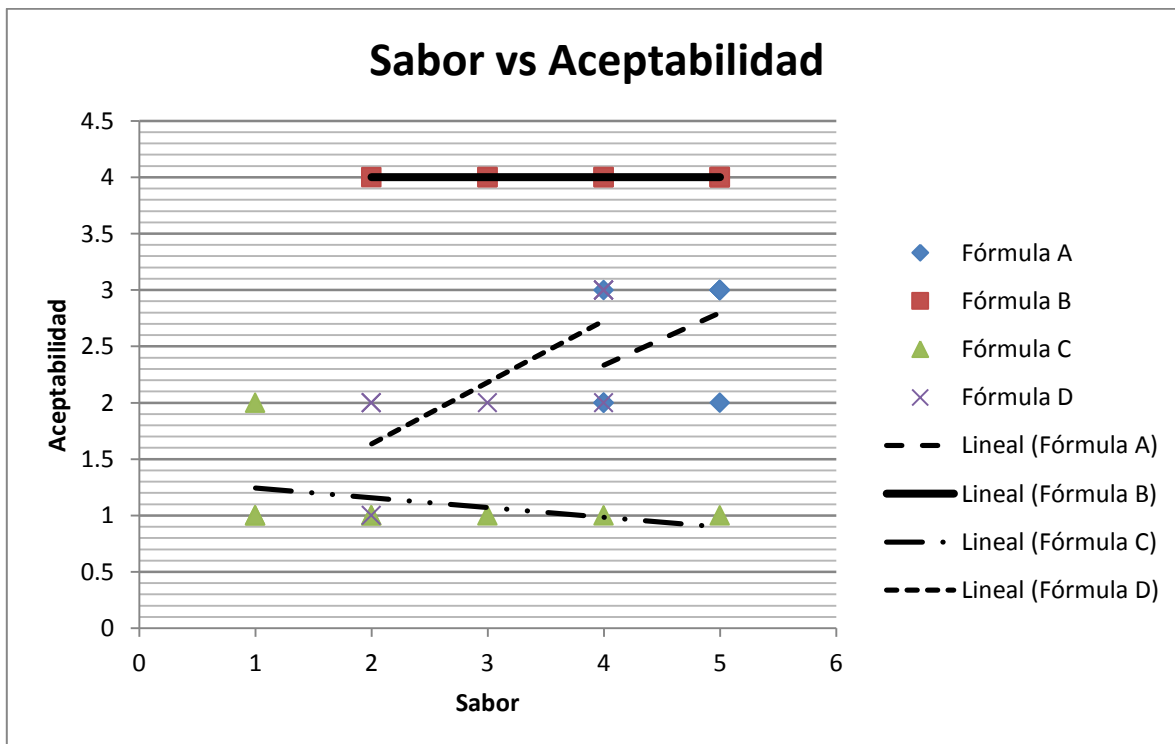
Número de juicios (jueces por set)	Mínimo de diferencia entre pares para establecer preferencia	
	Nivel de probabilidad	
	0.05	0.01
8	14	16

(Tabla de significancia para tests de ordenamiento $p= 1/2$)

La diferencia entre pares requerida para tener una significatividad estadística para un intervalo de confianza del 95% debía ser 14 y para un intervalo de confianza del 99% debía ser de 16.

A modo de determinar una posible relación entre los atributos de sabor y viscosidad evaluados; y la aceptabilidad, se trabajó una regresión lineal por cada uno, determinando el coeficiente de relación y la tendencia de cada linealidad.

Gráfica 2 Sabor vs Aceptabilidad



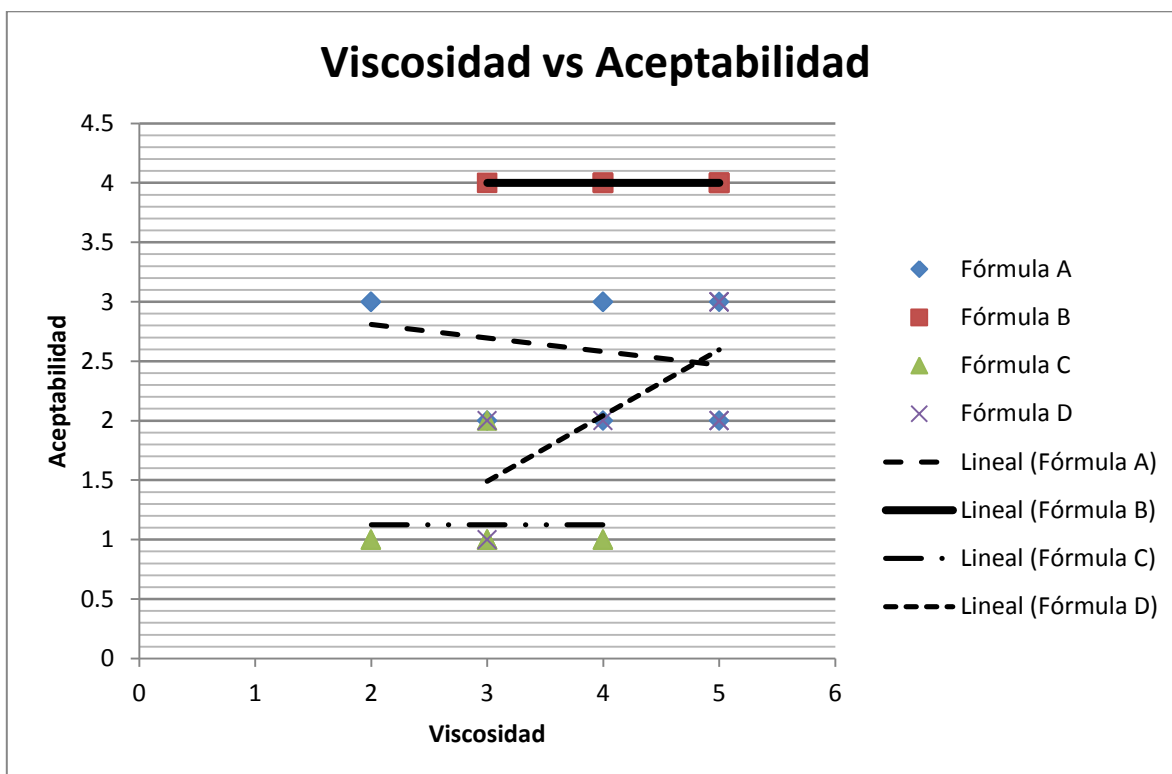
Fuente: propia (2017)

Tabla 25 Relación entre sabor y aceptabilidad por fórmula

Fórmula	Ecuación Lineal	Relación	Tendencia
A	$y = 0.4667x + 0.4667$	$R^2 = 0.2178$	+
B	$y = 4$	-	N/A
C	$y = -0.0866x + 1.3307$	$R^2 = 0.1361$	-
D	$y = 0.5455x + 0.5455$	$R^2 = 0.5844$	+

Fuente: propia (2017)

Gráfica 3 Viscosidad vs Aceptabilidad



Fuente: propia (2017)

Tabla 26 Relación entre viscosidad y aceptabilidad por fórmula

Fórmula	Ecuación Lineal	Relación	Tendencia
A	$y = -0.1139x + 3.038$	$R^2 = 0.0684$	-
B	$y = 4$	-	N/A
C	$y = 1.125$	-	N/A
D	$y = 0.5532x - 0.1702$	$R^2 = 0.5137$	+

Fuente: propia (2017)

Con respecto a los 42 panelistas del mercado objetivo, se evaluó la aceptabilidad y se determinó cual es la orientación del consumidor al momento de elegir según la aceptabilidad de la mermelada. Como primer paso, es importante establecer la aceptabilidad general de las muestras, para lo que se hizo uso de la prueba ANOVA de Friedman, considerando el estadístico JI- cuadrado.

Tabla 27 ANOVA de Friedman,

Grados de libertad	X_r^2
41	18.1

Fuente: propia (2017)

Por la tabla de significancia para el estadístico JI-cuadrado se nota que en el resultado no hay diferencia significativa ya que el valor calculado (X_r^2) es inferior al F tabulado por lo que no existe diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras, todas fueron aceptables.

Tabla 28 Tabla de significancia, 41 grados de libertad

Grados de libertad	Valores mínimos para establecer significancia		
	Nivel de probabilidad		
	0.05	0.01	0.005
49	57.2	65.5	69.3

(Tabla de significancia para estadístico JI- cuadrado)

El valor mínimo de X_r^2 para establecer una diferencia significativa estadísticamente a través de JI-cuadrado para un intervalo de confianza del 95% debía ser 57.2, para un intervalo de confianza del 99% debía ser 65.5 y para un intervalo de confianza de confianza del 99.5% debía ser 69.3. Por otra parte se

debía determinar la significancia en la aceptabilidad individual entre muestras, para lo que se utilizó la prueba de Page.

Tabla 29 Resultado análisis sensorial

MUESTRA	CÓDIGOS	TOTAL DE RANGOS
Formula A	973	127
Formula B	311	114
Formula C	679	100
Fórmula D	259	79

Fuente: propia (2017)

Tabla 30 Diferencia entre pares

FÓRMULA	A	B	C	D
A		13	27	48
B			14	35
C				21
D				

Fuente: propia (2017)

Por la tabla de diferencias críticas absolutas de la suma de rango para comparaciones de “todos los tratamientos” ($p=1/2$) se logra apreciar que no hubo diferencia en los que respecta a la aceptabilidad de las fórmulas A y C, B y C; y A y B, sientas esta últimas las más aceptables. Por otra parte, la aceptabilidad de las formulas A y D; y B y D fue significativamente diferente. Así también se observa que para las fórmulas C y D no hubo diferencia significativa en cuanto aceptabilidad, pero fueron las menos aceptables que las formulas A y B.

Tabla 31 Tabla de significancia, 42 jueces

	Mínimo de diferencia entre pares para establecer preferencia	
Número de juicios (jueces por set)	Nivel de probabilidad	
	0.05	0.01
42	31	37

(Tabla de significancia para tests de ordenamiento $p= 1/2$)

La diferencia entre pares requerida para tener una significatividad estadística para un intervalo de confianza del 95% debía ser 31 y para un intervalo de confianza del 99% debía ser de 37.

4.5 Determinación de costos

Por último se realizó una determinación de costos basado en la materia prima para la producción del extracto de mucílago de semilla de chan a nivel industrial, estimando los siguientes costos.

Tabla 32 Costo promedio

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Semilla de chan (Salvia hispánica L.)	Q35/libra	15.95kg	Q1229.5
Agua desmineralizada	Q16/18.9 Litros	478.5L	Q405.1
Etanol puro	Q42/galón	964.9L	Q10707.1
<i>Rendimiento: 6.27% sobre semilla de chan</i>			
TOTAL			Q12,341.7/kg

Fuente: propia (2017)

Así también, se determinaron los costos de producción en base a materias de las formulaciones A y B en base a una producción de 100,000g y se determinó el costo por unidad de mermelada de 250g.

Tabla 33 Costo Formulación A

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Fresa	Q5/lb	34600g	Q381.1
Azúcar	Q4.5/lb	42300g	Q419.3
Agua	Q16/18.9L	22900g	Q19.4
Pectina	Q180/kg	200g	Q36
TOTAL			Q855.8
COSTO TOTAL POR UNIDAD (250g)			Q2.1

Fuente: propia (2017)

Tabla 34 Costo formulación B

MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Fresa	Q5/lb	34600g	Q381.1
Azúcar	Q4.5/lb	42300g	Q419.2
Agua	Q16/18.9L	23000g	Q19.5
Extracto de semilla de chan	Q12,314.7/kg	100g	Q1,234.2
TOTAL			Q2,054
COSTO TOTAL POR UNIDAD (250g)			Q5.1

Fuente: propia (2017)

V. Discusión

El estudio tuvo como objetivo extraer y caracterizar el mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.) para la determinación de los parámetros de aplicación como aditivo espesante, en función a la concentración en mermelada de fresa. Para ello se llevaron a cabo una serie de etapas, las cuales describen y discuten los resultados obtenidos a continuación.

La extracción consistió en separar el mucílago de la semilla, esto a partir de métodos físicos y químicos que incluían la hidratación, maceración, trituración, centrifugación, filtración, entre otros. La trituración la semilla antes de la hidratación mostró dificultades con la trituración debido tamaño de la semilla, además se exponía el aceite, aumentando el riesgo a la oxidación y no se lograba una rotura completa las semillas lo que impedía la extracción del mucílago. Posteriormente se observó que luego de hidratarla, se podía lograr reducir el tamaño de partícula con ayuda de una licuadora. Es importante mencionar que estudios pasados (Muñoz, 2012) comprobaron que al cabo de 2 horas en agua a temperatura de 37°C, la semilla alcanza su peso máximo en agua, por lo que durante la realización del proyecto, cada extracción se realizó con semilla hidratada bajo las mismas condiciones.

Las relaciones de hidratación utilizadas se basaron en un estudio anterior, en el que se hace uso de la relación 1:20 (Elizondo, 2014), de manera que se buscó determinar si la relación 1:30 podía dar un mejor rendimiento, y comprobar a través de la relación 1:10 que la cantidad del extracto es dependiente de la relación de hidratación inicial.

Posteriormente se separaron las partículas insolubles restantes mediante centrifugación. La centrifugación generalmente se acompaña de una filtración para obtener mejores resultados, es por eso que se añadió como la siguiente fase. En un inicio, el líquido extraído de esta fase se sometió a deshidratación, basándose en experimentos previamente realizados y documentados (Elizondo, 2014), pero no se obtuvo el sólido deseado debido a su consistencia.

Como segunda alternativa se buscó eliminar el agua antes del secado por lo que como se puede observar en el Diagrama 3 (pág. 55), el proceso requirió del uso de etanol puro ya que este precipita con alcohol. Con la finalidad de obtener el producto más puro posible, se utilizó una relación 1:3 de mezcla y etanol puro obteniendo así un precipitado de color blanquecino. Este precipitado se separó nuevamente por medio de centrifugación y filtración, reduciendo al mínimo posible la humedad.

Como último proceso, se llevó a cabo el secado de la masa extraída, para lo que se hizo uso de un horno deshidratador. Debido a que el etanol contiene un punto de vaporización relativamente bajo se sometió el producto a una temperatura de 60° durante 6 horas, lo que permitió evaporar el contenido de etanol restante y pulverizar posteriormente el mucílago seco. Finalmente se procedió a empacar el producto al vacío en bolsas plásticas de polipropileno (PP) evitando que absorbiera humedad.

Así mismo, se buscaba también determinar si la relación de hidratación intervenía en el rendimiento, y de ser así, determinar la relación que obtuviera mejores resultados. Como se puede observar en la Tabla 10 (pág. 76), la relación 1:30 resultó ser la de mejor rendimiento con 6.27% sobre la cantidad inicial de semilla de chan de 50g, demostrando que este es totalmente dependiente de la relación de hidratación utilizada. De acuerdo a esto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa con un porcentaje de extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica L.*) menor al 10%. Todos los resultados en cuanto a rendimiento se pueden apreciar en la Tabla No. 10 (pág. 76). De allí se puede ver que a medida que la relación de hidratación aumentaba, el rendimiento también, proporcionando para la relación 1:10 un 0.52% y para la relación 1:20 un 3.67%, ambos sobre una cantidad inicial de chíá de 50g. Siendo los dos rendimientos inferiores al obtenido con la relación 1:30.

La semilla de chan contiene cerca de un 38% de fibra (Tabla 2 pág. 8), pero solo el 9.5% corresponde a fibra soluble en la semilla entera, una vez convertida en harina se ha determinado que la fibra soluble corresponde solo al 5% (Captani,

2013); es decir que los 50 gramos de semilla utilizados para cada relación de hidratación, contenían 15 gramos de fibra, de los cuales 4.75g eran fibra soluble. De lo anterior, se justifica que un 6.27% como rendimiento final sobre la semilla entera es un rendimiento bastante bueno con una diferencia del 3.23%, que puede corresponder a pérdidas durante el proceso de extracción. De acuerdo al método utilizado (Diagrama 13 pág. 79), en la segunda fase que corresponde al licuado se tuvo una pérdida del 0.5% de la mezcla para la relación de hidratación 1:30, correspondiente al trasvasado tanto del recipiente donde se hidrato como de la licuadora lo que pudo no haber afectado significativamente el rendimiento final. En las fases de centrifugado no se obtuvo ninguna pérdida, pero las fases de decantación fueron las que provocaron las mayores pérdidas con un 30.9% previo a la precipitación y un 99.26% posterior, siendo la primera la que mayor efecto pudo causar debido a la pérdida de fibra diluida que descartó con la fase sólida. Cabe resaltar que para la precipitación se añadió una masa grande de etanol, correspondiente al 70.6% de la mezcla para la misma relación de hidratación, el cual no se adjudica a pérdida de fibra como tal.

La caracterización del extracto de mucílago consistió en realizar una serie de pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas para definir así el perfil del producto en estas áreas. Como primer punto, se realizaron las pruebas microbiológicas, para las cuales se usaron como referencia las características de la pectina cítrica (Tabla 3 pág. 20). Los parámetros microbiológicos obtenidos (Tabla 15 pág. 81) mostraron que las características de ambos compuestos son similares, es decir que ninguno de los dos presenta colonias de coliformes, *E. coli* o *Staphylococcus aureus*, siendo estos indicadores de buenas prácticas higiénicas durante su producción. Por otra parte, se determinó que hay presencia tanto de mohos y levaduras, como de microorganismo aerobios lo que se ve directamente relacionado con la actividad de agua de los productos. Para recuento de aerobios se obtuvieron entre 400 y 460 UFC para el mucílago, mientras que la pectina presenta ≤ 1000 UFC, ambas para 1g, concluyendo que se encuentra dentro del parámetro. Para coliformes, estafilococos, y *E. Coli* ninguno de los espesantes presenta presencia alguna. Por otro lado, para el agar papa dextrosa,

correspondiente a mohos y levaduras presento entre 220 y 252 UFC para el mucílago, mientras que el control refiere ≤ 100 UFC para la pectina lo que indica que para este parámetro, el mucílago esta fuera del rango establecido. Los mohos y levaduras son hongos que se desarrollan en las superficies por lo que se relacionan directamente con la humedad del alimento o bien su actividad de agua como se mencionó anteriormente. Esto quiere decir que son factores controlables, al disminuir la humedad se disminuye el riesgo de su crecimiento, por lo que el análisis microbiológico sugiere un método de secado más eficiente. Una observación importante es que a pesar de que no hubo crecimiento de colonias para la mayoría, si hubo un viraje de color de los cultivos, lo que pudo ser el resultado de la interacción con el ácido urónico contenido en el mucílago, el cual provocó un viraje de pH y por tanto una coloración.

Una vez obtenidos los parámetros microbiológicos, se procedió a la obtención de los fisicoquímicos, que consistían en determinar los parámetros de humedad, pH y tiempo de disolución del producto cuya relación de hidratación tuvo mayor rendimiento. Cada dato fue tomado en triplicado, lo que permitió obtener un promedio para mayor exactitud. Así entonces se obtuvo para la humedad un 1.88%, siendo para productos secos un 1-1.5% lo ideal, que equivale a un 0.3 en actividad de agua. De acuerdo a esto se respalda lo obtenido en los análisis microbiológicos en cuanto a mohos y levaduras; su crecimiento fue posible de debido a este factor que puede evitar el riesgo con un método de secado más eficiente.

Posteriormente se determinó la densidad del producto a partir de la Ecuación 5 (pág. 72) para lo que se requirió medir 1 ml del producto y determinar el peso del mismo. Como resultado a este parámetro, se obtuvo que el extracto del mucílago de la semilla de chan tiene una densidad de 0.39 g/ml.

Para la determinación del tiempo de disolución, se preparó una muestra al 2% de extracto y se sometió a calor (45°C) con agitación magnética constante.

Haciendo uso de un cronómetro se logró determinar que el extracto se disuelve en su totalidad al cabo de 308.7 segundo, lo que equivale a 5.14 minutos. De esta misma muestra se determinó que el pH de la solución fue de 6.57. Para este último dato, es importante mencionar que en la Tabla 3 (pág. 20) se encuentran descritos los parámetros fisicoquímicos de la pectina cítrica, en donde se puede observar que el pH de la misma en una solución al 2% se encuentra en el rango de 2.8-3.8., resaltando entonces que su variación es notoria, siendo la solución de mucílago más alcalina, lo que se puede deber al origen del mismo y puede influir en lo mínimo el sabor de un producto terminado en el que es aplicado.

Una vez realizados los análisis fisicoquímicos se realizó a la determinación de color del extracto, esto haciendo uso de la escala Munsell la cual se basa en tres cualidades principales del color: matiz, intensidad y croma. Con ayuda del matiz 10YR para amarillos se logró determinar que el extracto es de color café claro 10YR 8/2. Lo que significa que es de valor 8 y croma 2 (Anexo A). Es importante mencionar que al ser añadido en un producto, este no influye en el color del mismo, debido a su propiedad individual.

Para llevar a cabo la aplicación del extracto como aditivo espesante, se buscó cumplir la normativa nacional COGUANOR 34 056 de mermelada de fresa, en donde se especifican parámetros a considerar tanto del producto final como de la materia prima. Como primer punto se determinaron las formulaciones a utilizar siendo estas tres con extracto de mucílago como aditivo, una con pectina como espesante para tener así un punto de referencia y una sin espesante para lograr apreciar la diferencia. El proceso de elaboración (Diagrama 8 pág.63) consistió en la recepción de las materias primas, su lavado y desinfección, el troceado, pesaje, cocción, ajuste de parámetros y la adición del aditivo espesante correspondiente. De acuerdo a lo establecido por la norma COGUANOR 34 056 por cada 45 partes de fresa debían adicionarse 55 de azúcar lo que determina la calidad del producto final. Con fines experimentales, se añadió agua la formulación pudiendo así determinar de manera más marcada las diferencias en consistencia

posteriormente. Todas las formulaciones se establecen en la Tabla 17 (pág. 83). Se debe resaltar que la recomendación de la casa comercial de pectina era hacer uso de un 0.4-1%, pero se estudió una concentración del 0.5% previo a la creación de las formulaciones y se determinó que la consistencia final de la mermelada es demasiado gomosa en comparación a una mermelada comercial, lo que se vio reflejado posteriormente con las evaluaciones de consistencia y viscosidad a las formulaciones establecidas.

Es importante mencionar que así como se recomienda la dilución previa de la pectina por su rápida absorción de agua, se pretendía llevar a cabo el mismo procedimiento con el extracto de mucílago. La primera prueba de elaboración del producto se realizó de acuerdo a lo antes descrito, pero se obtuvo una solución grumosa que afectaba directamente la percepción del alimento, por lo que se descartó. Esto sucedió debido a que cuando se intentó realizar la dilución de los espesantes, estos se añadieron de golpe al contenido de agua, dando paso a una absorción y acumulación rápida. Una vez considerado este punto, las pruebas posteriores se realizaron añadiendo el respectivo espesante de manera lenta al alimento directamente, en donde se logró una mejor textura.

Otra consideración que debió tomarse durante la elaboración, fue el pH, que según la norma COGUANOR NGO 34 056 para mermelada de fresa debía estar comprendido entre 3.0 y 3.8. En cuanto a las formulaciones aquí establecidas alcanzaron un pH entre 3.03 y 3.88, lo que concuerda con lo establecido en la norma. Es importante esta consideración ya que de este depende el grado metoxilo del gel. Tomando como referencia la pectina, se requiere que el pH (1-3.5) sea bajo para que los grupos ácidos, minoritarios se encuentren en forma no ionizada y no existan repulsiones entre cargas. Hay que resaltar que se añadió el extracto de mucílago en las mismas condiciones que la pectina para determinar nada más como este influenciaba al producto en función a la concentración. Así también se debió considerar la temperatura de gelificación, que de acuerdo la Tabla 3 (pág. 20) para la pectina de rápida acción es de 82-92°C, haciendo uso entonces de 97°C (ebullición) durante el proceso.

Para la determinación de la influencia del porcentaje de concentración del extracto en las mermeladas se llevaron a cabo pruebas de consistencia y viscosidad obteniendo así para cada formulación los parámetros previamente descritos. Para este proceso se hizo uso también de dos mermeladas del mercado dando estas un punto referencial de textura para la mermelada. Cabe resaltar que no existe norma o restricción guatemalteca alguna para estos parámetros en lo que respecta a mermeladas. Las mermeladas aquí estudiadas contenían pectina como espesante según indica su etiquetado, pero se desconoce la concentración del aditivo en las mismas. Se obtuvo entonces (Tabla 19 pág. 84) para la mermelada comercial 1 una consistencia media de 7.1cm/30s y una viscosidad media de 136,000cP y para la mermelada comercial 2 valores de 6.6cm/30s para consistencia y 287,700cP para viscosidad. Una vez obtenido el punto de referencia, se procedió a medir los mismos parámetros en las distintas formulaciones.

Como se puede apreciar en la Tabla 18 (pág. 83) la consistencia de una mermelada sin espesante es aproximadamente 9.7cm/30s, lo que referido a las mermeladas comerciales podría considerarse de mala calidad sensorial en cuanto a textura. Una vez descartada esta por su consistencia, no se procedió a valorar su viscosidad ya que estos parámetros están directamente ligados y se hubiese obtenido un valor igualmente lejano que los referenciales. En cuanto a las formulaciones A, B, C y D, los valores fueron bastante menores, esto debido a que su contenido incluía algún tipo de espesante y este al absorber agua mejoraba la textura del alimento. La formulación A dio un valor medio de 6.4cm/30s para consistencia y 165,333cP para viscosidad, lo que comparado con los valores de las mermeladas comerciales podría considerarse de buena calidad sensorial en cuanto a textura. Es de resaltar que esta formulación es la única que contiene pectina como espesante. La formulación B por su parte contiene extracto de mucílago como espesante, siendo esta formulación la de menor concentración. Para esta formulación se obtuvo que la consistencia era de 6.13cm/30s y la viscosidad de 176,333cP que comparado con los datos de la formulación A presentan una mejor textura, pero comparados con los datos de las mermeladas

comerciales se alejan más. Las formulaciones B, C y D dieron valores de consistencia menores, por lo que se puede inferir que la consistencia del producto mejora más a medida que se aumenta el porcentaje de concentración del extracto de mucílago y se refleja en los datos de viscosidad obtenidos.

A partir de lo anterior se puede observar que en lo que respecta a la textura de un alimento, el extracto de mucilago de semilla de chan es capaz de reemplazar la pectina como aditivo espesante en las mismas condiciones de aplicación, siendo añadido aun en concentraciones menores que esta.

Para el análisis sensorial se realizaron 4 formulaciones distintas para ser evaluadas, que corresponden a las formulaciones A, B, C y D (Tabla 17, pág. 83), y así determinar la aceptabilidad del panel entrenado de 8 estudiantes de la Universidad Rafael Landívar y del mercado objetivo; madres de familia. La diferencia entre las formulaciones elaboradas radica en el aditivo espesante utilizado y las concentraciones del mismo. Así también a estas formulaciones se debió realizar el perfil sensorial, por lo que fueron evaluadas también por el panel entrenado.

La primera evaluación sensorial realizada fue de tipo descriptiva ya que la evaluación se realizó con un panel entrenado, a los cuales se les solicito evaluar los atributos de la mermelada de fresa para describir así cada una de las formulaciones. Esto aplica debido a que se cambió un ingrediente en un producto existente, es decir, se varió una formulación. Se realizó en las instalaciones de la Universidad Rafael Landívar, con alumnos de sexto semestre de la Licenciatura en Ingeniera en Industria de los Alimentos.

Luego se formalizó la tabulación y representación gráfica de los resultados de todas las formulaciones de donde se obtuvo que todas presentan un regusto considerable, siendo la formulación C la de mayor regusto y la B la del menor regusto. Esto quiere decir que este no es dependiente la concentración del extracto, ni del espesante utilizado, ya que la formulación A, que corresponde a la de pectina, mostró un regusto similar a la formulación D. En lo que respecta al

sabor dulce la formulación A presentó la mayor intensidad y la formulación C la menor, lo que refleja que la dulzura del producto no es dependiente a la concentración del extracto mucílago utilizado, más tal vez si al tipo de espesante utilizado.

En cuanto a la brillantez, la formulación A presentó el valor más pequeño y la B el mayor, lo que puede sugerir que el extracto de mucílago proporciona una mejor característica de brillo a la mermelada de fresa. Esto resulta controversial cuando se trata del color rojo, ya que fue la formulación B la de menor valor y la formulación D la del mayor, con una diferencia del mínimo. Esto demuestra que el color rojo es independiente del espesante utilizado, más este si influye en la brillantez.

En lo que respecta al olor del producto, la formulación B dio la menor intensidad en cuanto al olor ácido específicamente cítrico y la formulación B la mayor. Esto quiere decir que la pectina proporciona un olor más cítrico que el extracto de mucílago del chan. El olor afrutado referente a fresa por su parte, presentó la menor intensidad para la formulación C y la mayor para la formulación A, con una diferencia del mínimo, demostrando que la pectina no cambia en la misma intensidad el olor natural de la fruta que el mucílago.

Otro aspecto a resaltar en cuanto a los perfiles sensoriales, es la textura. Para ambos atributos, gomosidad y viscosidad, la formulación C resultó ser la de menor intensidad, ya que para ambos atributos, la formulación A es la de menor intensidad, demostrando que para el ser humano, la percepción no es calificada desde el mismo punto. En cuanto a la gomosidad, la formulación A presenta la mayor intensidad y en viscosidad, la formulación B y D, siendo esta última congruente con los resultados reportados por los equipos.

La segunda evaluación sensorial realizada, corresponde a una de aceptabilidad por ordenamiento dirigida de igual manera al mismo panel entrenado de 8 personas. El fin de este análisis es determinar qué relación entre la aceptabilidad y los atributos el perfil sensorial del producto.

Como primer paso, se estableció la aceptabilidad general de las muestras, para lo que se hizo uso de la prueba ANOVA de Friedman, considerando el estadístico JI- cuadrado. Por la tabla de significancia para esta prueba se nota que en el resultado si hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras, ya que el valor calculado (X_r^2) de 20.3 es mayor al F tabulado, a excepción del nivel de probabilidad de 0.005. No todas fueron aceptables para el panel entrenado. El valor de X_r^2 para establecer una diferencia significativa estadísticamente a través de JI-cuadrado para 8 juicios (7 grados de libertad) para un intervalo de confianza del 95% debía ser mayor a 14.1, para un intervalo de confianza del 99% debía ser mayor 18.5 y para un intervalo de confianza de confianza del 99.5% debía ser mayor a 20.3.

Por otra parte se debía determinar la significancia en la aceptabilidad individual entre muestras, para lo que se utilizó la prueba de Page. Esta prueba considera las diferencias absolutas entre pares y por la tabla de diferencias críticas absolutas de la suma de rango para comparaciones de “todos los tratamientos” ($p=1/2$), se logró apreciar que no hubo diferencia significativa en los que respecta a la aceptabilidad de las fórmulas A y C, B y C, C y D; y A y B, cuyas diferencias fueron de 27, 14, 21 y 13 respectivamente, siendo esta últimas las más aceptables. Por otra parte, la aceptabilidad de las formulas A y D; y B y D fue significativamente diferente con valores de 48 y 35 respectivamente. Así también se observa que la fórmulas C fue la menos aceptable. El modelo señala que la diferencia entre pares para establecer preferencia en aceptabilidad debía ser mayor a 3 con un 0.05 de nivel de probabilidad y mayor a 37 con 0.01 de probabilidad; en intervalos de 95 y 99% de confianza, respectivamente.

Para determinar una posible relación entre los atributos de sabor y viscosidad evaluados; y la aceptabilidad, se trabajó una regresión lineal por cada uno, determinando el coeficiente de relación y la tendencia de cada linealidad. En base a esto se obtuvieron las ecuaciones para cada regresión según la fórmula (Tabla 26 pág. 89) y se determinaron los coeficientes de relación. En lo que respecta al sabor y la aceptabilidad se pudo apreciar que no hay una relación

significativa para el panel entrenado ya que los coeficientes de correlación fueron 0.2178 para la formulación A, ninguna para la formulación B, para la formulación C de 0.1361 C, y 0.5844 para la formulación D, pero se pudo determinar que para las formulación A y D, el incremento en intensidad del sabor provoca una mayor aceptabilidad; y para la formulación C una mayor intensidad en sabor provoca una disminución en la aceptabilidad, esto debido a la orientación de las rectas.

Por otra parte, para la viscosidad y la aceptabilidad se pudo apreciar que tampoco hay una relación significativa para el panel entrenado ya que los coeficientes de correlación fueron 0.0684 para la formulación A, ninguna para las formulaciones B y C, y 0.5137 para la formulación D, pero se pudo determinar que para la formulación A, el incremento en intensidad de la viscosidad provoca una menor aceptabilidad; y para la formulación D una mayor intensidad en viscosidad provoca un aumento en la aceptabilidad, esto debido a la orientación de las rectas.

La última evaluación sensorial realizada fue de tipo afectiva ya que se realizó con consumidores potenciales, a los cuales únicamente se les solicitó ordenar cuatro muestras de acuerdo a la preferencia en cuanto a la característica de aceptación general. La evaluación se realizó en el restaurante “Wiener” ubicado en la Antigua Guatemala con madres de familia consumidoras del lugar. Durante la evaluación se observó el interés hacia el producto de las madres y de los niños que acompañaban a algunas, ya que indicaban que era un producto muy consumido por ellos y su deseo de adquirirlo.

Cabe resaltar que se obtuvo el ANOVA de Friedman (Tabla 27 pág. 90), que hace uso del estadístico JI-cuadrado para establecer si hay diferencia significativa en la aceptabilidad de todas las muestras. Se determinó que a no hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras debido a que el valor obtenido es menor al F tabulado (Tabla 28 pág. 90). El modelo señala que el valor de X_r^2 para establecer significancia con un número total de 42 juicios (41 grados de libertad), debía ser mayor a 57.2 con un 0.05 de nivel de probabilidad, 65.6 con 0.01 de nivel de probabilidad y 69.3 con 0.005 de nivel de probabilidad; es intervalos de 95,99 y 99.5% de confianza, respectivamente. A partir de lo anterior

se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa concluyendo entonces que no existe diferencia importante.

Luego se realizó la tabulación de los resultado de acuerdo a la prueba de Page (Tabla 29 pág. 91 y Tabla 30 pág. 91), los cuales mostraron que con base en la tabla de estimación de significancia (Tabla 31 pág. 92), Diferencias críticas absolutas de la suma de rango para comparaciones de “todos los tratamientos” ($p=1/2$), que no hubo diferencia en los que respecta a la aceptabilidad de las fórmulas A y C, B y C; y A y B siendo estas las más aceptables. Por otra parte, la aceptabilidad de las formulas A y D; y B y D fue significativamente diferente con una probabilidad de debido a que la diferencia entre rangos superó el mínimo establecido en la Tabla 24 (pág. 88). Así también se observa que para las fórmulas C y D no hubo diferencia significativa en cuanto aceptabilidad, pero fueron menos aceptables que las formulas A y B. Por tanto se sugiere la adición del extracto en concentraciones no mayores al 0.1%. El modelo señala que el mínimo diferencia entre pares para establecer preferencia en aceptabilidad debía ser de 31 con un 0.05 de nivel de probabilidad y 37 con 0.01 de probabilidad ; en intervalos de 95 y 99% de confianza, respectivamente. Para esta investigación se obtuvo una diferencia de 13 para la pareja A y B que como se puede apreciar, no sobrepasa a ningún de los nivel de probabilidad expuestos, las diferencias establecidas de 31 y 37.

La última fase de la investigación consistía en determinar los costos de materia prima, por lo que se utilizó la relación de hidratación de mayor rendimiento (1:30) y se obtuvo el costo de la materia prima utilizada. Tomando en cuenta solamente las materias primas, se determinó que producir 1 kilogramo de extracto de mucílago requiere de Q12,341.70, que distribuido corresponde 10% a la semilla de chan, un 3.3% al agua desmineralizada y el resto, 86.8%, al etanol puro. Este último eleva los costos debido a la relación de solución : etanol utilizada fue de 1:3 requiriendo de volúmenes cada vez mayores a medida que se aumenta la relación de hidratación de la semilla.

Es importante mencionar que en lo que respecta a la pectina cítrica, de acuerdo a datos proporcionados por un distribuidor, el kilo llega a costar hasta Q180.00, los cuales comparados con el costo de materia prima del extracto de mucílago es bastante bajo. En este sentido se puede observar que el costo del extracto de mucílago no representa una oportunidad de venta ante la pectina con el método de extracción utilizado en el estudio y costos de materia prima a nivel laboratorio.

Por otra parte, la producción de mermelada requiere un menor porcentaje de mucílago como aditivo espesante en comparación con la pectina, por lo que se determinaron los costos individuales de producir un equivalente 100,000g de mermelada correspondientes a las formulaciones A y B es de Q855.7 y Q2,053.9 respectivamente. Así también se llegó a determinar que una unidad de 250g de mermelada de fresa de la formulación A, tendría un costo de producción de materia prima de Q2.1, mientras que para la formulación B, se tendría un costo de Q5.1, con una diferencia neta entre producto de Q3, a pesar del uso de un 50% menos en cantidad, de mucílago que de pectina.

VI. Conclusiones

1. El porcentaje de extracción del mucílago de la semilla chan (*Salvia hispánica* L.) no es $\geq 10\%$. No hay diferencia significativa en la aceptabilidad de una muestra de mermelada de fresa con extracto de mucílago de semilla de chan como aditivo espesante y una con pectina como aditivo espesante.
2. Fue posible la extracción del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.) con diferentes relaciones de hidratación por medio de métodos químicos tradicionales como la hidratación que expone el mucílago y permite que este se solubilice, la maceración que permite una hidratación uniforme, la trituración para disminuir el tamaño de partícula, centrifugación y filtración para facilitar la separación de partículas insolubles, la precipitación que al solidificar el extracto facilita su separación por densidades y la fase de secado que permite eliminar residuos de etanol o agua en el producto.
3. La relación de hidratación está directamente ligada con el rendimiento final del producto, siendo la mejor relación para este estudio de 1:30 con un rendimiento medio del 6.27% sobre la semilla de chan.
4. A partir de la caracterización del extracto, se determinó que este es un polvo fino de color café claro (10YR 8/2), inodoro y de sabor amargo característico, así también es microbiológicamente aceptable, con una humedad del 1.88%, una densidad de 0.39 g/ml, un pH de 6.57 y un tiempo de dilución de 324.7 s, estos último dos datos para una solución al 2%.
5. En la aplicación del extracto se determinó que al 0.1% se obtiene una consistencia de 6.13 cm/30s y una viscosidad de 176,333 cP, para un 0.2% una consistencia de 5.6 cm/30s y una viscosidad de 272,700 cP y para una

concentración del 0.3% una consistencia de 3.4 cm/30s y una viscosidad de 327,700 cP. Para la pectina a un 0.2% se obtuvo una consistencia de 6.4 cm/30s y una viscosidad de 165,333 cP, mientras que en las mermeladas comerciales se obtuvo consistencias entre 6.6-7.1 cm /30s y viscosidades entre 136,000 y 287,700.

6. Bajo las mismas condiciones de aplicación, el extracto de mucílago presenta mejores resultados en cuanto a textura (consistencia y viscosidad) que la pectina, siendo así capaz de sustituirla totalmente.
7. En cuanto a las mermeladas comerciales no se recomienda la adición de extracto de mucílago de semilla de Chan en concentraciones mayores al 0.1%, ya que con esta basta para igualar la textura de una mermelada comercial sin afectar organolépticamente su aceptabilidad.
8. Se establece que para un panel entrenado de 8 personas en mermelada de fresa la dulzura no es dependiente a la concentración del extracto mucílago utilizado, pero si del tipo de espesante utilizado, el regusto es independiente al espesante y su concentración utilizada, el mucílago aumenta su brillantez frente a la pectina, no hay modificación significativa en cuanto al color rojo, la pectina proporciona un olor más cítrico en comparación al mucílago, pero mantiene el olor afrutado referente a fresa del producto.
9. Se determinó la viscosidad no es perceptible de la misma manera para el humano como para los equipos ya que el perfil sensorial califica a la formulación C como la de menor intensidad y el equipo a la formulación A.
10. Para un panel entrenado de 8 personas si hay diferencia significativa en aceptabilidad según el estadístico JI-cuadrado y a partir de la prueba de Page se determinó que las formulaciones A y B fueron las más aceptables y la formulación C fue la menos aceptable. Así mismo se determinó que no

hay relación significativa para los atributos de sabor y viscosidad con la aceptabilidad, pero para las formulaciones A y D, el incremento en intensidad del sabor provoca una mayor aceptabilidad; y para la formulación C una mayor intensidad en sabor provoca una disminución en la aceptabilidad. Así también para la formulación A, el incremento en intensidad de la viscosidad provoca una menor aceptabilidad; y para la formulación D una mayor intensidad en viscosidad provoca un aumento en la aceptabilidad.

11. Para un panel de 42 madres de familia, mercado objetivo, se determinó que no hay diferencia significativa en la aceptabilidad de las muestras, según la tabla de significancia para el estadístico Ji-cuadrado, ya que el valor obtenido no consiguió sobrepasar el valor de 67.34 requerido para el modelo para presentar una diferencia significativa.
12. Para un panel de 42 madres de familia, mercado objetivo, se determinó que en base a la tabla de estimación de significancia para tests de ordenamiento ($p=1/2$) tanto las formulaciones A y B fueron las más aceptables sin diferencia entre ellas, y las formulaciones C y D fueron las menos aceptables de igual manera sin diferencia entre ellas.
13. A partir del rendimiento 6.27%, obtenido con la relación de hidratación 1:30 se procedió a determinar los costos de materia prima, siendo estos de Q12,341.70/kg de extracto producido que se diluyen en Q1,229.5 para la semilla de chan, Q405.10 para el agua desmineralizada y Q10,707.10 para el etanol puro.
14. Se determinó que para la formulación A una unidad de 250g tiene un costo de materia prima de Q2.1 y para la formulación B, que fue la mejor en textura e igualmente aceptada que la formulación A, el costo es de Q5.1, reduciendo desde este punto la posibilidad de comercialización.

VII. Recomendaciones

1. Usar el extracto de mucílago de semilla de Chan como espesante para mermelada de fresa en sustitución a la pectina, ya que a las mismas concentraciones y condiciones de aplicación proporciona mejor textura (viscosidad y consistencia) que la pectina.
2. Realizar investigación sobre uso de un método alternativo de extracción, como la liofilización, para comprobar si se obtienen rendimientos mayores y reducción de los costos de producción en cuanto a materia prima.
3. Comprobar relaciones de hidratación mayores e identificar si aumentando este factor podría aumentar aún más el rendimiento.
4. Reproducir el estudio con la semilla completa y evaluar su porcentaje de concentración necesario para obtener condiciones aceptables de textura, así como su aceptabilidad en las aplicaciones y costos de producción relativos a materia prima.
5. Mejorar organolépticamente el producto, se recomienda estudiar su adición a las mismas concentraciones modificando parámetros operacionales como pH, temperatura y determinar si estos influyen en el producto final.
6. Evaluar su posible función como sustituto total de la pectina se recomienda realizar estudios de esta misma línea con productos alternos como gelatinas, golosinas, mermeladas de distintas frutas, mermelada artesanal y otros.

7. Realizar análisis de fibra u otros al extracto de mucílago de semilla de chan para verificar si su adición puede proporcionar otros beneficios en alimentos que se puedan incrementar su valor nutricional.
8. Determinar la factibilidad o viabilidad del producto en el mercado guatemalteco, a través de un análisis de mercado, financiero, económico y social.
9. Realizar un estudio de vida de anaquel sobre el mismo producto y poder así evaluar la funcionalidad del extracto a través de la misma para su comparación contra la pectina como aditivo espesante.
10. Completar el estudio con más evidencias que certifiquen que el mucílago de la semilla de Chan puede ser utilizado como espesante de modo que pueda ser incluido como aditivo alimentario en el Reglamento Técnico Centroamericano.
11. Analizar toxicología de pesticidas u otros contaminantes al extracto en estudios futuros.

VIII. Referencias

- Agritrade. (2014). *Ficha técnica Chía*. Recuperado el 22 de 07 de 2016, de Agritrade: <http://agritradecentralamerica.org/wp-content/uploads/2014/FICHA-TECNICA-CHIA.pdf>
- Banco de Guatemala. (2016). *Exportacione e importaciones mensuales por producto*. Recuperado el 31 de 01 de 2017, de Banco de Guatemala: https://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod_mensDB001.HTM&e=126716
- Bazarte, H. (2006). *Uso potencial de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) como fuente de pectina*. Tesis inédita, Universidad Simón Bolívar. Carácas.
- BD. (2013). *BD Mannitol Sal Agar*. Recuperado el 24 de 10 de 2016, de BD MEdical Technology: <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8771>
- Buczacki, S. (1999). *Frutas de jardín. Volume 4 of Gruías de jardineria.*(1^a ed.) Madrid. Edita: Hermann Blume Ediciones.
- Campos, M., Ciau N., Rosado G., Chel L., & Betancur D. (2014). *Chemical and Functional Properties of Chia Seed*. Revista International Journal of Food Science, Hindawi.5, 1-5.
- Captani, M. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (salvia hispanica L.) aplicación en tecnología de alimentos* .Tesis inédita, Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires.
- Catalina, C., & Avagnina, S. (2007). *El análisis sensorial*. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29__el_anlisis_sensorial.pdf
- Chacón, S. (21 de 11 de 2013). *Chia, stevia, ajonjolí y amaranto nuevas propuestas de cultivo para Jalapa*. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de

Periódico digital del sector exportador de Guatemala:
<http://agexporthoy.export.com.gt/2013/11/chia-stevia-ajonjolí-y-amaranto-nuevas-propuestas-de-cultivo-para-jalapa/>

- Chacón, S. (21 de 11 de 2013). *Chia, stevia, ajonjolí y amaranto nuevas propuestas de cultivo para Jalapa*. Recuperado el 20 de 01 de 2017, de Periódico digital del sector exportador de Guatemala: <http://agexporthoy.export.com.gt/2013/11/chia-stevia-ajonjolí-y-amaranto-nuevas-propuestas-de-cultivo-para-jalapa/>
- Coates, W. (2013). *Chía: el increíble super nutriente (3ª ed.)*. Madrid. Edita: EDAF.
- COGUANOR. (1982). *Mayonesa. Especificaciones*. Ministerio de Economía, Guatemala.
- COGUANOR. (1986). *Mermelada de fresa*. Ministerio de economía, Guatemala.
- Damaceno, M., Maciñeira, E., Fernández, J., Rodríguez, Á., & Oderiz, L. (2007). *Factores de proceso que afectan a la elaboración de mermelada de fresa artesanal*. Brasil. Edita: Lomoeiro, FATEC.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., & Adriana Clementz, V. P. (2010). *El color en los alimentos: determinación de color en mieles*. Argentina. Edita: UCEL.
- Di Sapia, O.; Bueno, M.; Busilacchi H. & Serevin C. (2008). Chía: antioxidante vegetal. *Revista Agromensajes de la facultad, Universidad Nacional del Rosario*, 2, 8-10.
- Durán, L., Damiani, E., & Trigoso, C. (2007). *Estafilococos: procedimientos de aislamiento e identificación en el laboratorio*. Edita: Organización Panamericana de la salud.

- Elizondo, G. (2014). *Extracción y caracterización fisicoquímica 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*. Guatemala: Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Erra-Balsells, R. (2013). *Microbiología de alimentos*. Recuperado el 24 de 10 de 2016, de Departamento de química orgánica: http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/2013/02/Guia-Micro-Alim-Mod-II_2013.pdf
- Espinoza, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos (1ª ed)*. La Habana. Edita: EDUNIV.
- Flórez, A. (2012). *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de las plantas medicinales y aromáticas (1ª ed.)*. Bogotá. Edita: SENA.
- FUNSAM. (2014). *Caracterización y diagnóstico de la cadena de la Chía en la Argentina (1ª ed.)*. Argentina. Edita: ACEE.
- Gómez, L. (2014). *Diseño de investigación en la determinación del balance de masa y energía en la panificadora la corona como herramienta de ingeniería para aumentar su productividad*. Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala:
- González, G. (2014). *Proyecto UTF/ARG/017/ARG*. Buenos Aires. Edita: FAO.
- Guiotto, E. (2014). *Aplicación de subproductos de chía (salvia hispanica l.) y girasol (Helianthus annuus L.) en alimentos*. Tesis inédita, Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación sensorial (2ª ed.)*. Bogotá. Edita: UNAD.
- INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de centroamérica (2ª ed.)*. Guatemala. Edita: INCAP.

- INEN. (1998). *Salsa de tomate. Determinación de la consistencia (1ª ed.)*. Quito. Edita:INEN.
- Iv, E. , & Wolf, M. (1996). *Sensory testing methods (1ª ed.)*. Philadelphia. Edita:ASTM.
- Ixmucane, D. (2011). *Caracterización de la semilla de Chan (Salvia hispánica) y diseño de un producto funcionas que la contiene como ingrediente.Tesis inédita, Universidad de Valle de Guatemala. Guatemala.*
- Ixtania, V., NOLASCO, S., & TOMÁS, M. (2010). *Caracterización microestructural de la semilla y mucilago de chia (Salvia Hispánica L.)*. Lanús, Argentina: CONICET.
- UNNE (2010). Lamiaceae. En *Guía de consultas botánica II* (págs. 547-551). Argentina. Edita: UNNE.
- Mañas, J. M. (s.f.). *Medida del pH*. Recuperado el 23 de 10 de 2016, de Curso de biomoléculas: <http://www.ehu.eus/biomoleculas/ph/medida.htm#m2>
- Microbiología, G. d. (2007). *Microbiología de los alimentos*. Recuperado el 24 de 10 de 2016, de Univerisdad Pública de Navarra: <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/12-metodos%20de%20recuento.htm>
- Muñoz Hernández, L. (2012). *Mucilage from chia seeds (Salvia hispanica) : microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry*. Santiago: Pontífica Universidad Católica de Chile.
- Pérez, E. (2012). *Viscosidad, consistencia y textura de los alimentos*. Recuperado el 31 de 01 de 2017, de Universidad Central de Venezuela: <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/mmedina/archivos/Practica4.pdf>
- Rios, E. (1984). *Química (1ª ed.)*. Barcelona. Edita:Reverte.

- Nurtek, S.A. (s.f.). *Cartas de color Munsell*. Recuperado el 02 de 12 de 16, de Neurtek S.A.: www.ambifood.com/catalogo/download.php?id=210&fich=4
- URU. (s.f.). *Capítulo VII: Análisis de varianza no paramétricos*. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de Universidad Rafael Urdaneta: <http://www.uru.edu/fondoeditorial/libros/pdf/manualdestatistix/cap7.pdf>
- Valencia, T. (2015). *Remoción del mucilago del café por medio de procesos enzimáticos mediante la utilización de celulasa*. Tesis inédita, Universidad Rafael Landívar Guatemala.
- Vásquez, A. (24 de 06 de 2004). *El efecto de la temperatura de operación sobre el proceso de secado en un lecho fluidizado a vacío empleando vapor sobrecalentado para diferentes tipos de partículas*. Recuperado el 24 de 10 de 2016, de Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/cabrera_v_a/capitulo5.pdf
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos (1ª ed.)*. Ottawa. Edita: International Development Research Center.
- Zapata, E. , & Caicedo, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando aga chromocult*. Tesis inédita, Pontificia universidad Javierana. Bogota.
- Zugarramurdi, A., & Parín, M. (1998). *Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera (1ª ed.)*. Roma. Edita: FAO/OMS.

IX. Glosario y abreviaturas

9.1. Glosario

1. Aditivo: sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (RAE, 2017)
2. Análisis: estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador. (RAE, 2012)
3. Caracterización: determinar los atributos peculiares de algo. (RAE 2017)
4. Concentración: Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen, y cuya unidad en el sistema internacional es el mol por metro cúbico (mol/m^3). (RAE, 2017)
5. Consistencia: trabazón, coherencia entre las partículas de una masa o los elementos de un conjunto. (RAE, 2017)
6. Espesante: dicho de una sustancia o de un agente: que aumenta el espesor de una disolución. (RAE, 2017)
7. Extracto: producto sólido o espeso obtenido por evaporización de un zumo o de una disolución de sustancias vegetales o animales. (RAE, 2017)
8. Fisicoquímico: es la parte de las ciencias naturales que estudia los fenómenos comunes a la física y a la química. (RAE, 2012)
9. Formulación: acción y efecto de formular; representar mediante símbolos químicos la composición de una sustancia o bien de las sustancias que intervienen en una reacción. (RAE, 2012)
10. Microbiológico: microbiológico es perteneciente o relativo a la microbiología; estudio de los microbios. (RAE, 2012)
11. Mucílago: sustancia viscosas, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales, o se prepara disolviendo en agua materias gomosas.

12. Organoléptico: que puede ser percibido por los órganos de los sentidos. (RAE, 2012)
13. Porcentaje: tanto por ciento de sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (RAE, 2012)
14. Sensorial: perteneciente o relativo a la sensibilidad; facultad de sentir, propia de los seres animados. (RAE, 2012)
15. Viscosidad: propiedad de los fluido que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas.

9.2. Abreviaturas

1. UFC: Unidad Formadora de Colonias
2. cm/30s: centímetros recorridos en 30 segundos
3. cP: Centipoise
4. g/ml: gramos por mililitro
5. pH: potencial de hidrogeno
6. RPM: revoluciones por minuto
7. PPM: partes por millón (mg/L)
8. °Bx: grados Brix

X. Anexos

10.1. Anexo A: cálculos y datos obtenidos

Para la realización de los balances de masa se tomaron medidas de masa en tres procesos de extracción, los cuales se promediaron posteriormente y se convirtieron en datos porcentuales.

Tabla 35 Datos balance de masa 1:10

FASE	HIDRATACIÓN	LICUADO	CENTRIFUGACIÓN	DECANTACIÓN
MASA INICIAL	550 g	550 g	535.4 g	535.4 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g	0 g	0 g
MASA FINAL	550 g	535.4 g	535.4 g	279.3 g
MERMA	0 g	14.6 g	0 g	256.1 g

Tabla 36 Datos balance de masa 1:10

FASE	FILTRACIÓN	PRECIPITACIÓN	CENTRIFUGACIÓN
MASA INICIAL	279.3 g	273.2 g	391.5 g
MASA AÑADIDA	0 g	118.3 g	0 g
MASA FINAL	273.2 g	391.5 g	390.2 g
MERMA	6.1 g	0 g	0 g

Tabla 37 Datos balance de masa 1:10

FASE	DECANTACIÓN	SECADO
MASA INICIAL	390.2 g	2.8 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g
MASA FINAL	2.8 g	0.3 g
MERMA	387.4 g	2.5 g

Tabla 38 Datos balance de masa 1:20

FASE	HIDRATACIÓN	LICUADO	CENTRIFUGACIÓN	DECANTACIÓN
MASA INICIAL	1050 g	1050 g	1043.1 g	1043.1 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g	0 g	0 g
MASA FINAL	1050 g	1043.1 g	1043.1 g	237.9 g
MERMA	0 g	6.9 g	0 g	805.2 g

Tabla 39 Datos balance de masa 1:20

FASE	FILTRACIÓN	PRECIPITACIÓN	CENTRIFUGACIÓN
MASA INICIAL	237.9 g	228.7 g	1916.4 g
MASA AÑADIDA	0 g	1687.7 g	0 g
MASA FINAL	228.7 g	1916.4 g	1916.4 g
MERMA	9.2 g	0 g	0 g

Tabla 40 Datos balance masa 1:20

FASE	DECANTACIÓN	SECADO
MASA INICIAL	1916.4 g	11.6 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g
MASA FINAL	11.6 g	1.8 g
MERMA	1904.8 g	9.8 g

Tabla 41 Datos balance de masa 1:30

FASE	HIDRATACIÓN	LICUADO	CENTRIFUGACIÓN	DECANTACIÓN
MASA INICIAL	1550 g	1550 g	1542 g	1542 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g	0 g	0 g
MASA FINAL	1550 g	1542 g	1542 g	1062.4 g
MERMA	0 g	8 g	0 g	479.6 g

Tabla 42 Datos balance de masa 1:30

FASE	FILTRACIÓN	PRECIPITACIÓN	CENTRIFUGACIÓN
MASA INICIAL	1062.4 g	1055.1 g	3592.4 g
MASA AÑADIDA	0 g	2537.3 g	0 g
MASA FINAL	1055.1 g	3592.4 g	26.7 g
MERMA	7.3 g	0 g	3565.7 g

Tabla 43 Datos balance de masa 1:30

FASE	DECANTACIÓN	SECADO
MASA INICIAL	3592.4 g	26.7 g
MASA AÑADIDA	0 g	0 g
MASA FINAL	26.7 g	3.3 g
MERMA	3565.7 g	23.4 g

Tabla 44 Determinación de rendimiento

RELACION DE HIDRATACIÓN	MASA INICIAL	MASA FINAL	CÁLCULO DE RENDIMIENTO	RENDIMIENTO MEDIO
1:10	50 g	0.3 g	$0.3/50 = 0.6\%$	$\frac{0.6 + 0.56 + 0.4}{3} = 0.52\%$
	50 g	0.28 g	$0.28/50 = 0.56\%$	
	50 g	0.2 g	$0.2/50 = 0.4\%$	
1:20	50 g	1.8 g	$1.8/50 = 3.6\%$	$\frac{1.8 + 3.2 + 4.2}{3} = 3.67\%$
	50 g	1.6 g	$1.6/50 = 3.2\%$	
	50 g	2.1 g	$2.1/50 = 4.2\%$	
1:30	50 g	3.3 g	$3.3/50 = 6.6\%$	$\frac{6.6 + 6 + 6.2}{3} = 6.27\%$
	50 g	3 g	$3/50 = 6\%$	
	50 g	3.1 g	$3.1/50 = 6.2\%$	

Tabla 45 Determinación pH medio

DATOS	CÁLCULO
6.63	$\frac{6.63 + 6.62 + 6.47}{3} = 6.57$
6.62	
6.47	

Tabla 46 Determinación de humedad media

DATOS	CÁLCULO
1.89 %	$\frac{1.89 + 1.8 + 1.94}{3} = 1.88\%$
1.80 %	
1.94 %	

Tabla 47 Determinación de densidad media

TOMA	VOLUMEN	MASA	DENSIDAD (g/mL)	DENSIDAD MEDIA
1	1 mL	0.3904 g	$0.3904/1 = 0.3904$	$\frac{0.3904 + 0.3898 + 0.3894}{3} = 0.3899 \text{ g/mL}$
2		0.3898 g	$0.3898/1 = 0.3898$	
3		0.3894 g	$0.3894/1 = 0.3894$	

Tabla 48 Determinación de tiempo medio de disolución

DATOS	CÁLCULO
326 s	$\frac{326 + 333 + 318}{3} = 325.67 \text{ s}$
333 s	
318 s	

Tabla 49 Determinación de consistencia media

FÓRMULA	DATOS	CÁLCULO
0	8.5 cm/30s	$\frac{8.5 + 10 + 9}{3} = 9.17 \text{ cm/30s}$
	10 cm/30s	
	9 cm/30s	

A	7.8 cm/30s	$\frac{7.8 + 5.1 + 6.3}{3} = 6.4 \text{ cm/30s}$
	5.1 cm/30s	
	6.3 cm/30s	
B	6.9 cm/30s	$\frac{6.9 + 5.5 + 6}{3} = 6.13 \text{ cm/30s}$
	5.5 cm/30s	
	6 cm/30s	
C	5.1 cm/30s	$\frac{5.1 + 5.6 + 6.1}{3} = 5.6 \text{ cm/30s}$
	5.6 cm/30s	
	6.1 cm/30s	
D	3.5 cm/30s	$\frac{3.5 + 2.6 + 4.1}{3} = 3.4 \text{ cm/30s}$
	2.6 cm/30s	
	4.1 cm/30s	
COMERCIAL 1	7.5 cm/30s	$\frac{7.5 + 6.5 + 7.1}{3} = 7.1 \text{ cm/30s}$
	6.5 cm/30s	
	7.1 cm/30s	
COMERCIAL 2	6.4 cm/30s	$\frac{6.4 + 6.6 + 6.8}{3} = 6.6 \text{ cm/30s}$
	6.6 cm/30s	
	6.8 cm/30s	

Tabla 50 Determinación de viscosidad media

FÓRMULA	DATOS	CÁLCULO
A	169,000 cP	$\frac{169,000 + 157,00 + 170,000}{3} = 165,3000 \text{ cP}$
	157,000 cP	
	170,000 cP	
B	75,600 cP	$\frac{75,600 + 97,200 + 106,200}{3} = 93,000$
	97,200 cP	
	106,200 cP	
C	287,900 cP	$\frac{287,900 + 269,900 + 260,300}{3} = 272,700 \text{ cP}$
	269,900 cP	
	260,300 cP	

D	334,700 cP	$\frac{334,700 + 331,700 + 316,700}{3} = 327,700 \text{ cP}$
	331,700 cP	
	316,700 cP	
COMERCIAL 1	136,200 cP	$\frac{136,200 + 136,800 + 135,000}{3} = 136,000 \text{ cP}$
	136,800 cP	
	135,000 cP	
COMERCIAL 2	264,500 cP	$\frac{264,500 + 289,100 + 318,500}{3} = 287,700 \text{ cP}$
	280,100 cP	
	318,500 cP	

Tabla 51 Datos perfil sensorial Formulación A

Atributo	Color		Olor		Textura		Sabor	
	Brillante	Rojo	Ácido	Afrutado	Gomoso	Viscoso	Dulce	Regusto
Promedio	4	4.4	2.9	3.8	4.5	3.6	4.6	3.4

Tabla 52 Datos perfil sensorial Formulación B

Atributo	Color		Olor		Textura		Sabor	
	Brillante	Rojo	Ácido	Afrutado	Gomoso	Viscoso	Dulce	Regusto
Promedio	4.9	4	2	3.6	4.3	4.4	3.9	2.6

Tabla 53 Datos perfil sensorial Formulación C

Atributo	Color		Olor		Textura		Sabor	
	Brillante	Rojo	Ácido	Afrutado	Gomoso	Viscoso	Dulce	Regusto
Promedio	4.4	4.4	2.6	3	3.1	3	2.4	4.8

Tabla 54 Datos perfil sensorial Formulación D

Atributo	Color		Olor		Textura		Sabor	
	Brillante	Rojo	Ácido	Afrutado	Gomoso	Viscoso	Dulce	Regusto
Promedio	4.5	4.5	2.5	3.4	4	4.4	3.1	3.2

Tabla 55 Valoración evaluación sensorial (Page), panel entrenado

FÓRMULA	A	B	C	D
JUEZ	VALORACIÓN			
1	2	4	1	3
2	2	4	1	3
3	3	4	1	2
4	3	4	2	1
5	3	4	1	2
6	3	4	1	2
7	3	4	1	2
8	2	4	1	3
TOTAL DE RANGOS	21	32	9	18

Tabla 56 Determinación de diferencia entre rangos (Page), panel entrenado

PAREJA DE FÓRMULAS	DATOS	CÁLCULO
A Y B	A: 21 B: 32	$ 21 - 32 = 11$
A Y C	A: 21 C: 9	$21 - 9 = 12$
A Y D	A: 21 D: 18	$21 - 18 = 3$
B Y C	B: 32 C: 9	$32 - 9 = 23$
B Y D	B: 32 D: 18	$32 - 18 = 14$
C Y D	C: 9 D: 18	$ 9 - 18 = 9$

Tabla 57 Determinación de diferencia (Friedman), panel entrenado

DATOS	CÁLCULO
N = 8 jueces K = 4 tratamientos Rj A = 21 Rj B = 32 Rj C = 9 Rj D = 18	$x_r^2 = \frac{12}{8 * 4(4 + 1)} \sum (21^2 + 32^2 + 9^2 + 18^2) - (3 * 8 * (4 + 1))$ $= 20.3$

Tabla 58 Valoración evaluación sensorial (Page), mercado objetivo

FÓRMULA	A	B	C	D
JUEZ	<i>VALORACIÓN</i>			
1	4	1	3	2
2	2	1	3	4
3	3	1	2	4
4	3	1	2	4
5	4	1	2	3
6	4	1	3	2
7	3	1	2	4
8	2	1	3	4
9	2	1	3	4
10	4	2	3	1
11	2	3	4	1
12	3	2	4	1
13	3	2	4	1
14	4	2	3	1
15	3	2	4	1
16	3	2	4	1
17	4	2	3	1

18	4	2	1	3
19	4	3	2	1
20	4	3	1	2
21	4	3	2	1
22	2	3	4	1
23	4	3	1	2
24	4	3	2	1
25	2	3	4	1
26	4	3	1	2
27	2	3	4	1
28	4	3	1	2
29	2	4	1	3
30	3	4	2	1
31	3	4	2	1
32	3	4	2	1
33	3	4	1	2
34	3	4	1	2
35	1	4	2	3
36	2	4	1	3
37	3	4	2	1
38	3	4	1	2
39	2	4	3	1
40	3	4	2	1
41	2	4	3	1
42	3	4	2	1
TOTAL DE RANGOS	127	114	100	79

Tabla 59 Determinación de diferencia entre rangos (Page), mercado objetivo

PAREJA DE FÓRMULAS	DATOS	CÁLCULO
A Y B	A: 127 B: 114	$127 - 114 = 13$
A Y C	A: 127 C: 100	$127 - 100 = 27$
A Y D	A: 127 D: 79	$127 - 79 = 48$
B Y C	B: 114 C: 100	$114 - 100 = 14$
B Y D	B: 114 D: 79	$110 - 79 = 35$
C Y D	C: 100 D: 79	$100 - 79 = 21$

Tabla 60 Determinación de diferencia (Friedman), mercado objetivo

DATOS	CÁLCULO
N = 42 jueces K = 4 tratamientos $R_j A = 127$ $R_j B = 114$ $R_j C = 100$ $R_j D = 79$	$x_r^2 = \frac{12}{42 * 4(4 + 1)} \sum (127^2 + 114^2 + 100^2 + 79^2) - (3 * 42 * (4 + 1))$ $= 24.12$

Tabla 61 Determinación de costos, extracto

MATERIA PRIMA	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
Semilla de Chan	Q35/lb	15958.9 g	$(\frac{35}{454}) * 15958.9 = Q 1,229.5$
Agua	Q16/18.9L	478468.9 mL	$(\frac{16}{18900}) * 478468.9 = Q 405.1$

desmineralizada			
Etanol puro	Q42/gal	964912.3 mL	$\left(\frac{42}{3785}\right) * 964912.3 = Q 10707.1$
COSTO TOTAL			1,229,5 + 405,1 + 10707,1 = 12,341.7

Tabla 62 Determinación de costos, Formulación A

MATERIA PRIMA	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
Fresa	Q5/lb	34600g	$\left(\frac{5}{454}\right) * 34600 = Q 381.1$
Azúcar	Q4.5/lb	42300g	$\left(\frac{4.5}{454}\right) * 42300 = Q 419.3$
Agua	Q16/18.9L	22900g	$\left(\frac{16}{18900}\right) * 22900 = Q 19.4$
Pectina	Q180/kg	200g	$\left(\frac{180}{1000}\right) * 200 = Q 36$
COSTO TOTAL			381.1 + 418.3 + 19.4 + 36 = 855.8
COSTO UNIDAD DE 250g			$\left(\frac{855.8}{100000}\right) * 250 = Q 2.1$

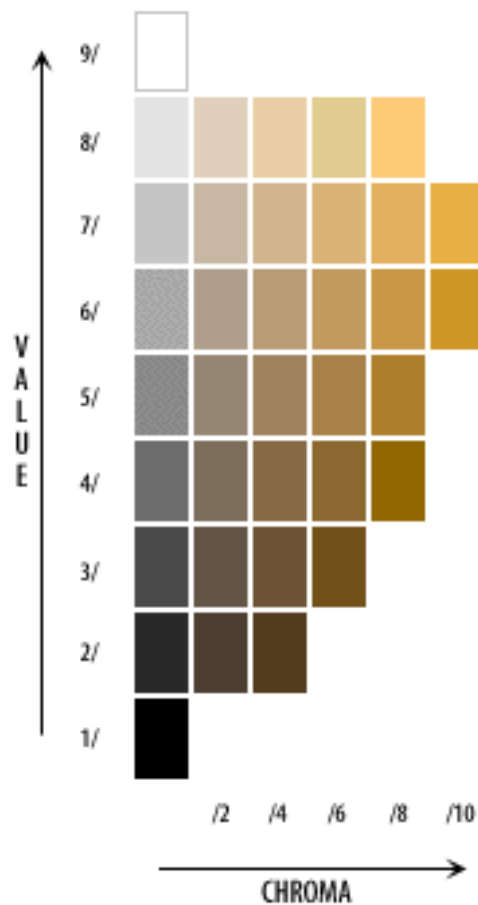
Tabla 63 Determinación de costos, Formulación B

MATERIA PRIMA	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
Fresa	Q5/lb	34600g	$\left(\frac{5}{454}\right) * 34600 = Q 381.1$
Azúcar	Q4.5/lb	42300g	$\left(\frac{4.5}{454}\right) * 42300 = Q 419.3$
Agua	Q16/18.9L	23000g	$\left(\frac{16}{18900}\right) * 23000 = Q 19.5$
Pectina	Q12,341.7/kg	100g	$\left(\frac{12,341.1}{1000}\right) * 100 = Q 1,234.1$
COSTO TOTAL			381.1 + 418.3 + 19.5 + 1,234.1 = 2,053.9
COSTO UNIDAD DE 250g			$\left(\frac{2,053.7}{100000}\right) * 250 = Q 5.1$

10.2. Anexo B: Sistema de color Munsell


En base al atlas el sistema de color, creado por Albert Henry Munsell, se observa en la siguiente figura la escala de tonalidades de color amarillos (matriz 10 YR). Este sistema de color se basa en las tres dimensiones del color: matriz, valor y saturación o croma. El color se expresa como intercepto XY, donde X es el croma d Y el valor

Figura 3 Sistema de color Munsell (AMARILLO)



Fuente: Adobe System Incorporated (2000)

10.3. Anexo C: Ficha técnica pectina



Type APA102 HM Rapid Set Pectin E440


<p>Description</p> <p>Andre pectin type APA102 is a rapid setting purified high methoxyl pectin, extracted from apple pomace and standardized with sugar (sucrose).</p> <p>Composition</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Pectin</td> <td style="text-align: right;">E 440(i)</td> </tr> <tr> <td>Sucrose</td> <td></td> </tr> </table> <p>Specification</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Grade (USASAG):-</td> <td style="text-align: right;">150 ± 5</td> </tr> <tr> <td>Setting temperature:-</td> <td style="text-align: right;">82 – 92 °C</td> </tr> <tr> <td>pH (2% solution):-</td> <td style="text-align: right;">2.8 – 3.8</td> </tr> <tr> <td>Degree of esterification:-</td> <td style="text-align: right;">> 69 %</td> </tr> </table> <p>Certificates</p> <p>Kosher Halal</p> <p>Application</p> <p>Jams, jellies, fruit juice drinks. pH range:- 2.5 - 3.5 Soluble solids:- > 55 %</p> <p>Usage levels (Guidelines):</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Jams, jellies:-</td> <td style="text-align: right;">0.4 - 1.0 %</td> </tr> <tr> <td>Fruit juice drinks:-</td> <td style="text-align: right;">0.1 - 0.2 %</td> </tr> </table> <p>We recommend dissolving Pectin in water before addition to the final system.</p> <p>Sensory characteristics</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Appearance:-</td> <td>Free flowing powder.</td> </tr> <tr> <td>Colour:-</td> <td>Pale brown powder.</td> </tr> <tr> <td>Odour:-</td> <td>Slight, free from off-notes.</td> </tr> <tr> <td>Taste:-</td> <td>Slight, free from off-flavours.</td> </tr> </table> <p>Microbiological characteristics</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Total plate count:-</td> <td style="text-align: right;">≤ 1000/g</td> </tr> <tr> <td>Yeast and mould:-</td> <td style="text-align: right;">≤ 100/g</td> </tr> <tr> <td>Coliforms:-</td> <td style="text-align: right;">absent in 1 g</td> </tr> <tr> <td>E. coli:-</td> <td style="text-align: right;">absent in 1 g</td> </tr> <tr> <td>Staphylococcus aureus:-</td> <td style="text-align: right;">absent in 1 g</td> </tr> <tr> <td>Salmonella:-</td> <td style="text-align: right;">absent in 25 g</td> </tr> </table>	Pectin	E 440(i)	Sucrose		Grade (USASAG):-	150 ± 5	Setting temperature:-	82 – 92 °C	pH (2% solution):-	2.8 – 3.8	Degree of esterification:-	> 69 %	Jams, jellies:-	0.4 - 1.0 %	Fruit juice drinks:-	0.1 - 0.2 %	Appearance:-	Free flowing powder.	Colour:-	Pale brown powder.	Odour:-	Slight, free from off-notes.	Taste:-	Slight, free from off-flavours.	Total plate count:-	≤ 1000/g	Yeast and mould:-	≤ 100/g	Coliforms:-	absent in 1 g	E. coli:-	absent in 1 g	Staphylococcus aureus:-	absent in 1 g	Salmonella:-	absent in 25 g	<p>Chemical characteristics</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Pectin content:-</td> <td style="text-align: right;">≥50 %</td> </tr> <tr> <td>Galacturonic acid:-</td> <td style="text-align: right;">≥65 %*</td> </tr> <tr> <td>Loss on drying:-</td> <td style="text-align: right;">≤12 %</td> </tr> <tr> <td>Acid-insoluble ash:-</td> <td style="text-align: right;">≤1 %</td> </tr> <tr> <td>Nitrogen content:-</td> <td style="text-align: right;">≤1 %*</td> </tr> <tr> <td>SO₂:-**</td> <td style="text-align: right;">≤10 mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Free methyl, ethyl and isopropyl alcohol:-</td> <td style="text-align: right;">≤1 %</td> </tr> <tr> <td>Lead:-</td> <td style="text-align: right;">≤5mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Arsenic:-</td> <td style="text-align: right;">≤3mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Cadmium:-</td> <td style="text-align: right;">≤1mg/kg</td> </tr> <tr> <td>Mercury:-</td> <td style="text-align: right;">≤1mg/kg</td> </tr> </table> <p>*Ash and volatile matter-free basis after washing with acid alcohol. ** Not used in the process.</p> <p>Legal requirements</p> <p>This product complies with all criteria laid down by EU, FAO/WHO (JECFA) and FDA/FCC and is GMO and Allergen free according to EC directives.</p> <p>Nutritional information depends on the standardisation</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Energy (per100g):-</td> <td style="text-align: right;">typically 550 - 650kJ</td> </tr> <tr> <td>Protein:-</td> <td style="text-align: right;">typically <0.5%</td> </tr> <tr> <td>Carbohydrates:-</td> <td style="text-align: right;">25 - 35%</td> </tr> <tr> <td>Of which sugars:-</td> <td style="text-align: right;">25 - 35%</td> </tr> <tr> <td>Fat:-</td> <td style="text-align: right;"><0.5%</td> </tr> <tr> <td>Fibre:-</td> <td style="text-align: right;">typically 65 - 75%</td> </tr> </table> <p>Packaging & Storage</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Packaging:-</td> <td>Paper with polythene liner (25kg net).</td> </tr> <tr> <td>Storage:-</td> <td>Cool and dry</td> </tr> <tr> <td>Shelf life:-</td> <td>24 months.</td> </tr> </table> <p>Risks and Handling</p> <p>A Material Safety Data Sheet is available on request.</p>	Pectin content:-	≥50 %	Galacturonic acid:-	≥65 %*	Loss on drying:-	≤12 %	Acid-insoluble ash:-	≤1 %	Nitrogen content:-	≤1 %*	SO ₂ :-**	≤10 mg/kg	Free methyl, ethyl and isopropyl alcohol:-	≤1 %	Lead:-	≤5mg/kg	Arsenic:-	≤3mg/kg	Cadmium:-	≤1mg/kg	Mercury:-	≤1mg/kg	Energy (per100g):-	typically 550 - 650kJ	Protein:-	typically <0.5%	Carbohydrates:-	25 - 35%	Of which sugars:-	25 - 35%	Fat:-	<0.5%	Fibre:-	typically 65 - 75%	Packaging:-	Paper with polythene liner (25kg net).	Storage:-	Cool and dry	Shelf life:-	24 months.
Pectin	E 440(i)																																																																												
Sucrose																																																																													
Grade (USASAG):-	150 ± 5																																																																												
Setting temperature:-	82 – 92 °C																																																																												
pH (2% solution):-	2.8 – 3.8																																																																												
Degree of esterification:-	> 69 %																																																																												
Jams, jellies:-	0.4 - 1.0 %																																																																												
Fruit juice drinks:-	0.1 - 0.2 %																																																																												
Appearance:-	Free flowing powder.																																																																												
Colour:-	Pale brown powder.																																																																												
Odour:-	Slight, free from off-notes.																																																																												
Taste:-	Slight, free from off-flavours.																																																																												
Total plate count:-	≤ 1000/g																																																																												
Yeast and mould:-	≤ 100/g																																																																												
Coliforms:-	absent in 1 g																																																																												
E. coli:-	absent in 1 g																																																																												
Staphylococcus aureus:-	absent in 1 g																																																																												
Salmonella:-	absent in 25 g																																																																												
Pectin content:-	≥50 %																																																																												
Galacturonic acid:-	≥65 %*																																																																												
Loss on drying:-	≤12 %																																																																												
Acid-insoluble ash:-	≤1 %																																																																												
Nitrogen content:-	≤1 %*																																																																												
SO ₂ :-**	≤10 mg/kg																																																																												
Free methyl, ethyl and isopropyl alcohol:-	≤1 %																																																																												
Lead:-	≤5mg/kg																																																																												
Arsenic:-	≤3mg/kg																																																																												
Cadmium:-	≤1mg/kg																																																																												
Mercury:-	≤1mg/kg																																																																												
Energy (per100g):-	typically 550 - 650kJ																																																																												
Protein:-	typically <0.5%																																																																												
Carbohydrates:-	25 - 35%																																																																												
Of which sugars:-	25 - 35%																																																																												
Fat:-	<0.5%																																																																												
Fibre:-	typically 65 - 75%																																																																												
Packaging:-	Paper with polythene liner (25kg net).																																																																												
Storage:-	Cool and dry																																																																												
Shelf life:-	24 months.																																																																												

Version 4
Issue February 2014

烟台安德利果胶股份有限公司 Yantai Andre Pectin Co.,Ltd.

地址: 中国, 山东, 烟台牟平区新城大街 889 号 邮编: 264100. Add: No.889 Xincheng Street, Muping Economic Development Zone, Yantai, China P.C:264100

电话(Tel):(86)535-4282000 传真(Fax):(86)535-4288889 E-mail:info@andrepectin.com http://www.andrepectin.com



帝斯曼集团旗下子公司
A Subsidiary of DSM

10.4. Anexo D: Normativa para mermelada de Fresa

COGUANOR 34 056 mermelada de fresa

6.2	Características físicas y químicas
a)	La mermelada de fresa deberá prepararse con una mezcla de no menos de 45 partes en masa de fruta, de composición natural con respecto a los sólidos solubles (véase numeral 4.7), preparada adecuadamente, por cada 55 partes en masa de edulcorantes .
b)	Como edulcorante podrá emplearse azúcar, azúcar invertido, o dextrosa, ya sea en forma aislada o mezclados. También podrá emplearse jarabe de glucosa en proporción tal, que el 25% (m/m) como máximo de los sólidos edulcorantes secos contenido en la mermelada, provengan de los sólidos secos contenidos en el jarabe de glucosa .
c)	La cantidad mínima de sólidos solubles totales será de 65% (m/m).
d)	El valor del pH estará comprendido entre 3.0 y 3.8.
e)	Como conservador podrá emplearse cualquiera de las tres sustancias químicas siguientes: benzoato de sodio o ácido benzoico en cantidad tal que no exceda de 0.1% en masa, expresado como ácido benzoico en el producto final; ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio en cantidad tal, que no exceda de 0.2% en masa, expresado como ácido sórbico en el producto final; y no más de 40 mg/kg de anhídrido sulfuroso libre, ó 200 mg/kg, como máximo, de anhídrido sulfuroso total, en el producto final.
f)	Como sustancia tampón podrá emplearse el citrato de sodio y el tartrato de sodio y potasio, solos o mezclados, en proporción no mayor de 0.2% (m/m).

10.5. Anexo E: Tablas de significancia para tests de ordenamiento ($p=1/2$)

Tabla 64 Diferencia críticas absolutas a un nivel de significancia de 5%

Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para las Comparaciones de "Todos los Tratamientos" a un Nivel de Significancia de 5%

Pañolistas	Número de muestras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	66
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	84
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	89
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	96
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111
45	23	32	41	51	61	71	81	91	102	112
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150
85	31	44	57	70	84	97	111	125	140	154
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163
100	34	47	61	76	91	105	121	136	151	167

Fuente: (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992)

Tabla 65 Diferencia críticas absolutas a un nivel de significancia de 1%

**Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos
para las Comparaciones de “Todos los Tratamientos”
a un Nivel de Significancia de 1%**

Panelistas	Número de muestras									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	—	9	12	14	17	19	22	24	27	30
4	8	11	14	17	20	23	26	29	32	36
5	9	13	16	19	23	26	30	33	37	41
6	10	14	18	21	25	29	33	37	41	45
7	11	15	19	23	28	32	36	40	45	49
8	12	16	21	25	30	34	39	43	48	53
9	13	17	22	27	32	36	41	46	51	56
10	13	18	23	28	33	38	44	49	54	59
11	14	19	24	30	35	40	46	51	57	63
12	15	20	26	31	37	42	48	54	60	66
13	15	21	27	32	38	44	50	56	62	68
14	16	22	28	34	40	46	52	58	65	71
15	16	22	28	35	41	48	54	60	67	74
16	17	23	30	36	43	49	56	63	70	77
17	17	24	31	37	44	51	58	65	72	79
18	18	25	31	38	45	52	60	67	74	81
19	18	25	32	39	46	54	61	69	76	84
20	19	26	33	40	48	55	63	70	78	86
21	19	27	34	41	49	56	64	72	80	88
22	20	27	35	42	50	58	66	74	82	90
23	20	28	35	43	51	59	67	75	84	92
24	21	28	36	44	52	60	69	77	85	94
25	21	29	37	45	53	62	70	79	87	96
26	22	29	38	46	54	63	71	80	89	98
27	22	30	38	47	55	64	73	82	91	100
28	22	31	39	48	56	65	74	83	92	101
29	23	31	40	48	57	66	75	85	94	103
30	23	32	40	49	58	67	77	86	95	105
31	23	32	41	50	59	69	78	87	97	107
32	24	33	42	51	60	70	79	89	99	108
33	24	33	42	52	61	71	80	90	100	110
34	25	34	43	52	62	72	82	92	102	112
35	25	34	44	53	63	73	83	93	103	113
36	25	35	44	54	64	74	84	94	105	115
37	26	35	45	55	65	75	85	95	106	117
38	26	36	45	55	66	76	86	97	107	118
39	26	36	46	56	66	77	87	98	109	120
40	27	36	47	57	67	78	88	99	110	121
41	27	37	47	57	68	79	90	100	112	123
42	27	37	48	58	69	80	91	102	113	124
43	28	38	48	59	70	81	92	103	114	126
44	28	38	49	60	70	82	93	104	115	127
45	28	39	49	60	71	82	94	105	117	128
46	28	39	50	61	72	83	95	106	118	130
47	29	39	50	62	73	84	96	108	119	131
48	29	40	51	62	74	85	97	109	121	133
49	29	40	51	63	74	86	98	110	122	134
50	30	41	52	63	75	87	99	111	123	135
55	31	43	54	66	79	91	104	116	129	142
60	32	45	57	69	82	95	108	121	135	148
65	34	46	59	72	86	99	113	126	140	154
70	35	48	61	75	89	103	117	131	146	160
75	36	50	64	78	92	106	121	136	151	166
80	37	51	66	80	95	110	125	140	156	171
85	38	53	68	83	98	113	129	144	160	176
90	40	54	70	85	101	116	132	149	165	181
95	41	56	71	87	103	120	136	153	169	186
100	42	57	73	89	106	123	140	157	174	191

Fuente: (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992)

10.6. Anexo F: Tablas de significancia para estadístico Ji-cuadrado

Tabla 66 Significancia para estadístico Ji-cuadrado

TABLE 5—Values of chi-square required for significance at various levels.^a

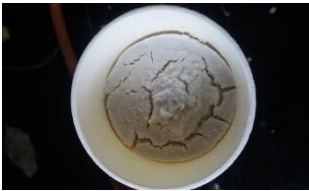
Degrees of Freedom	Level of Significance				
	10%	5%	2.5%	1%	0.5%
1	2.71	3.84	5.02	6.63	7.83
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7
6	10.60	12.6	14.4	16.8	18.5
7	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3
8	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0
9	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6
10	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2
11	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8
12	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3
13	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8
14	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3
15	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8
16	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3
17	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7
18	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2
19	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6
20	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0
21	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4
22	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8
23	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2
24	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6
25	34.4	37.7	40.6	44.3	46.5
26	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3
27	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6
28	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0
29	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3
30	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7

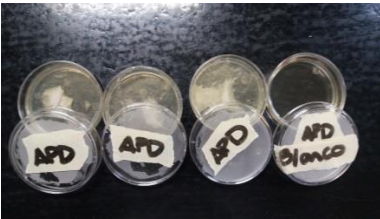
^aAbridged with permission of the publisher from a table that originally appeared in an article by Thompson, Catherine M., *Biometrika*, Vol. 32, pp. 188 and 189.

Fuente: Iv & Wolf (1996)

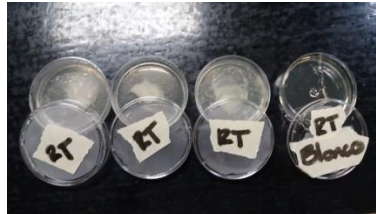
10.7. Anexo G: Recopilación de imágenes

Tabla 67 Imágenes de todo el estudio

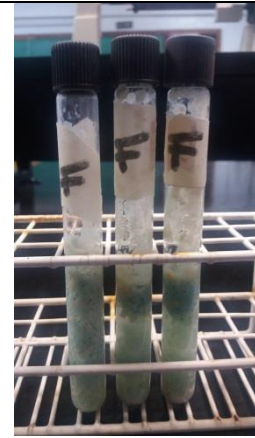
		
Proceso de hidratación	Proceso de Filtración	Proceso de precipitación
		
Filtración del extracto	Secado del extracto	Extracto seco molido
		
Ensayos microbiológicos	Ensayos microbiológicos	Ensayos microbiológicos



Ensayos microbiológicos



Ensayos microbiológicos



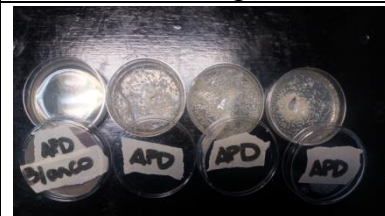
Resultados de ensayos microbiológicos



Resultados de ensayos microbiológicos



Resultados de ensayos microbiológicos



Resultados de ensayos microbiológicos



Resultados de ensayos microbiológicos



Disolución de extracto



Muestras para medición de pH



Determinación de humedad



Determinación de pH



Elaboración de mermelada



Elaboración de mermelada



Medición de parámetros



Determinación de consistencia



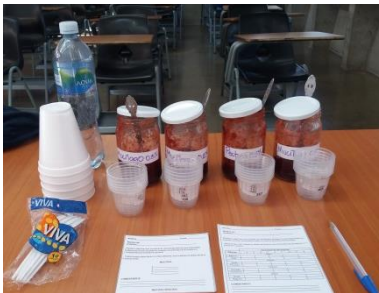
Determinación de consistencia



Determinación de consistencia



Determinación de Viscosidad



Preparación de muestras



Evaluación sensorial a panel entrenado



Evaluación sensorial a panel entrenado



Preparación de muestras



Restaurante Wiener



Preparación evaluación sensorial



Evaluación sensorial a madres de familia



Evaluación sensorial a madres de familia



Evaluación sensorial a madres de familia



Mesa de evaluación sensorial



Evaluación sensorial a madres de familia



Evaluación sensorial a madres de familia