



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

"ELABORACION DE UN POSTRE TIPO MOUSSE UTILIZANDO
UN AISLADO PROTEINICO DE AJONJOLI"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

NAOMI HAMABATA TAGO



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

MEXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente: Bernardo Lucas Florentino

Vocal: Francisco Javier Casillas Gómez

Secretario: Maricarmen Quirasco Baruch

1er suplente: René de los Ríos Campanella

2do suplente: Leticia Gil Vieyra

Lugar donde se desarrolló: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Conjunto E, Laboratorio 312
Departamento de Alimentos y Biotecnología



Asesora: Dra. Maricarmen Quirasco Baruch



Supervisora técnica: Dra. Patricia Severiano Pérez



Naomi Hamabata Tago

AGRADECIMIENTOS:

- ▲ A DIPASA por la donación del Sesaprot[®] y pulpa de frutas
- ▲ A Gomas Naturales por la donación de gomas
- ▲ A Sodexim por la donación de saborizantes
- ▲ A Firmenich por la donación de saborizantes
- ▲ A Fortitech, por la donación de la premezcla de vitaminas
- ▲ Al Dr. Alberto Tecante por su apoyo en la utilización del texturómetro
- ▲ A la Dra. Amelia Farrés, por sus sabios consejos y apoyo en la realización de este trabajo
- ▲ A la Dra. Amanda Gálvez por su apoyo e inspiración
- ▲ A la M en C. Idalia Flores, por su orientación
- ▲ A la M en C. Julieta Sandoval por su ayuda técnica
- ▲ A Probetel por su apoyo económico
- ▲ A mi asesora, por su increíble paciencia, orientación y apoyo
- ▲ A Paty Severiano, por su asesoría técnica y buen humor

Este trabajo forma parte de una serie de investigaciones
para el proyecto OMNILIFE – CONACYT 35948-B

DEDICATORIA:

- ☼ A MIS PADRES, por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todas las situaciones a las cuales me he enfrentado.
- ☼ A MI HERMANA , por su cariño y sabios consejos.
- ☼ A ALEJANDRO, por tu amor, compañía y haber brindado alegría a mi vida.
- ☼ A MIS ABUELOS, que aunque ya no estén presentes por haberme cuidado desde donde estén.
- ☼ A MIS ASESORAS por su apoyo, comprensión y disposición.
- ☼ A MIS AMIGOS de la Universidad, por esos lindos recuerdos de los primeros semestres y por las palabras de aliento y comprensión que me ayudaron a sobrevivir...
- ☼ A MIS AMIGOS del 312 por su ayuda, apoyo y amistad que contribuyeran a hacer placentera mi estancia.

“Elaboración de un postre tipo
mousse utilizando un aislado
proteínico de ajonjolí”



CONTENIDO

	Página
I Resumen	1
II Introducción	3
III Marco teórico	5
3.1 Nuevos productos alimentarios	5
3.2 Detección de oportunidades	6
3.3 Espumas	7
3.3.1 Propiedades fisicoquímicas	7
3.3.2 Agentes tensoactivos	9
3.3.3 Proteínas como agentes tensoactivos	9
3.4 Mousse	11
3.4.1 Proceso	12
3.4.2 Agentes estabilizantes	14
3.4.3 Factores que influyen en la elaboración del mousse ...	15
3.5 Aislados proteínicos vegetales	16
3.5.1 Aislados proteínicos de soya	17
3.5.2 Aislados proteínicos de ajonjolí	19
3.6 Calidad nutrimental de los alimentos	23
3.6.1 Recomendación nutrimental	24
3.7 Evaluación de la textura en alimentos	26
3.7.1 Métodos instrumentales	27
3.7.2 Métodos estructurales	31
3.7.3 Métodos químicos	32
3.7.4 Relación entre las medidas instrumentales de textura y las sensoriales	33
IV Justificación	35
V Objetivos	36

VI	Diagrama experimental	37
	6.1 Cuestionario de población abierta	38
	6.2 Análisis microbiológico de materias primas	38
	6.3 Determinación de humedad por destilación azeotrópica	38
	6.4 Determinación de proteína total por Microkjeldahl	39
	6.5 Determinación de cenizas totales	39
	6.6 Determinación de carbohidratos totales	39
	6.7 Determinación de fibra soluble e insoluble de las pulpas	40
	6.8 Determinación de pectina	40
	6.9 Determinación de °Brix	41
	6.10 Establecimiento del método de espumado	41
	6.11 Establecimiento de la concentración de proteína	41
	6.12 Determinación del tiempo de solubilización del aislado	41
	6.13 Efecto de la Temperatura en la solubilización del aislado	42
	6.14 Efecto del pH sobre la cantidad de espuma	42
	6.15 Efecto de la adición de jarabe de sacarosa	42
	6.16 Efecto de los hidrocoloides en la estabilidad de la espuma	43
	6.17 Efecto de las pulpas en el espumado	44
	6.18 Efecto de los saborizantes, colorantes y premezcla de vitaminas y minerales en el mousse	45
	6.19 Evaluación del efecto enmascarante del resabio amargo por la adición de maltitol	45
	6.20 Selección de saborizantes	46
	6.21 Propuesta de formulación	46
	6.22 Elaboración de muestras con aislado proteínico de soya	46
	6.23 Evaluación sensorial: prueba de preferencia	46
	6.24 Reformulación: adición de aceite vegetal	47
	6.25 Formulación láctea	48
	6.26 Evaluación sensorial : prueba de preferencia	48
	6.27 Efecto de los ingredientes sobre la textura	49

6.28	Microestructura de los productos elaborados	50
VII.	Resultados y discusión	51
7.1	Detección de oportunidades	51
7.2	Caracterización de las materias primas	56
7.2.1	Análisis microbiológico	56
7.2.2	Análisis químico proximal	57
7.2.3	pH y °Brix de las pulpas de frutas	57
7.3	Establecimiento del método de espumado	58
7.4	Establecimiento de la concentración de proteína	59
7.5	Determinación del tiempo de solubilización del aislado	60
7.6	Efecto de la Temperatura en la solubilización del aislado	61
7.7	Efecto del pH sobre la cantidad de espuma	62
7.8	Efecto de la adición de jarabe de sacarosa	64
7.9	Efecto de los hidrocoloides en la estabilidad de la espuma	65
7.10	Efecto de los ingredientes en el espumado	70
7.10.1	Efecto de las pulpas en el espumado	70
7.10.2	Efecto de los saborizantes, colorantes y premezcla de vitaminas en el mousse	73
7.11	Evaluación del efecto enmascarante del resabio amargo por la adición de maltitol	75
7.12	Selección de saborizantes	76
7.13	Propuesta de formulación	77
7.14	Elaboración de muestras con aislado proteínico de soya	78
7.15	Evaluación sensorial: prueba de preferencia	79
7.16	Reformulación: adición de aceite vegetal	81
7.17	Formulación láctea	83
7.18	Evaluación sensorial : prueba de preferencia	84
7.19	Análisis del perfil de textura instrumental	
7.19.1	Efecto de los ingredientes sobre la textura	88
7.19.2	Efecto de la fuente proteínica sobre la textura	93

7.20	Estudio de la microestructura de los productos por medio de la microscopía electrónica de barrido	97
7.21	Análisis nutrimental y de costo	108
VIII.	Consideraciones finales y conclusión	111
IX.	Bibliografía	113
X.	Anexos	119

I. RESUMEN

En el presente trabajo se elaboró un postre tipo "mousse", que comercialmente es formulado con leche alta en grasa. La utilización de un aislado proteínico de origen vegetal como agente espumante podría representar una reducción calórica y una alternativa para la población intolerante a la lactosa.

Se evaluó el efecto del tiempo, temperatura y pH en la dispersión de un aislado proteínico de ajonjolí, así como sus propiedades como agente espumante en términos de capacidad, estabilidad y textura de la espuma formada. Se observó que la capacidad espumante del aislado se ve poco influenciada por el pH, tiempo y temperatura de solubilización del mismo, sin embargo a un pH de 3 la espuma formada se desestabiliza rápidamente a una temperatura mayor o igual a 4°C.

Para la elaboración del producto tipo "mousse", se utilizaron los siguientes componentes: sacarosa, pulpa de frutas, premezcla de vitaminas y minerales, colorantes y saborizantes artificiales además de xantana y grenetina, estos últimos permitieron la estabilización de la espuma. El impacto de todos los ingredientes en la textura se evaluó con un Texturómetro Sintech 1/S MTS, y se observó que la textura depende principalmente de las gomas, así como de la naturaleza de la pulpa de fruta.

Posteriormente se realizó una evaluación sensorial, para seleccionar la mejor formulación y evaluar la preferencia del consumidor con respecto a una muestra elaborada con un aislado proteínico de soya y otra cuya base fue láctea. Los resultados mostraron que los productos elaborados con el aislado proteínico de ajonjolí son competitivos con las elaboradas con el aislado de soya.

Finalmente, se llevó a cabo un estudio de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), que nos permitió correlacionar la microestructura de los productos con su textura. Se observó que las proteínas utilizadas determinan el grado de compactación de las celdas de aire de la espuma y la distribución de los glóbulos de grasa en la matriz del alimento, lo que se refleja en parámetros de textura diferentes, para los productos elaborados con proteína de ajonjolí, de soya y de leche.

II. INTRODUCCIÓN

Los aislados proteínicos vegetales constituyen una novedosa y económica fuente proteínica, ya que poseen al menos un 90% de proteína y ausencia de compuestos antinutricionales (Altschol, A y Wilcke, H., 1985). Por esta razón y debido a sus propiedades sensoriales y funcionales, han sido utilizados en la industria alimentaria, para el desarrollo de productos cárnicos, de panadería, alimentos dietéticos, análogos de lácteos, etc.

Las propiedades funcionales de las proteínas (hidratación, propiedades de superficie, reológicas y de textura), se refieren a las características fisicoquímicas que presentan en los sistemas alimentarios y que determinan el comportamiento de los mismos durante el proceso, almacenamiento, preparación y consumo, sobre todo en lo que respecta a las características sensoriales.

Una de las propiedades de superficie más utilizadas, aunque no tan estudiada, es el espumado que provoca una reducción en la densidad del producto, un cambio de textura y apariencia así como modificación de la digestibilidad. Algunos alimentos donde la propiedad de espumado es importante son: bebidas, productos horneados, productos lácteos, cereales, huevo, etc. Sin embargo pocos agentes espumantes se utilizan industrialmente, entre los que se incluyen la albúmina de huevo, grenetina, proteínas lácteas y proteína de soya (Lees y Jackson, 1973).

La posibilidad de sustituir las proteínas de origen animal por proteínas vegetales nos permitirá satisfacer las necesidades de un segmento de la población que presenta deficiencia o carencia de lactasa, considerando que en México casi el 50% de la población adulta presenta este problema (Rosado, 1984).

Actualmente la proteína vegetal más utilizada es la proteína de soya, sin embargo su aplicación se ve limitada por la presencia de sabores indeseables, y por la preocupación de algunos grupos al ser un cultivo modificado genéticamente. Como alternativa se presenta la utilización de un aislado proteínico de ajonjolí Sesaprot® (SP). (Distribuidora Internacional de Productos Agrícolas, S.A., Celaya, Gto.)

Por estudios previos se sabe que el SP tiene una buena calidad nutrimental, ya que es rica en aminoácidos azufrados, además de poseer propiedades espumantes y emulsificantes. Esta última propiedad ya ha sido explotada en el grupo de trabajo, para la formación de emulsiones líquidas (bebidas) (López, G., 2001) y sólidas (productos cárnicos) (Gutiérrez, L., 2002).

La propiedad funcional que falta por explorar es la formación de espumas, por lo que se decidió formular un alimento espumoso que tenga una buena calidad nutrimental en adición a buenas características sensoriales.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS

Uno de los principales retos de la industria alimentaria es la de proveer alimentos en cantidad suficiente, de bajo costo, que satisfagan al consumidor, tanto en calidad, precio, facilidad de preparación y larga conservación. Sin embargo, el producto debe no sólo satisfacer las necesidades de los consumidores, sino también debe de cumplir ciertos aspectos legislativos e intereses de las empresas (características del alimento que aseguren su venta a niveles adecuados).

Las tendencias en el desarrollo de nuevos productos, se pueden agrupar en las siguientes direcciones:

- Productos con alto valor agregado.
- Alimentos no tradicionales, resultado del fraccionamiento de las materias primas convencionales.
- Alimentos dietéticos de bajo costo.
- Bebidas de alta calidad.
- Alimentos dirigidos a sectores de población con requerimientos nutrimentales específicos: geriátricos, infantiles, diabéticos, etc.
- Alimentos dirigidos a poblaciones con raíces culturales o étnicas de interés.

De acuerdo a Buron y García (1988), los atributos que se deben evaluar en el alimento, para determinar su calidad son:

- ▲ Atributos instrumentales
 - Atributos cuantitativos: rendimientos y contenidos netos
 - Atributos ocultos: inocuidad y valor nutrimental
 - Atributos de utilización: estabilidad de almacenamiento, manipulación, preparación y consumo

⤴ Atributos sensoriales

- Aspecto: color, parámetros óptico-geométricos, forma y tamaño
- Textura
- Caracteres olfato - gustativos

⤴ Atributos simbólicos

- Distinción
- Exclusividad
- Sobriedad

La evaluación de la calidad del alimento, influirá en su aceptación en el mercado, sin embargo el éxito comercial debe contemplar otros aspectos como:

- Envase y embalaje
- Nombre y marca
- Publicidad

3.2 DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES

Una forma de captar posibilidades de nuevos productos es el examen continuo de las siguientes condiciones externas e internas de la empresa:

- Estructura y posibilidades de la empresa incluida su tendencia y en relación a: posición en el mercado, organización comercial, potencial humano, capacidad productiva, capacidad financiera.
- Estructura y potencial del mercado en general y del mercado propio en particular: tipología de los consumidores, comportamiento y gamas de productos de los competidores, tendencia de la economía nacional e internacional.
- Desarrollos tecnológicos.

Las herramientas más efectivas y utilizadas para realizar estos análisis son: los diagramas de Pareto e Ishikawa, otro sistema útil es el de los índices de calificación multidimensionales, donde se asigna una calificación para el análisis de

los problemas y oportunidades en relación con la competencia y referido al potencial de organización de marketing, y para evaluación de las posibilidades de un nuevo producto (Burón y García., 1990).

La adquisición de toda la información anterior produce una cantidad ingente de problemas, sin embargo el procedimiento operativo es elevado en tiempo y costo, por lo que se han incorporado técnicas rápidas de selección tales como: valores por consenso, calificación y ordenación mediante técnicas de grupo. (Burón y García., 1990), Tal grupo ha de estar formado por personas con grandes conocimientos, que valoren la situación desde diversos puntos de vista. El conjunto de los directores de los diversos departamentos de la empresa son quizá el grupo óptimo, dado que su actuación se realizará por vía intuitiva. Se basan en la valoración que realiza cada individuo del grupo según uno o varios criterios de cada uno de los problemas u oportunidades, utilizando diversos tipos de escala.

3.3 ESPUMAS

La mayoría de los alimentos son sistemas dispersos cuyas propiedades no pueden ser derivadas completamente por su composición química, ya que no existe un equilibrio termodinámico debido a que los diversos componentes se encuentran en distintos compartimentos (Schmidl, M y Labuza, T., 2000). Existen varios tipos de dispersiones en alimentos: espumas, emulsiones, aerosoles, polvos, suspensiones.

3.3.1 Propiedades fisicoquímicas

Las espumas son mezclas de líquido y gas, presentan comportamientos similares a las emulsiones aceite/agua, ya que son dispersiones de un fluido hidrofóbico en un líquido hidrofílico. Los agentes espumantes en alimentos, generalmente son proteínas, debido a su naturaleza anfifílica. En solución se orientan de tal forma

que la región hidrofílica previene el drenado, mientras que la hidrofóbica evita que las celdas de aire coalescan y desestabilicen la espuma.

El mezclado o batido incrementa la capacidad de la proteína de desplegarse en la interfase, sin embargo la presencia de lípidos interfieren en el espumado debido a que estas moléculas migran a la interfase antes que las moléculas de la proteína, inhiben el desplegamiento de la proteína y por tanto la formación de la espuma.

En el caso de las espumas, las celdas de aire son relativamente grandes, esto combinado con la alta solubilidad del aire en el agua provoca el fenómeno conocido como efecto Ostwald, que consiste en la difusión del gas de una celda pequeña a una más grande o bien a la atmósfera, debido a que la presión del sistema en las burbujas pequeñas es mayor que en las grandes (Schmidl, M y Labuza, T., 2000).

La estabilidad de las espumas es generalmente tres veces menores que la de una emulsión y se debe a que existe drenado del líquido por y a través de las celdas de aire debido a la gravedad o bien a la coalescencia de las burbujas debido a la inestabilidad de la capa entre ellas.

Los fenómenos de desestabilización de la espuma son en cierta forma interdependientes: el drenado promueve la coalescencia, y el efecto Ostwald o la coalescencia pueden afectar la velocidad del drenado.

El efecto Ostwald se puede prevenir asegurando la formación de celdas de aire lo más pequeñas posibles, lo cual se logra por el proceso de espumado así como por las proteínas presentes, que determinan los enlaces entrecruzados entre las moléculas adsorbidas.

La velocidad del drenado disminuye conforme incrementa la viscosidad de la fase dispersante. Para evitar la coalescencia se deben considerar dos aspectos: el primero se refiere al grosor de la capa que rodea el aire lo que depende de la proteína, y sobre todo del proceso de espumado. El segundo corresponde a la presencia de partículas extrañas, particularmente lípidos y sólidos, ya que pueden ocasionar la ruptura de capas relativamente gruesas.

3.3.2 Agentes tensoactivos

Los agentes tensoactivos también son conocidos como emulsificantes o surfactantes y se refieren a todos aquellos materiales de naturaleza anfílica que disminuyen la energía interfacial entre dos fases inmiscibles, facilitando la dispersión de una fase sobre la otra. (Stauffer, 1996)

Los emulsificantes deben promover la subdivisión de la fase dispersa, lo cual se relaciona con el balance hidrofílico – lipofílico (HLB) de los agentes tensoactivos.

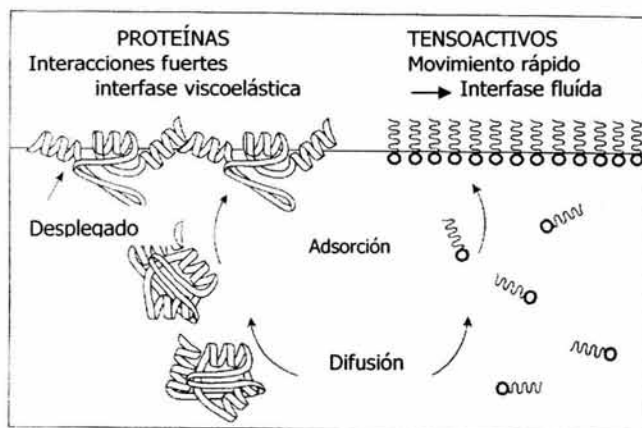
En un sistema formado por aceite, agua y surfactante, existe energía interfacial entre dos fases, conocida como energía interfacial o tensión interfacial. Si se aplica energía externa en forma de agitación, el área interfacial aumenta al generar la subdivisión de la fase dispersa, lo cual provoca el aumento de la energía interfacial que dificulta la subdivisión. Los surfactantes disminuyen la energía libre en la interfase y permiten desacelerar el proceso de coalescencia.

3.3.3 Proteínas como agentes tensoactivos

Las espumas se definen como un sistema de dos fases, donde se forman celdas de aire separadas por una capa continua y delgada denominada como fase lamelar, (Zayas, 1997). En el caso de espumas alimentarias el sistema es mucho más complejo, ya que generalmente están constituidas por una mezcla de aire, líquidos, sólidos y surfactantes.

En las espumas estabilizadas por proteínas éstas actúan como surfactantes debido a su naturaleza anfifílica, lo cual evita que las burbujas de aire se colapsen después de que han sido creadas. Las proteínas adsorbidas presentan un cierto grado de desnaturalización, disminuyen la tensión interfacial y facilitan la formación continua de interfase aire – agua en el sistema, ya que forman una membrana viscoelástica alrededor de las celdas de aire a través de interacciones intermoleculares no covalentes. (Figura 3.3.3.1)

Figura 3.3.3.1 Distribución de tensoactivos y proteínas en la interfase aire/líquido



(Doxastakis y Kiosseoglou, 2000)

En el caso de productos lácteos como el mousse, las proteínas de la leche actúan tanto como espumantes como retenedores de agua (Baardseth *et al.*, 1992), lo cual permite controlar y regular parámetros como la distribución del aire, suavidad y cremosidad. Esto se debe a que las propiedades de textura son determinadas por el tamaño, forma y distribución de partículas coloidales como las proteínas o polisacáridos en el alimento.

Observaciones prácticas indican que no todas las proteínas son igualmente activas en la superficie aunque todas tengan características anfifílicas y tengan porcentajes de aminoácidos polares y no polares parecidos.

La formación de espumas utilizando proteínas puede verse reducida por la competencia con otras moléculas activas en la superficie que puedan estar presentes en el alimento (surfactantes y lípidos). Este efecto se puede deber a la dificultad para establecer interacciones iónicas, no iónicas, hidrofóbicas o incluso puentes disulfuro, por lo que no se llega a producir la capa viscoelástica de la proteína alrededor de la burbuja. (Halling, 1981)

5.4 MOUSSE

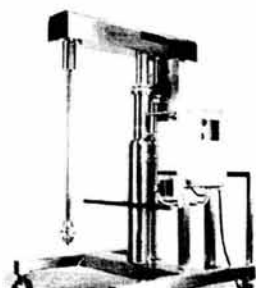
Debido a estudios previos dentro del grupo de trabajo, que demostraron buenas propiedades espumantes de un aislado proteínico de ajonjolí (Sesaprot®), se decidió estudiar la posibilidad de elaborar un postre tipo "mousse", término culinario francés que significa espumoso.

Tradicionalmente el mousse es un postre de leche batida alta en grasa, estable a temperatura ambiente, elaborado a partir de crema, leche, yemas de huevo y claras batidas (Imram, 1999), sin embargo a nivel industrial los ingredientes principales son crema, leche descremada, azúcar, emulsificantes o estabilizantes, saborizantes y colorantes (Andreasen y Nielsen, 1992) con lo cual se logra una reducción del 80% de la grasa, de la formulación.

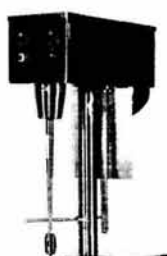
3.4.1 Proceso de elaboración

El proceso depende del tipo de mousse que se vaya a elaborar, así como de los requerimientos de vida de anaquel y almacenamiento, sin embargo en general se requiere de las siguientes operaciones:

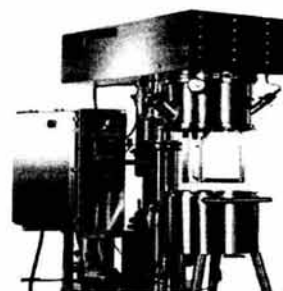
1. Mezclado: durante este paso, se realiza la hidratación de los polvos de la mezcla, normalmente de leche descremada en polvo, así como estabilizantes, una hidratación ineficiente provoca una sensación arenosa en el producto final.
2. Tratamiento térmico: la mezcla se somete a un tratamiento térmico de 80 a 85°C por 20-30 s, con el objeto de lograr una cierta desnaturalización de las proteínas del suero, lo cual permite incrementar la capacidad de retención de agua, que se traduce en un producto más cremoso y de mejor textura. Para obtener un mousse con una mayor vida de anaquel se puede utilizar un tratamiento térmico UHT (140-145°C por 3-5 s). Aunque este tratamiento no se utiliza para mousses ácidos, ya que provoca la desestabilización de la caseína.
3. Homogeneización: al reducir los glóbulos de grasa, se puede controlar la estructura del mousse
4. Reposo: se ha visto que un reposo de 30 – 60 minutos a temperatura mayor a 25°C permite un mejor espumado
5. Espumado: los mousses tradicionales producidos a nivel industrial utilizan aereadores continuos (ver Figura 3.4.1.1), donde el incremento del volumen o sobrerrendimiento varía desde el 20% al 150%, aunque normalmente se obtiene entre un 60 y un 100% de incremento. Estos aereadores normalmente incorporan aire a través del batido o bien por la inyección de nitrógeno.



Marca: Envirotech Company
S.A. de C.V.

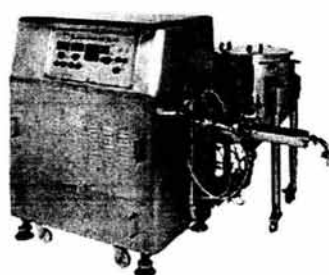


Marca: Scott Turbon® Mixer, inc.



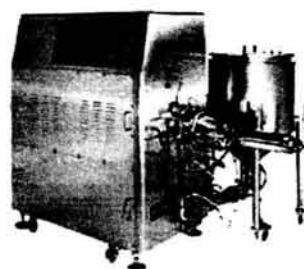
TM-50

Aicoh Tarbo-Mix



TM-150

Aicoh Tarbo-Mix



TM-300

Aicoh Tarbo-Mix

Figura 3.4.1.1 Aereadores utilizados para la incorporación de aire

6. Adición de saborizantes: los saborizantes o trozos de fruta se añaden después del espumado para evitar desestabilización del producto, cuidando que la calidad microbiológica sea buena, para evitar una recontaminación.
7. Envasado: el mousse es envasado en una gran variedad de contenedores, dependiendo de la vida de anaquel y población a la cual va dirigida. (Andreasen, 1992)

3.4.2 Agentes estabilizantes

Los sistemas bifásicos aire-agua generalmente requieren de agentes de superficie para su elaboración, así como la utilización de hidrocoloides para la estabilización del sistema, debido a la naturaleza heterogénea de los alimentos que pueden contener otros emulsificantes o compuestos anfílicos activos en la superficie, así como sólidos, que en conjunto provocan un alto grado de inestabilidad en la dispersión.

Los hidrocoloides son polímeros hidrosolubles que tienen la habilidad de elevar la viscosidad o formar geles en sistemas acuosos, lo cual ayuda a estabilizar las espumas. Estos hidrocoloides o gomas, se diferencian por su origen, método de extracción, función, textura, termorreversibilidad, tiempo de gelificación o carga.

Dentro de las gomas, existen polisacáridos los cuales poseen la habilidad de interactuar con la proteína adsorbida y formar un complejo de proteína – polisacárido (Dickinson y Walstra, 1993) el cual puede incrementar tanto la rigidez de la interfase como la actividad en la superficie de la proteína.

En la Tabla 3.4.2.1 se muestran algunos hidrocoloides que de acuerdo a Smith se podrían utilizar para la estabilización del mousse:

Tabla 3.4.2.1 Posibles hidrocoloides a utilizar para la estabilización del Mouse

Hidrocoloide	Función	Concentración [%]	Aplicaciones	pH óptimo
Pectina	Estabilizante y gelificante	0.1 – 1	Productos lácteos	2.5 – 4
Carragenina	Estabilizante, gelificante	0.01 – 0.5	Helado, flanes, pudines	4 -10
CMC	Estabilizante, espesante	0.1 – 0.3	Helado	3 – 10

Algarrobo	Estabilizante, espesante, gelificante	0.2 – 0.6	Helado, queso crema, postres	4 – 10
Xantana	Estabilizante, espesante, gelificante	0.1 – 0.3	Queso crema, aderezos	1 – 13
Grenetina ¹	Estabilizante	1 – 3	Mousses	4.8 – 5.2

Smith, 1991

El uso de polisacáridos evita la precipitación de proteínas en valores de pH cercanos a su punto isoelectrico. Son utilizados ampliamente en bebidas lácteas de frutas, ya que se requiere de un pH de 4 a 5 para obtener un sabor satisfactorio y este valor de acidez desestabiliza las proteínas (Blanshard, 1979).

3.4.3 Factores que influyen en la elaboración del mousse

Las propiedades espumantes de las proteínas se ven influenciadas no sólo por el tipo de proteínas, sino también por los parámetros de obtención del aislado, temperatura, pH, concentración de proteína, tiempo de mezclado y método de espumado, factores que van a influir directamente sobre la conformación y la tendencia de la proteína a desplegarse en la superficie.

- pH: en valores de pH cercanos al punto isoelectrico, se observa la formación de capas interfaciales más gruesas, se eleva la viscosidad y la elasticidad aumentando así la estabilidad de la espuma, aunque también puede provocar la precipitación de las proteínas.
- Concentración de la proteína: las espumas obtenidas con una mayor concentración de proteína son más densas y estables ya que aumenta la velocidad de adsorción de proteína en la interfase, así como el grosor de la

¹ Hidrocoloide más ampliamente utilizado, único que no es polisacárido.

misma. Los máximos sobrerrendimientos generalmente se encuentran al utilizar entre un 2 y 8% del agente espumante. (Zayas, 1997).

3.5 AISLADOS PROTEÍNICOS VEGETALES

Los aislados representan la forma más pura de las proteínas de origen vegetal de aplicación en alimentos, ya que la mayoría de los otros componentes han sido removidos por medio de tratamientos químicos y/o físicos. Poseen al menos un 90% de proteína y han sido utilizados como sustitutos de proteínas de origen animal desde los años 60's. Algunos de los aislados utilizados incluyen: soya (Johnson, 1985), gérmen de maíz desengrasado (Zayas, 1989), semilla de girasol (Lin, 1974), chícharo (Dagorn *et al*, 1987) y ajonjolí (Kinsella, 1985).

Constituyen un ingrediente muy atractivo en la industria de alimentos por sus características nutrimentales, sensoriales y funcionales, las que permiten su aplicación como sustituto de proteínas animales. La única desventaja es que la mayoría de ellos (soya, gluten) son deficientes en metionina y/o lisina, sin embargo existe la posibilidad de suplementar o complementar el producto final para elevar el valor nutrimental del mismo.

En países en desarrollo, la disponibilidad de proteínas alimentarias se limita a un determinado segmento de la población, por lo que las personas de menores recursos, sobreviven con dietas simples y nutrimentalmente deficientes tanto en macronutrientes como micronutrientes, por lo que la introducción de fuentes alternas podrá incrementar la ingesta en sus dietas (Abelson y Hines, 1999., Bourges, 2000).

A pesar de lo anteriormente expuesto, las alergias alimentarias han aumentado en los últimos años, éstas se desencadenan por algunos componentes proteínicos de los alimentos, conocidos como alérgenos. Actualmente estas alergias afectan aproximadamente al 6% de los niños menores de 3 años y alrededor del 2% de la población en general (Helm y Burks, 2000). Existen 8 tipos de alimentos responsables por provocar la mayoría de las reacciones alérgicas: leche, huevo, cacahuates, nueces, pescados, mariscos, trigo y soya (Bush y Hefle, 1996). Encontramos en esta lista proteínas de origen vegetal, entre ellos las provenientes de la soya, por lo que el encontrar alternativas a este alimento es de interés.

3.5.1 Aislados proteínicos de soya

Constituyen un producto ampliamente disponible en la industria por la gran versatilidad y su bajo costo. Su preparación se ha modificado a lo largo del tiempo hasta lograr actualmente la siguiente composición:

Tabla 3.5.1.1 Composición de aislados de soya comerciales

Aislados de soya comerciales	Composición %
Proteína	91 – 95% en base seca (N x 6.25)
Lípidos	0.2 – 1%
Hidratos de carbono	1 – 1.5
Cenizas	4 – 4.5

Hudson (1994)

En la tabla 3.5.1.2 se muestran las propiedades funcionales que poseen los diversos aislados disponibles comercialmente:

Tabla 3.5.1.2 Propiedades funcionales de los aislados proteínicos de soya

Propiedad funcional	Modo de acción	Alimento
Solubilidad	Solvatación de proteínas, depende del pH	Bebidas
Viscosidad	Puentes de hidrógeno	Sopas, cremas
Gelificación	Formación de una matriz proteínica	Carnes, queso
Cohesión / adhesión	Las proteínas actúan como material adhesivo	Carnes, salchichas, productos horneados, pasta
Elasticidad	Puentes disulfuro en geles deformables	Carnes, respostería
Emulsificación	Formación y estabilización de emulsiones de grasa	Salchichas, sopas, pasteles
Adsorción de grasa	Afinidad con grasa libre	Carnes, salchichas, donas
Vehículo de sabores	Adsorción, liberación	Análogos de carnes, productos horneados
Espumante	Forma una capa estable que atrapa el aire	Postres, batidos

Kinsella, 1985.

Los aislados de soya nativos están compuestos por globulinas 7S y 11S, presentan una alta solubilidad en condiciones alcalinas, pero disminuye conforme se acerca al punto isoeléctrico ($pI = 4.5$; Pearson, 1983). Por lo cual se dificulta su utilización en medios ligeramente ácidos, especialmente cuando las propiedades funcionales o características organolépticas dependen de la misma.

Las proteínas de la soya son consideradas como uno de los nutrimentos más importantes del reino vegetal, sin embargo es considerado como uno de los alimentos más altamente alergénicos, además de que puede ocurrir una sensibilización gastrointestinal en niños menores de 3 años que han consumido productos a base de soya (Zeiger, *et al*., 1999).

En los últimos años el consumo de productos con base de soya se presenta no sólo por personas alérgicas a la leche, sino que se ha recomendado para prevenir enfermedades cardíacas, obesidad, hipercolesterolemia, cáncer, diabetes y osteoporosis entre otras. Esto ha contribuido al desarrollo de varios productos

derivados de la soya como sucedáneos de productos lácteos, cárnicos y de panificación. Sin embargo, en el 2000, la proporción de soya transgénica producida fue del 50%, cantidad que sigue creciendo (James, 2001). Por esto los consumidores preocupados por el impacto que puede tener en la salud el consumo de cultivos genéticamente modificados han generado un decremento en el consumo de estos productos.

5.5.2 Aislados proteínicos de ajonjolí

El ajonjolí (*Sesamum indicum*) es una oleaginosa de la familia *Pedaliaceae* que ha sido cultivado desde el 450 a.C. (Caldwell, 1958) y actualmente existe una producción a nivel nacional de 21,200 toneladas (Aserca, 2002). A nivel mundial la importancia del ajonjolí recae en la extracción de su aceite que posee un 43% de ácido oleico y 13% de ácido linoleico ampliamente utilizado como parte de la alimentación humana y animal.

El ajonjolí contiene aproximadamente 50% de aceite y entre 19 y 31% de proteína, al extraer el aceite queda una pasta con alto contenido de proteína, lo cual permite alcanzar hasta un 94% en el aislado la cual posee un perfil de aminoácidos único por su alto contenido en aminoácidos azufrados, principalmente metionina, por lo que se considera una buena fuente para suplementar otras proteínas vegetales (Meza, 2002).

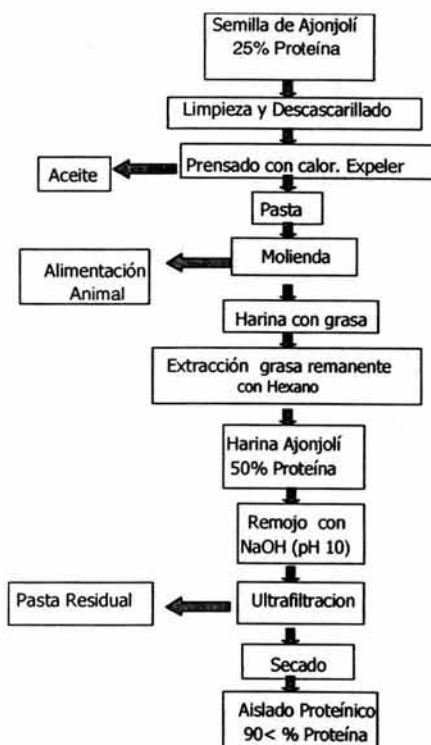


Figura 3.5.2.1 Proceso de obtención del SP

En la figura 3.5.2.1 se muestra el proceso de obtención del aislado de ajonjolí de la empresa DIPASA. A partir de la pasta seca y molida se obtiene una harina, de la que se extrae la proteína por medio de un tratamiento térmico alcalino, lo cual permite eliminar los oxalatos presentes en la cáscara y el ácido fítico presente en la semilla.

En la Tabla 3.5.2.2 se compara el contenido de aminoácidos del aislado proteínico de ajonjolí (Sesaprot[®]) con el de un aislado de soya y el patrón de la FAO para adultos. Se observa que satisface los requerimientos de la población adulta, excepto en el caso de la lisina, que resulta el aminoácido limitante. Además posee una eficiencia de la proteína (PER) del 1.2 (Kik, 1960) y una digestibilidad verdadera del 97.40% como se muestra en la Tabla 3.5.2.3

Tabla 3.5.2.2 Composición de aminoácidos en los aislados proteicos de soya y ajonjolí

Aminoácido	mg a.a./g proteína ^a	mg a.a./g proteína ^b	Patrón FAO mg a.a./g prot
	Soya	Sesaprot	
Ácido aspártico		80.5	
Treonina	37	33.5	9
Serina		42.4	
Ácido glutámico		192.2	
Glicina		44.5	
Alanina		41.1	
Valina	45	42.1	13
Metionina	13	26.5	17
Isoleucina	49	33.5	13
Leucina	81	59.6	19
Tirosina	40	32.3	
Fenilalanina	54	42.0	19
Lisina	63	21.3	16
Histidina		23.9	16
Arginina		128.8	
Prolina		32.8	
Cistina	13	16.6	
Triptofano	15	16.1	5

^a Aislado de soya comercial (purina 500E); (Hudson, 1994)

^b Datos ajustados considerando que Sesaprot contiene 94% de proteína (N X 5.3) (Gutiérrez, 2003)

El aislado proteínico de ajonjolí a diferencia de muchos otros aislados, no posee pigmentos u olores indeseables, tan solo un ligero sabor amargo, lo cual permite una mayor aplicación en alimentos sobre la proteína de soya, que se caracteriza por sabores indeseables que ha limitado su aceptación.

Tabla 3.5.2.3. Evaluación de la calidad de la proteína de Sesaprot®

Fuente proteínica	Alimento ingerido (g/rata)	Contenido de N del alimento (%)	Heces excretadas (g/rata)	Contenido de N de las heces (%)	Digestibilidad verdadera (%)
Caseína 1	55.887 ± 8.869	1.689 ± 0.001	3.377 ± 0.593	1.875 ± 0.138	95.53
Sesaprot	44.575 ± 8.479	1.786 ± 0.129	3.058 ± 0.519	1.369 ± 0.049	97.40

De acuerdo al método 991.29 AOAC (1995). Gutiérrez, *et al*, 2003.

Actualmente la preocupación por el riesgo potencial derivado del consumo de alimentos transgénicos se ha incrementado. En el 2001 el área calculada de cultivos transgénicos fue de 52.6 millones de hectáreas, de las cuales la soya ocupó 33.3 millones, representando el 63% del área cultivada a nivel mundial (ISSSA, 2002). Por el contrario, no se ha reportado manipulación genética alguna en el ajonjolí. En este sentido las proteínas aisladas del ajonjolí ofrecen una alternativa en la sustitución de las proteínas provenientes de la soya, para cubrir el mercado que no consumiría productos derivados de cultivos modificados genéticamente.

Las propiedades funcionales del Sesaprot® que se muestran en la Tabla 3.5.2.4 sugieren una posible aplicación a nivel industrial, ya que es capaz de formar geles a partir de una concentración de 24% y aplicando una temperatura de 90°C por 20 minutos (Flores, *et al.*, 1981). Otras características funcionales relevantes son

su capacidad de formación de espumas y emulsiones (López, 2001), lo cual indica que las proteínas se adsorben rápidamente en la interfases aire – agua y agua-aceite, además de que son capaces de sufrir un cambio conformacional o rearrreglo en la interfase y forman una capa viscoelástica y cohesiva a través de interacciones intermoleculares (Lawhon *et al.*, 1972).

Tabla 3.5.2.4. Propiedades funcionales del Sesaprot® determinadas previamente por el grupo de trabajo

Propiedad funcional	Promedio de las determinaciones	Metodología utilizada (referencia)
Capacidad de absorción de grasa (FAC)	73.33 ± 0.0 mL aceite / 100 g de SP	Sosulski., <i>et al.</i> , 1976
Solubilidad de las proteínas en función del pH	pH [g prot soluble/100g aislado] 2 81.06 4 42.10 6 8.76 8 21.97 10 42.54	Popineau y col. 1988
Estabilidad de emulsión a 4°C	% prot % estabilidad pH=4 pH=7 0.10 0 64.29 0.50 0 84.56 1.00 71.23 89.27 5.00 100.00 100.00	Dargorn Scaviner y col. 1988
Indice de actividad emulsificante IAE m ² /g aislado a 4°C	% prot IAE pH=4 IAE pH=7 0.10 3.65 4.01 0.50 2.10 8.52 1.00 2.42 7.68 5.00 1.43 0.71	Pearce & Kinsella, 1978
Capacidad de espumado [%incremento de volumen]	% prot pH=4 0.13 82.14 ± 12.02 0.64 9.28 ± 3.54 1.29 100.0 ± 0.0 6.44 100.0 ± 0.0	Lawhon, <i>et al.</i> 1972
Coagulación de proteínas por calor (HC%)	% prot pH=4 1 25.32 3 25.32 5 25.40 7 25.40 9 25.49	Myers, D.J. y cols. 1994

3.6 CALIDAD NUTRIMENTAL DE LOS ALIMENTOS

Por nutrimento se entiende cualquier sustancia consumida como un constituyente del alimento que proporciona la energía y componentes químicos necesarios para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de una vida sana o bien cuya deficiencia hace que se produzcan cambios bioquímicos y fisiológicos característicos no deseables.

Dentro de los nutrimentos existen aquellos que son esenciales, ya que son necesarios para el crecimiento, desarrollo y el mantenimiento de una vida sana y no pueden ser sintetizados en cantidades suficientes por el cuerpo.

La adición de nutrimentos esenciales en los alimentos tiene como objetivo mantener o mejorar la calidad nutrimental de los alimentos. De acuerdo a la CAC-GL-009-1987, la adición es justificada únicamente si tiene como finalidad la restitución de los nutrimentos, equivalencia nutrimental de alimentos sucedáneos o enriquecimiento.

Se considera restitución como la adición de nutrimentos esenciales de interés que se hayan perdido durante la elaboración, el almacenamiento o la manipulación del alimento. Cuando un alimento sucedáneo se destina a sustituir a un alimento que ha sido identificado como fuente importante de energía y/o nutrimentos esenciales en la alimentación, y particularmente cuando haya pruebas evidentes de su necesidad para la salud pública, se recomendará vivamente la equivalencia nutrimental en términos de nutrimentos esenciales de interés.

Enriquecimiento se considera como la adición de nutrimentos esenciales para intentar corregir los problemas nutrimentales de una población geográfica.

Adicionalmente se pueden añadir nutrimentos a alimentos para regímenes especiales, cuando se quiera asegurar un contenido apropiado y suficiente de nutrimentos para cubrir las necesidades de una población con requerimientos específicos.

Actualmente la industria alimentaria debe prepararse para los retos del futuro, en donde el desarrollo de nuevos productos alimentarios es uno de los factores más importantes para ganar nuevos mercados y vencer a la competencia. El producto a elaborar, debe reunir diversas propiedades para asegurar una vida comercial, dentro de los que se incluye como atributo oculto el valor nutrimental.

3.6.1 Recomendaciones nutrimentales

La recomendación de consumo dietético se refiere a los niveles promedio de ingesta diaria de un nutrimento para cubrir los requerimientos de los individuos saludables (97–98%) en una etapa determinada de su vida y según el género. Sin embargo son tan solo una recomendación, es decir que al consumir los niveles recomendados de nutrimentos según la edad, existe una gran probabilidad de que el sujeto esté satisfaciendo sus requerimientos nutrimentales. En la Tabla 3.6.1.1 se muestran los requerimientos recomendados para la población mexicana.

Los requerimientos pueden cambiar dependiendo de una gran variedad de factores como: variabilidad genética, estado fisiológico, digestibilidad, absorción, biodisponibilidad, interacción metabólica, factores ambientales, actividad física, etc., de tal forma que es casi imposible determinar un requerimiento a nivel poblacional.

Tabla 3.6.1.1 Ingesta diaria recomendada para la población mexicana

Nutrimento	Niños (4-6 años)	Puberes (7 a 18 años)	Adultos	Embarazadas	Mujeres lactantes
Proteínas [g]	56	75	75	+8	+20
Energía [kcal / kJ]	1800/ 7531		2200 / 9205		2900 / 12134
Vitamina A [µg eq retinol]	450	1000	1000	800	1300
Vitamina D [µg] ^a	5	---	---	10	10
*Vitamina K [mg]	55		90		120
Vitamina C [mg]	45	60	60	70	95
Vitamina E [mg]	7	10	10	10	12
Tiamina [mg] ^b	0.8	1.2	1.5	1.5	1.6
Riboflavina [mg] ^b	1.0	1.5	1.7	1.7	1.8
Niacina [mg] ^b	11	16	19	19	20
Vitamina B6 [mg]	1.1	1.7	2.0	2.2	2.1
Folato [mg]	65	180	200	400	280
Vitamina B12 [mg]	0.9	1.7	2.0	2.2	2.6
*Ácido pantoténico [mg]	3		5		5
*Biotina [mg]	12		30		30
*Colina [mg]	250		425		550
Calcio [mg]	800	1000	800	1200	1200
Hierro [mg]	10	15 ^c	15 ^c	30	15
Zinc [mg]	10	15	15	15	19
Fósforo [mg]	800	1000	800	1200	1200
Magnesio [mg]	100	400	350	320	355
*Manganeso [mg]	1.5		1.8		2.3
Flúor [mg]	1.5	2	2	---	---
Yodo [µg]	80	150	150	175	200
Cobre [µg]	1	2	2	---	---
*Cromo [µg]	15		25		35
*Molibdeno [µg]	17		45		45
*Selenio [µg]	30		55		55

Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, 1997

^a Debido al grado de exposición al sol no se dan valores de vitamina D para niños mayores, púberes y adultos, pero se recomiendan 10 µg para adultos de más de 65 años de edad.

^b Si la actividad física es intensa considerar 0.5 mg de tiamina, 0.6 mg de riboflavina y 8 mg eq de niacina por cada 1000 kcal del gasto energético.

^c Para los grupos de 7 a 18 años y para los adultos los valores son 15 mg para mujeres y 10 mg para hombres.

* Muñoz y Ledesma, 2002

5.7 EVALUACIÓN DE LA TEXTURA EN ALIMENTOS

La textura, es la propiedad sensorial de los alimentos detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994). Se refiere a los atributos o características de textura de un alimento, ya que el conjunto de éstas, contribuyen a darle al alimento características sensoriales agradables o desagradables (Kramer, 1964).

Los atributos sensoriales son de naturaleza compleja, como el sabor, olor y aroma, por lo que el ser humano es el mejor juez (Kramer y Twigg, 1972). Aunque existen técnicas distintas a las sensoriales que se han aplicado en el estudio de las propiedades de textura de un alimento. Las más comunes incluyen el uso de instrumentos para evaluar las propiedades físicas de las muestras, aunque también se ha recurrido a examinar la estructura de los alimentos y la determinación de su composición química. La utilización de las técnicas instrumentales permite a nivel industrial disminuir los costos, además de ser rápido, continuo y aplicable en línea.

Las características de textura han sido clasificadas en tres categorías: atributos mecánicos, geométricos y de composición. Los primeros dan una indicación del comportamiento mecánico del alimento ante la deformación (dureza, cohesividad, viscosidad, adhesividad, masticabilidad, gomosidad...); los atributos geométricos son aquellos relacionados con la forma o la orientación de las partículas del alimento, como la fibrosidad, granulosidad, porosidad, esponjosidad, etc. Y los de composición son los que aparentemente indican la presencia de algún componente en el alimento, como la humedad, grasosidad, harinosidad.

Se ha observado que las propiedades mecánicas generalmente se manifiestan y perciben en la fase de apreciación táctil manual, o al dar el primer mordisco, mientras que las geométricas y las de composición, son detectadas más frecuentemente en las etapas masticatoria, deglutativa y residual (Anzaldúa, 1994).

3.7.1 Métodos Instrumentales

La medición instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la utilización de paneles sensoriales para la evaluación sensorial con el fin de evitar la variabilidad de los resultados, dificultad de la ejecución y las peculiaridades de la interpretación (Bourne, 1982). En general, los métodos instrumentales se pueden clasificar en tres categorías: métodos fundamentales, empíricos e imitativos.

Métodos fundamentales

Estos métodos implican la medida de propiedades físicas que definan lo más exactamente posible el comportamiento reológico del alimento, para luego relacionarlas con características de textura. La ventaja que presentan es que los resultados se expresan en unidades conocidas y se puede controlar el efecto de los distintos factores que intervienen en el proceso o pequeños cambios en las formulaciones, sin embargo la correlación de este tipo de métodos con la evaluación sensorial no es muy alta.

Métodos empíricos

Son una medida de las propiedades mecánicas de la muestra, pueden ser destructivas o no destructivas. Se basan en la aplicación de un esfuerzo: compresión, corte, punción, extrusión, flexión, tensión, etc y se mide la respuesta del alimento: por ejemplo, su disminución o aumento de longitud, el tiempo que tarda en recuperar su forma o tamaño original después de la deformación, al fuerza requerida para la ruptura, etc.

Los principios teóricos de los métodos y la interpretación de los resultados son empíricos, sin embargo se puede tener una correlación alta con la evaluación sensorial y requieren menos tiempo (Anzaldúa, 1994).

Métodos imitativos

Se basan en el concepto de textura y de características de textura descritos por Szczesniak (1973). El objetivo de estos métodos es determinar el perfil de textura de un alimento, midiendo instrumentalmente distintos parámetros. Por ello, a este tipo de técnicas también se le conoce como Análisis del Perfil de Textura Instrumental (TPA instrumental).

Algunos de los instrumentos para realizar este tipo de prueba, intentan simular el complejo proceso de masticación, aunque sólo lo consiguen en un grado muy limitado. Usualmente se caracterizan por presentar sondas que imitan la forma de los dientes, las cuales imitan el movimiento de la mandíbula pero sólo en el plano vertical, de una persona con dientes alineados normalmente y sin caries.

El texturómetro se basa en comprimir una muestra de alimento equivalente a un mordisco con una sonda en dos ciclos consecutivos que imitan la acción de los dientes, generando una gráfica de fuerza contra tiempo, de donde se obtienen siete parámetros de textura, cinco que se pueden leer de la gráfica y dos

calculadas con las anteriores (Figura 3.7.1.1). Los parámetros que se pueden obtener son: dureza, cohesividad, elasticidad, adhesividad, fracturabilidad, masticabilidad, gomosidad y viscosidad (Friedman *et al.* 1963).

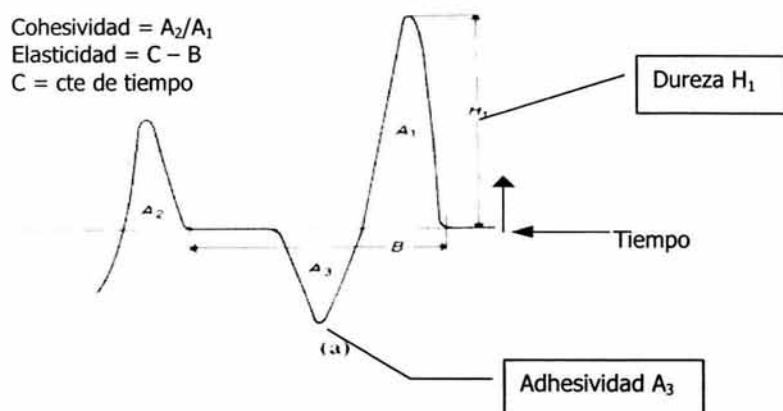


FIGURA 3.7.1.1 Curvas típicas del "General Food Texturometer". Para alimentos no quebradizos. Ver la Tabla 3.7.1.2 como guía de interpretación de estas curvas. (Brennan, 1980).

Las curvas se interpretan de acuerdo a los términos del método del perfil sensorial que se muestran en la tabla 3.7.1.2

TABLA 3.7.1.2 Interpretación de las curvas del TPA (Texturómetro de General Foods).

Dureza	Altura del primer pico (H_1) (tamaño de la muestra especificado). Equivale a la fuerza necesaria para alcanzar una deformación dada o a la fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólido) o entre la lengua y el paladar.
Cohesividad	Relación del área bajo la curva del segundo pico entre el área del primer pico (A_2/A_1). Equivale a la fuerza de unión que mantiene ligadas las distintas partes de un alimento

Elasticidad	La diferencia entre la distancia B, medida del contacto inicial de la muestra al contacto en el segundo ciclo. Equivale al grado en que la muestra, una vez que se deforma, es capaz de recuperar su condición inicial no deformada cuando las fuerzas de deformación son retiradas (sonda).
Adhesividad	El área, en unidades instrumentales arbitrarias (A_3), del pico negativo. (el tamaño de muestra especificada). Equivale al trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre las superficies de las muestras y la superficie de la sonda, que a su vez equivaldría a la fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar) durante el consumo del mismo.
Fracturabilidad	Se caracteriza por la forma de un pico múltiple en el primer ciclo y se mide como la altura de la primera ruptura significativa del pico (H_2), (tamaño de muestra especificado). Equivalente a la fuerza requerida para producir una fractura en el mismo.
Masticabilidad	Dureza x cohesividad x elasticidad. Se corresponde con el tiempo requerido para masticar la muestra reduciéndola a una consistencia adecuada para tragarla.
Gomosidad	Dureza x cohesividad x 100. Entendida como la fuerza necesaria para desintegrar un semisólido hasta el estado en que esté listo para ser deglutido.

Piggot, 1998

3.7.2 Métodos Estructurales

Las propiedades de textura de un alimento son el reflejo de las características y propiedades físicas de los alimentos. Los estudios realizados por Stanley y Tung (1976) indican que el análisis de la estructura puede proporcionar información adicional que complementa los análisis sensoriales y los instrumentales, las técnicas más utilizadas son las que se muestran en la Tabla 3.7.2.1

Tabla 3.7.1.2 Técnicas utilizadas para el análisis microestructural de los alimentos

	PODER	INFORMACIÓN QUE PROVEE
Equipos magnificantes		
Microscopio de transmisión de luz (TLM)	10 - 1,000 X	Imágenes de la superficie, pobre profundidad
Microscopio electrónico de barrido (SEM)	20 - 100,000 X	Imágenes electrónicas de las superficies, buena profundidad
Microscopio electrónico de transmisión (TEM)	200 - 300,000 X	Imagen electrónica de secciones delgadas; difícil preparación de la muestra
Microscopio electrónico de transmisión y barrido	200 - 300,000 X	Combina las características de SEM y TEM
Equipos no magnificantes		
Microanálisis de rayos X		Espectro cuantitativo de elementos con número atómico mayor a 11
Calorímetro diferencial de barrido		Cuantificación de eventos térmicos

Moskowitz, 1987

Una gran variedad de productos alimenticios son porosos, es decir consisten en burbujas o celdas de aire distribuidas en un líquido visco-elástico o una matriz

sólida, por ejemplo: helados, crema batida, masa de pan, postres. En donde la vida de anaquel, textura y apariencia se ven influenciadas por el tamaño y concentración de las burbujas que contengan, sin embargo existen relativamente pocos estudios que provean características de las burbujas en productos aireados (Bee, *et al*, 1989., Dickinson, 1992).

Esto se debe a que la mayoría de los productos aireados son ópticamente opacos y poseen estructuras delicadas que son fácilmente dañados por la manipulación física (Halling, 1981; German, O'Neil y Kinsella, 1985). A pesar de las dificultades en la preparación de la muestra, se ha utilizado la microscopía electrónica entre otros métodos, para determinar la microestructura de las espumas, aunque la información obtenida es únicamente cualitativa (Schoonman, *et al*, 2001)

3.7.3 Métodos Químicos

La determinación de la composición química de los alimentos puede ayudar a conocer mejor sus propiedades texturales. Así, ya en 1973 Szczesniak discutió el papel del análisis químico en estudios de textura.

Según el tipo de alimento interesará analizar un tipo de sustancia u otra, ya que el contenido de agua influye en la textura de cualquier material, aunque otros componentes sólo son determinantes en ciertos alimentos. Por ejemplo, en frutas y vegetales se analiza la cantidad de alcoholes insolubles. Cabe señalar, que los atributos de composición no siempre tienen una relación con el contenido del componente que más resalta en la textura, por lo que nunca hay que dar por hecho que tal relación existe (Anzaldúa – Morales, 1982).

3.7.4 RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS INSTRUMENTALES DE TEXTURA Y LAS SENSORIALES

La evaluación de la textura es frecuentemente un paso importante en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, ya que regularmente la textura es un factor limitante en el desarrollo, particularmente al tratar de sustituir proteínas animales por vegetales (Bourne, 1982).

Tanto la evaluación sensorial como la instrumental se usan ampliamente en la industria, principalmente para el control de procesos y el desarrollo de productos, por tanto es necesario conocer las posibles relaciones entre ambas técnicas, lo que les permitiría entre otras cosas predecir la respuesta de los consumidores o la evaluación rápida de la calidad de los parámetros (Szczesniak, 1987).

Uno de los primeros estudios sobre la correlación de los parámetros de textura instrumental con los atributos de textura sensorial fue realizado por Friedman y colaboradores en 1963. Estos autores fueron parte del grupo que desarrolló el "General Foods Texture Profile", pensando en trasladar la medida de la textura sensorial definida por Szczesniak (1963) en una medida física. Después de una cuidadosa selección de los parámetros de textura instrumental, los autores obtuvieron una alta correlación entre la medida instrumental y sensorial.

Szczesniak (1975) cita una serie de estudios donde se correlaciona la textura sensorial y los valores de fuerza obtenidos con una sonda Warner-Bratzler. Establece que si uno asume que ambas medidas la instrumental y sensorial fueron realizadas usando buenos estándares (no siempre una suposición apropiada), entonces la falta de correlación sería debida a contribuciones de otras condiciones; entre las que debería considerarse que:

1. El coeficiente de correlación es dependiente del tipo y número de muestras usadas. Adicionalmente el coeficiente de correlación de Pearson's está basado en una relación lineal. De esta manera, si la relación es curvilínea, los valores pueden ser logarítmicamente transformados.
2. Según como se evalúen los parámetros de textura sensorial será necesario el uso de una determinada sonda para la medida instrumental, que nos permita obtener medidas comparables.
3. Si la muestra es destruida durante su medida, la misma muestra no puede ser evaluada por ambos métodos. Por eso, la propia muestra puede ser parte del problema, especialmente si hay una considerable variación en los atributos de textura de muestras de la misma fuente. Esto es frecuentemente un problema en muestras cárnicas en las cuales por ejemplo la suavidad de un músculo simple puede variar longitudinalmente.

Actualmente, los investigadores realizan de manera simultánea estudios de textura instrumental y sensorial por lo que son más los trabajos encaminados a buscar las posibles correlaciones existentes entre los valores obtenidos con ambos métodos.

IV. JUSTIFICACIÓN

Los aislados proteínicos vegetales actualmente son utilizados en la industria alimentaria para el desarrollo de sucedáneos o nuevos productos, debido al bajo costo y propiedades funcionales que poseen. El más comercializado es el aislado de soya, sin embargo el aislado proteínico de ajonjolí, constituye una alternativa económicamente equivalente, pero con perfiles sensoriales y nutrimentales diferentes que permite su aplicación en un grupo amplio de alimentos.

La elaboración de un postre tipo mousse a partir de un aislado proteínico de ajonjolí, permitirá ofrecer un producto alternativo para toda aquella población intolerante a la lactosa, con un buen valor nutritivo y reducido en calorías.

El grupo de trabajo ha colaborado desde hace varios años con la empresa DIPASA, y el evaluar la factibilidad de aplicación de Sesaprot[®] en alimentos espumosos, también resulta de interés para ellos pues podría representar una alternativa como agente espumante, lo cual implica una ampliación del mercado de éste aislado proteínico de ajonjolí.

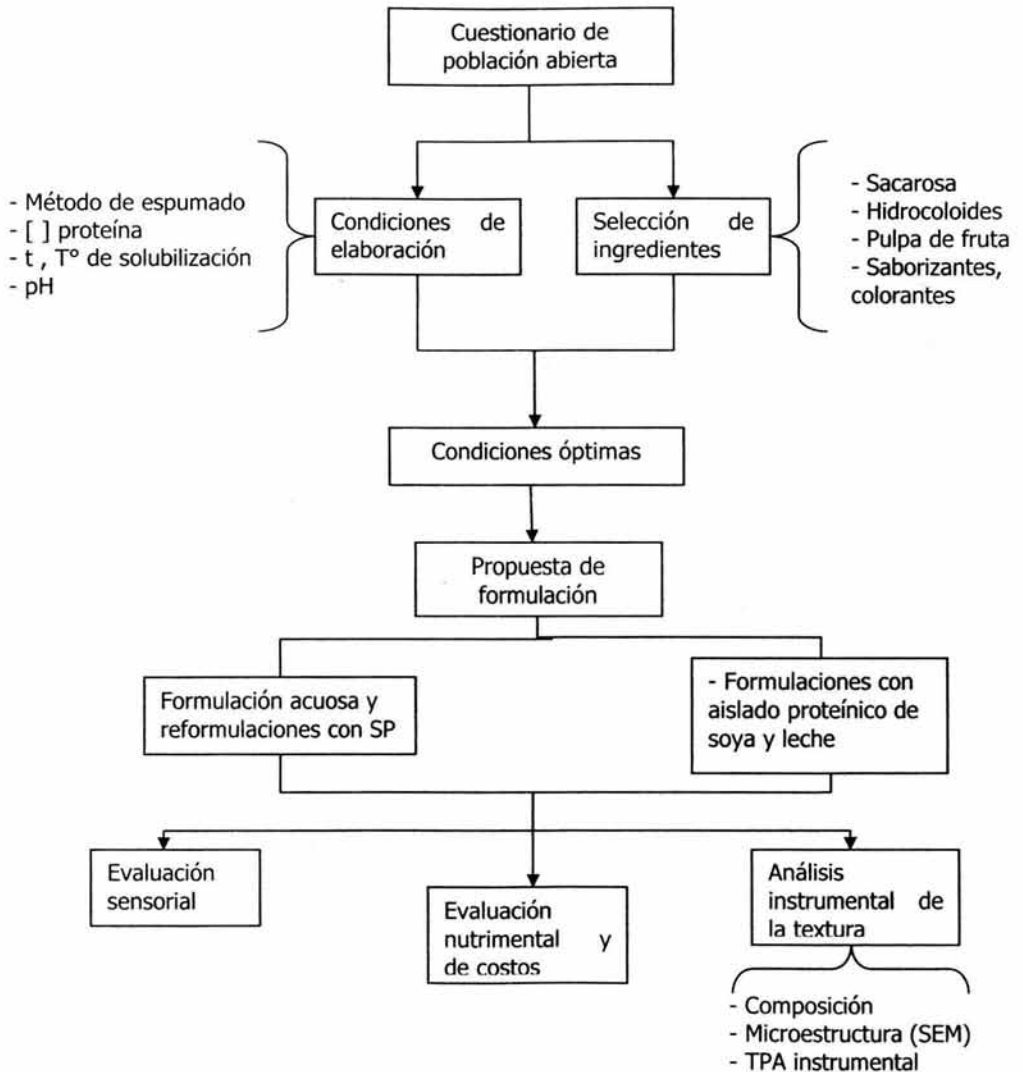
V. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un alimento tipo mousse aprovechando las propiedades espumantes del aislado proteínico de ajonjolí (Sesaprot®).

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar el nicho de mercado al obtener información acerca del consumo de alimentos tipo mousse, frecuencia y razones de consumo, así como los sabores de mayor preferencia en estos productos.
- Determinar el efecto del pH, concentración de aislado de ajonjolí, tiempo y temperatura de solubilización sobre las propiedades de espumado (capacidad de espumado y estabilidad de la espuma formada).
- Establecer una formulación base de un alimento tipo mousse que permita obtener características sensoriales competitivas con respecto a productos similares elaborados con proteínas de soya o lácteas.
- Determinar el efecto de los componentes de la fórmula sobre el perfil de textura del alimento. Así como observar si existe alguna diferencia en los parámetros de textura, dependiendo de la fuente proteínica utilizada.
- Conocer el rearrreglo microscópico del sistema, que permita inferir sobre posibles interacciones entre los ingredientes y observar la relación que tiene sobre la textura.

VI. DIAGRAMA EXPERIMENTAL



6.1 CUESTIONARIO DE POBLACIÓN ABIERTA

Se diseñó un cuestionario (Anexo 1) que permitió obtener un panorama general de la presencia de este tipo de postres así como su aceptación en el mercado. Los cuestionarios se aplicaron aleatoriamente en las delegaciones: Coyoacán, Álvaro Obregón y Benito Juárez a 120 personas, con un amplio rango de edades y de diversos niveles socioeconómicos.

Caracterización de las pulpas de fruta

6.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIAS PRIMAS (Sesaprot® y Pulpa de frutas DIPASA Cortázar Gto, México)

+ Determinación de bacterias coliformes totales por la técnica del Número más probable, de acuerdo a la NOM-112-SSA1-1994.

+ Cuenta de mohos y levaduras de acuerdo a la NOM-111-SSA1-1994.

+ Determinación de mesófilos aerobios en placa de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994.

Los resultados obtenidos se compararon contra la norma NOM-147-SSA1-1996 donde se establecen las cuentas microbiológicas aceptables para harinas, mezclas y productos.

6.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR DESTILACIÓN AZEOTRÓPICA (925.10 AOAC)

Se pesaron de 80-100 g de muestra en un matraz bola de 500 mL con junta esmerilada y se agregaron 100 mL de tolueno. Se acopló al matraz un colector para destilación azeotrópica y un refrigerante a este último en posición de reflujo conectado al flujo de agua. El vástago graduado del colector se llenó con el mismo solvente desde la parte superior del refrigerante y se destiló lentamente al principio e incrementando la

velocidad hasta que toda el agua haya sido destilada. Poco antes del final de la destilación se lavó el refrigerante con un poco de solvente desde la parte superior. La destilación se llevó a cabo hasta que ya no varió la cantidad de agua destilada en el tubo colector y se leyó el volumen directamente del tubo colector. Se calculó el porcentaje de humedad considerando la densidad del agua.

6.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA TOTAL POR MICRO – KJELDAHL (979.09 AOAC)

Se pesaron aproximadamente 2g de las pulpas de fruta en los tubos Kjeldahl por triplicado, en otro tubo se pesó 0.1g de hemoglobina para verificar que el procedimiento fue llevado a cabo satisfactoriamente y un blanco.

Después se agregaron la pastilla digestora y 10 mL de H₂SO₄ concentrado, y se pusieron los tubos en el equipo, se colocó la tapa y la manguera de extracción de vapores a la llave de vacío.

Se encendió el equipo y se dejaron aproximadamente 2 horas hasta que se digiera toda la muestra.

La destilación se llevó a cabo en una unidad de destilación Büchi 316 recibiendo en ácido bórico 4% y se titularon los tubos con HCl 0.1N

6.5 DETERMINACIÓN DE CENIZAS, de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC 923.03

6.6 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS TOTALES

POR EL MÉTODO DEL FENOL-SULFÚRICO (Manual de Análisis de alimentos FQ 2003)

Se preparó una solución o suspensión de la muestra en agua, procurando que los carbohidratos se encuentren en el intervalo de sensibilidad del método (10-100ug/mL).

En tubos de ensaye perfectamente etiquetados, se colocó 1 mL de la solución o suspensión acuosa de la muestra.

A cada tubo se le adicionaron 0.6 mL de una solución acuosa de fenol al 5%, se mezclan e inmediatamente después se adicionan cuidadosamente 3.6 mL de ácido sulfúrico concentrado, mezclando perfectamente. SE DEBE REALIZAR TODO EL PROCEDIMIENTO PARA UN TUBO ANTES DE SEGUIR CON EL SIGUIENTE

Se dejó enfriar la mezcla a temperatura ambiente (aproximadamente 30 min) y se leyó en un espectrofotómetro a 480 nm, frente a un blanco preparado de la misma manera utilizando agua.

La cantidad de carbohidratos presentes en la muestra se calculó a partir de una curva patrón preparada con glucosa en el intervalo del método (10-100ug de glucosa/mL), tratada de la misma manera que el problema.

6.7 DETERMINACIÓN DE FIBRA SOLUBLE E INSOLUBLE DE LAS PULPAS DE FRUTA

Las fracciones de fibra dietética se obtuvieron de acuerdo al método del AOAC 986.09 (Prosky *et al.*, 1988), sin la previa gelatinización con α -amilasa ni la digestión con proteasas y amiloglicosidasas para remover la proteína y almidón porque el contenido de estos componentes en las muestras es despreciable.

Este método se basa en la filtración de los componentes solubles en agua para la determinación de la fibra dietética insoluble y precipitación del filtrado con alcohol etílico para la obtención de la fibra dietética soluble, ambas fracciones se determinan gravimétricamente.

6.8 DETERMINACIÓN DE PECTINAS (Manual de Análisis de alimentos FQ 2003)

Se colocaron 3 g de muestra en un embudo con filtro de vidrio poroso y se extrajo con una solución al 0.5% (p/v) de oxalato de amonio durante 2 horas a 85°C 4 veces.

Se combinaron los filtrados y se acidificaron ligeramente con HCl 1M hasta un pH de 4. Posteriormente se adicionaron 4 volúmenes de etanol con agitación y se dejó sedimentar el precipitado. El sobrenadante se decantó sobre un embudo con filtro de

vidrio poroso previamente colocado a peso constante. El precipitado se lavó con etanol al 70% ligeramente acidificado con HCl, seguido de etanol y terminando con acetona. El embudo se colocó en una estufa a 100°C hasta que se secó completamente, se dejó enfriar y se pesó. El residuo corresponde a las sustancias pécticas.

6.9 DETERMINACIÓN DE °BRIX - con refractómetro ATAGO (NMX-F-103-1982)

6.10 ESTABLECIMIENTO DEL MÉTODO DE ESPUMADO

- Se solubilizó 2% (p/v) de SP en buffer citratos pH 4 en un agitador de placa a 200 rpm por 10 minutos a 27 ± 2 °C. (Lawhon, *et al.* 1972.)
- Se incorporó aire por 2 minutos con:
 - A) Homogeneizador IKA (Ultra – Turrax T25 Basic Janke et Kunkel, IKA Staufenbreisgaut con 2 vástagos de 0.8 cm y 1.5 cm de diámetro)
 - B) Máquina de capuccino "Gran Gala Capuccino"
- Se evaluó la eficiencia del equipo utilizado en relación al incremento de volumen obtenido.

6.11 ESTABLECIMIENTO DE CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA

De acuerdo a formulaciones de productos comerciales, se estableció el porcentaje de proteína requerido para obtener buenos rendimientos, características de espuma y propiedades sensoriales aceptables. (Sesaprot[®], Dipasa de México, S.A. de C. V. Cortázar, Guanajuato). Se probó un rango de 2-5% (p/v).

6.12 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE SOLUBILIZACIÓN DEL AISLADO

- Se solubilizó 1 g de Sesaprot[®] en 50 mL de buffer citratos pH 4 a 27 ± 2 °C , utilizando una placa agitadora a 200 rpm, por 10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos (pruebas por triplicado)
- Se homogeneizó por 2 minutos a 20500 rpm

-
- Se vació a probetas de 250 mL y se midió el volumen de la espuma a tiempo cero, 20, 40, 60 y 120 min

6.13 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA SOLUBILIZACIÓN DEL AISLADO

Una vez encontrado el tiempo de solubilización óptimo, en las mismas condiciones que la prueba anterior, se varió la temperatura de solubilización: 27, 40, 50 y 80 °C. Y se procedió con el espumado y la medición de la estabilidad de la espuma formada (pruebas por triplicado).

6.14 EFECTO DEL pH SOBRE LA CANTIDAD DE ESPUMA

- Se prepararon soluciones amortiguadoras de citratos a distintos pH (3, 3.4, 3.8, 4.2, 4.6 y 5.0).
- Se solubilizó 1 g de SP por 10 minutos en 50 mL de los distintos buffers a 27 ± 2 °C en placa agitadora a 200 rpm.
- Se homogeneizaron las suspensiones resultantes por 2 minutos a 20500 rpm, se vaciaron en probetas de 250 mL y se midió el volumen de la espuma a tiempo cero, 20, 40, 60 y 120 min. (Pruebas por triplicado)

6.15 EFECTO DE LA ADICIÓN DE JARABE DE SACAROSA

Para evaluar el efecto de la sacarosa en la estabilidad de la espuma, se varió la concentración de sacarosa en la formulación: 0, 3, 6, 9, 12, 15 y 18% (p/v)

En cada jarabe de sacarosa de la concentración correspondiente, se solubilizaron 2 g de SP por 10 minutos en placa agitadora a 200 rpm a temperatura ambiente, se agregaron 50 mL de agua acidificada y se homogenizó por 3 minutos a 20500 rpm.

Se midió el volumen inicial, así como el volumen a lo largo de dos horas, para evaluar el efecto en la estabilidad.

6.16 EFECTO DE LOS HIDROCOLOIDES EN LA ESTABILIDAD DE LA ESPUMA

A. En un matraz de 125 mL se solubilizaron las gomas en 50 mL de buffer citratos a pH 4, bajo las condiciones requeridas, para aquellas que requieren de calentamiento se utilizó una parrilla eléctrica con agitación a temperatura media, evitando que llegara a ebullición. Se utilizó una concentración intermedia de la recomendada por Smith (1991). Y se dejaron enfriar las gomas solubilizadas a 27 ± 2 °C

- En otro matraz de 125 mL se colocaron 2g de SP en 50 mL de buffer citratos pH 4 a 27 ± 2 °C, resuspendida por 10 minutos en placa agitadora a 200 rpm

- Se mezclaron ambas soluciones y se homogeneizaron por 2 min a 20500 rpm

- Se determinó el volumen inicial de la espuma formada y la estabilidad

Los hidrocoloides utilizados fueron los que de acuerdo a Smith (1991), presentan propiedades estabilizantes de espumas, principalmente lácteas. En la tabla 6.16.1 se reportan las cantidades utilizadas, así como el proveedor.

Tabla 6.16.1 Hidrocoloides utilizados

Hidrocoloide	Concentración %(p/p)	Proveedor
Algarrobo	0.3 – 0.6	Droguería Cosmopolita, S.A. de C.V.
CMC HM	0.2 – 0.3	Gomas Naturales
Crema gel (mezcla de gomas , cuya composición es desconocida)	0.3 – 0.5	Gomas Naturales
Goma arábica	0.3	Gomas Naturales
Grenetina	3 – 3-5	Duche
K- carragenina	0.3 – 0.5	Hércules Copenhagen
Pectina AMD 780	0.6 – 1.0	Danisco Cultor
Goma xantana	0.3 – 0.5	Gomas Naturales

Cabe mencionar, que se realizaron los blancos correspondientes para cada goma en ausencia de SP, para determinar si el efecto de espumado era por el SP o bien por las gomas, ya que sabemos que al menos la grenetina posee propiedades espumantes.

B. Con base en el experimento A se escogieron la xantana y grenetina porque nos permitieron obtener una estabilización y gelificación adecuada para la elaboración del mousse, entonces se decidió probar el efecto de la utilización de ambas gomas simultáneamente.

Se fijó la concentración de grenetina a 3% p/p y se variaba la de xantana (0.3 – 0.5% p/p) en agua acidificada con ácido cítrico a pH 4.5, para semejar el comportamiento esperado al adicionar la pulpa.

Se dejó enfriar la solución, mientras solubilizaba 2% (p/p) SP en agua acidificada, bajo las condiciones establecidas previamente (10 min, 27 ± 2 °C y 200 rpm).

Se homogeneizó por 2 min a 20500 rpm y se midió el volumen inicial de espuma y la estabilidad de la misma.

C. Con las gomas que nos permitieron obtener la estabilidad de la espuma, realizamos pruebas de espumado bajo las mismas condiciones que en el inciso anterior, para determinar la relación de gomas que nos permitiera obtener una textura adecuada, por lo que la concentración de grenetina se fijó al 2% y se varió la concentración de xantana (0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50%), al blanco no se le agregó el SP y tenía 0.40% de xantana y 2% de grenetina, para observar si el SP iba a poseer una funcionalidad en el producto.

6.17 EFECTO DE LAS PULPAS EN EL ESPUMADO

- Se solubilizaron las gomas en agua potable (la necesaria para completar los 100mL finales requeridos) en parrilla eléctrica con agitación magnética, una vez solubilizadas, se dejó enfriar la mezcla a aproximadamente 28°C.

- Por otro lado, en un matraz erlenmeyer de 125 mL se agregan 39.47 mL del jarabe de sacarosa al 38% (para obtener una concentración de sacarosa del 15% en el producto final), se agregaron 2.15g de SP y se solubilizó por 10 min a 200 rpm.
- Se mezcló la solución de gomas y la del SP con 7, 10, 13, 16, 19 y 22% de pulpa de fresa o mango respectivamente y se homogenizó por 3 minutos a 20500 rpm.
- Finalmente se midió el volumen a lo largo de 2 horas para determinar la capacidad de espumado y su estabilidad.

6.18 EFECTO DE LOS SABORIZANTES, COLORANTES Y PREMEZCLA DE VITAMINAS EN EL MOUSSE

- Se solubilizaron las gomas y SP respectivamente bajo las condiciones de experimentación anteriores, se mezclaron con pulpa al 15%, 0.50% del saborizante, 382 mg de la premezcla de vitaminas (Fortitech, EUA); para el producto de fresa se adicionó 20 μ L de colorante rojo McCormick y para el mousse de mango 17 μ L de colorante rojo y 60 μ L de colorante amarillo McCormick.
- Se homogenizó por 3 minutos a 20500 rpm y se midió el volumen final.

La composición de la premezcla de vitaminas y minerales FT-032199 cubre el 15% de la ingesta diaria recomendada para cada uno de los siguientes componentes:

Vitamina A, D, E, ácido fólico, ácido pantoténico, B₁, B₁₂, B₂, B₆, Ca y P.

6.19 EVALUACIÓN SENSORIAL: EVALUACIÓN DEL EFECTO ENMASCARANTE DEL RESABIO AMARGO POR LA ADICIÓN DE MALTITOL

Debido a que en estudios previos se observó un ligero resabio amargo proveniente del SP y a que López (2001), reportó que en la elaboración del complemento alimenticio líquido utilizando Sesaprot®, la utilización de maltitol entre 100 y 200 ppm enmascaró el resabio amargo, por lo que se decidió adicionar 150 ppm de maltitol (300FD, Roquette America, inc. UM112) a los productos elaborados. Para evaluar el efecto enmascarante

se realizó una prueba triangular (Ver Anexo 10), para determinar si existía diferencia sensorialmente perceptible entre la muestra con y sin maltitol.

6.20 SELECCIÓN DE SABORIZANTES

Gracias a Sodexim perfumes y saborizantes, Inc. y Firmenich, se contó con saborizantes líquidos y en polvo, sin embargo en pruebas preliminares se decidió utilizar los saborizantes líquidos, ya que se tenía dificultad en solubilizar los saborizantes en polvo.

Como se contaba con 3 saborizantes líquidos de fresa y 2 de mango, se realizó una prueba de preferencia (ver Anexo 11), para seleccionar los saborizantes a utilizar. Esto permitió reducir el número de muestras en la evaluación sensorial final.

6.21 PROPUESTA DE FORMULACIÓN

Con base en las pruebas sensoriales, al conocimiento de los efectos de cada ingrediente sobre la textura y la comparación nutrimental del producto elaborado, con algunos productos comerciales, se propuso una formulación, que permitiera el mayor incremento de volumen y estabilidad, así como características sensoriales aceptables.

6.22 ELABORACIÓN DE MUESTRAS CON AISLADO PROTEÍNICÓ DE SOYA

Se decidió realizar un producto tipo mousse similar al desarrollado con SP, pero elaborado con un aislado proteínico de soya (Alpha™ 5800, SPI Group 2073 West Avenue 140th, San Leandro, CA 94577). De acuerdo con el proveedor éste posee buenas propiedades espumantes y podría ser utilizado para este tipo de productos. Se utilizó la misma formulación, que en la elaboración de postres con el SP.

6.23 EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA DE PREFERENCIA

La prueba de preferencia se realizó con 110 estudiantes y profesores de la facultad de química cuyas edades oscilan entre 21 y 27 años principalmente. Ver cuestionario en el Anexo 12

Las muestras evaluadas fueron:

- Mousse de fresa elaborado con SP
- Mousse de mango elaborado con SP
- Mousse de fresa elaborado con soya
- Mousse de mango elaborado con soya
- Mousse de fresa comercial (marca Alpura)

La formulación base para las muestras elaboradas con SP y soya fueron:

- 15 % (p/p) de sacarosa
- 15% (p/p) de pulpa de fresa / mango respectivamente
- 2% (p/p) de proteína (equivalente a 2.15 g de SP, 2.15g de aislado de soya y 7.33 g de leche en polvo)
- 0.60 % (p/p) xantana y 1.60% (p/p) grenetina
- 382 mg de la premezcla de vitaminas (Fortitech)
- 0.45% (p/p) de saborizante (Firmenich fresa con clave 502.223 ó Sodexim mango)

6.24 REFORMULACIÓN: ADICIÓN DE ACEITE

- Se disolvieron 0.60% (p/p) de xantana y 1.60 % (p/p) de grenetina en 40 mL de agua con agitación magnética y calentamiento con parrilla eléctrica en matraz de 250 mL
- Por otro lado se disolvieron 2.15 g de SP en 50 mL de una solución de sacarosa al 40%. A este se le agregó el aceite de maíz o grasa butírica (1, 2, 4 y 7% p/p) y se homogenizó a 10000 rpm por 30 segundos, se agregó la mezcla de gomas, el colorante y 0.6 % (p/p) de saborizante y se homogenizó por 3 minutos.
- Se vació en probetas de 250 mL para poder medir el volumen y calculó el % de espuma formada y estabilidad a las 2 horas.

Grasa butírica: New Zealand dairy board, 25 The Terrace, Wellington, New Zealand

Aceite de maíz: La Gloria Lote A3T285-1

6.25 FORMULACIÓN LÁCTEA

Para elaborar mousses con base láctea en el laboratorio, se utilizaron los mismos ingredientes excepto la proteína. Se formuló para que poseyera un contenido nutrimental equivalente al mousse elaborado con SP (porción = 100g): 2g proteína, 23 g hidratos de carbono, 3.0 g lípidos y 124 kcal, para lo cual:

- Se investigó el contenido nutrimental de las leches en polvo disponibles en el mercado
- Se realizaron cálculos para determinar la marca, cuyo contenido nutrimental permitiera alcanzar los niveles deseados
- Se procedió a realizar el mousse de igual forma que el de SP o el de soya.

6.26 EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DE PREFERENCIA ENTRE MUESTRAS ELABORADAS CON SP, SOYA Y LECHE

La evaluación sensorial se realizó con 107 estudiantes y profesores de la facultad de química cuyas edades oscilan entre 21 y 27 años principalmente. En el Anexo 14 se presenta el cuestionario utilizado

Las muestras evaluadas fueron:

- Mousse de fresa elaborado con SP
- Mousse de mango elaborado con SP
- Mousse de fresa elaborado con soya
- Mousse de mango elaborado con soya
- Mousse de fresa lácteo elaborado en el laboratorio
- Mousse de mango lácteo elaborado en el laboratorio

La formulación base para las muestras elaboradas se modificó ligeramente con respecto a la prueba de preferencia realizada previamente:

- La concentración de sacarosa se elevó al 20%(p/p)
- Para el mousse de fresa se utilizó un 0.7% (p/p) de xantana y 1.7% (p/p) de grenetina

- Los saborizantes se elevaron a 0.60 % p/p (Firmenich fresa con clave 502.223 ó Sodexim mango)

6.27 EFECTO DE LOS INGREDIENTES SOBRE LA TEXTURA

El método instrumental elegido para realizar el análisis instrumental de textura del mousse es un método imitativo, que se basa en el concepto de textura y de los atributos descritos por Szczesniak (1963) como se describió en el apartado de antecedentes.

Equipo

El aparato utilizado fue un texturómetro Sintech 1/S MTS (Inglaterra). El equipo cuenta con un programa que permitió el análisis y evaluación de las curvas del TPA. Los parámetros del TPA (dureza, cohesividad, y gomosidad) se determinaron a partir de las curvas fuerza-tiempo como fue recomendado por Bourne (1978).

Tipo de ensayo

Se usaron los ensayos de compresión - penetración, ya que ha sido utilizado en el análisis de postres batidos Szczesniak y Hall (1975) con una buena correlación con la evaluación sensorial, además permitía la comparación de los mousses elaborados con el comercial, sin dañar la textura. Por dicha razón se utilizaron las condiciones de ensayo sugeridas por dichos autores: envase del mousse comercial, celda de 100 N, velocidad de 230 mm/min y 50% de penetración.

Se realizaron 4 replicas de cada muestra, para obtener los parámetros de dureza, cohesividad y gomosidad.

Muestras:

- SP + agua
- SP + sacarosa
- SP + sacarosa + xantana
- SP + sacarosa + grenetina

-
- SP + sacarosa + xantana + grenetina
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina + pulpa de mango
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina + pulpa de fresa
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina+ pulpa de mango + color + saborizante
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina + pulpa de fresa + color + saborizante
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina + pulpa de mango + color + sabor + aceite
 - SP + sacarosa + xantana + grenetina + pulpa de fresa + color + sabor + aceite

6.28 MICROESTRUCTURA DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS

Se enviaron las muestras al Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México, para realizar el estudio de microscopía electrónica de barrido, mejor conocido como SEM (Scanning electron microscopy).

Las muestras fueron tratadas con glutaraldehído como agente entrecruzante, luego deshidratadas con alcohol etílico, fijadas con tetraóxido de osmio en metanol absoluto y secadas al punto crítico. Por último se recubrió con oro para poder observarlas posteriormente en el microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM-S410LV, Japón).

Muestras analizadas:

- SP + xantana
- SP+xantana+grenetina+pulpa de mango
- SP+xantana+grenetina+pulpa de mango + aceite
- SP+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite
- Soya+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite
- Leche+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES - CUESTIONARIO DE POBLACIÓN ABIERTA

Los cuestionarios se aplicaron a 120 consumidores siendo el 50% mujeres y el otro 50% hombres.

De los 120 cuestionarios, se decidieron eliminar 20 de ellos, ya que no conocían el término "mousse" o bien lo confundían con postres tipo natilla. Por este hecho la muestra encuestada constó de 61 mujeres con edades comprendidas entre 18 y 62 años y 39 hombres de entre 19 y 62 años de edad. Los resultados se presentan en las Figuras 7.1.1 y 7.1.2

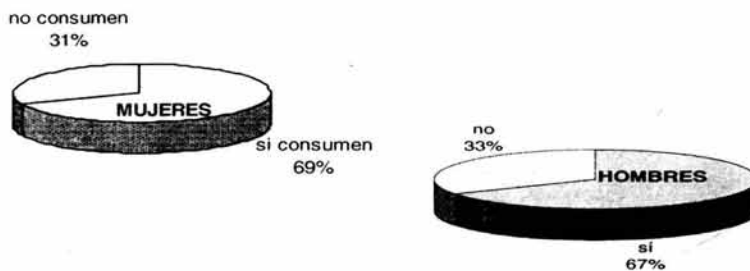


Figura 7.1.1 Consumo de alimentos tipo mousse

Del 68% de la población que sí consume postres tipo mousse, se observa que la frecuencia de consumo es muy baja como se muestra en la Figura 7.1.2

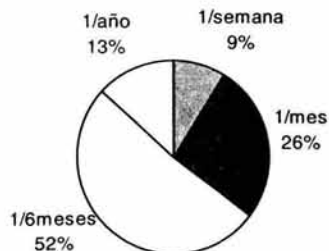
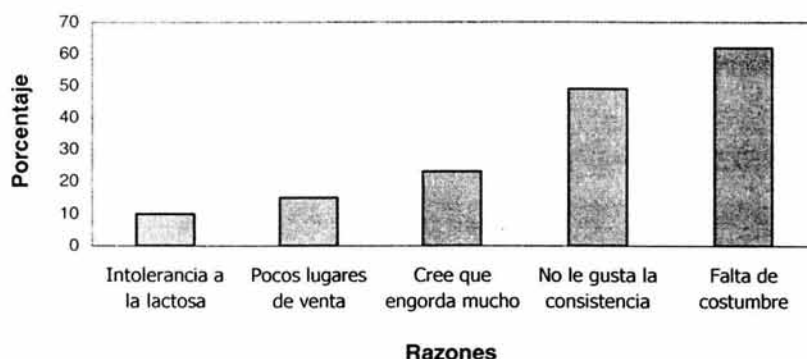


Figura 7.1.2 Frecuencia de consumo

Para conocer las razones del bajo consumo de productos tipo mousse, se les pidió a las personas encuestadas que contestaran una serie de preguntas, los resultados se muestran en la Figura 7.1.3.

Figura 7.1.3. Razones por las que existen un bajo o nulo consumo de mousse



Como se puede observar en la Figura 7.1.3 la razón principal por el bajo o nulo consumo de mousse es la falta de costumbre, seguida de la consistencia desagradable del producto. Aunado a esto hay que considerar que el 52% de los consumidores consume este producto cada 6 meses por lo que el mercado del mousse a desarrollar podría ser muy limitado, sin embargo, cabe mencionar que mas del 60% de los consumidores de baja o nula frecuencia no lo consumen más seguido por falta de costumbre.

Esto nos permite prever que la mercadotecnia que rodee al producto a desarrollar sería muy importante para el éxito del mismo. Sin embargo debemos de considerar que el producto elaborado no pretende sustituir el mercado de los mousses de origen lácteo, sino ofrecer un producto tanto sensorial como nutrimentalmente diferente, sobre todo, porque a gran parte de la población encuestada no le gusta la "consistencia típica", término que se refiere a la cremosidad de la espuma y la

pesadez del consumo del mismo, las cuales se podrían evitar al utilizar la alternativa no láctea.

Se observó que el acceso a productos tipo mousse es muy limitado, ya que existen pocos lugares de venta de estos postres, por ejemplo en las tiendas de autoservicio existe tan solo una marca comercial, la cual no se vende en todos los supermercados de la ciudad de México. Como observamos en la Figura 7.1.4 el 35% de los consumidores lo compran en tiendas de autoservicio, por lo que si sólo existe una marca el mercado, la introducción del mousse elaborado podría verse facilitada por este hecho.

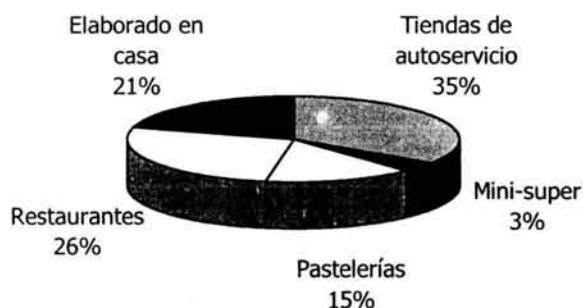


Figura 7.1.4. Lugares de adquisición de mousse

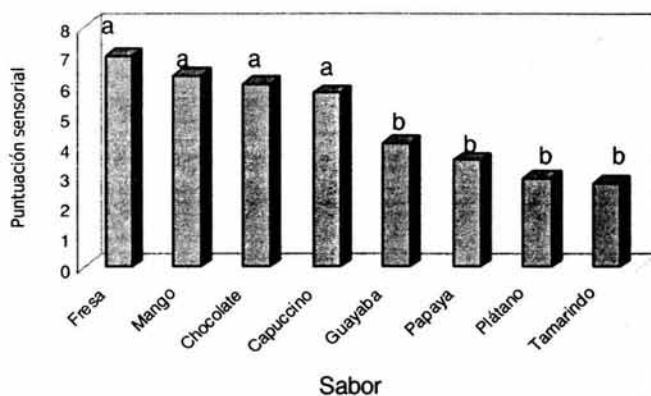
El 62% de los consumidores adquieren el producto en pastelerías, restaurantes o bien lo elaboran en casa y lo hacen principalmente en ocasiones especiales, como celebraciones, de ahí que la frecuencia de consumo sea tan baja, aunado a que el costo es elevado en estos puntos de venta.

Por ello el desarrollo de un producto tipo mousse no lácteo, de precio accesible y características sensoriales adecuadas podría representar un nicho de mercado.

Para facilitar la selección de los sabores en el desarrollo de la formulación del mousse, se decidió evaluar la preferencia de los mismos en postres de este tipo. Los sabores frutales propuestos se deben a que la empresa para la cual se está desarrollando el producto, además de elaborar el aislado proteínico de ajonjolí, comercializan pulpa de frutas naturales de distintos sabores (fresa, mango, plátano y tamarindo) lo cual permite una disminución del costo final del producto.

Además, se consideraron los sabores de capuccino y chocolate, ya que están disponibles comercialmente, y podrían ser considerados como los más ampliamente difundidos. Así como los sabores de piña y guayaba ya que fueron sugeridos por los proveedores de saborizantes.

Se preguntó a los consumidores su preferencia por los sabores antes mencionados, encontrándose los resultados que se muestran en la Figura 7.1.5.






^{a,b} Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre la preferencia de los sabores con un $\alpha=0,05$.

Al realizar la evaluación estadística a través de un análisis de varianza de dos vías con una probabilidad de error del 5%, se observó que no existe diferencia significativa en la preferencia por los sabores: fresa, mango, capuccino y chocolate, siendo además estos sabores más preferidos que el de guayaba, papaya, plátano y tamarindo. Se decidió elaborar los postres utilizando la pulpa de fresa y la de

mango, por ser las que obtuvieron mayor puntuación y además por ser sabores que DIPASA comercializa como pulpa de frutas naturales.

En México se comercializa una sola marca de postres tipo mousse, sin embargo a nivel mundial existen productos semejantes de distintas marcas las cuales se muestran en la Tabla 7.1.6

Tabla 7.1.6 Composición nutrimental de los principales mousses comerciales

MARCA	ALPURA ¹ Espuma de fresa	DANONE ² La Creme Mousse Strawberry	GENERAL MILLS ³ Yoplait whips	NESTLE ⁴ Chocolate mousse / Slenderness	
					
Porción [g]	100	73.71	113	100	100
Kilocalorías	168	120	140	140	104
Calorías de la grasa		45	20		
Grasa total [g]	3	5	2.5	4.1	1.4
Grasa saturada [g]		3.5	2		
Colesterol [mg]		20	10		
Sodio [mg]	80	55	75		
Potasio [mg]		160	220		
Carbohidratos totales [g]	7.3	15	25	20.5	20.6
Azúcares [g]		14	21		
Proteína [g]		3	5	5.3	4.5
Vitamina A [%]		4	10		
Riboflavina [%]		10	15		
Vitamina B ₁₂ [%]		6	-		
Calcio [%]		10	15		
Fósforo [%]		8	15		
Vitamina B1 [%]		2	-		
Vitamina B6 [%]		2	-		
Ácido pantoténico [%]		4	-		
Hierro [%]		-	10		
Magnesio [%]		-	2		

¹ Alpura: leche con 4.5% de grasa, azúcar, fresa natural, agente aereante, agua, gelatina, concentrado de fresa natural, almidón, gomas vegetales, sabor fresa artificial y color rojo natural

² Danone: Leche, crema, jarabe de fructosa, azúcar, pulpa de fresa, almidón modificado de maíz, gelatina kosher, mono y diglicéridos, saborizante natural, ácido cítrico, ácido láctico, sorbato de potasio, ácido málico, extracto de anato y carmín, rojo 40, azul 1. Cultivos lácticos.

³ General Mills: Leche descremada, azúcar, leche sin grasa, jarabe de alta fructosa, pulpa de fresa, almidón modificado de maíz, gelatina kosher, mono y diglicéridos, saborizante natural, sorbato de potasio, carmín, vitamina A, vitamina D₃.

⁴ Nestlé: no disponible.

7.2 CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

7.2.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Tabla 7.2.1.1 Resultados del análisis microbiológico de las materias primas

Materia prima	mesófilos aerobios	hongos y levaduras	coliformes totales
Sesaprot [®]	<100 ^{ic} ufc/g	<100 ^{ic} ufc/g	< 3 colif/g
Sesaprot [®] tamizado	700 ^{ic} ufc/g	<100 ^{ic} ufc/g	< 3 colif/g
Pulpa de fresa	<100 ^{ic} ufc/g	<100 ^{ic} ufc/g	< 3 colif/g
Pulpa de mango	<100 ^{ic} ufc/g	<100 ^{ic} ufc/g	< 3 colif/g

ic= valor estimado

Los valores microbiológicos de la Tabla 7.2.1.1, cumplen con las especificaciones de las normas NMX-F-253, 254 y 255 correspondientes a los límites microbiológicos para alimentos destinados para el consumo humano.

El SP se tamizó con el objetivo de utilizar partículas menores a 100 micras, lo cual ayudará a evitar la sensación de arenosidad en el producto. A pesar de que el proceso de tamizado del SP eleva la carga microbiológica de la materia prima, no supera los límites permisibles.

7.2.2 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En la Tabla 7.2.2.1 se muestra la composición proximal del SP y las pulpas de fruta seleccionadas.

Tabla 7.2.2.1 Composición de las pulpas de fruta y Sesaprot®

% Base seca	Pulpa de fresa	Pulpa de mango	Sesaprot®
Cenizas	1.2911 ± 0.005	0.3653 ± 0.008	5.5
Proteína	2.2284 ± 0.0038	0.9576 ± 0.017	94%
Carbohidratos	75.0300 ± 0.0241	88.6708 ± 0.075	-
Fibra insoluble	5.8144 ± 0.011	0.8819 ± 0.080	0.5
Fibra soluble	15.6361 ± 0.4186	9.1244 ± 0.418	-
Pectina*	52.4251 ± 0.0932	11.9437 ± 0.079	-

Los valores son promedio de 3 réplicas *% correspondiente de fibra soluble

Se observa que la composición varía dependiendo de la naturaleza de la pulpa de la que se trate, que como se verá mas adelante tiene un impacto en la capacidad de espumado y textura del producto final. La pulpa de fresa posee alrededor de 20% más de humedad, mayor proteína, cenizas, fibra insoluble y soluble que la pulpa de mango. La diferencia en composición puede determinar la estructura del postre, debido a que se pueden modificar las propiedades funcionales como la gelificación o aumento de la viscosidad de la matriz que podría ayudar a estabilizar las celdas de aire formadas, además de que los carbohidratos pueden interactuar con las proteínas y permite formar complejos viscoelásticos que pueden conferir una mayor estabilidad al producto final.

7.2.3 pH y °Brix PULPAS DE FRUTAS

Se midió tanto el pH como grados Brix de las pulpas que comercializa la empresa Dipasa S.A. de C.V., empresa para la cual se llevó a cabo la investigación, con la finalidad de en un futuro contemplar la posibilidad de elaborar postres tipo mousse de otros sabores.

Tabla 7.2.3.1 pH y °Bx de las pulpas de fruta

Pulpa	Fresa	Mango	Papaya	Plátano	Tamarindo
pH	3.61	3.74	4.19	4.49	2.78
°Bx	11.2	19.4	24.2	19.2	23

En la Figura 7.2.3.2 se observa que al homogenizar una suspensión de 2% (p/v) de SP y 7% (p/v) de la pulpa de tamarindo que posee un pH de 2.78 provoca desestabilidad en la espuma formada.

**Figura 7.2.3.2.** Efecto de la adición de pulpas sobre la estabilidad del producto

7.3 ESTABLECIMIENTO DEL MÉTODO DE ESPUMADO

Como se mencionó anteriormente se decidió probar entre dos métodos de espumado:

- Homogeneizador IKA (T25 Basic), el cual incorpora aire por agitación a alta velocidad
- Máquina de capuccino, el cual introduce vapor caliente

Este experimento se realizó por duplicado y se midió únicamente el volumen inicial, ya que como se verá en la Tabla 7.3.1 el método de inyección de vapor provoca la desnaturalización de las proteínas del aislado, debido a su exposición a una temperatura

cercana a los 90°C. Por esta razón las proteínas se coagularon provocando una baja formación de espuma y una apariencia desagradable.

Tabla 7.3.1 Evaluación de los distintos métodos de espumado

MÉTODO	% Incremento de volumen
Homogenización	69 ± 1.41
Inyección de vapor	11.5 ± 1.41

Los datos son promedio de 2 determinaciones

Con base en los resultados obtenidos, se decidió optar por el método de homogenizado, que se asemeja a los equipos utilizados a nivel industrial, además de que ya habían sido propuestos por Lin, *et al.* 1974 y Lawhon, *et al.* 1972 para el estudio de espumas elaborados a partir de aislados vegetales.

7.4 ESTABLECIMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE PROTEÍNA

En la literatura se reporta que para la utilización de proteínas como ingrediente funcional el porcentaje utilizado debe estar entre el 1 y 3% (Uzzan 1988). Adicionalmente se observó que el contenido de proteína de los mousses comerciales van del 3 al 5% p/p.

Para obtener un producto nutrimentalmente competitivo con el disponible en México debemos de ofrecer un producto con 3% p/p de proteína. Al inicio se propuso utilizar 3% de proteína vegetal, sin embargo se observó una sensación de arenosidad y resabio amargo, por ello se decidió utilizar 2% de proteína proveniente del aislado de ajonjolí, adicionado con otra fuente proteínica como la grenetina, lo cual permite alcanzar la concentración de proteína mínima que ofrecen los productos comerciales, así como un sobrerrendimiento de alrededor del 100%.

7.5 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE SOLUBILIZACIÓN DEL AISLADO *Sesaprot*[®]

En la Figura 7.5.1, se muestra el promedio de las 3 repeticiones realizadas para determinar si el tiempo de solubilización del SP tenía un efecto en el espumado o bien sobre la estabilidad de la espuma. Los datos completos y el análisis de varianza se encuentran en el Anexo 2.

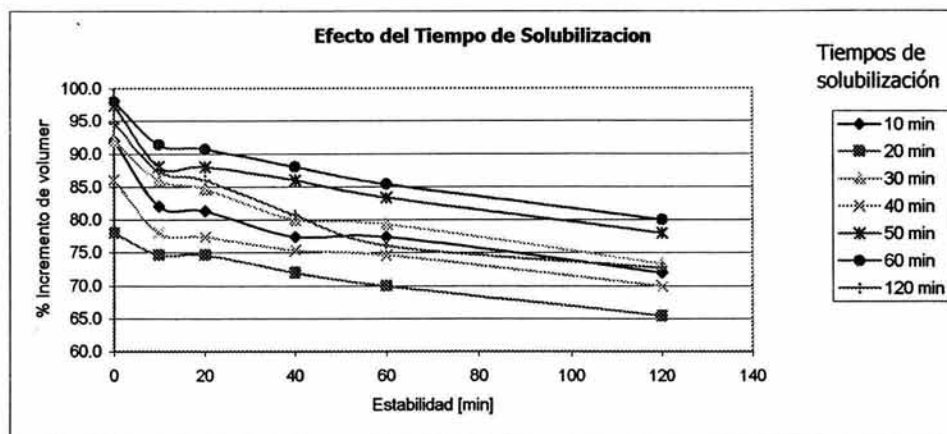


Figura 7.5.1 Formación y estabilidad de espuma a distintos tiempos de solubilización (pH = 4, 2% (p/p) proteína)

Como se puede observar en la Figura 7.5.1 no existe una relación directa y clara entre el tiempo de solubilización y el incremento de volumen. Para determinar el efecto entre los distintos tiempos de solubilización del SP se realizó un análisis de varianza con los valores de incremento de volumen iniciales, con la probabilidad de error del 1% (Anexo 2). No se observó diferencia estadísticamente significativa entre los distintos tiempos de solubilización, por lo que se optó por realizar el procedimiento de espumado utilizando un tiempo de solubilización de 10 minutos.

Además de la relevancia operativa de este experimento, los resultados indican que la proteína no sufre alguna modificación de sus propiedades espumantes al ser expuesto en un medio ácido (pH 4) hasta por un espacio de dos horas.

7.6 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA SOLUBILIZACIÓN DEL AISLADO

Lin, *et al.* (1974) y Lawhon, *et al.* (1972) observaron un efecto importante de la temperatura en la solubilización de aislados proteínicos vegetales sobre la capacidad espumante y estabilidad de la espuma de aislados vegetales, por lo que se decidió evaluar el efecto de esta variable en el caso de SP. En la Figura 7.6.1 se presentan los resultados.

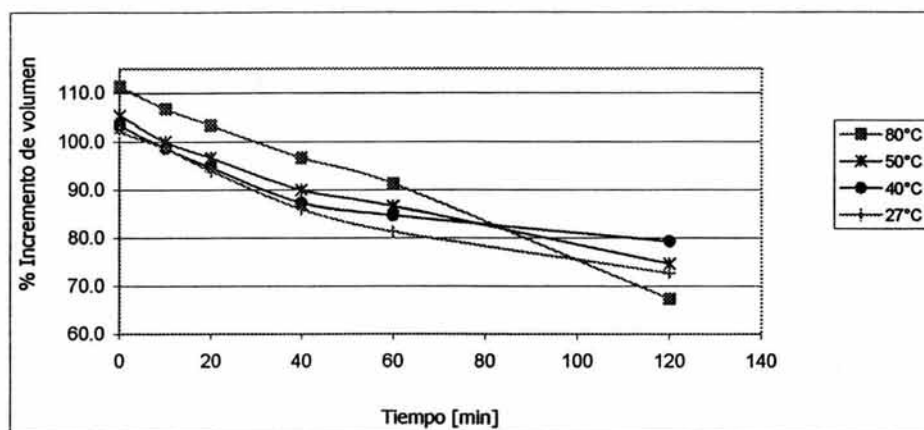


Figura 7.6.1. Efecto de la temperatura de solubilización del SP
(Los datos son el promedio de 3 réplicas) [pH 4.0, 2%(p/v) proteína]

En el Anexo 3 se presenta el análisis de varianza de los resultados, donde se observa que a pesar de que a 80°C el incremento de volumen inicial fue mayor, el valor no es estadísticamente diferente a los demás y sin embargo la estabilidad de

la espuma después de los 60 minutos decrece rápidamente. Probablemente a 80°C la proteína presenta ya un alto grado de desnaturalización que podría afectar su distribución en la interfase.

Al no haber diferencia significativa entre las diversas temperaturas analizadas, se eligió 27°C como temperatura de solubilización del SP. Este valor corresponde a la temperatura ambiente, sin embargo como es difícil controlar las condiciones de temperatura en el laboratorio se aceptará una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

7.7 EFECTO DEL pH SOBRE LA CANTIDAD DE ESPUMA

Como se mencionó anteriormente, el pH es uno de los parámetros decisivos en la estabilidad de la espuma debido a que la carga neta de la proteína se ve afectada, lo cual podría provocar una precipitación de la misma o bien alterar la posible interacción con las gomas utilizadas, así como modificar la actividad interfacial.

Debido a que se seleccionaron sabores frutales para elaborar el postre, el producto final deberá presentar un pH entre 4 y 5 para que se acentúe la nota frutal, por lo cual fue importante observar si la proteína conservaría sus propiedades espumantes en ese rango de pH.

Como se observa en la Figura 7.7.1 y en el Anexo 4, el incremento de volumen al tiempo cero no varía a los distintos pH, es decir no se observaron diferencias significativas ($\alpha=0.01$).

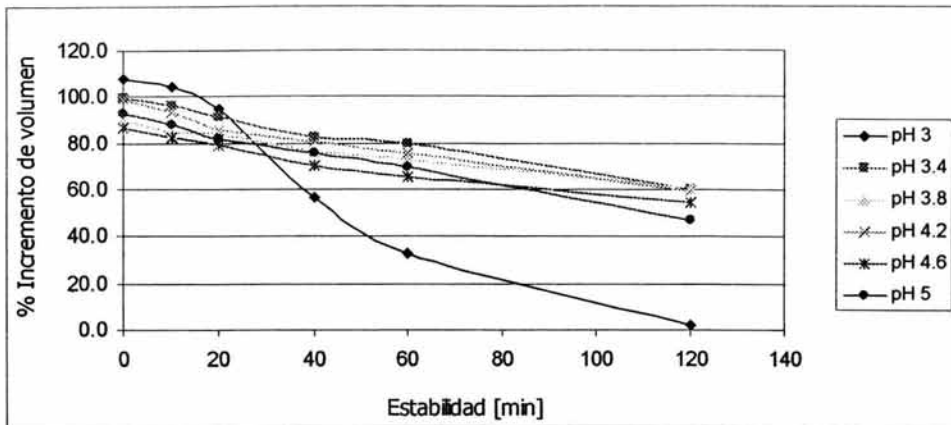


Figura 7.7.1. Efecto del pH en el espumado y estabilidad

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con un $\alpha=0.01$. (2% SP (p/v), 10 min tiempo solubilización, 25°C)

Sin embargo al transcurso del tiempo se puede observar que la estabilidad a un pH de 3 se ve muy afectada, ya que a partir de los 20 minutos, el volumen decrece rápidamente. Esto es, a las dos horas de haber formado la espuma, el aire incorporado se escapa de la matriz de forma total (Figura 7.2.3.2, muestra con tamarindo). Esto resulta importante, ya que se debe considerar que aunque se agregue gomas, para estabilizar la espuma, algunas de ellas, como la gretina requieren de más de 20 minutos para gelificar y estabilizar la espuma, por lo que si el producto presenta un pH de 3, muy probablemente se desestabilice, lo cual tendrá un impacto negativo a nivel sensorial y económico.

Este resultado adicionalmente fija criterios sobre el tipo de pulpa de fruta que se pudiera utilizar para las formulaciones. Las que tuvieran un pH < 3 no se podrían usar ya que restarían estabilidad al sistema.

7.8 EFECTO DE LA ADICIÓN DE JARABE DE SACAROSA

Se consideró que la sacarosa mejoraría la estabilidad de la espuma al aumentar la viscosidad de la fase lamelar, retardando el drenado de ésta. (Kinsella, 1985). Sin embargo al variar la concentración de sacarosa se observa que ésta no posee ningún efecto en la estabilidad de la espuma formada, aunque mejora en un 30% la capacidad de espumado (Figura 7.8.1 y Anexo 5). Esto podría indicar que las proteínas del SP establecen interacciones con la sacarosa que permiten obtener un complejo más elástico y adsorberse más eficientemente en la interfase aire-agua. (Dickinson, *et al.*, 1993)

La funcionalidad de la sacarosa no sólo es para obtener el dulzor adecuado en el producto final, ni para ayudar a enmascarar el resabio amargo propio del SP, sino que también repercute en la obtención de una mayor cantidad de espuma.

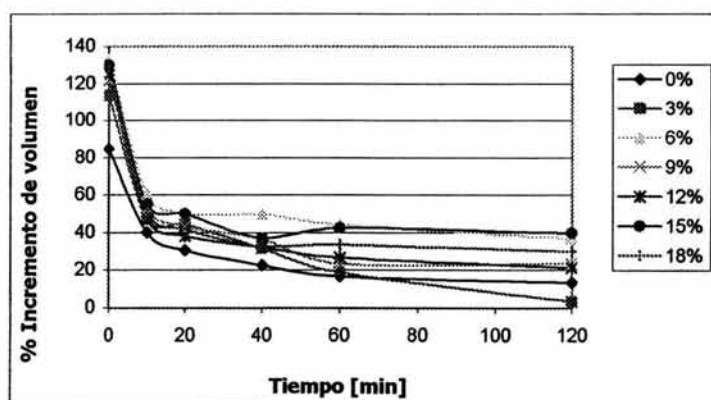


Figura 7.8.1. Efecto de la adición de jarabe de sacarosa

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con un $\alpha=0.01$. Anexo 5 (2% SP (p/v), 10 min tiempo solubilización, 25°C, pH 4)

Al realizar una evaluación sensorial de las muestras se observó que con 15% de sacarosa el grado de dulzor era el adecuado además de ser la formulación con mayor estabilidad, por ello se decidió utilizar esta concentración en los experimentos subsecuentes. El dulzor de un producto de este tipo es importante para su aceptación,

sin embargo todavía falta considerar el impacto de los demás ingredientes en el sabor, sobre todo habría que considerar la adición de saborizantes.

7.9 EFECTO DE LOS HIDROCOLOIDES EN LA ESTABILIDAD DE LA ESPUMA

Al realizar las pruebas de espumado, se observó que la espuma formada con SP solubilizado en agua a pH=4 rápidamente coalescía, además de que precipitaba parte de la proteína (Ver figura 7.9.1), por esta razón se observó la necesidad de utilizar un hidrocoloide, no sólo para evitar el drenado y precipitado, sino para conferir la textura adecuada.



Figura 7.9.1
Espuma (SP+agua)

Se realizó una prueba preliminar utilizando los hidrocoloides a la concentración recomendada por Smith (1991), sin embargo no se obtuvo el efecto esperado, por lo que se aumentó la concentración de acuerdo a lo reportado en la Tabla 5.4.2.1 de Materiales y Métodos. En la Tabla 7.9.2 se reporta el porcentaje de incremento de volumen que se observó al utilizar cada estabilizante con respecto al tiempo de almacenamiento a 4°C.

El blanco corresponde al incremento de volumen de las gomas en ausencia de SP. Se observa que con todos los hidrocoloides se produce un sobrerrendimiento de al menos 50%. Sin embargo la grenetina y la goma arábiga sobresalen en este aspecto, esto es, presentan propiedades espumantes por sí solas, lo cual quizá nos permitiría incrementar el volumen final, que podría traducirse en mayores rendimientos.

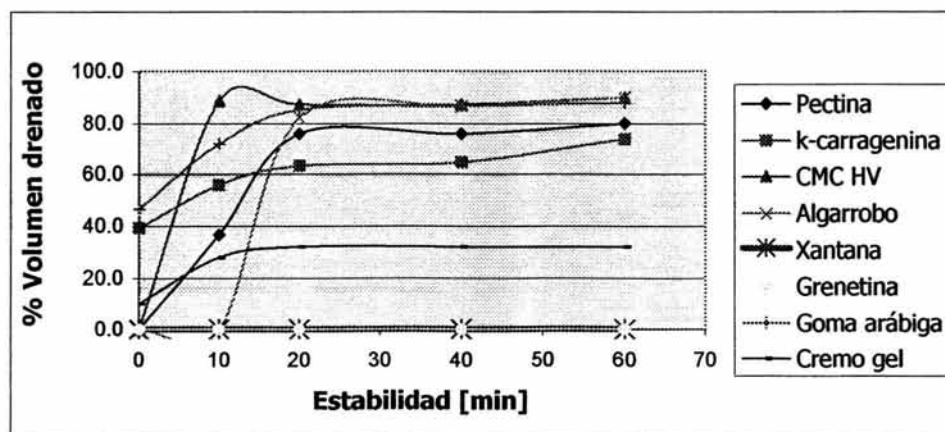
Tabla 7.9.2 Porcentaje de incremento de volumen al utilizar las gomas como agente estabilizante

PROMEDIO (%incremento de volumen)

GOMA	%goma	0	10	20	40	60	blanco
pectina	1	79.3 ± 11	73.3 ± 10.2	70.7 ± 7.4	68 ± 5.3	68 ± 5.3	18
k-carragenina	0.8	65.3 ± 1.3	60 ± 1.2	58 ± 1.0	58 ± 1.2	56 ± 1.0	20
CMC HV	0.3	38.7 ± 9.0	36 ± 2	34 ± 0	33.3 ± 1.2	32 ± 0	0
algarrobo	0.6	17.3 ± 6.0	17.3 ± 9.0	16 ± 9.2	16 ± 6.0	16 ± 5.0	16
xantana	0.5	24 ± 9.2	22 ± 6.0	22 ± 6	22 ± 6.0	21.3 ± 5.0	0
Grenetina	3.5	118 ± 8.1	118 ± 9.2	118 ± 9.2	118 ± 9.2	118 ± 9.2	88
goma arábica	0.5	131.3 ± 8.1	122.7 ± 6.4	109.3 ± 1.2	109.3 ± 1.2	100 ± 7.3	68
cremo gel	0.5	34 ± 3.1	30 ± 5	29.3 ± 5	29.3 ± 5.0	28.7 ± 6.1	0

2% SP, 27°C, 10 min. Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa $\alpha=0.01$. Blanco: goma indicada sin SP

Se observa que la grenetina y la goma arábica permiten incrementar el volumen en un 88 y 68%, respectivamente, sin embargo al agregar el SP se obtienen incrementos de volumen semejantes a los obtenidos únicamente con la proteína como agente espumante (130 ± 10), lo cual indica que no existe un efecto sinérgico entre los hidrocoloides y el SP pero la espuma formada se mantiene a lo largo de una hora.

**Figura 7.9.3** Efecto de los hidrocoloides en la estabilidad de la espuma (datos en Anexo 6)

En términos de estabilidad (Figura 7.9.3), se observa que tanto la gnetina como la xantana logran evitar el drenado a lo largo de 60 minutos. Esto se debe a que la xantana fue capaz de elevar la viscosidad de la solución en gran proporción, mientras que la gnetina gelificó rápidamente estabilizando de esta forma la espuma. Las características sensoriales, sin embargo, no eran adecuadas para el postre, ya que la espuma estabilizada con xantana fue muy suave, semejante a la de una malteada, mientras que en la espuma que contenía gnetina la textura fue de un gel muy firme, por lo que no podrían ser utilizadas por sí solas. Considerando estos resultados, se decidió probar ambas gomas simultáneamente.

Cabe resaltar que el proceso de estabilización para ambas gomas es muy distinta, ya que con la xantana se observa un incremento considerable en la viscosidad que por un lado permite estabilizar las burbujas de aire, al impedir que suban a la superficie, pero por el otro lado al homogenizar la cantidad de aire incorporado se ve dificultado, de ahí que sólo se obtenga un incremento de volumen del 20%.

Para el caso de la gnetina, ésta permite estabilizar las espumas por la gelificación de la matriz, lo cual le da rigidez a las celdas de aire, impidiendo que se movilen a la superficie y se rompan.

❖ XANTANA + GNETINA

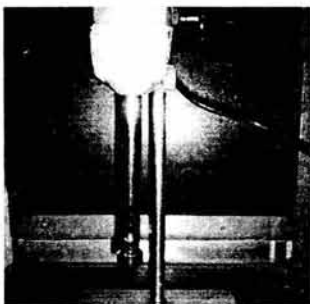


Figura 7.9.4 Homogenizador IKA T25 Basic con vástago grande

Como se observa en la Figura 7.9.5, con las combinaciones de gomas probadas, no se logró la estabilidad del mousse, sin embargo al modificar el procedimiento de espumado, la estabilidad mejoró aunque el incremento de volumen disminuyó alrededor del 10%. El procedimiento utilizado en la figura 7.9.5 consistía en la previa solubilización de las gomas en

agua y SP en agua por separado y después se homogenizaban a 20,500 rpm ambas soluciones por 2 minutos utilizando el homogeneizador IKA T25, con el vástago chico (0.7 mm diámetro), sin embargo observamos que al cambiar por el vástago grande (1.5 mm diámetro), se lograba una mayor estabilidad. (Figura 7.9.4)

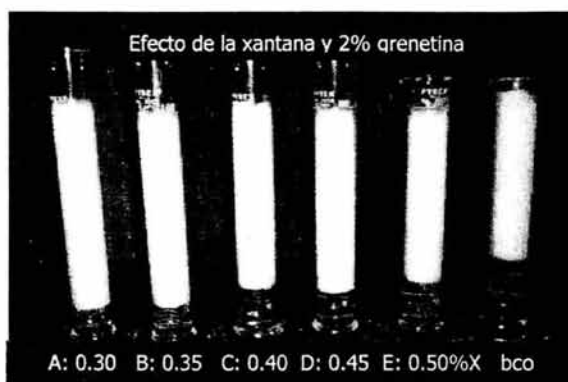


Figura 7.9.5 Efecto de SP + xantana y grenetina en la estabilidad de la espuma (%x = %xantana)
bco= SP sin presencia de gomas (2%SP, 26°C, pH 4)

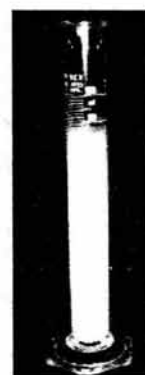


Figura 7.9.6
2%SP + 2%g + 0.5%x

Como podemos observar en la figura 7.9.5, el % de agua drenada tiende a aumentar al elevar la concentración de xantana, lo cual podría resultar un poco contradictorio sin embargo esto se podría deber a que la viscosidad es tan elevada, que la proteína no es capaz de sufrir un rearrreglo en la interfase, por lo que el espumado se ve dificultado o bien que la interacción entre la xantana y la proteína sea tan fuerte que no permita que la proteína se adsorba a la superficie.

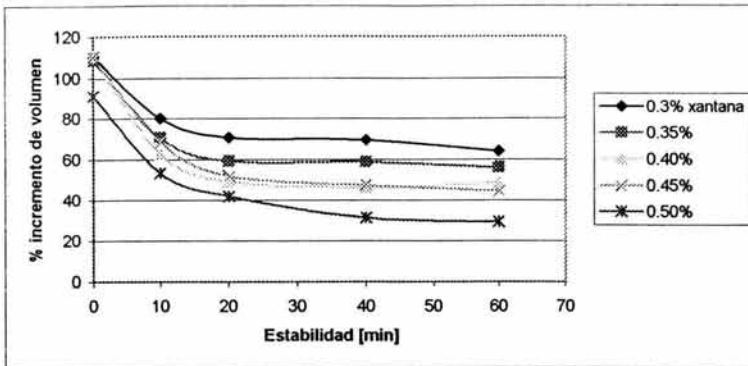


Figura 7.9.7 Efecto de la xantana y grenetina en la estabilidad de la espuma

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa $\alpha=0.01$.

En la figura 7.9.7 se observó que el incremento de volumen al tiempo cero es muy semejante para aquellas formulaciones con 0.30, 0.35, 0.40 y 0.45%, sin embargo la estabilidad disminuyó más rápidamente con aquellas que poseían mayor cantidad de xantana la cual confiere viscosidad a la solución. (Anexo 7).

Al utilizar el vástago grande para las formulaciones que poseían 2% de grenetina y concentraciones variables de xantana: 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 y 0.50%, se encontró que la única que permitió obtener una espuma estable con un incremento de volumen del 80%, como la que se muestra en la Figura 7.9.6 fue la que poseía 0.50% de xantana y 2% de grenetina, mientras que las demás concentraciones tuvieron comportamientos similares a los de la figura 7.9.5.

Con base en estos resultados se decidió cambiar el sistema de homogenización, el cual consistió en cambiar la relación diámetro del recipiente /diámetro del vástago, ya que la potencia, tiempo y condiciones de homogenización permanecieron iguales. El cambiar del vástago chico por el grande permitió incrementar la eficiencia en la homogenización, ya que como la solución presentó una viscosidad elevada al homogenizar con el vástago

chico, se presentaba un patrón de mezclado poco uniforme y no se lograba remover la solución que está más alejada del extremo del vástago donde se crea la turbulencia.

Las interacciones entre proteínas e hidrocoloides determinan la estructura y estabilidad de muchos alimentos procesados, ya que las propiedades funcionales de las proteínas pueden modificarse (Tolstoguzov, 1997). Por ejemplo la propiedad de gelificación de las proteínas de soya se ve mejorada con la adición de xantana del 0.3 al 1% debido a la capacidad de retención de agua de la xantana.

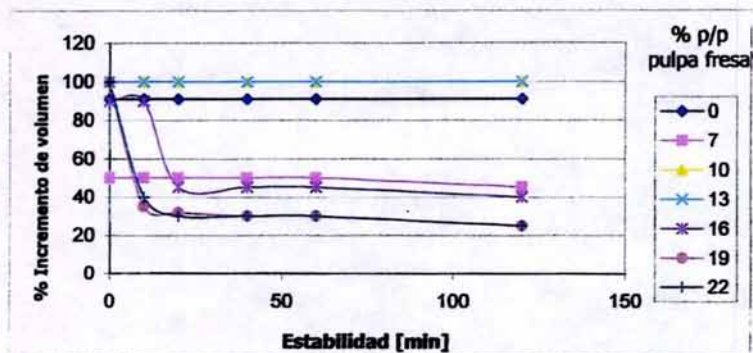
Con base en los resultados anteriores, la formulación base será de: 2%SP, 15% sacarosa, 2% grenetina y 0.5% de xantana.

7.10 EFECTO DE LOS INGREDIENTES EN EL ESPUMADO

7.10.1 Efecto de las pulpas de fruta en el espumado

EFECTO DE LA ADICIÓN DE PULPA DE FRESA

La formulación base utilizada fue de: 2%SP, 15% sacarosa, 2% grenetina y 0.5% xantana, la cual permitía una estabilización adecuada del sistema y como se observa en la Figura 7.10.1.1, la adición de pulpa permitió obtener un mayor incremento de volumen, sin embargo después del 13% de pulpa, la espuma se desestabilizó rápidamente.

Figura 7.10.1.1 Efecto de la adición de pulpa de fresa

El efecto de la adición de pulpa depende de la concentración en la que se agregue, ya que a un porcentaje mayor del 13% de pulpa de fresa la espuma formada se desestabiliza rápidamente después de 10 minutos de haberla formado. (Anexo 8). Este efecto se puede deber a que al aumentar la cantidad de sólidos, el sistema es incapaz de mantenerlos dispersos.

**Figura 7.10.1.2.** Efecto de la adición de pulpa de fresa

Formulación: 2%SP, 1.5%grentina, 0.5%xantana ($T^{\circ}= 27^{\circ}\text{C}$, 10 min, $\text{pH} = 3.76$)

Este aumento en el sobrerrendimiento se puede deber al efecto de los componentes presentes en la pulpa y de sus interacciones con la proteína. En el caso de la pulpa de fresa, al poseer una mayor cantidad de proteínas podría ayudar a la formación de

espuma, sin embargo al poseer menor cantidad de carbohidratos, no se pueden establecer interacciones proteína-polisacárido que ayuden a estabilizar el sistema. Es curioso observar que a pesar de que la pulpa posee una mayor cantidad de fibra soluble, ésta no ayuda a estabilizar el sistema, ya sea por el aumento de la capacidad de retención de agua o gelificación.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE PULPA DE MANGO

Como se observa en la Figura 7.10.1.3 y la 7.10.1.4, al adicionar la pulpa de mango en una concentración mayor al 16%, se logra obtener un incremento de volumen similar al que carece de pulpa, sin embargo después de 20 minutos existe drenado de agua, lo cual no es sensorialmente agradable en el producto final.

Cuando se agrega la pulpa en menores concentraciones, no hay desestabilización del sistema, pero el incremento de volumen es de únicamente 70 u 80% en comparación a los otros donde se logra un 90%. (Anexo 8)

Figura 7.10.1.3. Efecto de la adición de pulpa de mango

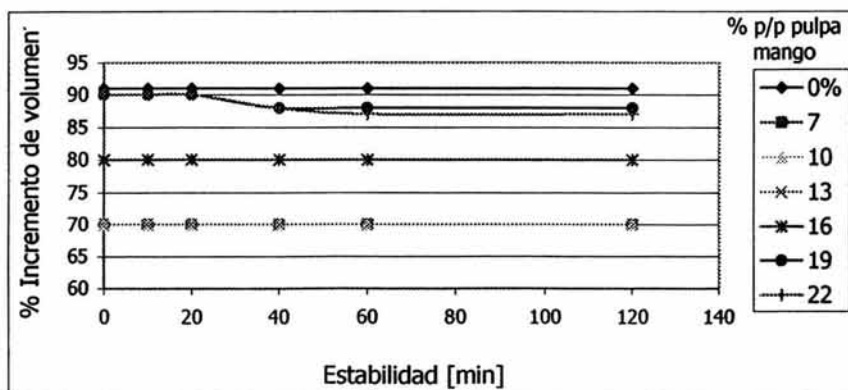




Figura 7.10.1.4. Efecto de la adición de pulpa de mango
Formulación: 2%SP, 1.5%grenetina, 0.5%xantana ($T^{\circ}= 27^{\circ}\text{C}$, 10 min)

Aunque actualmente no existe alguna norma que establezca el porcentaje mínimo de pulpa de frutas en postres, se encontró que en caso de helados, el porcentaje utilizado normalmente es de 15 o 20% de pulpa de fruta, dependiendo de si se trata de frutas muy ácidas o no, por lo que se decidió utilizar tanto para el caso del mousse de fresa como el de mango 15% de pulpa.

Para solucionar el problema de estabilidad se reconsideró la cantidad de hidrocoloides en la formulación, se observó que al modificar las concentraciones de las gomas a 1.55% de grenetina y 0.6% xantana se lograba estabilizar el sistema y obtener características sensoriales adecuadas.

7.10.2 Efecto de los saborizantes, colorantes y premezcla de vitaminas en el mousse

Se decidió adicionar saborizantes y colorantes, ya que aunque la adición de pulpa de fresa o mango contribuyen al sabor y color de los productos, no se obtienen productos con sabor o color característico. El color de geles alimentarios es una de las características que definen la cualidad de estos productos y tienen una influencia decisiva en la aceptación o rechazo por parte de los consumidores (Blendford, 1995; Hendry & Houghton, 1996). El color y la estabilidad de geles alimentarios

son de particular importancia, ya que la naturaleza de los mismos influyen en la capacidad de gelificación de la gretina (Clydesdale, 1978).

Se decidió utilizar colorantes McCormick (rojo 40 y amarillo 6), saborizante de mango de Sodexim perfumes y saborizantes, Inc. y saborizante de fresa Firmenich 502.223, en concentraciones recomendadas por los proveedores.

El adicionar una premezcla de vitaminas permite ofrecer a los consumidores un producto tipo mousse nutrimentalmente competitivo con los disponibles comercialmente. La premezcla utilizada FT-032199 permite cubrir el 15% de la ingesta diaria recomendada para la población mexicana (INNSZ, 1997) de cada uno de los siguientes micronutrientes: Vitamina A, D, E, ácido fólico, B₁, B₁₂, B₂, B₆, calcio y fósforo.

La formulación hasta el momento para el mousse de fresa es de: 15% sacarosa, 15% pulpa de fresa, 2% SP, 1.55% gretina, 0.6% xantana, 0.5% saborizante artificial (partiendo de la recomendación de los proveedores), 20 µL de colorante rojo 40 y 382 mg de la premezcla de vitaminas para 100 g de producto.

Para el mousse mango: 15% sacarosa, 15% pulpa de mango, 2% SP, 1.55% gretina, 0.6% xantana, 0.5% saborizante, 60 µL colorante amarillo 6, 17 µL colorante rojo 40 y 382 mg de la premezcla de vitaminas (colorantes y vitaminas para 100 g de producto)

Tabla 7.10.2.1. Efecto de la adición de saborizantes, colorantes y premezcla de vitaminas sobre la estabilidad de los productos (anexo 9)

Mousse	0 min	10 min	20min	40min	60min
Fresa	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Mango	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Blanco fresa	86.7	86.7	86.7	86.7	86.7
Blanco mango	70	70	70	70	70

Los valores están expresados en % incremento de volumen y son promedio de 3 réplicas. Formulación blancos: 2%SP, 15% pulpa 1.55% gretina, 0.60% xantana (T° 27°C, 10 min)

En la Tabla 7.10.2.1 se observa que para el caso del producto sabor mango no hay diferencia entre el incremento de volumen del blanco con el adicionado con saborizantes, colorantes y premezcla de vitaminas y minerales.

La adición de colorantes, saborizantes y premezcla de vitaminas provoca un ligero decremento en el sobrerrendimiento del producto de fresa, sin que este sea considerable.

Para ambos casos se decidió conservar las formulaciones propuestas, porque no se observan efectos considerables en la formación o estabilidad de la espuma, lo cual indica que los cationes presentes, no afectan la funcionalidad de la proteína.

7.11 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR SI EXISTE UN EFECTO BENÉFICO CON LA ADICIÓN DE MALTITOL

Una vez determinados los efectos de los ingredientes principales en el espumado y por tanto su textura, se percibió que existía un ligero resabio amargo dado por el SP, por lo que decidimos agregar 150 ppm de maltitol, a ambos mousses, ya que de acuerdo a López (2001), ayudaba a enmascarar el sabor amargo impartido a la bebida elaborada con SP cuyo resabio amargo era de mucha mayor intensidad que el percibido en los productos tipo mousse.

El maltitol es, también conocido como maltol ($C_6H_6O_3$). Es un polvo cristalino de color blanco con olor característico de caramelo mantequilla y en solución un ligero aroma frutal. Es utilizado como modificador de sabor de alimentos, ya que reduce los sabores amargos de algunos vegetales como la soya, reduce el resabio de algunos edulcorantes, realza el dulzor, incrementa el sabor y aroma.

Para saber si existía diferencia sensorialmente perceptible entre las muestras con y sin maltitol para ambos sabores, se realizó una prueba triangular con 20 jueces. En el que 26% de los jueces lograron percibir la muestra que era diferente para el mousse de fresa y sólo el 13% diferenció las muestras correspondientes al mousse de mango. Al analizar los resultados estadísticamente con una probabilidad de error del 5%, se observó que los jueces, no percibieron diferencia alguna entre las muestras que tienen maltitol y las que carecen de éste.

Como se muestra en el Anexo 10, una vez realizada la prueba triangular, se preguntó sobre la diferencia que habían encontrado entre las muestras de cada grupo. Tan solo el 10%, dijo que en sabor o resabio amargo, mientras que las demás personas, decían cosas como olor, textura y apariencia.

Finalmente, se demostró que el uso de maltitol no era necesario, ya que no lograba diferenciar a nivel sensorial las muestras, por lo que su utilización únicamente implicaba un aumento del costo de la formulación.

7.12 SELECCIÓN DE SABORIZANTES

Se realizó una prueba de preferencia, para seleccionar el saborizante de fresa y mango de mayor preferencia. Se utilizaron los saborizantes líquidos donados por Sodexim y Firmenich.

MUESTRAS:

Formulación: 2%sesaprot. 15%sacarosa, 1.6%gernetina, 0.6% xantana, 15%pulpa y 0.5% saborizante (recomendado por los proveedores), colorantes, y 382 mg vitaminas.

- *Selección del saborizante de fresa*

En el Anexo 11, se muestra la hoja de vaciado de datos, donde al analizar estadísticamente los datos, se observa que el saborizante de fresa de mayor preferencia fue el Firmenich 223 seguido por Sodexim (AS-58554) y finalmente el Firmenich 045. Al analizar estadísticamente los datos con una probabilidad de error del 5% mediante un análisis de ordenamiento por rangos se observó que:

- + Saborizantes de fresa: Sodexim y Firmenich 223 - no hay diferencia significativa
- Sodexim y Firmenich 045 - no hay diferencia significativa
- Firmenich 223 y 045 - si hay diferencia significativa

Con estos resultados, decidimos utilizar el saborizante de Firmenich con clave 223, ya que fue el que obtuvo la mayor puntuación sensorial.

- *Selección del saborizante de mango*

Al igual que para la selección del saborizante de fresa, se realizó una prueba de preferencia en donde se compararon los saborizantes de mango donados por Sodexim y Firmenich 582.360/C (Anexo 11), en donde se obtuvo que el de Sodexim (AS-58553) presentó una preferencia mayor con una puntuación sensorial de 34 sobre 26 que obtuvo Firmenich 360 la cual fue estadísticamente significativa con una probabilidad de error del 5%, por lo que fue seleccionado, como saborizante de la formulación.

7.13 PROPUESTA DE FORMULACIÓN

Con base en las pruebas de espumado y los efectos de la adición de los ingredientes, se estableció como formulación.

- Sacarosa 15 - 17% (p/p)
- Pulpa de fresa o mango 15 - 20% (p/p)
- Sesaprot[®] 2% (p/p)

- Grenetina 1.5 – 1.6% (p/p)
- Xantana . . . 0.4 – 0.6% (p/p)
- Saborizante artificial 0.50 – 0.6% (p/p)
- 382 mg de premezcla de vitaminas por cada 100g de producto
- 20 μ L de colorante rojo para el mousse de fresa /100 g
- 17 μ L de colorante rojo y 60 μ L de colorante amarillo /100 g

Para saber la cantidad de colorante a utilizar, se tomaron referencias del color que queríamos igualar, donde el patrón para el mousse de fresa era el mousse comercial, mientras que para el mousse de mango, se tomó como referencia un helado de mango, que se muestra en la figura 7.13.2.

Figura 7.13.1. Mousse de fresa

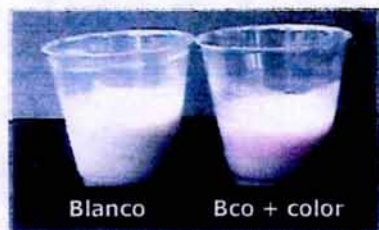
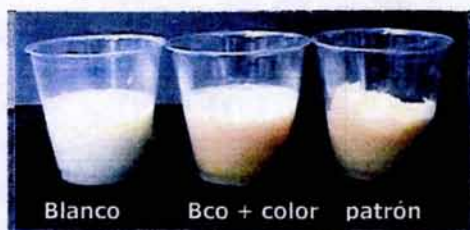


Figura 7.13.2. Mousse de mango



7.14 ELABORACIÓN DE MUESTRAS CON AISLADO PROTEÍNICÓ DE SOYA

Con el fin de determinar la competitividad de SP con otro aislado proteínico de origen vegetal, se elaboraron muestras con un aislado proteínico de soya cuya formulación fue la misma que para las elaboradas con SP. El incremento de volumen para los productos elaborados con soya para ambos sabores fue del $60\% \pm 10$, por lo que funcionalmente tanto el aislado proteínico de soya como el de ajonjolí son equivalentes en la elaboración de este tipo de productos, bajo las condiciones de proceso utilizadas. La estabilidad de los productos tampoco se vio afectada al sustituir la fuente proteínica.

7.15 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizó una prueba de preferencia, para evaluar si los productos elaborados con el aislado proteínico de ajonjolí eran sensorialmente competitivos con el mousse de fresa comercial y con los elaborados con el aislado proteínico de soya. También se preguntó la razón de desagrado de la muestra de menor preferencia, con el objetivo de detectar posibles defectos en los productos.

La evaluación se realizó con 110 consumidores, donde la mayoría eran estudiantes de la Facultad de Química. (Anexo 12)

Al realizar el análisis estadístico con una probabilidad de error del 5%, encontramos que el orden de preferencia fue:

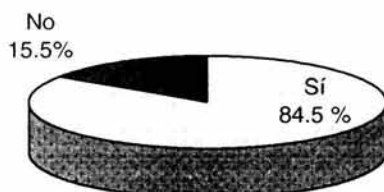
1° Mousse comercial de fresa

2° Fresa con aislado de soya, mango con SP y mango con aislado de soya

3° fresa con SP (defecto = textura)

Al preguntar la razón de la no preferencia de la muestra que habían colocado en último lugar de preferencia, para el caso del mousse comercial, la respuesta mayoritaria era la consistencia del mousse, para las muestras elaboradas con soya era el sabor; para la de mango con SP era la textura, y finalmente para la muestra menos preferida, fresa con SP, el defecto encontrado fue la textura. En general hubo homogeneidad en las respuestas dadas, lo cual era un claro indicador de que nuestras muestras tenían que ser modificadas en su formulación ya que poseían defectos corregibles.

Sin embargo, al preguntarles si comprarían un postre elaborado con proteínas vegetales en lugar de uno lácteo, hubo una respuesta favorable hacia el producto, como se muestra en la Figura 7.15.1. y Anexo 12.

Figura 7.15.1. ¿Comprarían un mousse no lácteo como el que probaron?

Como se muestra en la Figura 7.15.2 el 47% de los consumidores encuestados señalaron a la muestra de fresa elaborada con SP como la de menor preferencia, lo cual nos indica que existe un defecto claramente perceptible en la muestra.

Aunque estadísticamente no había diferencia entre las muestras elaboradas con soya tanto de sabor fresa como mango y el postre de mango elaborado con SP, en la Figura 7.15.2 podemos ver que varios de los consumidores colocaron la muestra de mango elaborada con SP como la de menor preferencia.

Cabe aclarar que la consistencia de los productos elaborados en el laboratorio era totalmente diferente al del comercial, principalmente por la ausencia del componente lipídico que aporta palatabilidad y textura cremosa al producto. Inicialmente la propuesta consideraba el no agregar aceite o grasa, para que el producto tuviera un menor contenido de calorías. Pero en vista de la percepción del consumidor, se decidió incluir este componente, ya que el consumidor mostró tener en mente una consistencia cremosa para un producto tipo mousse.

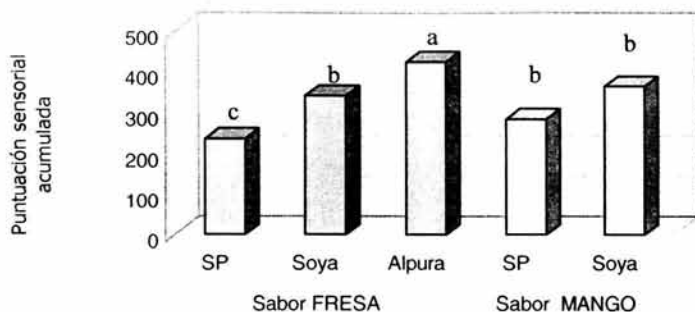


Figura 7.15.2. Frecuencia de menor preferencia entre todas las muestras

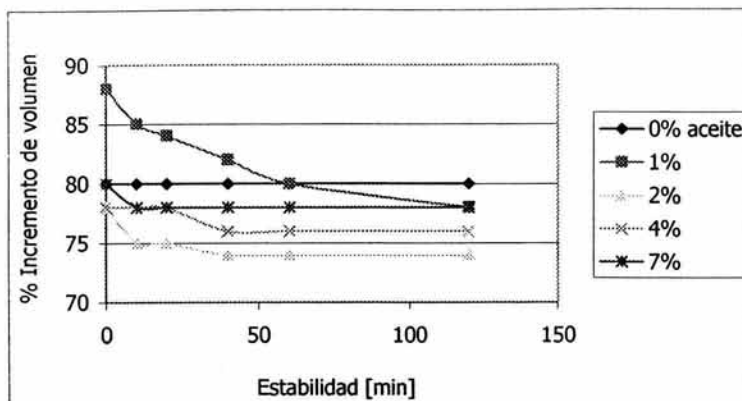
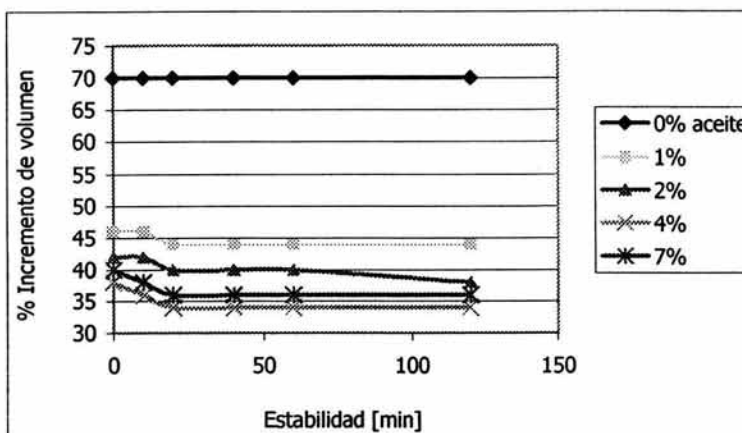
^{a,b,c} Distinta letra indica que existe diferencia significativa en la preferencia de las muestras

7.16 REFORMULACIÓN: ADICIÓN DE ACEITE

Con los resultados de la prueba de preferencia anterior, se demostró la necesidad de realizar una reformulación, ya que la sensación de cremosidad era importante para este tipo de productos, además de que el mousse de fresa elaborado con SP presentaba una textura diferente al de los demás y por tal era menos preferido.

De acuerdo a los contenidos nutrimentales de productos similares al elaborado, se encontró que el porcentaje de grasa variaba de 2.5 a 7%, por lo que se decidió observar el efecto que tendría la adición de 1, 2, 4 y 7% de aceite vegetal o grasa butírica sobre la cantidad y estabilidad de la espuma formada, así como el impacto que tendría a nivel sensorial.

En pruebas preliminares se adicionó grasa anhidra de leche, pero presenta un olor y sabor muy fuerte, por lo que descartó su utilización. Se probó entonces con aceite de maíz.

Figura 7.16.1. Efecto de la adición del aceite vegetal al mousse de fresa (Anexo 13)**Figura 7.16.2.** Efecto de la adición del aceite vegetal al mousse de mango

Como se puede observar en las Figuras 7.16.1 y 7.16.2, la adición de aceite al mousse de fresa provoca un ligero incremento de volumen, sin embargo en el caso del mousse de mango hay un decremento considerable en el volumen. Para el caso de fresa a diferencia en la espuma formada se traduce en una textura porosa y frágil, por lo que se decidió aumentar la concentración de las gomas de tal forma que se obtuviera una textura más parecida a la del mousse de mango, esto es, más consistente y menos porosa.

La diferencia en la capacidad de espumado para el producto de fresa y el de mango, se puede deber a la diferencia en composición de las pulpas. La pulpa de mango al poseer un porcentaje de carbohidratos y proteína mayor que la de fresa, podría favorecer las interacciones proteína-polisacárido en el sistema provocando la formación de redes o burbujas más compactas.

Al aumentar el porcentaje de gretina de 1.6 a 1.7% y de xantana de 0.6 a 0.7%, se logró obtener un incremento de volumen del 50% para el postre de fresa. El producto de mango, no requirió modificación alguna del porcentaje de gomas por lo que se obtiene un sobrerrendimiento de 70%.

Se observó que la adición de aceite a partir del 1% afecta el incremento de volumen y la estabilidad, sin embargo a nivel sensorial, no era fácilmente perceptible. Al realizar evaluaciones sensoriales preliminares, se observó que a partir de 3% de aceite vegetal, se lograba una sensación de cremosidad en los productos finales.

7.17 FORMULACIÓN LÁCTEA

Después de observar los resultados de la prueba de preferencia, notamos que la mayor preferencia del producto comercial sobre las elaboradas se debía a la gran diferencia en composición, por su alto contenido de grasa y por tanto en características sensoriales, por lo que se decidió elaborar un producto lácteo, nutrimentalmente parecido a los elaborados con proteínas lácteas.

La formulación base para las muestras elaboradas con leche fueron:

- 15% de sacarosa
- 15% de pulpa de fresa / mango respectivamente
- 7.33 g de leche marca Nido
- 0.60 % xantana y 1.60% gretina
- 0.45% de saborizante (Firmenich fresa con clave 502.223 ó Sodexim mango)

Los productos obtenidos con esta formulación alcanzaron un incremento de volumen del 50% para ambos sabores. Estos productos nos permitirán comparar las muestras lácteas con las elaboradas tanto con SP como con soya, ya que son nutrimentalmente equiparables y se generan rendimientos similares.

7.18 EVALUACIÓN SENSORIAL

Una vez mejorada la cremosidad del producto elaborado con proteínas vegetales con la adición del aceite vegetal y al aumentar las gomas para el producto de fresa elaborado con SP para mejorar su textura y obtener una semejante a las otras muestras. Se realizó una prueba de preferencia, para evaluar si las muestras elaboradas eran sensorialmente competitivas con las de base láctea.

Las muestras evaluadas corresponden a las reformulaciones que involucran adición de aceite vegetal y además se incrementó el contenido de sacarosa, para enmascarar el sabor amargo que algunos consumidores percibieron en la evaluación sensorial anterior (Tabla 7.18.1).

Tabla 7.18.1 Formulaciones finales para cada uno de las muestras evaluadas

INGREDIENTE (g/100g producto)	Mango SP	Fresa SP	Formulación con aislado de soya	Formulación láctea
Sacarosa	20	20	20	20
Pulpa de fruta	15	15	15	15
Fuente proteínica	2.15 g SP	2.15 g SP	2.15 g aislado soya	7.33 g Nido
Grenetina	1.6	1.7	1.6	1.6
Xantana	0.6	0.7	0.6	0.6

Saborizante	0.60	0.65	0.60 mango /0.65 fresa	0.60 mango /0.65 fresa
Colorantes	60 μ L Ama 17 μ L Rojo	40 μ L Rojo	Depende del sabor*	*
Premezcla de vitaminas y minerales	382 mg	382 mg	382 mg	382 mg

La evaluación se llevó a cabo con consumidores con edades comprendidas entre los 18 y 47 años, la mayoría de ellos estudiantes de la Facultad de Química (Anexo 14). Se realizó un análisis de ordenamiento por rangos con una probabilidad de error del 5%. Se observó que las muestras de mayor preferencia fueron las lácteas, y la menos preferida fue el mousse de fresa elaborado con SP.

Como se observa en la figura 7.18.1, la preferencia por las muestras lácteas sigue siendo notable, sin embargo al preguntar a los consumidores la razón de la no preferencia, para las muestras elaboradas con SP, la respuesta mayoritaria fue el sabor.

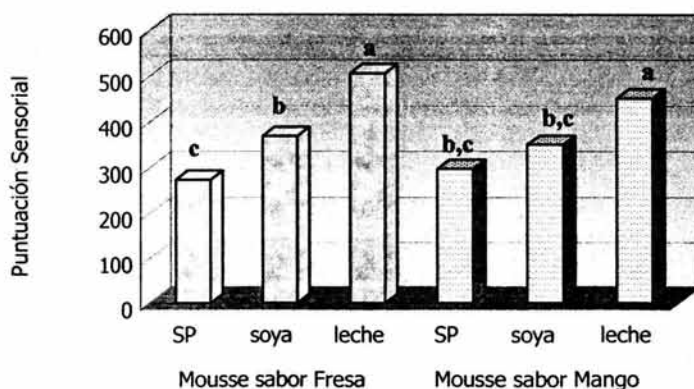


Figura 7.18.1. Frecuencia de preferencia

^{a,b,c} Distinta letra indica que existe diferencia significativa en la preferencia de los productos

Como se deseaba obtener información adicional a la preferencia, se le pidió a los participantes que contestaran a una serie de preguntas referentes al producto, donde se encontró que la muestra de mayor presencia fue elegida por su sabor (85% de los consumidores), por lo que si se utilizara un saborizante con nota láctea para los productos elaborados con proteína de soya y SP, se espera que nivel de aceptación aumente.

A las personas que eligieron las muestras elaboradas con SP como las de menor preferencia, se preguntó si habían encontrado algún defecto tan solo el 27% encontró algún defecto en la muestra de mango y el 33% lo encontró en el de fresa, sin embargo no existe una homogeneidad en las respuestas que nos permitan corregir la falla. Cabe resaltar que los resultados no indican una falla notable en la textura, por lo que se considera que las reformulaciones ayudaron a resolver el problema de textura detectado antes de agregar el componente lipídico.

Aproximadamente el 7% de los consumidores lograron percibir sensación arenosa y/o resabio amargo. Se recomienda por tanto reducir el tamaño de partícula del SP o bien someterlo a un proceso térmico para gelificar parcialmente las proteínas para evitar la sensación arenosa. En cuanto al resabio amargo, se propone realizar los mousses con sabor a café o chocolate, ya que enmascaran los sabores amargo o bien evaluar la posibilidad de utilizar otro agente enmascarante.

Al preguntar si compraría un mousse no lácteo el 90% dijo que sí, lo cual es muy satisfactorio en caso de que en un futuro se quisiera colocar un producto de este tipo en el mercado.

¿Compraría un mousse no lácteo como el que probaste?

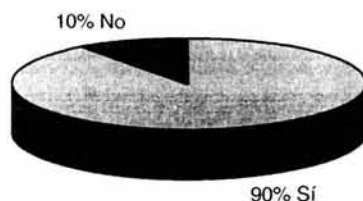


Figura 7.18.2. Consumidores que comprarían los mousses no lácteos

Una vez determinado los efectos que tienen en el incremento de volumen y la estabilidad de la espuma, se determinó la funcionalidad de cada uno de los ingredientes:

- ☆ Sacarosa: la concentración dependerá del gusto del consumidor aunque se debe agregar en una concentración tal, que logre enmascarar el sabor amargo propio del aislado proteínico de ajonjolí.
- ☆ Pulpa de frutas: la concentración influye poco en el sabor, sin embargo permite que el mousse adquiera un color pálido característico. De acuerdo a normas extranjeras para helados, el porcentaje de pulpa debe estar entre 15 y 20%. Un porcentaje mayor desestabilizaría el sistema.
- ☆ Sesaprot®: el aislado por sí solo presenta un sabor característico ligeramente amargo, se cree que se debe fijar por esta razón en 2.15%, de lo contrario, el sabor del producto terminado puede variar, además de que el SP es poco soluble en el rango de pH de los productos finales, por lo que si se eleva la concentración, se logra percibir una sensación arenosa. El SP es indispensable como agente espumante además de que ayuda a estabilizar la espuma formada.
- ☆ Grenetina: la concentración está en función del porcentaje de SP, xantana y pulpa de frutas. Ayuda a estabilizar la espuma y conferir la textura adecuada.

-
- ☆ Xantana: depende de la cantidad de grenetina utilizada y del porcentaje de las pulpas. Ayuda a estabilizar la espuma
 - ☆ Saborizante artificial: permite intensificar el sabor y aroma de los productos finales, por lo que son más agradables para el consumidor.
 - ☆ Aceite: confiere cremosidad lo cual incrementa la palatabilidad de los productos finales.
 - ☆ Vitaminas y minerales: permiten elevar el contenido nutrimental de los productos.
 - ☆ Colorantes: contribuyen a la apariencia de los productos.

7.19 ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL

(TPA INSTRUMENTAL)

7.19.1 Efecto de la adición de ingredientes

Se realizaron varias pruebas preliminares, donde se observó que la variabilidad entre las repeticiones era muy grande, por esto se decidió estandarizar el procedimiento para tratar de obtener resultados más reproducibles. Dicha estandarización, consistió en homogenizar por 3 minutos procurando obtener un incremento de volumen constante en todas las repeticiones. Aunque la diferencia en el incremento de volumen de las distintas réplicas no era tan grande, el equipo era capaz de percibir las diferencias.

Además una vez elaborados los productos, se vaciaron en los moldes del mousse comercial al mismo nivel de llenado, para evitar variaciones en las mediciones por efecto del recipiente.

Se evaluaron sólo aquellas características de textura importantes para definir el perfil sensorial del producto, mismas que se confirmaron al no obtenerse valores

positivos para adhesividad, masticabilidad y fracturabilidad. (datos completos en Anexo 15).

En la Figura 7.19.1.1, se observa un ejemplo del tipo de curvas obtenidas en el texturómetro, para determinar el efecto de cada uno de los ingredientes sobre la textura

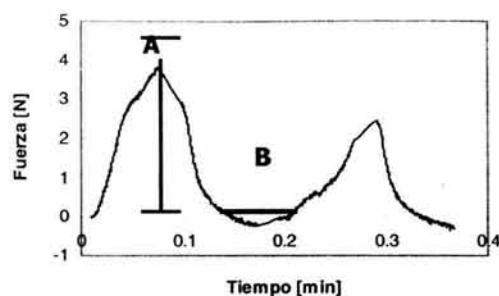


Figura 7.19.1.1 Gráfica obtenida en el texturómetro (Sintech 1/S)
 A= dureza, B= adhesividad, Cohesividad= Area2 / Area1, Gomosidad=dureza x cohesividad
 (Celda 100 N, velocidad de 230 mm/min y 50% de penetración)

Para determinar si existen diferencias significativas entre muestras y/o réplicas, se realizó el análisis de varianza de un solo factor, tanto en dureza, cohesividad y gomosidad, en el programa Stat Graphic

Al realizar las ANOVAS para determinar si existían diferencias significativas entre las muestras, para los parámetros de dureza, cohesividad y gomosidad, notamos que existía una diferencia de 3 a 1 entre la desviación estándar menor y la mayor, lo cual nos podía causar problemas, ya que el análisis de varianza asume que las desviaciones estándar para cada muestra son iguales. Esto indica que los datos no poseen una distribución normal, por esta razón, los datos serán analizados por el método de Kruskal-Wallis, para comparar las medianas en lugar de las medias.

El método de Kruskal-Wallis, prueba la hipótesis nula de que las medianas de cada uno de los parámetros de dureza, cohesividad y gomosidad para las 11 muestras sean iguales. Los datos de todos los niveles, son ordenados en forma creciente y se calcula el rango medio para cada muestra, con un α del 0.05.

Finalmente, para determinar que medianas son significativamente diferentes entre ellas, se realizó una gráfica de Box y Whisker que permite observar aquellos valores posiblemente anómalos. Los resultados del análisis estadístico se presentan en el Anexo 16.

♦ DUREZA

Como se observa en la Figura 7.19.1.2 la adición de sacarosa y xantana, no tienen efecto en la dureza, sin embargo al agregar la grenetina (SP+S+X+G) se observa un ligero efecto sinérgico con la xantana, ya que la dureza se incrementa en comparación con la muestra que contiene grenetina únicamente. Al adicionar las pulpas de fruta el sistema sufrió un decremento importante en la dureza para ambos sabores, sin embargo para fresa el decremento fue aún mayor, ya que a simple vista observamos que el incremento de volumen es de un 10% mayor que para mango y que las celdas de aire son más grandes. Esta diferencia en dureza entre los productos de mango y el de fresa, presentan una alta correlación con lo detectado por los consumidores, ya que en la evaluación sensorial, la falta de consistencia en el producto de fresa fue un atributo negativo que lo diferenció del producto de mango.

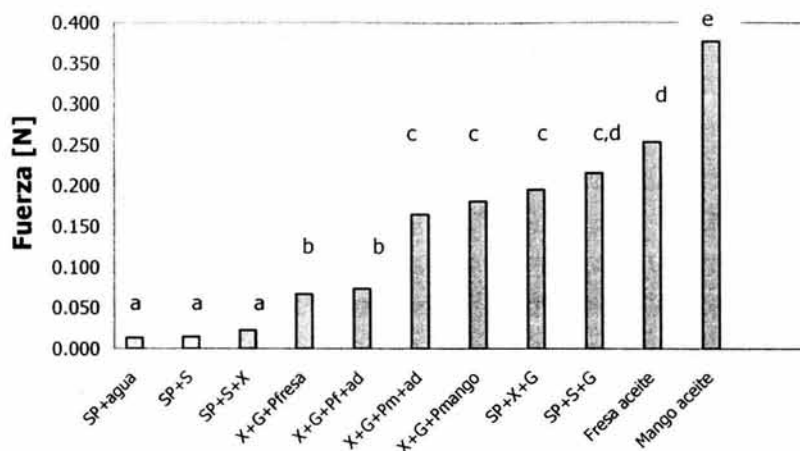


Figura 7.19.1.2. Efecto de los ingredientes sobre la dureza

^{a,b,c,d,e} Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre las muestras con un $\alpha=0,05$.
 SP = Sesaprot[®], S = sacarosa, X=xantana, G=grenetina, Pf = pulpa de fresa, Pm = pulpa de mango, ad=aditivos (saborizantes, colorantes, premezcla de vitaminas)

La adición del aceite vegetal contribuyó no solo a la sensación de cremosidad en el postre, sino que la dureza se elevó significativamente para ambos sabores a pesar de que son moléculas anfífilas capaces de interactuar en la superficie de las celdas de aire, lo cual indica que en lugar de competir con las proteínas el aceite posiblemente ayuda a formar redes viscoelásticas más eficientes. Sin embargo la diferencia en dureza provocada por la naturaleza de las pulpas de fruta se sigue conservando, ya que el producto de mango es significativamente más duro que el de fresa.

♦ COHESIVIDAD

En la figura 7.19.1.3 se observa que la cohesividad del SP es alta y la adición de sacarosa provoca un aumento aunque no es significativo, esto no se vio reflejada en el aspecto de las muestras que se observaban más frágiles. La cohesividad es un parámetro que se relaciona con la fuerza en que están unidas las partículas que

conforman el alimento. La adición de los demás componentes disminuye este parámetro de manera significativa.

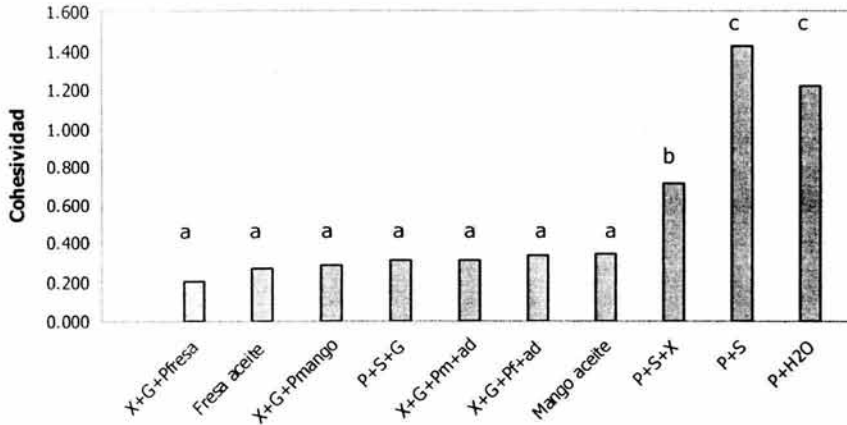


Figura 7.19.1.3. Efecto de los ingredientes sobre la cohesividad

a,b,c Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre las muestras con un $\alpha=0,05$.

Se observa que la adición de grenetina provoca que la cohesividad de las muestras sea muy semejante para todas las muestras, ya que forma redes que unen las partículas del alimento y la adición de todos los demás ingredientes no provocan ningún cambio en la cohesividad.

♦ GOMOSIDAD

Se observa que la grenetina determina la gomosidad del producto, aunque existe una interacción con las pulpas tal, que con la adición de fresa la gomosidad disminuye considerablemente, mientras que con la adición de mango la diferencia en gomosidad no es significativa. Aquí al igual que con la dureza observamos que la adición del aceite vegetal provoca un aumento en la gomosidad para ambos sabores, lo cual una vez más confirma que la adición del aceite estabiliza al sistema.

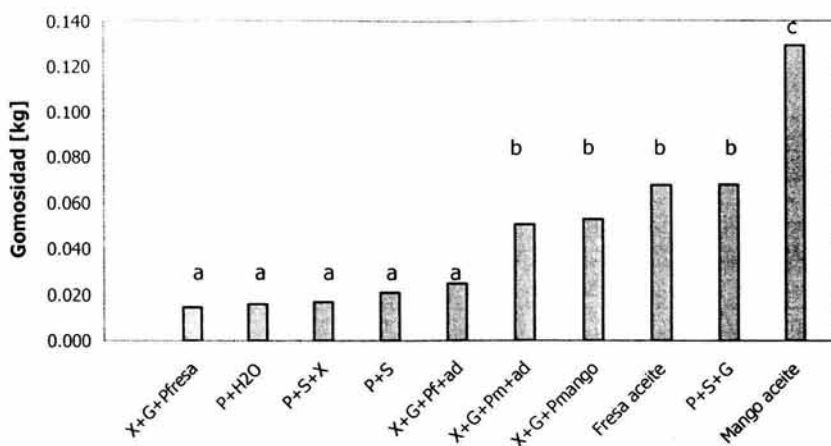


Figura 7.19.1.3. Efecto de los ingredientes sobre la gomosidad
 a,b,c Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre las muestras con un $\alpha=0,05$.

7.19.2 Efecto de la fuente proteínica en el perfil de textura final del producto

Se realizó el TPA instrumental para los postres de fresa y mango elaborados con distintas fuentes proteínicas: SP, aislado proteínico de soya (SPI group) y leche en polvo, para determinar el efecto de la naturaleza proteínica sobre la textura (datos completos en Anexo 17).

Debido a la naturaleza de los datos, se observó que el método estadístico más adecuado para su análisis es el método de Kruskal-Wallis con una probabilidad de error del 5%. Para determinar que medianas son significativamente diferentes se realizó una gráfica de Box y Whisker (Anexo 17).

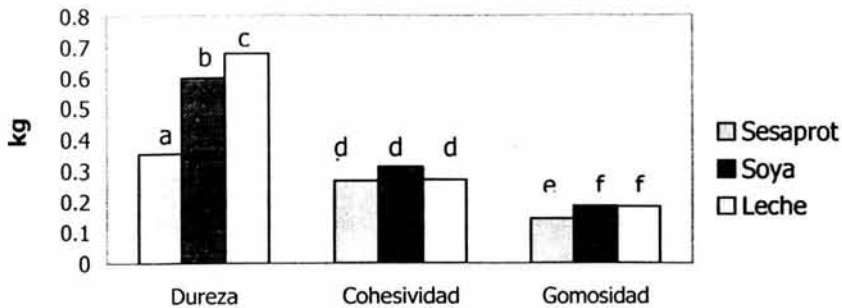


Figura 7.19.2.1. Efecto de la fuente proteínica - postre de fresa

a,b,c,d,e,f Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre las muestras para cada parámetro con un $\alpha=0,05$

Como se observa en la Figura 7.19.2.1, la naturaleza de la proteína utilizada en la elaboración no afecta la cohesividad de los postres, ya que como se había observado anteriormente, la cohesividad está dada principalmente por la gretina, utilizada en iguales proporciones en las tres muestras evaluadas.

En el apartado anterior se observó que los hidrocoloides son los principales responsables en dar gomosidad al producto sin embargo observamos que al utilizar SP la gomosidad es inferior que al utilizar el aislado de soya o la leche.

Finalmente se determinó que la naturaleza proteínica influye principalmente en la dureza ya que al utilizar las proteínas vegetales la dureza disminuye significativamente y como con SP se obtiene un incremento de volumen superior en 10% al obtenido con soya o leche, la dureza es aún menor. Cabe destacar que a pesar de que se obtiene un incremento de volumen muy semejante tanto al utilizar soya o leche para el postre de fresa la dureza para el postre a base de soya es menor. Sin embargo esta diferencia en dureza no fue sensorialmente perceptible,

ya que en las pruebas de preferencia realizadas con estas formulaciones los consumidores indicaron preferencias similares para ambos productos.

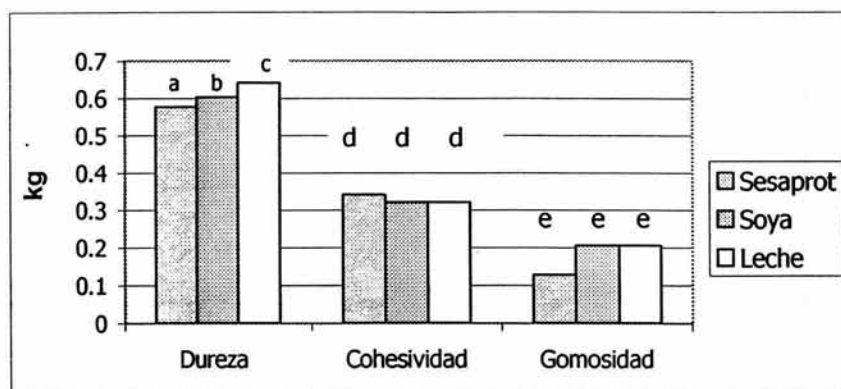


Figura 7.19.2.2. Efecto de la fuente proteínica – postre de mango

^{a,b,c,d,e} Distinta letra indica que hay diferencia significativa entre las muestras, para cada parámetro con un $\alpha=0,05$.

En la Figura 7.19.2.2 se observa un comportamiento similar que para el producto de fresa, donde el parámetro de cohesividad no se ve afectado por el tipo de proteína utilizada. La gomosidad del postre elaborado con SP fue menor al de los otros a pesar de que el incremento de volumen en los tres postres es el mismo, lo cual nos permite pensar que existe interacción entre las proteínas del SP con los hidrocoloides que permite fortalecer la estructura del postre y por tanto conferir una mayor gomosidad, sin embargo la dureza es menor que para los elaborados con soya o leche.

Al comparar los resultados obtenidos para ambos sabores, podemos determinar si el efecto de la naturaleza de las pulpas de fruta afecta de igual forma a los postres elaborados con SP que a los que poseen otro tipo de proteínas. Las gráficas de

Box y Whisker, nos permitieron observar si existen diferencias estadísticas entre las muestras (Figura 7.19.2.3):

Figura 7.19.2.3. Diferencias estadísticamente significativas por Box y Whisker

DUREZA

Fresa SP Mango SP Fresa soya Mango soya Mango leche Fresa leche

COHESIVIDAD

Fresa SP Fresa leche Fresa soya Mango leche Mango SP Mango soya

GOMOSIDAD

Fresa SP Mango SP Fresa soya Fresa leche Mango leche Mango soya

* Las líneas continuas significan que no hay diferencias significativas entre las muestras

Se observa que la naturaleza de la fuente proteínica afecta claramente la dureza de los postres, independientemente del sabor, lo cual indica que las interacciones que se establecen entre las proteínas con los hidrocoloides y aceite son diferentes.

No existe una tendencia clara en la influencia del tipo de proteína en la cohesividad, sin embargo se observa que los postres de fresa poseen una menor cohesividad que los de mango.

7.20 ESTUDIO DE LA MICROESTRUCTURA DE LOS PRODUCTOS POR MEDIO DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Los productos elaborados son coloides alimentarios complejos, ya que contienen glóbulos de grasa y celdas de aire dispersos en una matriz de proteínas, sales, polisacáridos y azúcares. Para comprender los fenómenos de estabilización del sistema, así como interacciones entre las estructuras que determinan la textura y apariencia de los alimentos, se decidió realizar un estudio de SEM de los componentes que según los resultados del TPA instrumental tienen mayor influencia en la textura final de los productos.

▪ SP + xantana

La combinación de xantana y SP permitió disminuir el volumen drenado de las espumas formadas, sin embargo el incremento de volumen fue menor.

Normalmente la xantana en solución forma pequeñas hojuelas, sin embargo como se muestra en la figura 7.20.1, la xantana con el SP forman agregados esféricos de diversos diámetros y espesores, los cuales permiten incrementar la viscosidad de la solución y retener las burbujas de aire. A su vez, se observa que los agregados esféricos, son capaces de interactuar entre ellos para formar ligeras redes que permiten fortalecer la estructura.

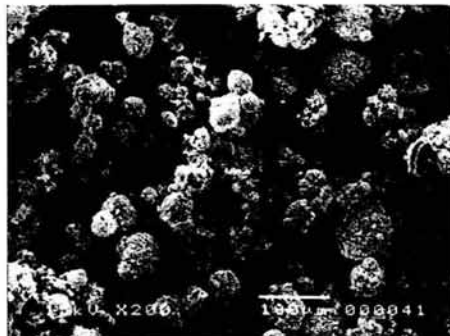


Fig 7.20.1. SP + xantana
Foto de SEM 200x

La goma xantana es un polisacárido aniónico que produce una alta viscosidad a concentraciones bajas. Su alta hidrofiliicidad y carencia de enlaces hidrofóbicos provoca que esta no se adsorba en la interfase aire-líquido (Yilmazer, G., *et al.*, 1991), por lo que proteínas se encuentran en esta interfase, sin embargo contribuye a la estabilidad de la espuma por el incremento de viscosidad de la fase acuosa, además es capaz de formar complejos con distintas proteínas, dependiendo de la estructura, proporción y pH.

En la figura 7.20.2 se observa que los agregados formados por xantana y SP poseen una superficie rugosa cuyo diámetro es muy variable.

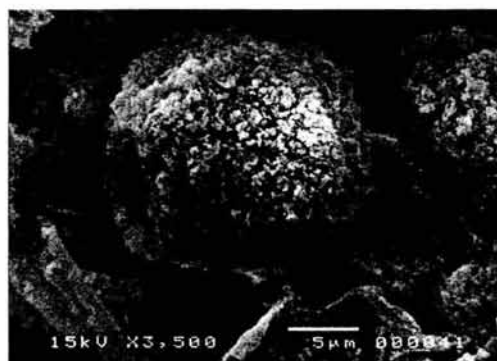
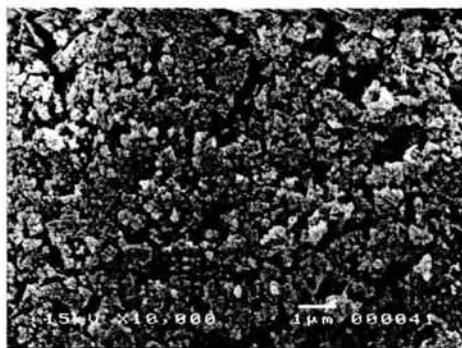


Fig 7.20.2. SP + xantana (Foto de SEM)

En la figura 7.20. 3 se observa que los agregados de xantana y proteína adquieren distintos tamaños. En la fotografía se sugiere que existan algunas partículas de xantana libres, no asociadas a proteínas, por lo que el tamaño es mucho menor a una micra.



7.20.3 SP + Xantana

▪ **SP+xantana+grenetina+pulpa de mango**

En la Figura 7.20.4, se pueden observar las celdas de aire cuya forma y tamaño son muy variables y no se logra distinguir diferencias claras entre cada uno de los ingredientes que conforman a la muestra.

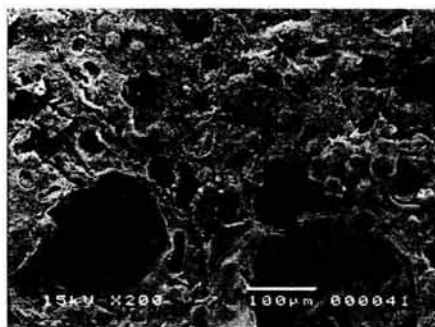


Fig 7.20.4. SP + xantana + grenetina + pulpa mango (Foto de SEM 200x)

En la Figura 7.20.5 se observa que la adición de grenetina y pulpa de mango provoca la formación de redes que permiten fortalecer las celdas de aire y prácticamente los complejos SP y xantana casi no se ven.

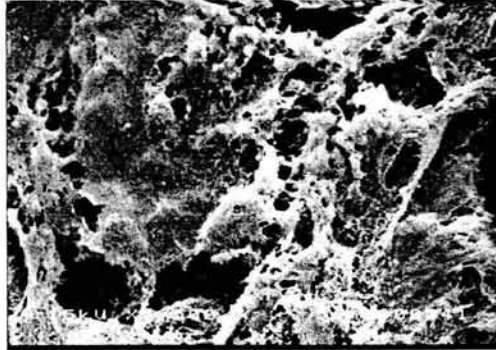


Fig 7.20.5 SP+xantana + grenetina + pulpa de mango (SEM 3,500X)

En la figura 7.20.6, se observa que las celdas de aire formadas son de diversos tamaños y poco definidas, la interacción entre la grenetina, xantana y proteína es grande permitiendo la formación de estas celdas.

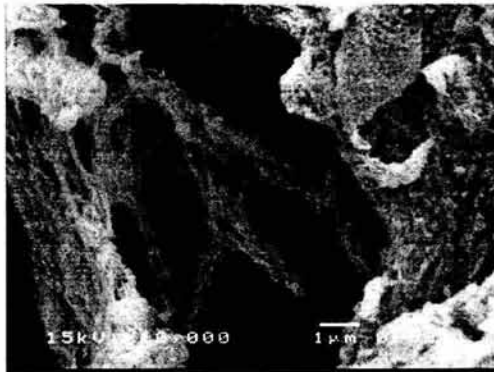


Fig 7.20.6. SP+xantana + grenetina + pulpa de mango (SEM 10,000X)

▪ SP+xantana+grenetina+pulpa de mango + aceite

En la figura 7.20.7, se observa una estructura similar a la 7.20.4, sin embargo se logran distinguir glóbulos de grasa de distintos diámetros inmersos en la matriz.

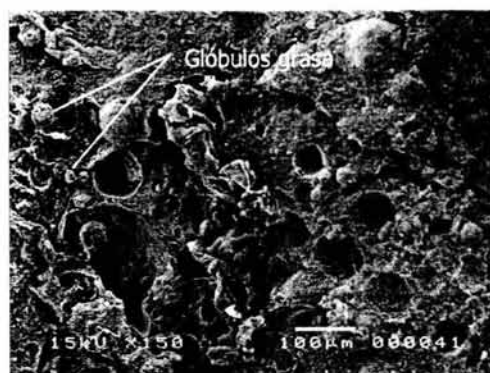


Fig 7.20.7. SP + xantana + grenetina + pulpa mango + aceite (Foto de SEM 150x)

En la Figura 7.20.8 se observan más claramente los glóbulos de grasa, recubiertos o estabilizados por redes de grenetina sola o bien redes de grenetina, xantana y SP, ya que los agregados de xantana y SP se abren e interactúan con los otros ingredientes, por lo que las celdas formadas son un poco más compactas que en la Figura 7.30.5 aunque no muy uniformes, esto nos permite explicar el porque al agregar el aceite, se incrementa la dureza del producto.

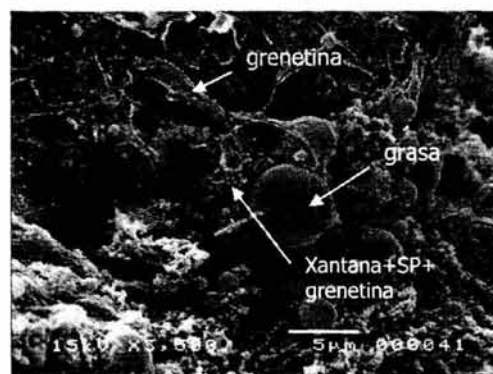


Fig 7.20.8. SP+xantana + grenetina + pulpa de mango + aceite (SEM 3,500X)

Se observa en las figura 7.20.9, que la adición del aceite vegetal no solo se nota por la aparición de glóbulos de grasa de diversos tamaños distribuidos en la matriz, sino que también las redes formadas principalmente por la grenetina presentes, se hacen mas delgadas, lo cual permite tener celdas de aire unidas por una mayor cantidad de redes y se evita el tener huecos negros como se observa en 7.20.6, que provoca que el sistema sea mas inestable.

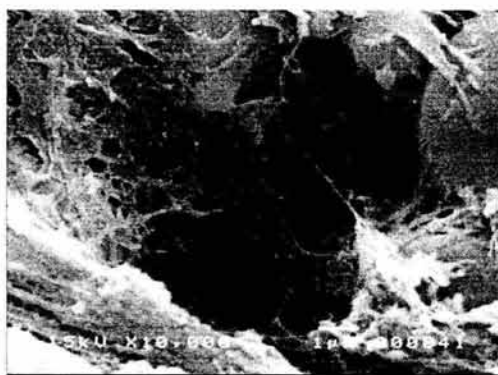


Fig 7.20.9. SP+xantana + grenetina+pulpa de mango + aceite (SEM 10,000X)

▪ **SP+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite**

La pulpa tiene un impacto importante en el incremento de volumen, la dureza y la cohesividad, al comparar la figura 7.20.7 y la 7.20.10 se observa que las celdas de aire formadas al utilizar la pulpa de fresa son claramente mayores que para el caso de mango, lo cual explica que se obtenga un incremento de volumen del 20% mayor, una dureza y cohesividad menor, ya que tiene ocluído mucho más aire en su interior, sin embargo con este aumento no es posible determinar las razones de estas diferencias.

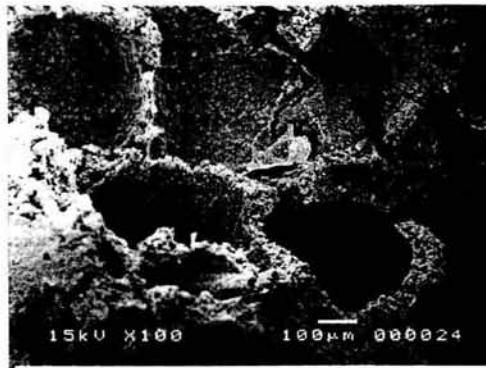


Fig 7.20.10. SP + xantana + grenetina + pulpa fresa + aceite (Foto de SEM 100x)

La naturaleza de las pulpas afecta claramente la estructura de la matriz, como se ve en la figuras 7.20.9 y 7.20.12. Una de las principales diferencias es la formación de mallas en el postre de mango que no se observan en el de fresa y aunque particularmente en estas fotografías parece que las celdas son mas compactas en el de fresa, no es así, como se observa en las figuras 7.20.8 y 7.20.11.

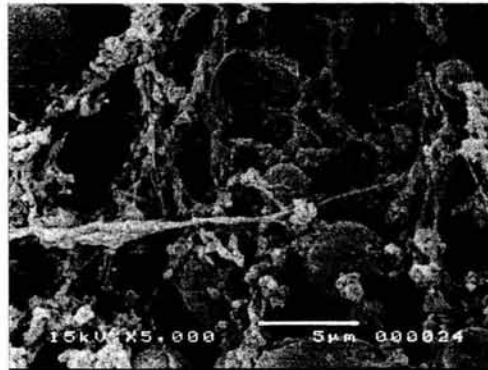


Fig 7.20.11. SP+xantana + grenetina + pulpa de fresa + aceite (SEM 3,500X)

Para el caso de la xantana con SP observamos que se forman complejos que son menos estables que los formados con las proteínas lácteas o las de soya cuando se agrega la pulpa de fresa, lo cual provoca que el postre tenga una estructura más

frágil. Esto se debe a que la xantana forma complejos con la proteína de soya (Soucie, *et al.*, 1985), y con la grenetina (Lii, *et al.*, 2002) a través de interacciones no electrostáticas entre los grupos amino e hidroxilo, así como interacciones hidrofóbicas

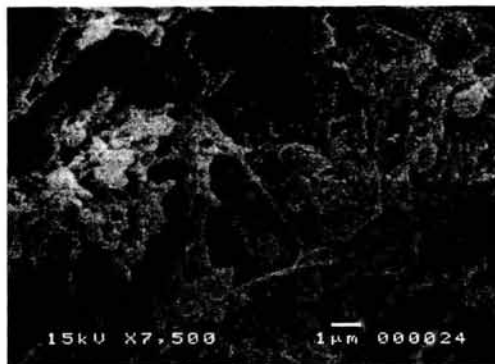


Fig 7.20.12. SP+xantana+grenetina + pulpa de fresa + aceite (SEM 10,000X)

▪ **Soya+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite**

La fuente proteínica utilizada en la elaboración del postre determina la dureza: leche > soya > SP, a pesar de que las diferencias en el incremento de volumen no sean tan grandes ya que para el postre de fresa elaborado con leche y con soya se obtiene un 50% y para el de SP un 60%.

La diferencia en la estructura de los productos elaborados con proteínas vegetales con respecto al lácteo se debe a que la adsorción de las proteínas a la interfase es relativamente más lenta que la caseína (Kinsella y Raosaheb., 1985).

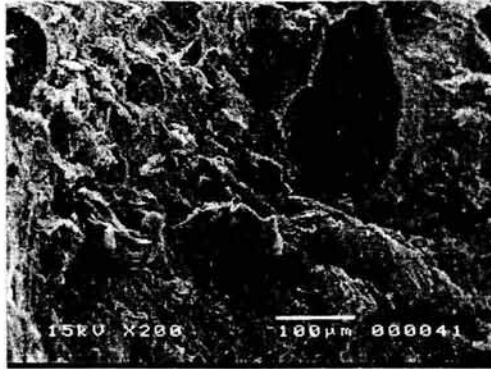


Fig 7.20.13. soya + xantana + grenetina + pulpa fresa + aceite (Foto de SEM 200x)

Debido a que el mousse es un sistema mucho mas complejo que aquellos reportados en la literatura, se observa que los resultados no concuerdan con lo reportado por Dench., *et al* (1981), ya que determinó que la capacidad de espumado de las proteínas del ajonjolí eran ligeramente inferiores a las de soya, sin embargo el incremento de volumen obtenido en los productos elaborados con el SP eran mayor que para los elaborados con proteína de soya, lo cual indica que la interacción entre las proteínas y los componentes de la pulpas de fresa e hidrocoloides pueden modificar la capacidad de espumado.

En la Figura 7.20.14 se observa que la muestra elaborada con soya presenta una protuberancia semejante a los agregados de xantana y SP, por lo que suponemos que la interacción entre la xantana y soya es mayor, ya que aún al agregar la pulpa de fruta y el aceite los agregados permanecen a diferencia de otras muestras. Esto explica la razón por la que el postre de fresa elaborada con soya presenta un incremento de volumen menor que el de SP y mayor dureza.

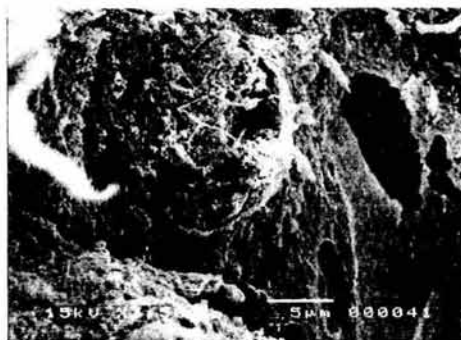


Fig 7.20.14. soya+xantana + grenetina + pulpa de fresa + aceite (SEM 3,500X)

Para el caso del producto elaborado con soya, la estructura se asemeja más a la muestra elaborada con SP de sabor mango que al elaborado con SP de sabor fresa, ya que la interacción entre los componentes se ve mas interrumpida pero las celdas no son tan grandes como para SPF.

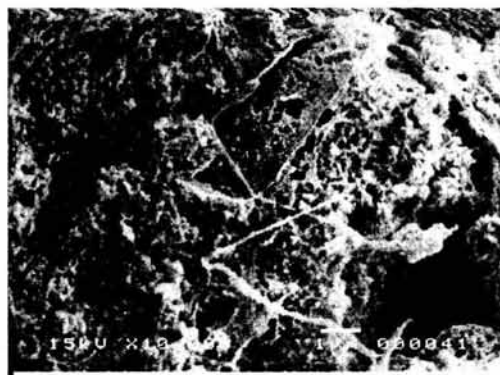


Fig 7.20.15. Soya +xantana+grenetina + pulpa de fresa + aceite (SEM 10,000X)

▪ Leche+xantana+grenetina+pulpa de fresa+aceite

En las figuras 7.20.10, 7.20.13 y 7.20.16 se observa que la superficie de los postres son claramente diferentes, ya que para el postre elaborado con leche, las celdas de aire son más compactas y se observa una interacción más cercana entre los demás

componentes. Esto se debe a que la capacidad de espumado de la leche se relaciona con la habilidad de los caseínatos a migrar a la interfase aire-líquido. La caseína rodea la celda de aire lo cual permite formar una espuma relativamente estable. La estabilidad de la espuma formada se incrementa por la presencia de las proteínas del suero y los hidrocoloides presentes en el sistema (Chandan, R., 1997).

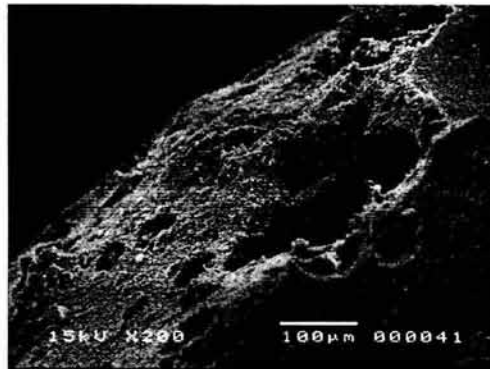


Fig 7.20.16. leche + xantana + grenetina + pulpa fresa + aceite (Foto de SEM 200x)

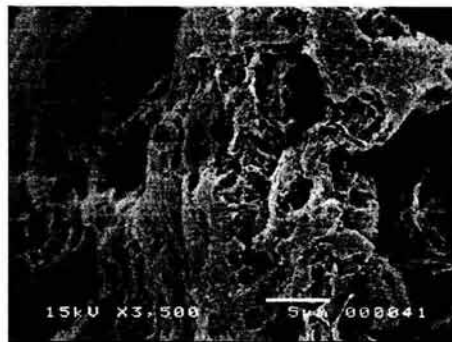


Fig 7.20.17. leche+xantana + grenetina + pulpa de fresa + aceite (SEM 3,500X)

El postre de fresa elaborado con leche presenta una microestructura muy diferente a los elaborados con proteínas vegetales, ya que la celdas de aire son más compactas y la superficie más homogénea, lo cual contribuye a la sensación de

cremosidad y la dureza, ya que al contacto con la boca existe una mayor superficie en contacto.

La xantana con las proteínas lácteas en un rango de pH entre 3.7 y 6.3 forma complejos a través de interacciones hidrofóbicas (Chen, *et al.*, 1989) y pueden ser utilizados como sustituto de grasa (Lawson, *et al.*, 1991) y emulsificantes (Cao, 1991 y Xie, 1997).

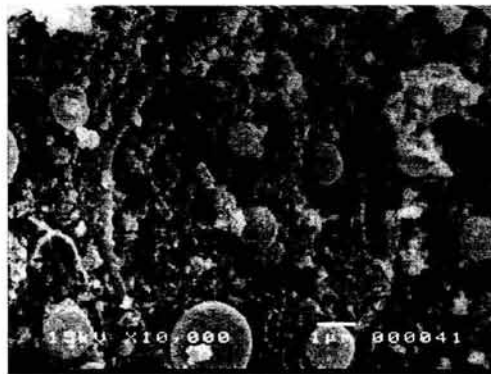





Fig 7.20.18. leche+xantana+grentina + pulpa de fresa + aceite (SEM 10,000X)

7.21. ANÁLISIS NUTRIMENTAL Y DE COSTO

Las siguientes tablas contienen los datos nutrimentales y de costo teórico, ya que si se desea obtener una información más exacta se debe realizar un Análisis Químico Proximal a los productos finales, así como determinar el volumen de elaboración de los productos y las necesidades de la empresa encargada de elaborarlos.

Tabla 7.21.1 Contenido nutrimental de los productos elaborados y comerciales

MARCA	Mousses elaborados con SP		ALPURA Espuma de fresa	DANONE La Creme Mousse Strawberry	GENERAL MILLS Yoplait whips	NESTLE Chocolate mousse / Slenderness	
	Fresa	Mango					
							
Porción [g]	100	100	100	100	123.9	100	100
Kilocalorías	131.1	133.8	168	162.8	177	140	104
Calorías de la grasa	27.5	27.5		61	2.2		
Grasa total [g]	3.06	3.06	3	6.78	1.8	4.1	1.4
Grasa saturada [g]				4.75	8.8		
Colesterol [mg]				27.12	66.4		
Sodio [mg]			80	74.57	194.7		
Potasio [mg]				216.95	22.1		
Carbohidratos totales [g]	22	22.75	7.3	20.35	18.6	20.5	20.6
Azúcares [g]	19	19		19	4.4		
Proteína [g]	3.7	3.7		4.07	8.8	5.3	4.5
Vitamina A [%]	15	15		5.43	13.3		
Riboflavina [%]	15	15		13.57	-		
Vitamina B ₁₂ [%]	15	15		8.14	13.3		
Calcio [%]	15	15		13.57	13.3		
Fósforo [%]	15	15		10.85	-		
Vitamina B1 [%]	15	15		2.71	-		
Vitamina B6 [%]	15	15		2.71	-		
Ácido pantoténico [%]	15	15		5.43	8.8		
Hierro [%]				-	1.8		
Magnesio [%]				-	-		
Ác fólico	15	15			123.9		

En la Tabla 7.21.1 se puede observar que las kilocalorías que aportan los productos elaborados son ligeramente inferiores a las versiones comerciales a excepción de aquel denominado Light, sin embargo hay que considerar que en caso de querer ofrecer al público una versión más baja en calorías, se puede considerar la utilización de un edulcorante distinto a la sacarosa, ya que se observó que no posee una utilidad funcional además del sabor.

En la Tabla 7.21.3 se realizó una evaluación de costo de los productos elaborados, considerando únicamente el costo de las materias primas. Se realizó un estimado del costo de equipo y mano de obra como un 30% del costo original del producto, sin embargo hay que considerar el tipo de empaque y transporte, además de los gastos de infraestructura y proceso.

El precio de venta de los Mousses disponibles en México varían de 3.50 a 4.00 pesos, por lo que considerando que el proceso de elaboración no es muy complejo y las materias primas a excepción de la premezcla de vitaminas y minerales son relativamente convencionales, se cree que los productos son económicamente rentables.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

En los últimos años el interés por alimentos libre de productos animales ha incrementado mucho en un sector de la población, por crisis de BSE, por el desarrollo de enfermedades relacionadas a la nutrición como la diabetes tipo II, trastornos cardiovasculares y digestivos, además de las orientaciones étnicas y culturales que limitan la ingesta de ciertos productos animales. Considerando lo anterior, se elaboró un producto tipo mousse, semejante al de origen lácteo, al utilizar proteínas vegetales como agente espumante. El producto presentó un 60% de incremento de volumen y un contenido de grasa menor a su equivalente lácteo.

Se determinaron los factores que afectan la capacidad de espumado y la estabilidad de la espuma, así como el impacto de los demás ingredientes de la formulación en la estabilidad, textura y aceptación del producto. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

- ♦ La presencia de Sesaprot[®] es indispensable en la formulación como agente espumante y confiere estabilidad a la espuma.
- ♦ Bajo las condiciones utilizadas, se observó que el tiempo y temperatura de solubilización del aislado no afectan el espumado.
- ♦ La utilización de sacarosa no tiene un impacto importante sobre la estabilidad de la espuma.
- ♦ Los saborizantes artificiales afectan muy ligeramente la formación de espuma, sin embargo logra encubrir gran parte del sabor y aroma del Sesaprot[®].
- ♦ Existe un efecto sinérgico al combinar xantana y grenetina sobre la dureza y estabilidad, ya que logran estabilizar los productos elaborados a pesar de que por sí solos no cumplen tal función.

- ♦ La naturaleza de las pulpas determina una gran variabilidad en los parámetros de textura. La adición de pulpa de fresa provoca una disminución de la dureza, cohesividad y gomosidad de los productos. Sin embargo la adición de aceite ocasiona que tales diferencias disminuyan con respecto a los productos de mango.
- ♦ Los productos obtenidos presentaron características sensoriales competitivas con productos elaborados con un aislado proteínico de soya.
- ♦ La fuente proteínica utilizada en la elaboración del postre determina la dureza y gomosidad final del producto.
- ♦ La cohesividad no se ve afectada por la proteína utilizada, pero sí por la naturaleza de la pulpa utilizada
- ♦ La adición de aceite vegetal fue benéfico a nivel sensorial porque mejoró la palatabilidad del producto, debido a que provoca un aumento tanto en la dureza como en la gomosidad de los productos y por tanto mejor textura.
- ♦ La razón de preferencia de espumas con base láctea fue el sabor, por lo que se sugiere la adición de un saborizante con notas lácteas a los productos elaborados con el aislado proteínico de ajonjolí.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Abelson, P. Hines, P. (1999). *The plant revolution*. Science, pp. 285, 367-368.
2. Altschol, A. and Wilcke, H. (1985). *New Protein foods "Seed storage proteins"*. Vol.5 Academic Press, pp. 438. New York.
3. Andreasen, T.G. Nielsen, H. (1992). *Ice cream and aerated desserts*. The Technology of Dairy Products, Blackie, VCH Publishers Inc, pp. 197 – 220. New York.
4. Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Acribia, pp. 24 – 36. Zaragoza.
5. Anzaldúa – Morales, A. (1982). *The texture of fibrous fruits and vegetables*. Tesis doctoral. Universidad de Reading, National College of Food Technology, pp. 46 – 68 Weybridge, Surrey, Inglaterra.
6. A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. Cunniff, P. 15 ed. Published by AOAC International, Maryland.
7. Aserca. (2002). Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA en los estados (SIACAP). México, D.F.
8. Baardseth, P. Naes, T. Mielnik, J. Skrede, G. Holland, S. Eide, O. (1992)., *Dairy ingredients effects on sausage sensory properties studied by principle component analysis*. Journal of Food Science, 25, 822 – 828.
9. Bee, R. Clement, A. y Prins, A. (1989). *Behavior of an aerated food model*. Food Emulsions and foams. Royal Society of Chemistry, pp. 37-48. Cambridge.
10. Blanshard, M.A. (1979). *Polysaccharides in food*. Butterworths, pp. 185 – 227. London.
11. Blendford, D. (1995). *Colouring consumers perceptions*. Food Ingredients and Analysis International, 17 (2), 10-11.
12. Bourges, H. (2000). *Modernización de la dieta mexicana*. Memorias del segundo foro Nacional sobre Seguridad y soberanía Alimentaria. México D.F, Academia mexicana de ciencias. Consejo Consultivo de Ciencias. SEP-CONACYT, CICY y CIAD, pp. 3- 21. México, D.F.
13. Bourne, M. (1982). *Food texture and viscosity concept and measurement*. Academic press. E.U.A, pp. 16, 50. New York.
14. Brennan, J. (1980). Food texture measurement In: *Developments in food analysis techniques*. Jowitt, R. King (Ed). Applied Science Publishers, pp.1. London. .

15. Buron, I. García, T. (1988). *La Gestión de la calidad en la industria Alimentaria*. AECC, pp.20. Madrid.
16. Buron, I. García, T. (1990). *Nuevos productos alimentarios: diseño, desarrollo, lanzamiento y mantenimiento en el mercado*. AMV Ediciones, pp.72-73. Madrid.
17. Bush, R. Jefle, S. (1996). *Food allergens*. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36, 119.
18. CAC-GL-009- 1987. Principios Generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos. (Enmendados en 1989, 1991)
19. Caldwell, R.W. (1958). *Processed Plant Protein Foodstuffs*. Academic Press, pp. 535. New York.
20. Chandan, R. (1997). *Dairy-based ingredients*. Eagan Press Handbook Series, pp.29. Minnesota.
21. Clydesdale, F.M. (1978). *Concord grape pigments as colorants for beverages and gelatin desserts*. Journal of Food Science, 43, 1687 – 1692.
22. Dargorn-Scaviner, C. Gueguen, J. y Lefebvre, J. (1987). *Emulsifying properties of Pea globulins as related to their adsorption behavior*. Journal of Food Science, 52, 335 – 341.
23. Damodaran, S. (1996). *The role of electrostatic forces in anomalous adsorption behavior of phosvitin at the air/water interface*. Journal of Colloid Interface Science, 178 - 426.
24. Dargorn-Scaviner C. Gueguen, J. and Lefebvre J. (1987). *Emulsifying properties of pea globulins as related to their adsorption behavior*. Journal of Food Science, 52, 335-341.
25. Dench, J. Nilo-Rivas, R. y Caygill. J. (1981). Journal of Science & Food Agriculture, 32, 557.
26. Dickinson, E. Walstra, P. (1993). *Food Colloids and Polymers: stability and mechanical properties*. Royal Society of Chemistry, (Special publication No. 113), p. 77. Cambridge.
27. Dickinson, E. (1992). *An introduction to food colloids*. Oxford University Press, pp. 24. Oxford
28. Doxastakis, G. Kiosseoglou, V. (2000). *Developments in Food Science 41 - Novel Macromolecules in Food Systems*. Elsevier Scienc, pp. 161 – 177, Amsterdam.
29. FAO/WHO/UNU. (1985). *Energy and Protein Requirements*. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert consultation. World Health Organization Technical Report Series 724. WHO, pp. 121-123, Geneva.

30. Flores, I. (1996). Tesis maestría. UNAM Facultad de Química, pp. 65, México, D.F.
31. Friedman, H. Whitney, J. Szczesniak, A. (1963). *The Texturometer: a new instrument for objective texture measurement*. Journal of Food Science, 28, 390 – 396
32. German, J. O'Neil. Kinsella. (1985). *Stability of aqueous foams, analysis using magnetic resonance imaging*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 37, 1321 – 1326
33. Gutiérrez, L.T. (2002). *Elaboración y evaluación de salchichas estilo viena, extendidas con aislados vegetales.*, Tesis Licenciatura, UNAM Facultad de Química, pp. 24, México, D.F
34. Gutiérrez, L. del Rosario, V. Farrés, A. Flores, I. Gálvez, A y Quirasco, M. (2003). *Determinación de la calidad proteínica del Sesaprot y de la pasta residual alta en fibra*. Reporte técnico a la empresa DIPASA, México, D.F.
35. Halling, P. (1981). *Protein stabilized foams and emulsions*. Critical Reviews in Food science and nutrition, 21, 155-170
36. Helm, R. y Burks, A. (2000). *Mechanisms of food allergy*. Current Opinions in Immunology, 12, 647-653.
37. Hendry, G.A. y Houghton, J.D. (1996). *Natural food colorants*. Chapman and Hill, pp 35, London.
38. Hudson, B.J. (2000). *Developments in Food Proteins 6*. Elsevier Applied Science, pp 92 – 1117, New York.
39. Hudson, B.J. (1994). *New and Developing Sources of Food Proteins*. Chapman & Hall, pp 145 – 194, 241 – 280, Florida.
40. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. (1997). *Tabla de ingestión diaria recomendada de energía, proteína, vitaminas y minerales para la población mexicana*. McGraw-Hill Interamericana, pp. 5, México, D.F.
41. Imram, N. (1999). *Colour and appearance of chilled mousse: a factorial study of ingredient and processing effects*. Nutrition & Food Science, 1 : 19 – 23.
42. ISSA. (2002). *Annual Global Review of Commercialized Transgenic (GM) Crops*. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. ISAAA Briefs No. 24: Preview, Ithaca.
43. James, C. (2001). *Global status of commercialized transgenic crops: 2000*. In ISAAA Briefs No. 23. International Service for the Acquisition of Agri-biotech applications ISAAA, Ithaca.
44. Johnson, L. (1985). *Soy protein: chemistry, processing and food applications*. In 70th annual meeting of the American association of Cereal Chemists.

-
45. Kinsella, J.E. and Mohite, R.R. (1985). *Characteristics and properties of Sesame Proteins*. In: New Protein Foods. Seed Storage Proteins. Altschol, A.M and Wilcke, H.L. Vol. 5. Academic Press, pp. 435 – 455, New York.
 46. Kinsella, J.E. Damodaran, S. and German, B. (1985). *Physicochemistry and Function of Oilseed Proteins*. In: New Protein Foods. Seed Storage Proteins. Altschol, A.M and Wilcke, H.L. Vol. 5. Academic Press, pp. 151-157, New York.
 47. Kramer, A. (1964). *Definition of texture and its measurement in vegetable products*. Food Technology, 18, 304.
 48. Kramer, A. Twigg, B. (1972). *Quality control in the food industry*. AVI Publishing Co. Inch Westport, pp. 53, Connecticut.
 49. Lawhon, J.T. Cater, C.M., Mattil, K.F. (1972). *A Whippable extract from glandless cottonseed flour*. Journal of Food Science, 37 : 317.
 50. Lawson, M. Lin, S. (1991). European Patent Application Order, 468 – 552.
 51. Lees, R. Jackson, E.B. (1973). *Sugar Confectionary and Chocolate manufacture*. Leonard Hill Books, pág. 129, Alesbury.
 52. Lij, C. Liaw, S. Lai, V. Tomasik, P. (2002). *Xanthan gum-gelatin complexes*. European Polymer Journal., 38, 1377-1381.
 53. Lin, M.J. Humbert, E.S. (1974). *Certain Functional properties of sunflower meal products*. Journal of Food Science, 39:368.
 54. López, G. (2001). *Elaboración de un complemento alimenticio líquido utilizando proteínas aisladas de ajonjolí*. Tesis Licenciatura, UNAM Facultad de Química, México, D.F. pág.36
 55. Iturbe, F. (2003) *Manual de Análisis de Alimentos.*, Facultad de Química, UNAM, pp. 15-20, México, D.F.
 56. Meza, C. (2002). *Caracterización de la harina de ajonjolí para el desarrollo de productos alimenticios destinados al consumo humano*. Tesis Licenciatura, UNAM Facultad de Química, pág.42, México, D.F.
 57. Moskowitz, H. (1987). *Food texture, instrumental and sensory measurement*. Marcel Dekker, Inc, pág 38, Maryland.
 58. Muñoz, M. Ledesma, J. (2002). *Los alimentos y sus nutrientes, tablas de valor nutritivo de alimentos*. McGraw-Hill Interamericana, pp. 11 – 33, 52, 77, 80, México, D.F.
 59. Myers, D. Hojilla-Evangelista, M. Jonson, L. (1994). *Functional properties of protein extracter from flaked, defatted, whole corn by ethanol/alkali during sequential extraction processing*. JAOCS, 71(11), 1201-1204.

-
- 60.NOM-092-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana., Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa
 - 61.NOM-111-SSA1-1994 Método para la cuenta de Mohos y levaduras en alimentos.
 - 62.NOM-112-SSA1-1994 Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable
 - 63.NOM-147-SSA1-1996. Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas o sus mezclas y productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
 64. NMX-F-103-1982. Frutas y derivados, determinación de grados brix
 - 65.Pearce K.N. Kinsella, J. (1978). *Emulsifying properties of proteins: evaluation of turbidimetric technique.*, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 26 3, 716-723.
 - 66.Pearson, A.M. (1983). *Soy proteins*. In, Developments in food proteins. B.J.F. Hudson. Applied Science Publishers, pp. 67 – 108, London.
 - 67.Piggott, J. (1988). *Sensory analysis of foods*, 2th edition. Elsevier applied science, pp. 69 – 99, London.
 - 68.Popineau, Y. Bollecker. S.J. Thebaudin. (1988). *Caractérisation biochimique et fonctionnelle des protéines de gluten désamodées partialement en conditions ménagées*. Sciences des aliments, 4, 411-430.
 - 69.Prosky, L. Asp,N., Furda, I. Ce Vries, J. Scheweizer,T. Harland,B. (1985). *Determination of total dietary fiber in foods and food products*. Collaborative study. Journal of the AOAC, 68, 677-679.
 - 70.Rosado. (1984). *Estudio nutrimental de la población mexicana*, INNSZ. McGraw-Hill, pág. 45, México, D.F.
 - 71.Schmidl, M. Labuza, T. (2000). *Essentials of functional foods*. Aspen publication, pág 96, Maryland.
 - 72.Schoonman, A. Mayor, G. Dillman, M. Bisperink, C. Ubbink, J. *The microstructure of foamed maltodextrin/sodium caseinate powders: a comparative study by microscopy and physical techniques*. Nestlé research center, Suiza.
 - 73.Smith, J. (1991). "*Food Additive User's Handbook*", AVI Van Nostrand Reinhold, pp.223-235, Minnesota.
 - 74.Sosulski, F. Humbert, E. Buik and Jones J.D. (1976). *Functional properties of rapeseed flours, concentrates and isolates*. Journal of Food Sciences, 41, 1349-1352.
 - 75.Soucie, W. Chen, W. (1986). US Patent 4, 563, 360.

-
76. Stanley, D.W. y Tung, M.A. (1976). *Microstructure of food and its relation to texture*. In: Rheology and Texture in Food Quality. J. De Man, P. Voisey, V. Rasper and D. Stanley (eds). AVI Publishing Co, pág. 52, Connecticut.
77. Stauffer, C. (1996). *Fats and oils*. Eagan Press Handbook Series, pp. 29-35, Minnesota.
78. Szczesniak, A. (1973). *Classification of textural characteristics*. Journal of Food Science, 28, 385 – 389.
79. Szczesniak, A. (1987). *Texture Profile*. Journal of Texture Studies, 18,1.
80. Szczesniak, A. (1975). *General foods texture profile revisited – Ten years perspective*. Journal of Texture Studies, 6, 5-17
81. Tolonen, Matti. (1995). "Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición". Acribia, p.126-221, Zaragoza.
82. Tolstoguzov, V. (1997). *Food proteins and their applications*. Marcel Dekker, pp. 171-256, Maryland.
83. Uzzan. (1988). *Developments in Food proteins 6*. Elsevier applied science, pp. 107. New York.
84. Xie, Y. Hettiarachchy, N. (1997). Journal of Food Science, 62, 1101 – 04
85. Yilmazer, G. Carrillo, A. Kokini, J. (1991). Journal of Food Science, 56, 153.
86. Zayas, J.F. (1997). *Funcionality of proteins in food*. Springer, pp. 260 – 309, New York.
87. Zayas, J.F. (1984). *Food applications of corn germ proteins flour*. Journal of Food Science, 56, 1135 – 1145.
88. Zeiger, R.S. Sampson, H.A. Bock, S.A. Burks, A.W. (1999). *Soy allergy in infants and children with IgE-associated cow's milk allergy*. Journal of Pediatrics, 134, 614-622.

ANEXO 1

EDAD: _____

SEXO: _____

ENCUESTA DE MOUSSE

1. ¿Consumes alimentos tipo "mousse"? Sí No
2. Si respondiste negativamente ¿por qué no lo consumes?
- Eres intolerante a la lactosa
- Crees que es un producto que engorda mucho
- No te gusta la consistencia
- Otro _____
3. Si respondiste afirmativamente la pregunta uno, ¿dónde lo compras?
- Tiendas de autoservicio ¿cuál? _____
- Tiendas delicatessen
- Tiendas tipo OXXO
- Pastelerías
- Restaurantes
- Lo elaboras en casa
- Otro _____
4. ¿Con qué frecuencia lo consumes?
- Una vez a la semana
- Una vez al mes
- Una vez cada seis meses
- Una vez al año
- Otro _____
5. ¿El precio es importante para tu compra? Sí No
6. ¿Qué marca de mousse consumes generalmente?
- _____
7. ¿Te gustaría probar un mousse hecho con pulpa de fruta natural?
- Sí No
8. ¿Qué sabor se te antojaría más en un mousse? Enumera del uno al 10, donde uno corresponde al que más se te antojaría y 10 al que menos
- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fresa | <input type="checkbox"/> Guayaba |
| <input type="checkbox"/> Papaya | <input type="checkbox"/> Piña |
| <input type="checkbox"/> Mango | <input type="checkbox"/> Capuccino |
| <input type="checkbox"/> Plátano | <input type="checkbox"/> Chocolate |
| <input type="checkbox"/> Tamarindo | <input type="checkbox"/> Otro _____ |
9. Estarías interesado en un mousse bajo en calorías Sí No

ANEXO 2. Efecto del tiempo de solubilización del SP en el espumado

% Incremento de volumen a lo largo del tiempo y a distintos tiempos de solubilización

Tiempo [min]	0	10	20	40	60	120
10	95.3 ± 4.16	82 ± 5.29	81.3 ± 6.11	77.3 ± 3.06	77.3 ± 3.06	72 ± 5.29
20	78 ± 3.46	74.6 ± 2.31	74.6 ± 4.16	72 ± 2.00	70 ± 0.0	65.3 ± 4.16
30	92 ± 10.58	86 ± 4.00	84.7 ± 5.77	80 ± 3.46	79.3 ± 2.31	73.3 ± 3.06
40	86 ± 3.46	78 ± 4.00	77.3 ± 3.06	75.3 ± 3.06	74.7 ± 3.06	70 ± 4.00
50	97.3 ± 9.02	88 ± 8.00	88 ± 8.00	86 ± 10.00	83.3 ± 8.33	78 ± 14.42
60	98 ± 7.21	91.3 ± 9.02	90.7 ± 8.08	88 ± 6.93	85.3 ± 6.43	80 ± 5.29
120	94.6 ± 3.06	87.3 ± 3.06	86 ± 4.00	80.7 ± 5.03	76 ± 4.00	72.7 ± 6.11

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia estadísticamente significativa $\alpha=0.01$, entre tiempos de solubilización y/o réplicas.

ANÁLISIS DE VARIANZA ($\alpha=0.01$) de los tiempos de solubilización al tiempo cero

Origen variación	Suma cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrados	F	Valor crítico	Juicio
Muestra	895.238095	6	149.206349	2.67045455	<3	No hay diferencia
Réplicas	54.8571429	2	27.4285714	0.49090909	<3.88	No hay diferencia
Interacción	670.47619	12	55.8730159			
Dentro del grupo	0	0	65535			
Total	1620.57143	20				

ANEXO 3. Efecto de la Temperatura de solubilización del SP en el espumado

T°	0	10	20	40	60	120
80	111.3 ± 6.1	106.7 ± 5.8	103.3 ± 4.6	96.7 ± 4.6	91.3 ± 3.1	67.3 ± 3.1
50	105.3 ± 3.1	100 ± 3.5	96.7 ± 3.1	90.0 ± 4	86.7 ± 3.1	74.7 ± 3.2
40	103.3 ± 1.2	98.7 ± 2.3	94.7 ± 2.3	87.3 ± 1.2	84.7 ± 1.2	79.3 ± 2.3
27	102 ± 1.1	98.7 ± 2.1	94 ± 1.1	86 ± 2.1	81.3 ± 2.3	72.7 ± 2.3

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa $\alpha=0.01$.

ANÁLISIS DE VARIANZA del incremento de volumen al tiempo cero al variar la temperatura de solubilización

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	g.l.	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	291.8095238	6	48.63492063	1.10137	<	3
Réplicas	147.4285714	2	73.71428571	1.6693	<	3.88
Interacción	529.9047619	12	44.15873016			
Dentro del grupo	0	0	65535			
						NO hay diferencia entre muestras o réplicas
Total	969.1428571	20				

ANEXO 4. Efecto del pH sobre el espumado y estabilidad

pH	Incremento de volumen					
	0	10	20	40	60	120
3	108 ± 3.1	104 ± 4.2	94.7 ± 3.1	56.7 ± 5.8	32.7 ± 5.1	2.0 ± 3.5
3.4	99.3 ± 3.1	96 ± 5.3	91.3 ± 4.6	82.7 ± 2.3	80.0 ± 5.3	60.0 ± 4
3.8	90 ± 3.1	84.7 ± 3.1	84.0 ± 4.2	76.7 ± 3.6	72.7 ± 4.1	60.7 ± 4.2
4.2	98.7 ± 4.2	93.3 ± 4.2	86.0 ± 4.6	80.7 ± 4.1	76.0 ± 4	59.3 ± 1.2
4.6	86.7 ± 1.2	82.7 ± 4.2	79.3 ± 1.15	70.0 ± 4	65.3 ± 1.2	54.7 ± 1.2
5	92.7 ± 3.1	88.0 ± 2	82.0 ± 2	76.0 ± 3.5	69.3 ± 5.0	47.3 ± 2.4

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

ANÁLISIS DE VARIANZA del incremento de volumen al tiempo cero al variar el pH de solubilización

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Juicio	Valor F
Muestra	889.111111	5	177.822222	3.59802158	no	3.33
Columnas	12.4444444	2	6.22222222	0.12589928	si	4.1
Interacción	494.222222	10	49.4222222			
Dentro del grupo	0	0	65535			
Total	1395.77778	17				

ANEXO 5. Efecto de la adición de sacarosa en la estabilidad de la espuma.

Sacarosa [%]	0	10	20	40	60	120
0	84.7 ± 2.7	40.0 ± 8.1	30.3 ± 11.5	22.7 ± 12	16.7 ± 6.1	13.3 ± 8.1
3	113.3 ± 5.8	46.7 ± 5.8	44.3 ± 5.1	31.7 ± 7.6	18.7 ± 9.8	3.3 ± 5.8
6	133 ± 13	60.3 ± 7.1	50.7 ± 8.0	49.7 ± 8.8	44.3 ± 7.6	36.7 ± 11.0
9	121.7 ± 2.9	53.7 ± 5.1	43.3 ± 7.6	36.7 ± 10	23.3 ± 5.8	23.3 ± 5.8
12	124.7 ± 8.3	47 ± 8.1	38.0 ± 7.2	32.0 ± 10	26.7 ± 10	21.3 ± 8.1
15	130 ± 10	55.0 ± 8.7	50.0 ± 5.0	37.0 ± 9.8	42.3 ± 2.5	39.7 ± 6.8
18	127.3 ± 9.9	50.3 ± 4.5	41.7 ± 2.7	32.7 ± 10.4	33.3 ± 8.1	30.0 ± 8

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

ANEXO 6. Efecto de los hidrocoloides sobre el espumado y estabilidad

ANÁLISIS DE VARIANZA ($\alpha=0.01$) de los tiempos de solubilización al tiempo cero

Origen variación	Suma cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrados	F	Valor crítico	Juicio
Muestra	895.238095	6	149.206349	2.670	<3	No
Réplicas	54.8571429	2	27.4285714	0.491	<3.88	No
Interacción	670.47619	12	55.8730159			
Dentro del grupo	0	0	65535			
Total	1620.57143	20				

ANEXO 7. Efecto de la xantana y gretina en la estabilidad de la espuma

Formulación: 2% SP, 2% gretina

%xantana	0	10	20	40	60
0.3	110.7 ± 3.1	80 ± 9.2	70.7 ± 9.5	69.3 ± 9.0	64 ± 4.0
0.35	108.7 ± 10	70.7 ± 9.0	59.3 ± 9.5	58.7 ± 9.0	56 ± 2.5
0.4	110.7 ± 4.2	62.7 ± 8.0	49.3 ± 8.2	46 ± 7.1	48.7 ± 3.6
0.45	110.7 ± 9.0	68.7 ± 1.2	52 ± 2	47.3 ± 3.1	44.7 ± 4.6
0.5	91.3 ± 2.3	53.3 ± 5.0	42 ± 8.3	31.3 ± 2.8	29.3 ± 4.2

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

ANEXO 8. Efecto de la adición de pulpa de fresa en la estabilidad de la espuma.

% PULPA	pH	% Incremento de volumen					
		0	10	20	40	60	120
0	5.08	91 ± 8.3	91 ± 8.3	91 ± 8.3	91 ± 8.3	91 ± 8.3	91 ± 8.3
7	5.09	50 ± 9.0	50 ± 9.0	50 ± 9.0	50 ± 9.0	50 ± 9.0	50 ± 9.0
10	4.94	100 ± 5.2	100 ± 5.2	100 ± 5.2	100 ± 5.2	100 ± 5.2	100 ± 5.2
13	4.69	100 ± 7.3	100 ± 7.3	100 ± 7.3	100 ± 7.3	100 ± 7.3	100 ± 7.3
16	4.56	90 ± 6.0	90 ± 6.0	45 ± 9.5	45 ± 4.2	45 ± 4.2	40 ± 6.0
19	4.46	90 ± 8.3	100 ± 8.1	35 ± 9.8	32 ± 9.8	30 ± 9.8	25 ± 5.2
22	4.38	90 ± 8.3	100 ± 6.4	30 ± 2.8	30 ± 2.8	30 ± 2.8	30 ± 2.8

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

Efecto de la adición de pulpa de mango en la estabilidad de la espuma.

% PULPA	pH	% Incremento de volumen					
		0	10	20	40	60	120
0	5.09	91 ± 5.8	91 ± 5.8	91 ± 5.8	91 ± 5.8	91 ± 5.8	91 ± 5.8
7	5.08	70 ± 5.0	70 ± 5.0	70 ± 5.0	70 ± 5.0	70 ± 5.0	70 ± 5.0
10	5	70 ± 7.3	70 ± 7.3	70 ± 7.3	70 ± 7.3	70 ± 7.3	70 ± 7.3
13	4.74	70 ± 6.1	70 ± 6.1	70 ± 6.1	70 ± 6.1	70 ± 6.1	70 ± 6.1
16	4.62	80 ± 4.6	80 ± 4.6	80 ± 4.6	80 ± 4.6	80 ± 4.6	80 ± 4.6
19	4.57	90 ± 2.4	90 ± 2.4	90 ± 2.4	88 ± 9.0	88 ± 9.0	88 ± 9.0
22	4.52	90 ± 9.2	90 ± 9.0	90 ± 9.0	88 ± 7.3	87 ± 8.3	87 ± 8.3

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

ANEXO 9. Efecto de la adición del saborizante, colorantes y premezcla de vitaminas en la estabilidad de la espuma.

Mousse	0 min	10 min	20min	40min	60min
Fresa	80.0 ± 3.1	80.0 ± 1.2	80.0 ± 2.0	80.0 ± 1.2	80.0 ± 1.2
Mango	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1
Blanco fresa	86.7 ± 5.77	86.7 ± 5.77	86.7 ± 5.77	86.7 ± 5.77	86.7 ± 5.77
Blanco mango	70 ± 2.89	70 ± 2.89	70 ± 2.89	70 ± 2.89	70 ± 2.89

Los valores son promedio de 3 réplicas. No se encontró diferencia significativa al tiempo cero con $\alpha=0.01$.

ANEXO 10. Maltitol - Prueba triangular

EDAD: _____ SEXO: F M

INSTRUCCIONES: Para cada grupo, prueba las tres muestras de izquierda a derecha y encierre en un círculo el número de la muestra que sea diferente a las otras dos. Enjuagarse la boca entre cada muestra.

GRUPO 1: _____

GRUPO 2: _____

¿Cuál fue la principal diferencia que encontraste entre las muestras de cada grupo?

A continuación se muestra la tabla de vaciado de datos, donde 1 significa que encontraron la diferencia y 0 que no detectaron la diferencia

JUEZ	DIFERENCIA	
	FRESA	MANGO
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	1	1
8	0	0
9	1	0
10	0	0
11	1	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	1	0
16	1	1
17	0	1
18	1	0
19	0	0
20	0	0
SUMA	6	3

No se realizó análisis estadístico, ya que los resultados muestran claramente que los jueces no eran capaces de percibir la diferencia ni preferencia.

ANEXO 11. Prueba de preferencia – selección de saborizantes

EDAD: _____

Fecha: _____

SEXO: F M

INSTRUCCIONES: Prueba las siguientes muestras de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Ordena de menor (1) a mayor (4) preferencia las muestras. No se permiten empates. Gracias.

MUESTRAS _____

Preferencia _____

MUESTRAS _____

Preferencia _____

EDAD	SEXO	FRESA			MANGO	
		Sodexim	Firm 223	Firm. 045	Sodexim	Firmenich
23	M	3	2	1	2	1
24	M	1	3	2	2	1
24	M	1	3	2	1	2
21	F	1	3	2	2	1
22	F	3	1	2	1	2
22	F	1	3	2	2	1
23	F	2	3	1	2	1
23	F	1	2	3	2	1
23	F	3	1	2	1	2
23	F	3	2	1	1	2
23	F	1	3	2	2	1
24	F	2	3	1	2	1
24	F	2	3	1	2	1
24	F	3	1	2	2	1
25	F	1	2	3	1	2
28	F	3	2	1	2	1
38	F	1	3	2	2	1
41	F	2	3	1	2	1
47	F	2	3	1	2	1
47	F	1	3	2	1	2
SUMA		37	49	34	34	26

ANEXO 12. Prueba de preferencia con el mousse comercial

EDAD: _____

SEXO: F M

INSTRUCCIONES: Prueba las siguientes muestras de izquierda a derecha, enjuagándote la boca entre cada muestra. Ordena de mayor (1°) a menor (6°) preferencia las muestras. No se permiten empates. Gracias.

MUESTRAS _____

Preferencia _____

Después de ordenar las muestras, contesta las siguientes preguntas:

◆ ¿Por qué elegiste la muestra que más te gustó?

Sabor color aroma textura otros _____

◆ ¿Encontraste algún defecto en la muestra que menos te gustó? ¿cuál?

◆ ¿Comprarias un mousse ligero como el que probaste sobre uno lácteo? SI NO

Hoja de vaciado de datos de la evaluación sensorial

	SEXO	EDAD	Sabor FRESA			Sabor MANGO		Los comprarías?	
			SP	Soya	Alpura	SP	Soya	SI	NO
1	F	19	3	4	5	1	2	1	
2	F	19	1	4	5	2	3		1
3	F	20	1	5	4	2	3	1	
4	F	21	1	4	2	3	5	1	
5	F	21	5	2	4	1	3		1
6	F	21	4	5	3	2	1	1	
7	F	21	1	5	2	4	3		1
8	F	21	5	1	2	4	3	1	
9	F	21	3	2	5	1	4		1
10	F	21	1	4	5	3	2	1	
11	F	21	2	3	5	1	4	1	
12	F	21	1	2	5	4	3	1	
13	F	21	4	3	5	1	2	1	
14	F	22	3	4	5	1	2	1	
15	F	22	1	2	5	3	4	1	
16	F	22	3	1	5	4	2	1	
17	F	22	1	4	5	2	3	1	
18	F	22	1	3	2	5	4	1	
19	F	22	2	4	5	3	1	1	
20	F	22	3	2	5	4	1	1	
21	F	22	1	2	4	3	5	1	
22	F	22	2	3	5	1	4	1	
23	F	22	1	4	5	2	3	1	

24	F	22	1	2	5	3	4	1	
25	F	22	2	4	3	1	5	1	
26	F	22	1	2	5	3	4	1	
27	F	22	1	2	5	4	3	1	
28	F	23	1	3	5	2	4	1	
29	F	23	1	3	4	2	5	1	
30	F	23	2	5	1	4	3		1
31	F	23	4	2	5	1	3	1	
32	F	23	1	2	5	4	3	1	
33	F	23	1	5	3	2	4	1	
34	F	23	4	2	1	3	5	1	
35	F	23	1	5	3	2	4		1
36	F	23	2	4	1	3	5	1	
37	F	24	1	3	5	2	4	1	
38	F	24	1	4	5	2	3	1	
39	F	24	1	4	5	2	3	1	
40	F	24	1	2	4	5	3	1	
41	F	24	3	4	1	2	5		1
42	F	24	4	2	5	1	3	1	
43	F	24	1	4	5	2	3	1	
44	F	24	4	3	1	2	5	1	
45	F	24	1	4	5	3	2	1	
46	F	24	1	2	5	4	3		1
47	F	24	2	3	5	1	4	1	
48	F	24	2	3	5	1	4	1	
49	F	24	4	3	5	1	2	1	
50	F	25	1	2	5	3	4	1	
51	F	25	4	2	5	3	1	1	
52	F	25	1	3	5	2	4	1	
53	F	25	1	3	4	2	5	1	
54	F	25	1	2	5	4	3	1	
55	F	25	2	5	3	1	4	1	
56	F	26	1	2	4	5	3	1	
57	F	27	3	2	5	1	4	1	
58	F	30	1	2	5	3	4	1	
59	F	31	4	3	5	2	1	1	
60	F	32	2	4	3	1	5	1	
61	F	33	2	3	1	4	5	1	
62	F	33	2	4	5	1	3	1	
63	F	34	3	5	1	4	2	1	
64	F	37	1	4	5	3	2	1	
65	F	38	1	2	5	3	4	1	
66	F	41	2	4	5	1	3	1	
67	F	46	4	3	5	1	2	1	
68	F	47	3	2	5	1	4	1	
69	F	49	3	5	2	1	4		1
70	F		3	5	1	4	2	1	
71	F		2	3	5	1	4	1	
72	F		1	3	2	5	4		1
73	F		1	2	4	3	4	1	
	Mujeres	25	147	230	295	178	244	63	10
74	M	20	1	3	5	4	2		1
75	M	21	4	3	2	1	5	1	
76	M	21	1	4	5	3	4		1
77	M	22	1	2	3	5	2		1
78	M	22	5	4	1	4	3	1	

79	M	22	5	4	4	1	3	1	
80	M	22	2	5	5	3	4	1	
81	M	22	2	1	3	1	4	1	
82	M	22	1	2	5	2	3		1
83	M	22	4	1	3	2	1	1	
84	M	22	1	4	5	3	4	1	
85	M	23	4	3	5	1	2	1	
86	M	23	1	3	5	2	4	1	
87	M	24	1	2	3	2	5	1	
88	M	24	3	5	5	2	4	1	
89	M	24	3	5	5	2	4	1	
90	M	25	3	4	1	5	4	1	
91	M	25	5	2	3	2	1		1
92	M	25	1	2	2	3	5	1	
93	M	25	1	2	5	2	3	1	
94	M	25	1	3	2	5	4	1	
95	M	26	4	3	1	2	5	1	
96	M	26	3	5	2	5	4	1	
97	M	26	3	1	4	2	1	1	
98	M	26	1	3	4	5	2	1	
99	M	27	1	2	3	5	2	1	
100	M	27	5	3	4	1	2	1	
101	M	28	5	2	3	2	1		1
102	M	29	1	3	5	2	4		1
103	M	31	3	5	5	2	4	1	
104	M	35	3	2	1	5	2	1	
105	M	48	2	3	4	1	5	1	
106	M	48	1	4	5	4	3	1	
107	M	60	2	2	5	1	3	1	
108	M		1	1	2	5	4	1	
109	M		4	5	3	5	2	1	
110	M		1	3	2	4	5	1	
Hombres		27	90	111	130	106	120	30	7
TOTAL			237	341	425	284	364	93	17

Se realizó el ordenamiento por rangos donde se comparan las diferencias de la puntuación sensorial acumulada con el valor de tablas G para el número de jueces y de muestras con una probabilidad de error del 5%. Para este caso si el valor es mayor a 72, indica que hay diferencia significativa entre muestras

ANEXO 13: Efecto de la adición de aceite vegetal

FRESA	Incremento en volumen %					
Aceite [%]	0	10	20	40	60	120
0	80.0 ± 3.1	80.0 ± 1.2	80.0 ± 2.0	80.0 ± 1.2	80.0 ± 1.2	80.0 ± 3.1
1	88 ± 4.2	85 ± 2.3	84 ± 2.3	82 ± 3.1	80 ± 1.2	78 ± 1.2
2	78 ± 3.5	75 ± 2.3	75 ± 2.0	74 ± 4.0	74 ± 2.3	74 ± 1.2
4	78 ± 3.1	78 ± 2.1	78 ± 2.3	76 ± 1.2	76 ± 3.5	76 ± 2.4
7	80 ± 4.2	78 ± 3.0	78 ± 2.3	78 ± 4.0	78 ± 3.0	78 ± 3.5

MANGO	Incremento en volumen %					
Aceite [%]	0	10	20	40	60	120
0	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1	70.0 ± 3.1
1	46 ± 1.2	46 ± 1.2	44 ± 1.2	44 ± 1.2	44 ± 1.2	44 ± 1.2
2	42 ± 1.2	42 ± 1.2	40 ± 1.2	40 ± 1.2	40 ± 1.2	38 ± 1.2
4	38 ± 2.3	36 ± 2.3	34 ± 2.3	34 ± 2.3	34 ± 2.3	34 ± 2.3
7	40 ± 1.2	38 ± 1.2	36 ± 1.2	36 ± 1.2	36 ± 1.2	36 ± 1.2

ANEXO 14. Prueba de preferencia de las formulaciones finales

EDAD: _____ SEXO: F M

INSTRUCCIONES: Prueba las siguientes muestras de izquierda a derecha, enjuagándote la boca entre cada muestra. Ordena de mayor (1°) a menor (6°) preferencia las muestras. No se permiten empates. Gracias.

MUESTRAS _____

Preferencia _____

Después de ordenar las muestras, contesta las siguientes preguntas:

◆ ¿Por qué elegiste la muestra que más te gustó?
Sabor color aroma textura otros _____

◆ ¿Encontraste algún defecto en la muestra que menos te gustó? ¿cuál?

◆ ¿Compraría un mousse ligero como el que probaste sobre uno lácteo? SI NO

	SEXO	EDAD	FRESA			MANGO			Los comprarías?		Elección	Defecto
			SP	soya	leche	SP	soya	leche	SI	NO		
1	F	18	5	2	6	1	3	4	1		sabor	Sabor fuerte, artificial
2	F	18	1	4	6	2	3	5		1	sabor	Sabor fuerte
3	F	18	1	4	5	3	2	6	1		sabor	harinoso
4	F	19	5	4	6	1	2	3	1		sabor, bxt	Sabor inespecífico
5	F	19	2	5	6	3	1	4		1	sabor, bxt	Sabe raro
6	F	19	1	4	6	2	3	5	1		sabor	ninguno, muy rico
7	F	19	1	4	5	2	3	6	1		sabor	harinoso
8	F	19	1	2	3	6	3	5	1		sabor	desabrido
9	F	19	2	3	6	1	4	5	1		sabor, bxt	X
10	F	19	3	2	4	5	6	1	1		sabor	Sabor amargo
11	F	19	1	3	6	2	5	4	1		sabor	Textura espumosa
12	F	19	1	5	3	4	2	6	1		sabor	insípido, sabor huevo
13	F	19	4	2	6	1	3	5	1		sabor	
14	F	19	1	4	6	3	2	5	1		sabor	Sabor amargo
15	F	19	2	5	6	1	3	4	1		sabor	insípido
16	F	20	1	5	6	2	3	4	1		sabor,aroma	
17	F	20	1	4	5	6	2	3	1		sabor	Textura espumosa
18	F	20	1	2	6	3	4	5	1		sabor	Textura espumosa
19	F	20	1	5	6	2	4	3	1		sabor	Resabio
20	F	20	6	5	4	3	1	5	1		sabor	Textura gelatinosa
21	F	20	6	5	4	1	5	3		1	sabor	insípida, falta color
22	F	20	4	1	5	2	3	6	1		sabor	Resabio
23	F	20	1	2	6	3	4	5	1		sabor	sabor indefinido
24	F	20	6	4	2	5	3	1	1		sabor,color	
25	F	20	2	6	4	3	1	5	1		sabor	Textura espumosa
26	F	21	1	4	6	3	2	6		1	sabor	
27	F	21	1	3	6	2	4	5	1		sabor	Textura
28	F	21	1	6	4	2	5	3	1		sabor	insípido
29	F	21	1	6	4	2	3	5	1		sabor	Sabor medicinal
30	F	21	1	2	3	5	4	6	1		sabor	Textura suave
31	F	21	4	3	6	1	5	2	1		sabor	Resabio amargo
32	F	21	1	2	4	6	3	5	1		sabor	Sabor raro
33	F	21	4	3	6	1	2	5	1		sabor	Sabor
34	F	21	2	4	5	1	6	3	1		sabor	Textura harinosa
35	F	21	1	6	3	4	2	5		1	sabor	Sabor artificial
36	F	21	5	2	4	1	6	3	1		color	insípido
37	F	22	2	4	5	1	6	3	1		sabor	sabor indefinido
38	F	22	5	3	2	6	1	4	1		sabor	insípido
39	F	22	2	4	6	1	5	3	1		sabor	Resabio amargo
40	F	22	1	6	5	4	3	2	1		sabor	Sabor a plástico
41	F	22	4	3	6	1	2	5	1		sabor, bxt	
42	F	22	1	4	6	2	5	3	1		todo	insípido
43	F	22	2	6	5	1	3	4	1		sabor, bxt	Resabio y harinoso
44	F	22	4	5	6	2	3	1		1	sabor, bxt	Sabor mango fermentado
45	F	22	2	3	6	4	1	5	1		sabor, bxt	
46	F	22	5	2	1	3	4	6	1		sabor	Consistencia
47	F	22	2	3	5	1	4	6	1		sabor, bxt	
48	F	22	3	5	4	1	2	6		1	sabor	Sabor fuerte
49	F	22	1	2	3	6	5	4	1		sabor	harinoso
50	F	23	6	2	3	4	1	5	1		sabor, bxt	
51	F	23	2	4	5	1	6	3	1		sabor, aroma	
52	F	23	5	4	3	6	1	2		1	sabor, color	insípido
53	F	23	1	3	5	4	2	6	1		sabor, color	Sabor a grenetina
54	F	23	1	2	6	3	4	5	1		sabor, bxt	
55	F	23	2	5	3	6	1	4	1		sabor, bxt	
56	F	23	3	2	4	1	6	5	1		color, bxt	harinoso
57	F	23	1	3	5	2	4	6	1		sabor	

58	F	23	3	4	6	1	5	2	1	sabor	harinoso	
59	F	24	3	1	5	4	2	6	1	sabor, bt	Sabor a mayonesa	
60	F	24	5	1	6	2	3	4	1	sabor	desabrido	
61	F	24	1	5	6	2	4	3	1	sabor	harinoso	
62	F	24	4	2	6	1	3	5	1	sabor	resabio	
63	F	24	1	6	3	2	4	5	1	sabor		
64	F	24	4	6	1	3	5	2	1	sabor	Sabor artificial	
65	F	24	5	3	1	6	4	2	1	sabor	Sabor fuerte	
66	F	24	1	5	4	2	3	6	1	textura	sabor	
67	F	25	4	2	6	1	3	5	1	sabor, color		
68	F	25	5	2	6	3	1	4	1	sabor, bt	Sensación grasa	
69	F	26	1	5	6	3	2	4	1	sabor, bt	harinoso	
70	F	29	2	3	5	1	4	6	1	sabor, bt	Sabor amargo	
71	F	35	4	3	6	1	2	5	1	sabor	Resabio	
72	F	35	1	4	5	3	2	6	1	consistencia		
73	F	38	2	6	1	5	3	4	1	homogenea	Resabio amargo	
74	F	47	4	3	1	2	6	5	1	sabor, color	muy dulce,	
										s,c,a,t	Resabio amargo	
	Mujeres	22	187	269	347	197	242	318	66	8		
75	M	19	6	1	4	2	3	5	1	sabor	insípido	
76	M	19	6	1	4	3	2	5	1	sabor		
77	M	20	1	4	6	5	3	2	1	sabor, bt	sabor	
78	M	20	3	2	6	4	1	5	1	sabor, bt	Consistencia	
79	M	20	4	2	5	6	3	1	1	sabor	horrible (619)	
80	M	20	6	1	4	3	2	5	1	sabor	insípido	
81	M	20	4	5	6	1	3	2		1	sabor	sabor
82	M	20	2	5	6	1	3	4	1	sabor, bt	resabio	
83	M	20	1	4	6	3	5	2	1	sabor	harinoso	
84	M	21	3	2	5	1	6	4	1	sabor	ácido	
85	M	21	1	3	2	3	6	4	1	sabor	ácido	
86	M	21	4	2	5	3	1	6	1	sabor		
87	M	21	2	1	6	5	4	3	1	sabor	insípido	
88	M	21	5	1	3	6	4	2		1	sabor	sabor agua+az
89	M	21	2	3	6	1	4	5	1	sabor	harinoso	
90	M	21	1	2	6	5	4	3	1	sabor, bt	harinoso	
91	M	21	1	4	5	2	3	6	1	sabor, bt	Resabio amargo	
92	M	22	5	6	4	1	2	3	1	sabor, bt	Harinoso, amargo	
93	M	22	1	5	2	4	6	3		1	sabor	
94	M	23	1	2	5	3	4	6	1	sabor, bt	harinoso	
95	M	23	1	5	3	6	4	2	1	sabor	falta azúcar	
96	M	23	3	1	6	5	4	2	1	sabor		
97	M	23	1	3	6	4	2	5	1	sabor	amargo	
98	M	24	2	1	5	3	4	6	1	sabor	simple	
99	M	24	5	4	3	1	2	6	1	s,c,a,t	aguado	
100	M	25	3	1	6	4	2	5	1	sabor, bt	gomosa	
101	M	25	1	5	6	2	4	3	1	sabor	Sabor medicinal	
102	M	25	2	4	6	1	3	5	1	sabor	harinoso	
103	M	25	2	4	6	3	5	1	1	sabor, bt	ácido	
104	M	26	2	5	3	4	1	6	1	s,c,a,t	poroso	
105	M	27	2	5	3	1	4	6	1	color, aroma	harinoso	
106	M	32	2	3	5	4	1	6	1	sabor	aroma	
107	M	47	2	4	5	1	3	6	1	sabor	harinoso	
	Hombres	21	87	101	159	101	108	135	30	3		
	TOTAL		274	370	506	298	350	453	96	11		

Ordenamiento por rangos, con una probabilidad de error del 5% para 107 jueces y 6 muestras, diferencias en puntuación sensorial mayor a 82 indican que existe una diferencia significativa entre muestras.

ANEXO 15: Resultados del TPA Instrumental

Muestra I. D.	#	Dureza N	Cohesividad (none)	Gomosidad Kg
SP + agua	1	0.014	1.35	0.019
	1	0.013	1.234	0.016
	1	0.015	0.664	0.008
	1	0.013	1.623	0.021
Promedio		0.014	1.218	0.016
Desv. Std		0.001	0.404	0.006
SP + sacarosa	2	0.015	2.035	0.031
	2	0.015	1.398	0.021
	2	0.014	1.21	0.017
	2	0.015	1.028	0.015
Promedio		0.015	1.418	0.021
Desv. Std		0.001	0.438	0.007
SP+Sac+Xant	3	0.023	0.834	0.019
	3	0.024	0.725	0.018
	3	0.022	0.602	0.013
	3	0.024	0.684	0.017
Promedio		0.023	0.711	0.017
Desv. Std		0.001	0.096	0.003
SP+Sac+Gren	4	0.13	0.158	0.021
	4	0.243	0.326	0.079
	4	0.145	0.425	0.062
	4	0.345	0.319	0.11
Promedio		0.216	0.307	0.068
Desv. Std		0.100	0.110	0.037
SP+S+X+G	5	0.172	0.422	0.073
	5	0.211	*****	*****
	5	0.186	0	0
	5	0.212	*****	*****
Promedio		0.195	0.211	0.037
Desv. Std		0.020	0.298	0.052
5+Pulpa fresa	6	0.073	0.327	0.024
	6	0.068	0.348	0.024
	6	0.06	0.067	0.004
	6	0.068	0.081	0.006
Promedio		0.067	0.206	0.015
Desv. Std		0.005	0.152	0.011
5+Pulpa mango	7	0.191	0.247	0.047
	7	0.168	0.215	0.036
	7	0.184	0.33	0.061
	7	0.182	0.366	0.067
Promedio		0.181	0.290	0.053
Desv. Std		0.010	0.070	0.014
Fresa SP	8	0.074	0.346	0.026
	8	0.068	0.323	0.022
	8	0.074	0.399	0.03

	8	0.078	0.284	0.022
Promedio		0.074	0.338	0.025
Desv. Std		0.004	0.048	0.004
Mango SP	9	0.167	0.307	0.051
	9	0.161	0.336	0.054
	9	0.17	0.31	0.053
	9	0.161	0.28	0.045
Promedio		0.165	0.308	0.051
Desv. Std		0.005	0.023	0.004
Fresa SP aceite	10	0.257	0.398	0.102
	10	0.252	0.208	0.052
	10	0.252	0.25	0.063
	10	0.257	0.21	0.054
Promedio		0.255	0.267	0.068
Desv. Std		0.003	0.090	0.023
Mango SP aceite	11	0.385	0.427	0.165
	11	0.375	0.295	0.111
	11	0.385	0.343	0.132
	11	0.364	0.299	0.109
Promedio		0.377	0.341	0.129
Desv. Std		0.010	0.061	0.026

Comercial	12	0.412	-1.017	-0.419
	12	0.428	-1.956	-0.837
	12	0.412	-0.848	-0.35
	12	0.412	-1.153	-0.475
Promedio		0.416	-1.244	-0.520
Desv. Std		0.008	0.491	0.217
soya + agua	1	0.017	1.297	0.023
	1	0.017	4.281	0.074
	1	0.019	0.51	0.009
	1	0.02	0.966	0.019
Promedio		0.018	1.764	0.031
Desv. Std		0.001	1.709	0.029
soya + sac	2	0.023	0.746	0.017
	2	0.019	0.343	0.006
	2	0.019	1.082	0.02
	2	0.019	0.748	0.014
Promedio		0.020	0.730	0.014
Desv. Std		0.002	0.302	0.006
Soya+S+X	3	0.021	0.751	0.016
	3	0.021	0.864	0.018
	3	0.023	0.818	0.019
	3	0.025	0.79	0.02
Promedio		0.023	0.806	0.018
Desv. Std		0.002	0.048	0.002
Soya+S+G	4	0.052	-0.741	-0.039
	4	0.078	-0.415	-0.032
	4	0.052	-1.096	-0.057

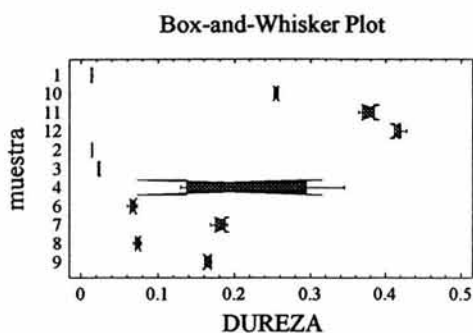
	4	0.052	-1.748	-0.091
Promedio		0.059	-1.000	-0.055
Desv. Std		0.013	0.571	0.026
Soya+S+X+G	5	0.264	0.334	0.088
	5	0.217	0.267	0.058
	5	0.232	0.331	0.077
	5	0.208	0.289	0.062
Promedio		0.230	0.305	0.071
Desv. Std		0.025	0.033	0.014

ANEXO 16. Análisis estadístico del TPA

DUREZA

# MUESTRA	Tamaño de la muestra	Rango medio
1 SP+agua	4	3.25
10 (8)+aceite	4	33.5
11 (9)+aceite	4	38.5
12 comercial	4	42.5
2 SP+sacarosa	4	5.75
3 SP+sacarosa+xantana	4	10.5
4 SP+sacarosa+gretina	4	27.5
6 SP+sac+xant+gren+ p.fresa	4	15.0
7 SP+sac+xant+gren+p.mango	4	28.25
8 (6)+sabor+color+vits	4	18.0
9 (7)+sabor+color+vits	4	24.75

Test statistic = 41.5731 P-Value = 0.00000893008



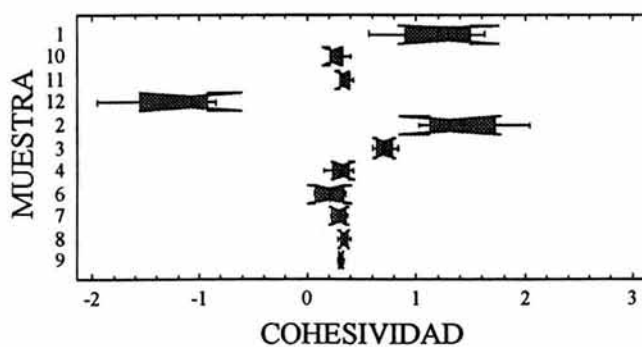
COHESIVIDAD

Kruskal-Wallis Test for COHESIVIDAD by MUESTRA

MUESTRA	Sample Size	Average Rank
1	4	39.25
10	4	14.5
11	4	22.0
12	4	2.5
2	4	40.75
3	4	35.5
4	4	19.5
6	4	15.0
7	4	18.0
8	4	22.5
9	4	18.0

Test statistic = 32.7909 P-Value = 0.000295319

Box-and-Whisker Plot



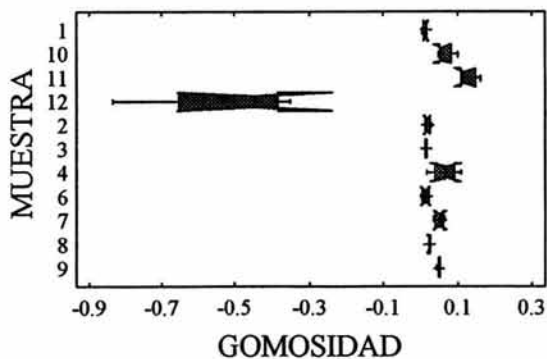
GOMOSIDAD

Kruskal-Wallis Test for GOMOSIDAD by MUESTRA

MUESTRA	Sample Size	Average Rank
1	4	12.125
10	4	34.375
11	4	42.25
12	4	2.5
2	4	15.625
3	4	11.75
4	4	32.75
6	4	13.5
7	4	31.25
8	4	21.5
9	4	29.875

Test statistic = 36.8613 P-Value = 0.0000598076

Box-and-Whisker Plot



ANEXO 17. TPA instrumental para determinar el efecto de la naturaleza de la proteína utilizada

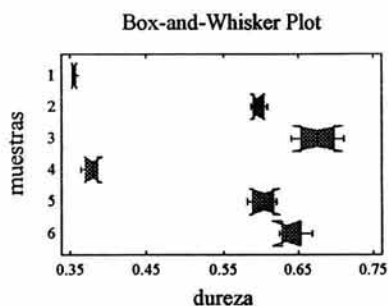
Muestra I. D.	#	Dureza N	Cohesividad (none)	Gomosidad Kg
Fresa SP	1	0.357	0.398	0.102
	1	0.352	0.208	0.152
	1	0.352	0.25	0.163
	1	0.357	0.21	0.154
Promedio		0.355	0.267	0.143
Desv. Std		0.003	0.090	0.028
Fresa soya	2	0.61	0.299	0.182
	2	0.594	0.301	0.179
	2	0.589	0.334	0.196
	2	0.598	0.315	0.186
Promedio		0.598	0.312	0.186
Desv. Std		0.009	0.016	0.007
Fresa lácteo	3	0.712	0.23	0.169
	3	0.685	0.318	0.218
	3	0.669	0.283	0.189
	3	0.642	0.251	0.161
Promedio		0.677	0.271	0.184
Desv. Std		0.029	0.038	0.025
Mango SP	4	0.385	0.427	0.165
	4	0.375	0.295	0.111
	4	0.385	0.343	0.132
	4	0.364	0.299	0.109
Promedio		0.377	0.341	0.129
Desv. Std		0.010	0.061	0.026
Mango soya	5	0.621	0.362	0.225
	5	0.583	0.354	0.207
	5	0.598	0.369	0.234
	5	0.613	0.356	0.229
Promedio		0.604	0.360	0.224
Desv. Std		0.017	0.007	0.012
Mango lácteo	6	0.632	0.295	0.187
	6	0.626	0.322	0.201
	6	0.637	0.363	0.231
	6	0.669	0.303	0.203
Promedio		0.641	0.321	0.206
Desv. Std		0.019	0.030	0.018

DUREZA

Kruskal-Wallis Test for dureza by muestras

muestras	Sample Size	Average Rank
1	4	2.5
2	4	11.875
3	4	22.125
4	4	6.5
5	4	13.125
6	4	18.875

Test statistic = 21.6521 P-Value = 0.000609641

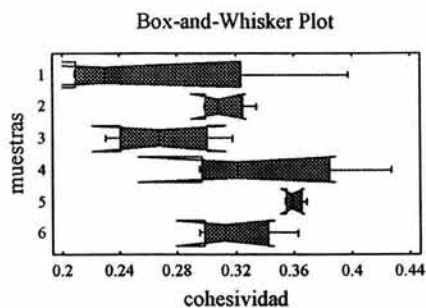


COHESIVIDAD

Kruskal-Wallis Test for cohesividad by muestras

muestras	Sample Size	Average Rank
1	4	7.5
2	4	12.375
3	4	7.0
4	4	14.5
5	4	19.75
6	4	13.875

Test statistic = 9.10542 P-Value = 0.104933



GOMOSIDAD

Kruskal-Wallis Test for gomosidad by muestras

muestras	Sample Size	Average Rank
1	4	5.0
2	4	13.0
3	4	13.0
4	4	4.5
5	4	21.5
6	4	18.0

Test statistic = 18.56 P-Value = 0.0023206

