

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. Salvia hispanica L.....	2
1. Botánica.....	2
2. Breve historia.....	3
3. Características físicas.....	3
4. Composición química.....	4
a. Proteína.....	5
b. Ácidos grasos.....	7
c. Vitaminas y minerales	9
d. Fibra dietética.....	10
e. Antioxidantes.....	11
B. Alimentos funcionales	11
C. El chan como alimento funcional.....	12
D. Productos que contienen chan y que actualmente se encuentran en el mercado.....	14
E. Barras como alternativa de snacks.....	15
III. JUSTIFICACIÓN	16
IV. OBJETIVOS.....	18
A. Generales.....	18
B. Específicos.....	18
V. METODOLOGÍA.....	19
A. Caracterización de la semilla del chan.....	19
1. Análisis proximal.....	19
2. Fibra dietética.....	19
3. Capacidad antioxidante.....	19
4. Perfil de ácidos grasos.....	19
B. Diseño de la barra.....	20
1. Determinación de las características deseadas en la barra.....	20
2. Elaboración del prototipo.....	22
a. Formulación.....	22

b. Proceso.....	23
3. Análisis Sensorial.....	25
c. Perfil sensorial.....	25
d. Aceptabilidad y preferencia.....	25
C. Evaluación del producto terminado.....	25
1. Análisis proximal	25
2. Perfil de ácidos grasos.....	26
3. Estabilidad de la barra durante almacenamiento con dos empaques diferentes.....	26
D. Análisis estadístico	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
A. Caracterización de la semilla de chan.....	27
B. Diseño de la barra.....	30
C. Evaluación del producto terminado.....	33
1. Contenido de nutrientes.....	33
2. Aceptabilidad y preferencia del consumidor.....	36
3. Estabilidad durante almacenamiento en dos empaques.....	39
VII. CONCLUSIONES.....	44
VIII. RECOMENDACIONES.....	46
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	47
X. APÉNDICE.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica de la Salvia hispánica L.	2
Tabla 2. Características físicas de la Salvia hispánica L.	3
Tabla 3. Análisis proximal de la semilla de la Salvia hispánica L.	4
Tabla 4. Comparación del contenido de nutrientes de la Salvia hispánica L. con el de otros granos.....	5
Tabla 5. Perfil de aminoácidos del hidrolizado de proteína de la Salvia hispánica L. por dos métodos de extracción.	5
Tabla 6. Comparación del contenido de aminoácidos esenciales de la Salvia hispánica L. con un patrón de referencia.	6
Tabla 7. Calidad proteica de la proteína de la Salvia hispánica L.	7
Tabla 8. Comparación del perfil de ácidos grasos de la Salvia hispánica L. y aceites de otras fuentes comunes de omega-3.	7
Tabla 9. Comparación del perfil de ácidos grasos de la Salvia hispánica L. y aceites de uso común.	8
Tabla 10. Contenido de vitaminas y minerales en la Salvia hispánica L.	9
Tabla 11. Contenido de antioxidantes en la semilla y el aceite de la Salvia hispánica L.	11
Tabla 12. Ingesta diaria recomendada de ácido α -linolénico.....	13
Tabla 13. Condiciones iniciales para la formulación de la barra.....	21
Tabla 14. Formulaciones obtenidas después de cada etapa de diseño previa a la formulación final	22
Tabla 15. Parámetros que se variaron en cada método de preparación y sus niveles correspondientes.	23
Tabla 16. Combinaciones de parámetros para obtener todos los posibles métodos de preparación en cuanto a cantidad de mezcla de chan y agua, cantidad de miel, y orden de adición de miel y semilla de chan.	23
Tabla 17. Parámetros que se variaron en cada método de preparación y sus niveles correspondientes.	24
Tabla 18. Combinaciones de parámetros para obtener todos los posibles métodos de preparación en cuanto a temperatura y tiempo de horneado, así como la adición de agua o la mezcla de chan molido y agua.	24
Tabla 19. Análisis proximal y contenido de fibra cruda y fibra dietética de la semilla de chan.	27
Tabla 20. Perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de chan.....	28
Tabla 21. Contenido de ácido graso linolénico en el chan y su relación con la ingesta diaria adecuada.....	28
Tabla 22. Capacidad antioxidante de la semilla de chan expresada en equivalentes de Ácido Ascórbico y comparación con otros alimentos analizados por el mismo método.	29
Tabla 23. Formulación final de la barra.	30
Tabla 24. Intensidad promedio de los atributos evaluados en la determinación del perfil sensorial y la significancia de la diferencia entre las barras por cada atributo determinada con un análisis de varianza de un factor (con $\alpha=0.05$ y un valor F crítico de 4.098)	33
Tabla 25. Preferencia significativa por cada una de las barras evaluadas.	33
Tabla 26. Contenido de proteína, grasa humedad, cenizas, carbohidratos totales y fibra cruda	

de la barra de amaranto y su comparación con barras diseñadas en otras investigaciones.	34
Tabla 27. Comparación del contenido por porción de proteína, grasa, carbohidratos, fibra, calorías y ácidos grasos poliinsaturados de la barra diseñada y las barras que se encuentran en el mercado.	35
Tabla 28. Perfil de ácidos grasos de la grasa de la barra diseñada y las materias primas utilizadas.....	36
Tabla 29. Contenido de ácido graso linolénico en la barra y su relación con la ingesta diaria adecuada.....	36
Tabla 30. Aceptabilidad de la barra diseñada y la diferencia significativa con la aceptabilidad de la barra Chikach, con un $\alpha= 0.05$ y valor crítico de $F= 3.938$	37
Tabla 31. Preferencia significativa por cada una de las barras evaluadas.	38
Tabla 32. Número de panelistas por tipo de comentario acerca de la razón de su preferencia.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proceso de formulación	22
Gráfico 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la barra de amaranto.....	31
Gráfico 3. Perfiles sensoriales de dos propuestas de barra de amaranto con la misma formulación pero diferente temperatura de horneado.	32
Gráfico 4. Evolución de la humedad en el almacenamiento acelerado.....	39
Gráfico 5. Evolución de la actividad de agua en el almacenamiento acelerado.....	40
Gráfico 6. Evolución de la dureza en el almacenamiento acelerado	41
Gráfico 7. Evolución de la crujencia en almacenamiento acelerado	42
Gráfico 8. Evolución de la rancidez en el almacenamiento acelerado	43

RESUMEN

El propósito de este estudio fue caracterizar la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.) proveniente de Cunén, El Quiché, y desarrollar una barra con un contenido alto de ácido graso alfa linolénico proveniente de dicha semilla, que se pudiera comercializar en la tienda Chikach, ente comercializador de la organización no gubernamental Funcedescri, que trabaja con proyectos de desarrollo en el municipio mencionado.

Para la caracterización de la semilla se realizó un análisis proximal, se determinó la cantidad de fibra dietética, su perfil de ácidos grasos y su capacidad antioxidante. Los valores obtenidos en el análisis proximal y en el perfil de ácidos grasos coinciden con los valores encontrados en la literatura. Por su contenido de ácido graso α -linolénico, se considera que el chan es un alimento con alto contenido de omega-3. La capacidad antioxidante fue alta en comparación a con diversas frutas.

Se logró diseñar una barra que cumplió con las características solicitadas por la tienda Chikach y sus clientes. La misma tuvo una composición de nutrientes comparable con las barras comerciales, pero con un notorio contenido mayor de ácidos grasos mono y poliinsaturados por lo que se considera apta para competir en el mercado. Por contener 450mg de ácido alfa linolénico por porción se puede declarar en el etiquetado que es un alimento alto en omega 3. Se realizó un análisis sensorial de aceptabilidad y preferencia de la barra diseñada y la barra que actualmente se comercializa en la tienda Chikach. Se obtuvo que el consumidor sí acepta la barra por sus atributos de apariencia, olor, sabor y textura. La preferencia no fue significativa para ninguna de las dos barras.

Se llevó a cabo el estudio de la estabilidad en el almacenamiento acelerado de la barra usando dos empaques distintos: de celofán y de triple capa (poliester transparente + poliester metalizado + polietileno de baja densidad). Se determinó que no hubo diferencia significativa por empaque y que la barra tiene una vida anaquel de dos meses en cualquiera de ellos.

I. INTRODUCCIÓN

La semilla de chan es un alimento que en tiempos precolombinos fue considerado sagrado por los pueblos mesoamericanos. Sus principales usos eran medicinales y alimentarios, pero también artísticos y religiosos. Precisamente por su uso ritual y ceremonial fue prohibido por los conquistadores españoles y sus usos fueron quedando lentamente en el olvido. En Guatemala se consume todavía en algunos hogares y en mercados como complemento de la limonada, pero se ignora los beneficios que la ingesta de esta semilla tiene para la salud.

El propósito más amplio de esta investigación fue sentar un precedente para que en un futuro se haga más investigaciones sobre la semilla del chan para conocer y aprovechar todo su potencial tanto por sus beneficios a la salud como sus posibles aplicaciones en tecnología de alimentos.

El chan, que se estudia en este caso proviene del municipio de Cunén, en el departamento de El Quiché, donde siempre ha crecido de forma silvestre, pero en 2008 un grupo de pequeños productores empezó a cultivarlo al enterarse de los beneficios de la semilla. La misma se vende en la tienda Chikach, empresa que forma parte de una organización no gubernamental que trabaja en proyectos de desarrollo en el municipio mencionado.

La primera parte de la investigación consiste en la caracterización de nutrientes de la semilla para evaluar si su perfil coincide con la información proveniente de la literatura. La segunda parte es el diseño de una barra de amaranto que, al incluir la semilla de chan en su formulación, se ve provista de un alto contenido de ácido graso alfa linolénico, nutriente esencial para el ser humano y con un potencial de prevenir varias enfermedades crónicas.

II. ANTECEDENTES

A. *Salvia hispanica* L.

La *Salvia hispanica* Lamiaceae. cuenta con varios nombres comunes como salvia española, Artemisa española, chía mexicana, chía negra o simplemente chía. En Guatemala se conoce como *chan* (Beltrán-Orozco, 2003). En este trabajo se usarán los dos términos indistintamente, debido a que se usaron fuentes bibliográficas que usan ambos nombres.

1. Botánica. El término chía se refiere a un pequeño grupo de plantas pertenecientes a la familia Lamiaceae (Beltrán-Orozco M. y Romero, 2003). La clasificación botánica de la chía (*Salvia hispanica* L) se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Clasificación botánica de la *Salvia hispanica* L.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta (Planta Vascular)
Superdivisión	Spermatophyta (Planta de Semillas)
División	Magnoliophyta (Planta con flores)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledónea)
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae (Familia de la menta)
Género	Salvia
Especie	Hispanica

(Beltrán-Orozco y Romero, 2003)

Es una planta anual de verano originaria de las áreas montañosas que se extienden desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala. Las formas silvestres se dispersan a través de la sierra Madre Occidental de Sonora y Chihuahua (Beltrán-Orozco y Romero, 2003). Según Rea (Rea, 1998) la *Salvia hispanica* L. se nombraba con el vocablo maya chihaan, que significa fuerte o fortificante (Cahill, 2003). Este vocablo sugiere el origen de la palabra *chan* en Guatemala y El Salvador, y la palabra *chía* en México.

2. Breve historia. En tiempos precolombinos la *Salvia Hispanica L.*, fue una semilla de valorada altamente en Mesoamérica como alimento, medicina y fuente de aceite, siendo tan importante como el maíz, y aún más que este grano en algunas regiones (Cahill, 2003). Para los mayas era uno de los cuatro cultivos básicos destinados a su alimentación junto al maíz, los frijoles y el amaranto. Ofrendaban estas semillas a los dioses, en agradecimiento por las cosechas (Beltrán-Orozco y Romero, 2003). Hay evidencia científica que muestra que la semilla de la chía comenzó a usarse en la alimentación humana unos 3500 años antes de Cristo y se convirtió en un cultivo básico en el centro de México entre 1500 y 900 años antes de Cristo (Beltrán-Orozco y Romero, 2003) . En códices del siglo XVI existen referencias de grandes extensiones de terreno dedicadas únicamente al cultivo de esta semilla. Durante y después de la colonización, descendió su cultivo porque el mismo fue prohibido por los colonizadores debido a su uso religioso. Sobrevivieron sólo las especies silvestres y algunas pocas de las domesticadas. Los usos que se le dieron no sólo a la semilla, sino también a las hojas y raíces fueron medicinales (en su mayoría), culinarios, artísticos y religiosos. Entre los usos culinarios sobresale la elaboración de bebidas. El *chianpinolli* se elaboraba tostado y moliendo las semillas hasta obtener una harina que se agregaba a diversos atoles y otros alimentos como tortillas o tamales (Cahill, 2003).

Fue hasta finales del siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se redescubrió que es una buena fuente de fibra dietética, proteína, ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes (Salgado-Cruz, Cedillo y Beltrán-Orozco, 2005).

3. Características físicas. La semilla de la *Salvia hispanica L.* es una semilla ovalada de aproximadamente 2mm de largo de un color gris oscuro o blanquecino con pequeñas líneas negras. Según un estudio realizado (Ixtaina, Nolasco y Tomás, 2008) en el cual se determinaron estadísticamente sus características físicas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Características físicas de la *Salvia hispanica L.*

Contenido de humedad	7.0 % (base seca)
Largo	2.11 mm
Ancho	1.32 mm
Grosor	0.81 mm

Continuación de la Tabla 2.

Densidad a granel	0.667 - 0.722 g/cm ³
Densidad real	0.931 - 1.075 g/cm ³
Porosidad	22.9 - 35.9%
Diámetro geométrico medio	1.31 - 1.36 mm
Masa de 1000 semillas	1.323 g (oscuras), 1.301 g (blancas)
Ángulo de reposo	16 – 18°
Coefficiente estático de fricción	0.28 (galvanizado), 0.31 (acero)

(Ixtaina, Nolasco y Tomás, 2008)

Estas características son determinantes al manejar industrialmente la semilla (Ixtaina, Nolasco y Tomás, 2008). En otro estudio realizado se encontró que las características mencionadas son dependientes del contenido de humedad. Las longitudes características (largo, ancho y espesor), el diámetro geométrico, área superficial específica, volumen, diámetro equivalente y peso de mil semillas aumentaron linealmente con el incremento en el contenido de la humedad mientras que la densidad aparente y real disminuyeron. La porosidad y esfericidad aumentaron o disminuyeron dependiendo del rango de humedad considerado (Guiotto, 2009).

4. Composición química. Debe tomarse en cuenta que a pesar de tratarse de la misma semilla se ha encontrado variaciones en su composición de acuerdo al lugar de procedencia (Ayerza y Coates, 2009). Estudios realizados en Perú, Argentina y Colombia muestran que existe una diferencia significativa entre los lugares de cultivo en cuanto a contenido de proteína, índice de peróxido, contenido de aceite y composición de los ácidos grasos (Ayerza, 1995; Ayerza, 1996).

Según Bushway (Bushway et al, 1981) la semilla de *Salvia hispanica L.* tiene un alto contenido de varios nutrientes como proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y fibra, siendo una buena fuente de éstos. El análisis proximal realizado por este autor dio los siguientes resultados:

Tabla 3. Análisis proximal de la semilla de la *Salvia hispanica L.*

Componente	Porcentaje en peso (g por cada 100g de chan)
Humedad	4.31 ± 0.16
Grasa	29.80 ± 0.87
Fibra	18.00 ± 0.64
Cenizas	4.61 ± 0.03
Proteínas	23.60
Carbohidratos	18.70
Fósforo	0.69 ± 0.61
Calcio	0.54 ± 0.01

(Bushway, Belvea y Bushway, 1981)

La composición de la chía en comparación con los cinco cereales más consumidos a nivel mundial demuestra que su contenido de proteínas, lípidos, fibra y energía de la chía es significativamente más alto que los otros granos (ver siguiente Tabla). Otra de las ventajas que se ha logrado demostrar por medio de un estudio en el Reino Unido es que la chía no provoca respuestas alérgicas como el trigo y otros cereales (Ayerza y Coates, 2005)

Tabla 4. Comparación del contenido de nutrientes de la *Salvia hispanica L.* con el de otros granos.

Grano	Energía	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
	Kcal/100g	%				
Arroz	358	6.50	0.52	79.15	2.8	0.54
Cebada	354	12.48	2.30	73.48	17.3	2.29
Avena	389	16.89	6.90	66.27	10.6	1.72
Trigo	339	13.68	2.47	71.13	12.2	1.78
Maíz	365	9.42	4.74	74.26	3.3	1.20
Chía	550	20.70	30.4	40.29	27.5	4.61

(Ayerza, 2005)

a. Proteína. La semilla de *Salvia hispanica L.* posee un 19 – 23 % de proteína. En comparación con el trigo (14%), maíz (14%), arroz (8.5%), avena (15.3%), cebada (9.2%) y amaranto (14.8%), tiene mayor contenido proteico. En la siguiente Tabla se puede ver la composición de aminoácidos (Ayerza y Coates, 2005). La proteína es de alta calidad y está limitada por la treonina (65%), lisina (72%) y leucina (85%) según la comparación con una proteína de referencia de una dieta para niños (WHO, 1985). Para una dieta de adultos no tiene aminoácidos limitantes, lo cual significa que puede ser incorporada en la dieta humana y mezclada con otros granos para producir una fuente balanceada de proteína. Además es libre de gluten por lo que se puede usar para enfermos celíacos según los análisis que ha realizado la Asociación Celíaca Argentina (Ayerza y Coates, 2005).

Tabla 5. Perfil de aminoácidos del hidrolizado de proteína de la *Salvia hispanica L.* por dos métodos de extracción.

Aminoácido	Contenido (g /16 g d Nitrógeno)	
	Por extracción con solvente	Por extracción con prensa
Ácido aspártico	7.64	7.36
Treonina*	3.43	3.23
Serina	4.86	4.43
Ácido glutámico	12.4	13.65
Glicina	4.22	4.03

Aminoácido	Contenido (g /16 g d Nitrógeno)	
	Por extracción con solvente	Por extracción con prensa
Alanina	4.31	4.41
Valina*	5.1	5.32
Cistina	1.47	1.04
Metionina*	0.36	0.36
Isoleucina*	3.21	3.35
Leucina*	5.89	5.99
Triptófano*	-	1.29
Tirosina	2.75	2.75
Fenilalanina*	4.73	4.77
Lisina*	4.44	3.6
Histidina*	2.57	2.45
Arginina	8.9	8.63
Prolina	4.4	3.92
Total	80.64	80.81

*Aminoácidos esenciales
(Ayerza y Coates, 2005)

A pesar de que según Ayerza y Coates (Ayerza y Coates, 2005) la semilla de *Salvia hispanica L.* no tenga aminoácido limitante para una dieta adulta, según una comparación que se realizó con el patrón de requerimiento para adultos, la cual se puede ver en la siguiente Tabla, el aminoácido limitante sería la combinación de metionina y cistina (aminoácidos azufrados), pues su contenido por gramo de Nitrógeno es menor que lo que indica el patrón.

Tabla 6. Comparación del contenido de aminoácidos esenciales de la *Salvia hispanica L.* con un patrón de referencia.

Aminoácido	Contenido en <i>Salvia hispanica L.</i> ²	Patrón de requerimiento para adulto ¹
	mg/gN	
Isoleucina	209.4	113
Leucina	374.4	156
Lisina	225	138
Metionina + Cistina	87.5	150
Fenilalanina + tirosina	470	156
Treonina	201.9	81
Triptófano	80.63	44
Valina	332.5	113

(¹Pellet y Young, 1980; ²Calculado a partir de los datos de Ayerza y Coates, 2005)

Para determinar otros parámetros que indican la calidad proteica de la *Salvia hispanica L.* se realizó un estudio en el que se determinaron los valores para su calidad relativa proteica neta relativa (RNPR), la utilización neta proteica (UNP), su digestibilidad (D) y su valor biológico (VB) (Pallaro *et al*, 2004). Los valores obtenidos se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 7. Calidad proteica de la proteína de la *Salvia hispanica L.*

RNPR	UNP	D%	VB
75.11 ± 3.41	56.90 ± 5.89	74.81	76.06 ± 7.88

(Pallaro, Feliú, Vidueiros, Slobodiank, Ayerza, Coates y Fernández, 2004)

Los autores de este estudio indican que estos valores sugieren la importancia de considerar la incorporación de la semilla de la *Salvia hispanica L.*, una fuente alimenticia no tradicional, a la dieta tradicional como complemento de otros alimentos (Pallaro, Feliú, Vidueiros, Slobodiank, Ayerza, Coates y Fernández, 2004).

b. Ácidos grasos. Varios autores coinciden en que el contenido de aceite de la semilla de *Salvia hispanica L.* se encuentra entre 32 y 39% (Ayerza y Coates, 2001; Ixtania, 2009). Sin embargo hay estudios que muestran valores más bajos como de 29.8% (Bushway *et al*, 1981). Según Ayerza y Coates, su aceite contiene un 9.7% de ácidos grasos saturados, un 6.5% de ácidos grasos monoinsaturados, un 19% de omega-6 y un 63.8% de omega-3 (Ayerza y Coates, 2005). El mismo autor compara el perfil de ácidos grasos de la chía con el de otros aceites considerados fuentes comunes de omega-3, esta comparación se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 8. Comparación del perfil de ácidos grasos de la *Salvia hispanica L.* y aceites de otras fuentes comunes de omega-3.

Ácido graso		Algas	Arenque	Linaza	Chía
		% de aceite			
Mirístico	14:0	4.2	7.96	-	-
Palmitico	16:0	14.5	15.2	5.5	6.9
Palmitoléico	16:1	27.6	10.48	-	-
Estearico	18:0	0.8	3.78	1.4	2.8
Oleico	18:1	5.5	14.5	19.5	6.65
Linoléico	18:2	2.3	2.15	15	19
Alfa linoléico	18:3*	1.7	1.49	57.5	63.8
Araquidónico	20:4	4.7	1.17	-	-
Eicosapentanoico	20:5*	27.7	13.2	-	-
Clupanodónico	22:5*	-	4.92	-	-
Docosahexanoico	22:6*	-	8.56	-	-

* Omega-3

(Ayerza y Coates, 2005)

Se observa que el aceite de algas contiene principalmente ácido palmitoléico y eicosapentanoico, de los cuales sólo el segundo es omega-3. El aceite de arenque tiene al ácido palmítico como su principal componente. Ambos son bajos en alfa linoléico. La linaza tiene un mayor contenido de ácido graso alfa linoléico, seguido por el oleico. Su composición es muy similar a la del chan, tanto en variedad como en cantidad, excepto porque la linaza contiene más ácido oléico.

En la siguiente tabla se muestra el perfil de ácidos grasos de aceites de uso común en comparación con el aceite de *Salvia hispanica L.* Se puede ver que el contenido de omega-3 de los aceites de palma, oliva, girasol, maíz, soya y canola es muy bajo en comparación con el de *Salvia hispanica L.*

Tabla 9. Comparación del perfil de ácidos grasos de la *Salvia hispanica L.* y aceites de uso común.

Ácido graso		Palma ¹	Oliva ¹	Girasol ¹	Maíz ¹	Soya ¹	Canola ¹	Chía ²
		% de aceite						
Láurico	12:0	0.1	-	-	-	-	-	-
Mirístico	14:0	1.0	-	0.1	0.1	0.1	0.1	-
Palmítico	16:0	44.3	9.0	7.0	10.9	10.6	4.1	6.9
Palmitoléico	16:1	0.15	0.6	0.1	0.2	0.1	0.3	-
Margárico	17:0	-	-	0.1	0.1	-	0.1	-
Margaroléico	17:1	-	-	-	-	0.1	-	-
Estearico	18:0	4.6	2.7	4.5	2.0	4.0	1.8	2.8
Oleico	18:1	38.7	80.3	18.7	25.4	23.3	60.9	6.65
Linoléico	18:2	10.5	6.3	67.5	59.6	53.7	21.0	19
Linoléico	18:3*	0.3	0.7	0.8	1.2	7.6	8.8	63.8
Araquídico	20:0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.7	-
Gadoléico	20:1	-	-	0.1	-	-	1.0	-
Behénico	22:0	-	-	0.7	0.1	0.3	0.3	-
Erúcico	22:1	-	-	-	-	-	0.7	-
Lignocérico	24:0	-	-	-	-	-	0.2	-

* Omega-3

(¹O' Brien, 1998; ²Ayerza y Coates, 2005)

La semilla de Chía es la fuente natural más rica en ácidos grasos omega-3 comparada con el aceite de menhaden (especie de róbalo) y de algas (Ayerza y Coates, 2005; Salgado-Cruz, Cedillo, Beltrán-Orozco, 2005). El porcentaje de omega-3 también es mayor al compararlo con otros aceites de fuentes marinas como arenque (12%), hígado de bacalao (20%), sardina (24%), arenque americano (28%), salmón (35%) y algas (de 1-41%) según datos nutricionales obtenidos de la USDA (Ayerza y Coates, 2005).

Se han hecho estudios de contenido y composición de ácidos grasos variando lugares de procedencia de la semilla así como métodos de extracción. Según Ixtania, quienes estudiaron las características fisicoquímicas del aceite extraído por prensa y solvente proveniente de diferentes regiones, las condiciones agroecológicas del lugar de procedencia de la semilla y el proceso de extracción influyen significativamente en el rendimiento y calidad del aceite obtenido, especialmente su composición acídica (contenido de ácido omega-3). En este mismo estudio se caracterizó al aceite de *Salvia hispanica L.* proveniente de Guatemala extraído por dos métodos: prensado en frío y por solvente. Se obtuvo que el rendimiento fue de 30.1% (base seca) por extracción por solvente y 22.5% (base seca) por prensado en frío, con un contenido 68% de ácido alfa – linoléico (omega-3) tomando en cuenta ambos procesos de extracción y un 17% de ácido alfa – linoléico (omega-6). Por medio de prensado se obtuvo un 10.1% ácidos grasos saturados y por solvente un 8.8% (Ixtania, 2007).

c. Vitaminas y minerales. La chía es una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre (Ayerza y Coates, 2005; Bushway, 1981); contiene más calcio, más fósforo, y más potasio en 100 g de producto que el trigo, arroz, avena y maíz. Comparado con leche tiene 6 veces más calcio, 11 veces más fósforo y 4 veces más potasio en 100 g. Comparando el nivel de hierro con otros productos tradicionales que son conocidos como fuentes de este mineral, la chía tiene 6, 1.8 y 2.4 veces más hierro en 100 g que la espinaca, las lentejas y el hígado, respectivamente (Ayerza y Coates, 2005). Es una buena fuente de vitaminas B. Su contenido de niacina es más alto que el maíz, la soya y el arroz. El contenido de tiamina y riboflavina es similar al del arroz y el maíz, pero más bajos que en soya y cártamo (*Carthamus tinctorius*). En cuanto a vitamina A tiene menos contenido que el maíz (Ayerza y Coates, 2005).

En la siguiente Tabla se puede ver el contenido de minerales y vitaminas tanto de la semilla entera como de la harina desgrasada:

Tabla 10. Contenido de vitaminas y minerales en la *Salvia hispanica L.*

Nutriente	Semilla entera	Harina desgrasada
	(mg/100g)	
Macroelementos		
Calcio	714	1180
Potasio	700	1100
Magnesio	390	500
Fósforo	1067	1170

Continuación de Tabla 10.

Nutriente	Semilla entera	Harina desgrasada
	(mg/100g)	
Microelementos		
Aluminio	2	4.3
Boro	-	1.4
Cobre	0.2	2.6
Hierro	16.4	20.4
Manganeso	2.3	6.8
Molibdeno	0.2	-
Sodio	-	2.9
Zinc	3.7	8.5
Vitaminas		
Niacina	6.13	11.30
Tiamina	0.18	0.79
Riboflavina	0.04	0.46
Vitamina A	44 IU	-

(Ayerza y Coates, 2005)

d. Fibra dietética. Según Ayerza la chía aporta 27.5% g de fibra dietética soluble e insoluble (Ayerza y Coates, 2005). Otro estudio menciona que contiene un 33% (Weber, 1991), y Reyes-Caudillo reportó que por cada 25 g de semilla se obtienen 9.4 g, lo cual corresponde a un 37.6% de fibra dietética (Reyes-Caudillo, 2008).

En un estudio realizado específicamente sobre la fracción rica en fibra de esta semilla se determinó que el contenido de fibra cruda en la harina desgrasada fue de 26.5% y aumentó a un 29.56% en la fracción rica en fibra. De la fracción rica en fibra (FRF) el contenido de fibra dietética total (FDT) fue de 56.46% con un 53.45% de fibra dietética insoluble (FDI) y un 3.01% de fibra dietética soluble (FDS). Estos valores dependen del método de extracción ya que en otros estudios se reportaron valores de 33.91%, 30.43% y 3.07% para FDT, FDI y FDS, respectivamente. La FRF mostró una alta capacidad de retención (15.41 g/g) y de absorción de agua (11.73 g/g) así como de absorción de moléculas orgánicas (1.09 g/g). La capacidad de retención de agua fue mayor que la que tienen la fibra de soya (4.9 g/g), el salvado de trigo (6.1 g/g), la cascarilla del maíz (2.32 g/g), la cascarilla de trigo (2.48 g/g) o el residuo de shoyu (10.85 g/g). La capacidad de absorción de agua fue mayor a la de los valores reportados para muestras de zanahoria, betabel, cascarilla de maíz, trigo y soya. Sin embargo tuvo una baja capacidad para retener aceite (2.02 g/g) y para adsorber agua (0.3 g/g). Presentó una actividad

emulsificante de 53.26% y una alta estabilidad de la misma (94.84%), valores con los cuales se puede considerar un buen emulsificante ya que la estabilidad de una buena emulsión es de 94%, mientras que una emulsión pobre sería del 50%. La capacidad antioxidante de la FRF fue de 488.4 $\mu\text{M ET/g}$, el cual se considera alto y superior a otros cereales y similar a bebidas como vino, té, café y jugo de naranja (Vazquez-Ovando, 2006).

e. Antioxidantes. Los principales antioxidantes encontrados en la semilla de chía son: ácido caféico, clorogénico y cinámico, junto con flavonoides como miricetina, quercetina y kempferol (Taga, Miller y Pratt, 1984; Castro-Martinez, Pratt y Miller 1986; Reyes-Caudillo, Tecante y Valdivia-López, 2007; Ixtaina, 2007). En la siguiente tabla se puede ver la concentración de estos antioxidantes en la semilla de la *Salvia hispanica L.*, así como en el aceite extraído mediante CO₂ supercrítico a distintas condiciones de presión y temperatura (Ixtaina, 2007).

Tabla 11. Contenido de antioxidantes en la semilla y el aceite de la *Salvia hispanica L.*

Compuesto	Concentración	
	mol/kg de semilla	mol/kg de aceite
Ácido cafeico	6.6 x 10 ⁻³	3.37 x 10 ⁻⁵
Ácido clorogénico	7.1 x 10 ⁻³	1.47 x 10 ⁻⁵
Miricetina	3.1 x 10 ⁻³	1.66 x 10 ⁻⁵
Quercetina	0.2 x 10 ⁻³	1.37 x 10 ⁻⁵
Kaempferol	1.1 x 10 ⁻³	4.04 x 10 ⁻⁶

(Taga Miller y Pratt, 1984; Ixtaina, 2007)

B. Alimentos funcionales

A pesar de que los alimentos funcionales han existido desde tiempos inmemoriales, el concepto como tal se originó y empezó a definir en Japón en la década de 1980. El problema que existe a nivel mundial con el concepto es que no hay una definición única ni terminología definida que estandarice a que se refiere el término. A pesar de los desacuerdos las distintas definiciones de los entes regulatorios de países como Estados Unidos, Japón, la Unión Europea, Australia, Reino Unido, entre otros, coinciden en dos requerimientos clave (Kwak y Jukes; 2001): un alimento funcional debe proveer beneficios a la salud más allá de su valor nutricional, y es un alimento que tiene la misma

forma que un alimento convencional de manera que se consuma dentro de los patrones dietéticos diarios.

El beneficio adicional que un alimento provee a la salud se debe principalmente a que contiene componentes biológicamente activos que ayudan a la prevención y disminución de síntomas y enfermedades (Kwak y Jukes; 2001).

Una definición completa, propuesta por García-Casal que abarca lo mencionado anteriormente es la siguiente: << un alimento funcional es aquel que contiene un componente, nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable >> (García-Casal, 2007).

Algunos ejemplos de alimentos funcionales son alimentos naturales que contienen ciertos minerales, vitaminas, ácidos grasos, fitoesteroles, fibra, sustancias antioxidantes; los alimentos modificados y enriquecidos con este tipo de sustancias; y los probióticos como el yogurt. Entre los principales efectos que se le adjudican a este tipo de sustancias se encuentran: crecimiento y desarrollo, metabolismo o utilización de nutrientes, defensa antioxidante, sistema cardiovascular, fisiología o funcionamiento intestinal y funciones psicológicas y conductuales. Algunas de las tendencias actuales en el desarrollo de los alimentos funcionales son la reducción del contenido en calorías, el desarrollo de productos con menor contenido en grasas o con grasas más saludables, productos de bajo índice glicémico, entre otros. También destacan los estudios sobre fitoestrógenos, fitoesteroles, fructooligosacáridos, polifenoles y ácidos grasos omega-3 (García-Casal, 2007).

C. El chan como alimento funcional

En épocas prehispánicas, tanto la semilla de la *Salvia hispanica L.* como otras partes de la planta se consumían para tratar fiebres, estreñimiento, regulación de la secreción biliar e infecciones respiratorias (Ayerza y Coates, 2005). En la actualidad se encuentran pocos estudios realizados en seres humanos que demuestren los efectos beneficiosos en la salud de esta semilla con pruebas biológicas, sin embargo por su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, de fibra dietética, vitaminas, minerales y antioxidantes, se le adjudican propiedades que van más allá de su valor nutritivo (Ayerza y Coates, 2008) y se

ha propuesto su uso como un suplemento alimenticio (Fernández, Ayerza, Coates, Vidueiros, Slobodianik y Pallaro, 2006).

Para personas vegetarianas se ha recomendado como fuente no animal de ácidos grasos omega-3 (Ayerza y Coates, 2005b) o para mejorar su balance proteico (Pallaro, Feliú, Vidueiros, Slobodiank, Ayerza, Coates y Fernández, 2004). Se ha propuesto como componente en alimentos libres de gluten (Ayerza y Coates, 2005) para quienes padecen de la enfermedad celiaca. Por su contenido en fibra dietética, la cual aumenta el volumen del bolo fecal porque absorbe grandes cantidades de agua, se recomienda para problemas de estreñimiento, diverticulosis y cáncer de colon (Ayerza y Coates, 2005). Por su alto contenido en hierro se ha recomendado como alimento para mujeres embarazadas o que están en etapa de lactancia (Ayerza y Coates, 2005). También su contenido de antioxidantes tiene beneficios. Se ha comprobado que la quercetina previene la oxidación de lípidos, proteínas y ADN, y se relaciona con la disminución del riesgo de obtener enfermedades cardiovasculares. También se ha demostrado que los ácidos clorogénico y caféico exhiben actividad reductora contra radicales libres fuertes e inhiben la peroxidación de lípidos (Ayerza y Coates, 2005).

Sin embargo su mayor potencial como alimento funcional se lo da su alto contenido de ácido graso α -linolénico (omega-3). Las funciones básicas de los ácidos grasos omega-3 son convertirse, por medio de una secuencia de procesos metabólicos, en ácido eicosapentanoico (EPA). Para lograrlo debe competir con los ácidos grasos omega-6 (e incluso con ácidos grasos trans poliinsaturados) para las mismas enzimas, por lo cual solamente una pequeña porción de los omega-3 se convierte en EPA. Los eicosanoides derivados de los EPA tienen el efecto de dilatar los vasos sanguíneos, disuadir la coagulación y reducir inflamaciones. Es por eso que el consumo de omega-3 se considera un factor para disminuir enfermedades cardiovasculares. También se ha demostrado que el consumo de omega-3 disminuye la presión sanguínea, y baja los niveles de triglicéridos en la sangre. Además de sus efectos en el sistema circulatorio pueden ayudar en condiciones crónicas de inflamación con artritis, asma o psoriasis (Insel, Turner y Ross, 2002).

Según los lineamientos de la Academia Nacional de las Ciencias (National Academy of Sciences) de los Estados Unidos la ingesta diaria adecuada de ácido graso α -linolénico es la que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 12. Ingesta diaria recomendada de ácido α -linolénico

Grupo poblacional		Ingesta adecuada (g/día)
Niños	1-3	0.7
	4-8	0.9
Hombres	9-13	1.2
	14-70	1.6
Mujeres	9-13	1.0
	14-70	1.1
	Embarazadas	1.4
	En lactancia	1.3

(National Academy of Science, 2005)

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority) indica que la ingesta diaria de este nutriente es de 2g al día para un hombre adulto. También explica que para que un alimento sea considerado fuente de omega 3, debe contener al menos 15% de dicha cantidad en 100g, 100 mL o 100 kcal. Para que se considere alto en omega 3 debe contener 30% (EFSA, 2005).

En estudios realizados específicamente con la semilla o el aceite de la *Salvia hispanica L.* se ha demostrado que este ácido graso disminuye el riesgo de obtener enfermedades cardiovasculares, coronarias y diversos tipos de cáncer (Ayerza y Coates, 2000; Ayerza y Coates, 2005; Ayerza y Coates, 2008).

D. Productos que contienen chan y que actualmente se encuentran en el mercado

En Guatemala la semilla de *Salvia hispanica L.* se puede encontrar en los mercados locales ya que es una semilla que se usa popularmente en refrescos de limón. Además se puede encontrar en supermercados o tiendas de especies en presentaciones de bolsitas desde cuatro onzas hasta una libra. En El Salvador existen otros productos, además de los que se encuentran en Guatemala como el *Refresco de Chan Instantáneo* de la marca La Canasta o la marca Proesal. Este refresco es una premezcla de azúcar, ácido cítrico y colorantes artificiales con semillas de *Salvia hispanica L.* agregadas de forma tal que cuando el refresco se mezcla con agua, las semillas se distribuyen en la bebida. Este tipo de bebida instantánea también se fabrica en México donde hay por lo menos dos marcas que lo ofrecen.

E. Barras como alternativa de snacks

Con el crecimiento del interés mundial en una alimentación más sana, también ha aumentado el mercado para snacks nutritivos. Las barras de cereales han surgido como una alternativa importante a los snacks tradicionales dulces como chocolates, pasteles y bocadillos, y salados como snacks extraídos altos en contenido de grasas (Leatherhead Food Research, 2006). Las barras de cereales nacieron como una alternativa “lista para comer” del consumo de cereales (Iñarrute, 2001)(Medina, 2006). Una barra de avena típica está compuesta de avena, trigo entero o combinaciones de varios cereales, miel, aceite (maíz, soya o palma), suero deslactosado y saborizantes. Se suelen usar también cereales expandidos que, unidos a masas azucaradas, ayudan a la unión de las partículas. En general las barras proporcionan entre 110 y 154 kilocalorías (Komen, 1987)(Medina, 2006). Entre las ventajas prácticas que presenta una barra es que son fáciles de transportar pues caben en cualquier bolsa y no necesitan refrigeración ni preparación.

Se han realizado estudios de elaboración de barras nutritivas con ingredientes no tradicionales como amaranto, ajonjolí, pepitoria y semillas de marañón (Beteta, 2006), cotiledones de algarrobo (*Prosois chilensis (Mol) Stuntz*) nueces y maní (Escobar, Estévez y Guiñez, 2000), proteína de soya, germen de trigo y granola (Freitas, 2005; Freitas y Moretti, 2006), sorgo y granola (Aubourg, 2008), mezclas de sorgo, arroz, avena, soya y semillas oleaginosas (Ayala, 1997), frutas (Sun-Waterhouse, Teoch, Massarotto, Wibisono y Wadhwa 2010), frijol rojo (Medina, 2006) o lentejas micronizadas (Ryland, Vaisey-Genser, Arntfield y Malcolmson, 2010).

La elaboración de las barras utilizada por Beteta (Beteta, 2006) fue la siguiente:

- Dosificación de ingredientes secos
- Adición de edulcorantes y materias grasas
- Mezclado
- Amasado
- Compresión (en frío)
- Corte
- Secado (120°C por 30 min)

III. JUSTIFICACIÓN

La importancia de estudiar la semilla de la *Salvia hispanica L.* viene dada por distintos factores. Es una planta cuya domesticación, cultivo, cosecha y utilización se desarrolló en tiempos prehispánicos por las culturas mesoamericanas que abarcaban parte de México, Guatemala, Honduras y El Salvador. Durante la conquista y colonización este grano fue prohibido por sus usos religiosos, sin saber que se estaba privando a toda la población mesoamericana de una semilla con propiedades nutricionales muy importantes. Estas propiedades consisten principalmente en su contenido y calidad de proteína, ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, vitaminas, minerales y antioxidantes.

Actualmente, después de haber redescubierto al alimento, éste se está estudiando principalmente en Estados Unidos, Argentina y México. Se considera que es de suma importancia que también Guatemala inicie con estudios nutricionales y de utilización de esta semilla ya que los beneficios que provee a la salud del consumidor puede ser un factor que favorezca la lucha contra la desnutrición y malnutrición que son problemas generalizados en la población guatemalteca. Además también es un alimento que puede beneficiar a cualquier persona que no tenga problemas nutricionales, sino que quiera aprovechar las propiedades de la semilla para prevenir y/o disminuir el riesgo de diversos padecimientos que van desde el estreñimiento hasta enfermedades cardiovasculares o cáncer.

La elaboración de una barra de amaranto que contenga semillas de *Salvia hispanica L.* viene dada por una necesidad concreta expresada por la gerente de la tienda Chikach. Actualmente comercializan una barra de amaranto que contiene más del 50% p/p de azúcar, lo cual es considerado negativo desde el punto de vista de sus consumidores. Además necesitan diseñar un producto alimenticio funcional que incluya la semilla de *Salvia hispanica L.*

La tienda Chikach forma parte de la organización no gubernamental Fundación del Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI) que es una institución sin fines de lucro que promueve la soberanía y seguridad alimentaria en apoyo al desarrollo integral y sostenible de 56 comunidades rurales de Guatemala que se agrupan en tres zonas de trabajo: Cunén y Nebaj en el departamento de El Quiché, y Campur en el departamento

de Alta Verapaz. En cada una de las tres zonas, así como en San Lucas, Sacatepequez y Matanzas, Baja Verapaz, existen centros de capacitación rural. En Cunén y Nebaj también se cuenta con un centro de producción artesanal de alimentos. La tienda de la capital fue fundada en 2005 para poder comercializar mejor los productos alimenticios y cosméticos elaborados en los centros rurales.

Como parte de un proyecto de desarrollo en el 2008 se comenzó a fomentar el cultivo de *Salvia hispanica L.* en la zona de Cunén, debido a la información sobre sus propiedades nutricionales y el descubrimiento de que esta planta crecía en forma silvestre en la región. Actualmente se están dando las primeras cosechas de la semilla, la cual se desea comercializar pura y como parte de un alimento funcional, ya que la mayoría de los consumidores ignoran cómo consumir la semilla pura. Es así como surge la idea de producir una mejor barra de amaranto incluyendo como ingrediente funcional dicha semilla.

Los beneficios que tendrá el diseño exitoso de esta barra son, entre otros, que los pequeños productores de la semilla en Cunén tendrán una mayor demanda de su producto. Los consumidores de la actual barra de amaranto, podrán disfrutar de un producto más sano y agradable, además de que estarán aprovechando los beneficios a la salud del consumo de la *Salvia hispanica L.*, además de los del consumo del amaranto. Para la tienda el beneficio principal será el aumento en las ventas de la barra pues al mejorarla habrá más gente interesada en comprarla.

IV.OBJETIVOS

A. Generales

- Caracterizar la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) cultivada en Cunén, El Quiché, Guatemala.
- Diseñar un alimento funcional que contenga como ingrediente la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*).

B. Específicos

- Determinar el contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas, carbohidratos totales, fibra cruda y fibra dietética de la semilla de chan.
- Determinar el perfil de ácidos grasos y la capacidad antioxidante de la semilla de chan.
- Desarrollar la formulación y el proceso de elaboración de una barra de amaranto que contenga como mínimo un 30% de la ingesta diaria adecuada de omega 3 por cada 100g, proveniente de la semilla de chan.
- Determinar el contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas, carbohidratos totales y fibra cruda de la barra diseñada.
- Determinar el perfil de ácidos grasos de la barra diseñada.
- Determinar la aceptabilidad y preferencia de la barra diseñada.
- Determinar la estabilidad de la barra durante su almacenamiento usando dos posibles empaques.

V. METODOLOGÍA

A. Caracterización de la semilla del chan

1. Análisis proximal. Se molió cincuenta gramos de semillas de chan. A la harina obtenida se le determinó el contenido de humedad (método 925.10 de la AOAC), cenizas (método 923.03 de la AOAC), proteínas (método 979.09 de la AOAC) y grasas (método 920.85 de la AOAC). A la muestra desgrasada se le determinó el contenido de fibra cruda (método 962.09 de la AOAC). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

2. Fibra dietética. Se determinó por medio del método 991.43 de la AOAC.

3. Capacidad antioxidante. A la muestra desgrasada se le determinó la capacidad antioxidante. Se utilizó un método espectrofotométrico basado en la reacción con reacción con DPPH del extracto metanólico de la muestra. El método es una adaptación del realizado por Kuskoski, (Kuskoski et al, 2005), pero en lugar de utilizar Trolox como antioxidante de referencia se utilizó ácido ascórbico.

4. Perfil de ácidos grasos. La grasa extraída de la muestra se esterificó de acuerdo al método 28.055, establecido por la AOAC, y se le determinó el perfil de ácidos grasos utilizando el cromatógrafo de gases del laboratorio avanzado de química instrumental de la Universidad del Valle de Guatemala. Para identificar los ácidos grasos se utilizó un espectrofotómetro de masas. Las condiciones para la cromatografía fueron las siguientes:

Condiciones del horno

- Temperatura inicial: 125°C

- Rampa de temperatura

Tasa de incremento de temperatura (°C/min)	Temperatura final (°C)	Tiempo final (min)
20	165	1
5	220	10

- Tiempo total de corrida: 24 minutos.

Condiciones de entrada

- Modo: split
- Temperatura inicial: 250°C (on)

Condiciones del detector

- Temperatura: 280°C

Columna

- HP-88
- Longitud nominal: 100 m
- Diámetro nominal: 250 μm
- Grosor nominal del film: 0.20 μm

Parámetros de escaneo:

- Masa mínima a detectar: 10
- Masa máxima a detectar: 400

B. Diseño de la barra

La metodología utilizada se basa en el procedimiento propuesto por Cussler que depende de cuatro pasos generales (Cussler y Moggridge, 2001):

- *Necesidades* - ¿Qué necesidades debe satisfacer el producto?
- *Ideas*- ¿Qué productos podrían satisfacer estas necesidades?
- *Selección*- ¿Qué ideas son las más prometedoras?
- *Manufactura*- ¿Cómo podemos elaborar el producto en cantidades comerciales?

1. Determinación de las características deseadas en la barra.

La característica principal de la barra es su propiedad funcional de contener como mínimo un 30% de la ingesta diaria adecuada de omega 3 por cada 100g de producto. Según la EFSA esta ingesta es de 2g para un adulto promedio (EFSA, 2005).

Para conocer la opinión de los clientes de la tienda Chikach y posibles consumidores de la barra de amaranto y chan, se realizó diversas pruebas sensoriales. El objetivo de las mismas fue obtener información cualitativa acerca de las necesidades del consumidor en cuanto a la barra.

Primero se realizaron tres sesiones de grupos focales en los que se obtuvieron características deseadas y no deseadas en cuanto al empaque, apariencia, aroma, sabor

y textura de la barra. En total participaron 21 personas en un rango de 7 a 83 años de edad siendo 41 años el promedio. En la sección de anexos se puede ver la guía para los grupos focales.

Posteriormente se realizó entrevistas con posibles consumidores de barras que no eran clientes de la tienda Chikach para tener otra fuente de información acerca de las características deseadas e indeseadas de la barra. En total se entrevistó a 10 personas de 20 a 37 años de edad con un promedio de 23 años. En la sección de anexos se puede ver la boleta que se llenó con cada entrevistado.

Adicionalmente se consideraron otras características que no fueron expresadas por los posibles consumidores, pero que forman parte de las características esenciales de los productos que se comercializan en la tienda Chikach. En la Tabla 13 se listan estas condiciones y limitantes, así como su justificación.

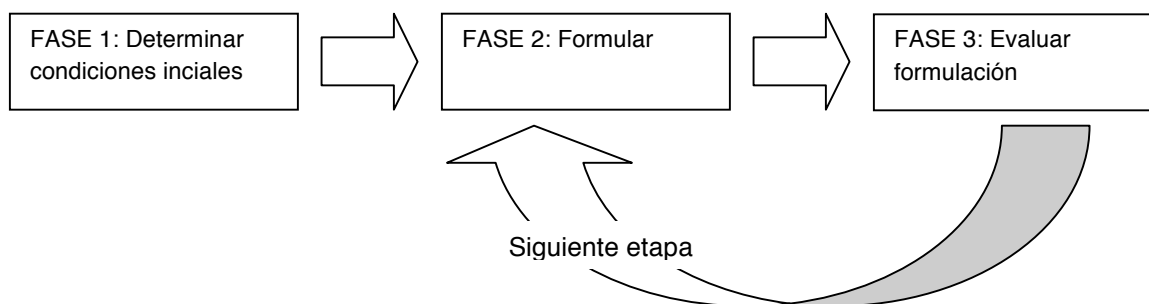
Tabla 13. Condiciones iniciales para la formulación de la barra

Condición		Justificación
Materia prima	Amaranto como ingrediente mayoritario	El amaranto es el ingrediente principal pues le da la identificación al producto.
		Genera volumen a la barra.
	Ingredientes naturales	La empresa tiene como principio usar la menor cantidad de aditivos en sus productos.
		Los clientes prefieren una etiqueta limpia.
	Sin azúcar	Los clientes de la tienda valoran más los productos sin sacarosa.
		Se desea que pueda ser consumido por diabéticos.
	Marañón	Los consumidores indicaron que les agrada el contraste en apariencia y en sabor que puede dar una nuez.
		Es una nuez que ya se comercializa en la tienda Chikach y por lo tanto cuentan con proveedores de la misma.
Tamaño	Porción de 25 – 30g	Es el tamaño usual de una barra comercial
	mínimo 150 mg de omega 3 por porción	Con esto se obtendría un producto alto en contenido de omega 3
Costos	Materia prima por porción \leq Q. 1.00	Para que el precio final no exceda los Q. 4.00
Sensoriales	Textura crujiente	Resultados del grupo focal
	Textura compacta	Resultados del grupo focal
	Sabor poco dulce	Resultados del grupo focal
	Sabor neutral	Resultados del grupo focal

2. Elaboración del prototipo

a. **Formulación.** El proceso de encontrar la formulación adecuada se llevó a cabo por etapas. Cada etapa consistió en tres fases: 1) Determinar condiciones iniciales, 2) Formular, 3) Evaluar la formulación. Estas tres fases se repitieron en forma cíclica como se puede ver en el siguiente esquema:

Gráfico 1. Proceso de formulación



Este ciclo se repitió varias veces, siendo las etapas más relevantes las que se presentan a continuación:

Tabla 14. Formulaciones obtenidas después de cada etapa de diseño previa a la formulación final

		Etap 1	Etap 2	Etap 3
Ingredientes	Amaranto	38%	38%	31%
	Miel	6.7%	13%	30%
	Marañón	22.3%	25%	22%
	Chan (semilla)	22%	11.4%	8%
	Chan (harina)	1%	1.3%	1%
	Agua	10.6%	11.4	8%
Evaluación	Costo por 25g	1.20	1.12	1.07
	Defectos	- desabrida - peso ligero - se desmorona - muy seca - sabores divorciados - alto porcentaje de chan	- falta dulzor - semillas se separan - húmeda - peso ligero	- harina de chan no es necesaria - muy dulce
	Mejora para siguiente etapa	- aumentar miel - reducir semillas de chan	- aumentar miel - reducir semillas de chan	- eliminar harina de chan - reducir cantidad de miel

b. Proceso. Durante las pruebas para elegir la formulación se observó que el proceso de elaboración tuvo gran influencia en los resultados de la barra, por lo que se probó diferentes formas de elaboración variando orden de mezcla de ingredientes, combinación del uso de semilla y harina de chan, cantidad de miel, así como diferentes tiempos y temperatura de horneado. Este proceso se dividió en dos etapas.

La primera etapa fue para determinar el orden de los ingredientes y el uso de semilla y/o harina de chan, así como la cantidad de miel. La determinación de la cantidad de miel se tomó como parte de la definición del proceso de elaboración ya que ésta tiene una función de adherente, la cual varía dependiendo del orden y combinación de los demás parámetros.

Tabla 15. Parámetros que se variaron en cada método de preparación y sus niveles correspondientes.

No.	Parámetro	Nivel 1	Nivel 2
	Descripción		
1	Cantidad de mezcla de chan molido y agua	0g	5g
2	Cantidad de miel	10 g	14 g
3	Momento de agregar miel	a agua	a ingredientes secos
4	Momento de agregar semilla de chan	a agua	a ingredientes secos

Usando los niveles descritos de estos parámetros se obtuvieron diez combinaciones distintas:

Tabla 16. Combinaciones de parámetros para obtener todos los posibles métodos de preparación en cuanto a cantidad de mezcla de chan y agua, cantidad de miel, y orden de adición de miel y semilla de chan.

	Parámetro	1		2		3		4	
	Nivel	1	2	1	2	1	2	1	2
Método de elaboración	1	x		x			x		x
	2	x			x		x		x
	3		x	x		x		x	
	4		x	x		x			x
	5		x	x			x	x	
	6		x	x			x		x
	7*		x		x	x		x	
	8		x		x	x			x
	9		x		x		x	x	
	10		x		x		x		x

Estas diez combinaciones se procesaron a 120°C hasta que las barras estuvieran secas y crujientes. Dependiendo de la combinación el tiempo varió en un rango de 25 a 40 minutos.

En la segunda etapa se utilizó el método 7 el cual fue el mejor de la primera etapa. Se combinó tres temperaturas y tres tiempos. Además se hizo otra variación en el procedimiento, la cual consistió en usar solamente agua sin chan molido para ver el efecto que este cambio podría tener. Los parámetros y sus niveles fueron los siguientes:

Tabla 17. Parámetros que se variaron en cada método de preparación y sus niveles correspondientes.

No.	Parámetro	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	Descripción			
1	Temperatura (°C)	100	125	150
2	Tiempo (min)	20	30	40
3	Agua o mezcla de chan molido y agua	agua	mezcla	-

Usando los niveles descritos de estos parámetros se obtuvieron 18 combinaciones distintas:

Tabla 18. Combinaciones de parámetros para obtener todos los posibles métodos de preparación en cuanto a temperatura y tiempo de horneado, así como la adición de agua o la mezcla de chan molido y agua.

	Parámetro	1			2			3	
	Nivel	1	2	3	1	2	3	1	2
Método de elaboración	1	x			x			x	
	2	x			x				x
	3	x				x		x	
	4	x				x			x
	5	x					x	x	
	6	x					x		x
	7		x		x			x	
	8		x		x				x
	9*		x			x		x	
	10		x			x			x
	11		x				x	x	
	12		x				x		x
	13			x	x			x	
	14			x	x				x
	15*			x		x		x	
	16			x		x			x
	17			x			x	x	
	18			x			x		x

Los métodos 9 y 15 fueron los que dieron mejores resultados, por lo que se procedió a evaluar sensorialmente ambas alternativas para tomar la decisión final del proceso.

3. Análisis Sensorial

a. Perfil sensorial. Se evaluó sensorialmente las dos barras que salieron mejor ponderadas luego de la etapa 2 de la determinación del proceso de elaboración. Se realizó un perfil sensorial de cada barra evaluando los siguientes atributos: aroma a miel, desmoronamiento, dureza, crujencia y sabor dulce. Los participantes fueron 20 estudiantes del curso de Análisis Sensorial de Alimentos, a quienes antes de presentarles las muestras, se les dio un entrenamiento con alimentos de referencia. Utilizaron una escala de siete puntos para determinar la intensidad de cada atributo en las muestras, siendo los alimentos de referencia los correspondientes a los valores 1 y 7 de la escala.

Se determinó la diferencia significativa entre barras y por cada atributo para ver cuál de las barras se acercaba más a las características sensoriales que originalmente se deseaban en el producto.

También se realizó una prueba de preferencia para determinar cuál era la barra favorita del panel. Con base en los dos resultados obtenidos se eligió el proceso final de la barra. La guía y la boleta y se pueden ver en la sección de apéndice.

b. Aceptabilidad y preferencia. Se realizó una prueba al consumidor para determinar la aceptabilidad y preferencia de la barra diseñada y de la barra que actualmente se comercializa en la tienda Chikach. En la parte de aceptabilidad los atributos evaluados fueron apariencia, olor, textura y sabor. Se determinó la preferencia entre las dos barras y, adicionalmente, se determinó el porcentaje de personas que estarían dispuestas a pagar Q.4.00 por la barra. Participaron 50 personas, 30 mujeres y 20 hombres, con un promedio de edad de 23 años. De estos, 22 indicaron que consumían regularmente de 1 a 3 barras por semana. La guía y la boleta se pueden ver en la sección de apéndice.

C. Evaluación del producto terminado

1. Análisis proximal. Se molió cincuenta gramos de las barras. A la harina obtenida se le determinó el contenido de humedad (método 925.10 de la AOAC), cenizas (método 923.03 de la AOAC), proteínas (método 979.09 de la AOAC) y grasas (método 920.85 de

la AOAC). A la muestra desgrasada se le determinó el contenido de fibra cruda (método 962.09 de la AOAC). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

2. Perfil de ácidos grasos. Con la grasa extraída se determinó el perfil de ácidos grasos de la misma manera que con la grasa de la semilla del chan (ver caracterización de la semilla de chan -> perfil de ácidos grasos).

3. Estabilidad de la barra durante almacenamiento con dos empaques diferentes. Para determinar la estabilidad de las barras durante su almacenamiento se utilizó la metodología de almacenamiento acelerado, propuesta por Ayala. Se envasó en dos tipos de empaques: bolsas de celofán y bolsas de tres capas (poliéster transparente + poliéster metalizado + polietileno de baja densidad).

Las muestras se almacenaron a 37°C por 15 días. Se analizaron el día 0 (elaboración), día 5, día 10 y día 15. Cada vez se midió: contenido de humedad, actividad de agua, dureza con el penetrómetro, crujencia y desarrollo de rancidez sensorial. Para la crujencia y rancidez se usó una escala de 5 puntos (1 mínimo, 5 máximo).

D. Análisis estadístico

Todas las mediciones se realizaron por lo menos en triplicado y se expresaron en términos de promedio y desviación estándar. En los casos pertinentes se hicieron análisis de varianza de un factor. Se utilizó el Software Statistics Data de Microsoft Excel 2004 para Macintosh.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización de la semilla de chan

En la Tabla 19 se puede ver el análisis proximal de la semilla de chan. Los valores obtenidos son los esperados pues se acercan a los encontrados en investigaciones previas. El contenido de proteína es más bajo y el de minerales más alto que los valores de la literatura, probablemente por tratarse de otro lugar de cultivo de la planta, lo cual influye en la composición de nutrientes (Ayerza y Coates, 2009). La humedad también es un valor levemente más alto al esperado, factor que debe ser considerado al momento de almacenar el grano o utilizarlo para procesar otros productos pues puede aportar más humedad de la esperada y favorecer la proliferación de microorganismos o reacciones de deterioro.

Tabla 19. Análisis proximal y contenido de fibra cruda y fibra dietética de la semilla de chan.

Componente	Contenido (g/100g de semilla)			
	Esta investigación	Bushway et al, 1981	Ayerza, 2005	Otros
Proteína	19.32 ± 0.71	23.60	20.70	19 – 23 ^a
Grasa	29.82 ± 2.95	29.80 ± 0.87	30.4	32 – 39 ^{b y c}
Humedad	5.28 ± 0.85	4.31 ± 0.16	-	-
Cenizas	5.24 ± 0.07	4.61 ± 0.03	4.61	-
Carbohidratos	40.34 ± 3.15	18.70 **	40.29	-
Fibra cruda	19.88 ± 0.4220	18.00 ± 0.64	-	-
Fibra dietética	31.36	-	27.5	33 ^d

^a(Ayerza y Coates, 2005) ^b(Ayerza y Coates, 2001) ^c(Ixtaina et al, 2009) ^d(Weber, 1991)

** este dato de carbohidratos no incluye fibra cruda

El perfil de ácidos grasos se muestra en la Tabla 20. Se confirma que el aceite contiene la variedad esperada de ácidos grasos y la secuencia de mayor a menor contenido es la misma que la obtenida por Ayerza y Coates. La cantidad de todos los ácidos grasos es mayor al las obtenidas por los autores mencionados, excepto el alfa linolénico, que es menor. Estas diferencias, al igual que en el análisis proximal, probablemente se deban al lugar de origen de la planta, ya que se ha comprobado que éste influye en la composición del aceite (Ayerza y Coates, 2009).

Tabla 20. Perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de chan

Ácido graso	Contenido (g/100g de aceite)	
	Esta investigación	Ayerza y Coates, 2005
Palmítico	7.63± 0.14	6.9
Estearico	3.77 ± 0.08	2.8
Oleico	8.12 ±0.15	6.65
Linoléico	20.68 ± 0.21	19
Linolénico	59.80 ± 0.56	63.8

Con base en el contenido de ácido graso alfa linolénico, que forma parte del grupo de ácidos grasos poliinsaturados del tipo omega-3, se puede decir que el chan es un alimento alto en este nutriente esencial pues por cada 100g de la semilla se consumen 17.38 g del mismo, lo cual equivale a más del 30% de la ingesta diaria adecuada indicada por la EFSA. En la Tabla 21 se puede observar esta comparación, así como la cantidad de éste ácido que se ingiere al consumir 10g de chan, la cual equivale a una cucharada sopera que podría considerarse como una porción. Los 1.78 g de ácido graso linolénico contenidos en ella casi suplen la ingesta diaria recomendada.

Tabla 21. Contenido de ácido graso alfa linolénico en el chan y su relación con la ingesta diaria adecuada

	Cantidad de ácido graso alfa linolénico
100 g de chan	17.83g
10 g de chan	1.78g
Ingesta diaria adecuada (EFSA)	2 g/día
Ingesta diaria adecuada (NAS)	1-1.6g/día
Contenido mínimo para declarar un alimento “alto en omega-3” (EFSA)	0.6 g/100g chan (30% de ingesta diaria por 100g)

Con estos datos se confirmó que el chan es un ingrediente que efectivamente podía proveerle a la barra el ácido graso alfa linolénico para darle su característica de alimento funcional.

Aunque se conozca algunos de los compuestos antioxidantes que contiene la semilla y el aceite de chan (Taga, Miller y Pratt, 1984; Ixtaina, 2007) no se encontró datos sobre su capacidad antioxidante total, por lo que la comparación de los datos obtenidos, que se muestra en la Tabla 22, se hizo con diversas frutas de las cuales varias se caracterizan por tener un alto poder antioxidante. El chan tiene más de diez veces más equivalentes de

ácido ascórbico que el mango, la fruta con el nivel más alto. Sin embargo vale la pena hacer la comparación por porciones pues no es muy probable que alguien consuma 100g de chan en una servida, mientras que de fruta sí. Suponiendo que la porción de semilla de chan es de 10 g (una cucharada sopera), ésta tendría una capacidad antioxidante equivalente a 190 mg de ácido ascórbico, valor que sigue siendo mayor, pero es más cercano a la capacidad antioxidante que hay en 100g de las frutas presentadas en la tabla. Esta comparación se torna más válida si se considera que el chan apenas tiene un 5% de humedad, mientras que las frutas tienen más del 90%, lo cual influye en la proporción final de equivalentes de ácido ascórbico. Es importante mencionar que para realizar el análisis se desgrasó la muestra primero, por lo que en el valor obtenido de capacidad antioxidante no se está tomando en cuenta ni la capacidad antioxidante de los ácidos grasos poliinsaturados, ni la de los compuestos antioxidantes que se encuentran en la fracción grasa de la semilla (Ixtaina, 2007).

Tabla 22. Capacidad antioxidante de la semilla de chan expresada en equivalentes de Ácido Ascórbico y comparación con otros alimentos analizados por el mismo método.

Alimento	Capacidad antioxidante (mg AA/100g)
Semilla de chan	1909 ±30
Mora	82.6 ±2.6 ^a
Uva	105.9 ±0.4 ^a
Fresa	132.8 ± 0.3 ^a
Piña	41.1±0.8 ^a
Mango	174.3 ±0.5 ^a
Noni	23.89 ^b
Carambola	5.59 ^b

^a (Kuskoski, Asuero, Troncoso Mancini-Filho y Fett, 2005) ^b(Muñoz, 2007)

Para la estabilidad de los ácidos grasos contenidos en la semilla de chan es muy importante la capacidad antioxidante de la fracción desgrasada puesto que los protege de la oxidación. Esta característica es una de las que le dan ventaja a la semilla de chan frente a la de linaza como fuente de ácido graso alfa linolénico (Ayerza y Coates, 2005).

B. Diseño de la barra

El diseño de la barra de amaranto y chan partió de una barra, también de amaranto, que actualmente se vende en la tienda Chikach. Esta barra contiene azúcar como principal ingrediente por lo que no es muy aceptada por los clientes de la tienda. La intención del diseño de la barra nueva fue sustituir la barra actual (nombrada barra Chikach a partir de ahora en este informe) eliminando el azúcar y agregando chan para convertirla en un producto más atractivo para su público que busca productos saludables y/o funcionales.

La formulación final de la barra diseñada quedó como se muestra en la Tabla 23. Ésta satisface las necesidades relativas a la materia prima ya que su ingrediente mayoritario es el amaranto, sólo contiene ingredientes naturales y no contiene azúcar. El costo de la materia prima por porción fue una condición planteada, considerada indispensable para decidirse a implementar la producción en un futuro. Se indicó la necesidad de que no costara más de Q. 1.00 pues teniendo este costo, el precio al consumidor sería de Q. 4.00, el cual es accesible para la mayoría de sus clientes. El costo actual de la barra Chikach es de Q. 0.75 y su precio de venta de Q. 3.00, pero se consideró que por los beneficios que ofrece la barra nueva, el consumidor iba estar dispuesto a pagar ese aumento de precio (esta disposición se discutirá más adelante). El costo de la barra diseñada fue de Q. 1.07, siete centavos mayor al límite puesto, pero se considera que al comprar la materia prima al por mayor y aumentar volúmenes de producción, se podrán reducir los costos.

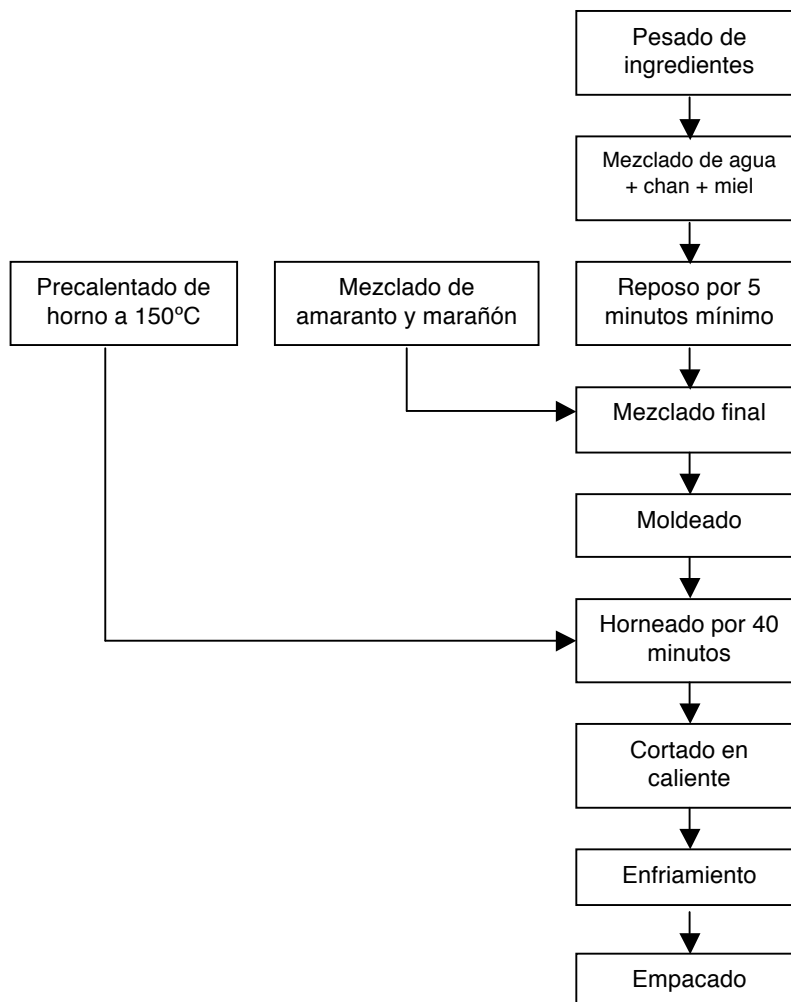
Tabla 23. Formulación final de la barra.

Ingrediente	Contenido g/100g
Amaranto	32
Miel	26
Marañón	23
Chan (semilla)	10
Agua	9

El proceso de elaboración seleccionado es el que se muestra en el Gráfico 2. En otros procesos propuestos para elaborar barras de cereales se utiliza un jarabe de unión hecho

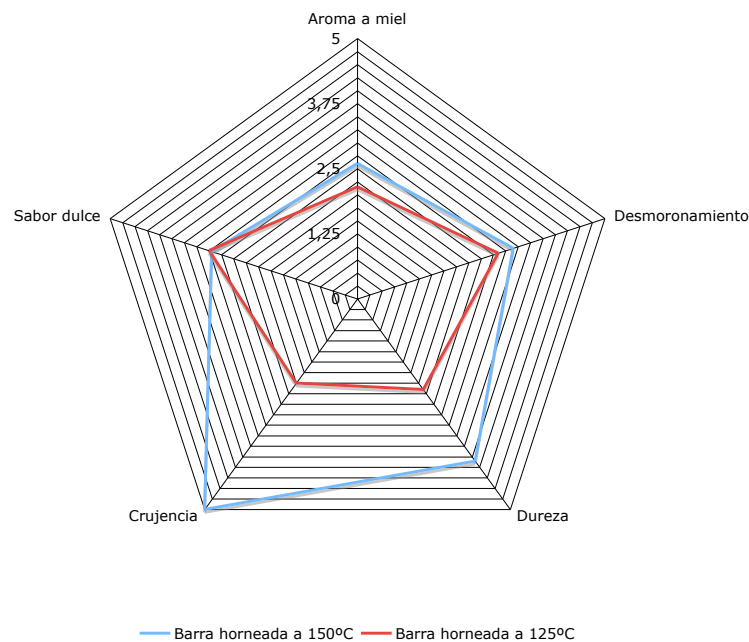
a base de edulcorantes (Beteta, 2006; Escobar, Estevez y Guíñez 2000; Freitas y Moretti, 2006)., que en este caso fue sustituido por una mezcla de agua, semilla de chan y miel. La principal diferencia con el uso de edulcorantes, es que no fue necesario someter esta mezcla a altas temperaturas para que los azúcares presentes se caramelizaran y así se obtuviera la capacidad de adherencia. Lo que se hizo fue mezclar en frío el agua con el chan para formar un fluido viscoso al cual se agregó la miel para que el sabor dulce se repartiera mejor en el producto final. Este gel se dejó reposar para que los granos de chan se distribuyeran y se humectaran mejor para luego agregarlo a los ingredientes secos. Las dos principales ventajas al usar esta mezcla y no un jarabe caliente son: que no se tiene un límite de tiempo para aplicarlo y que es mucho más manejable pues no se pega en los utensilios. Durante el horneado se pierde la mayor parte de humedad del gel y simultáneamente se carameliza la miel, siendo estos dos procesos, los factores principales que inciden en la cohesión final de los ingredientes en la barra.

Gráfico 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la barra de amaranto



Se probó varias temperaturas de horneado y se observó que al usar 125 y 150°C por el mismo tiempo se obtuvo dos barras con características muy diferentes porque al usar una temperatura mayor la pérdida de humedad y la caramelización aumentaron, dándole otras características de sabor y textura a la barra. Como ambas eran prototipos aceptables se realizó un perfil sensorial (Gráfico 3 y Tabla 24) y una prueba de preferencia para seleccionar la mejor temperatura de proceso, cuyos resultados se muestran en la Tabla 25.

Gráfico 3. Perfiles sensoriales de dos propuestas de barra de amaranto con la misma formulación pero diferente temperatura de horneado.



En el perfil sensorial del Gráfico 3 se observa que las mayores diferencias percibidas entre ambas barras fueron relativas a la crujencia y dureza, siendo ambas mayores en la barra horneada a 150°C por la mayor pérdida de humedad y caramelización de la miel. Se esperaba una diferencia significativa en el sabor dulce pero los panelistas no la percibieron. En la Tabla 25 se ve que quince de los veinte panelistas prefirieron la barra horneada a 150°C, preferencia que fue significativa, por lo que esta temperatura se escogió para el proceso de horneado. El hecho de que haya sido más dura no influyó negativamente ya que la intensidad promedio de dureza que le dio el panel fue de 3.8

puntos (Tabla 24), el cual al ser un valor medio de la escala (de 1 a 7) indica que era más dura en relación a la otra, pero no que fuera tan dura como para ser desagradable.

Tabla 24. Intensidad promedio de los atributos evaluados en la determinación del perfil sensorial y la significancia de la diferencia entre las barras por cada atributo determinada con un análisis de varianza de un factor (con $\alpha=0.05$ y un valor F crítico de 4.098)

Atributo	Intensidad promedio*		Valor F	Probabilidad	Diferencia significativa
	Barra 1	Barra 2			
Aroma a miel	2.6	2.2	0.994	0.325	no
Desmoronamiento	3.2	2.8	0.338	0.564	no
Crujencia	5.0	2.0	57.0	$4.49 \cdot 10^{-9}$	sí
Dureza	3.8	2.2	16.4	0.000247	sí
Sabor dulce	2.9	3.0	0.0307	0.861	no

*Para la intensidad se usó una escala de 1-7 (1 mínima; 7 : máxima)

*Barra 1: horneada a 150°C; Barra 2: horneada a 125°C

Tabla 25. Preferencia significativa por cada una de las barras evaluadas.

Barra	Cantidad de panelistas que la prefirieron	Porcentaje	Probabilidad	Preferencia significativa
1	15	75	<0.001	sí
2	5	25	0.848	no

Tal como se puede ver en el perfil sensorial, la barra obtenida por el proceso seleccionado cumplió con las características sensoriales deseadas, manifestadas en el grupo focal y entrevistas por los clientes de la tienda Chikach y otros consumidores de barras. Estas fueron una textura crujiente y compacta con un sabor poco dulce o neutral. La barra tuvo un valor alto de crujencia (5 puntos), un valor bajo de desmoronamiento (3.2 puntos) característica que se relaciona inversamente proporcional con cuán compacta es la barra y por último un valor bajo de sabor dulce (2.9 puntos).

C. Evaluación del producto terminado

1. Contenido de nutrientes. Al producto terminado se le realizó un análisis proximal cuyos resultados, en comparación con barras diseñadas en investigaciones previas, se pueden ver en la Tabla 26. El contenido de nutrientes obtenido es el esperado pues se obtuvo valores similares a los de las otras barras. Una ventaja clara de la barra diseñada en esta investigación es que su contenido de humedad es menor, lo cual resulta

beneficioso para su almacenamiento. El bajo contenido de humedad también comprueba la eficacia del horneado pues se redujo el 9% de agua que se agregó en la formulación.

Tabla 26. Contenido de proteína, grasa humedad, cenizas, carbohidratos totales y fibra cruda de la barra de amaranto y su comparación con barras diseñadas en otras investigaciones.

Componente	Contenido g/100g			
	Amaranto y chan	Sorgo ^a	Arroz ^a	Alta en proteína ^b
Proteína total	11.41 ± 0.13	9.56± 0.35	12.49± 1.36	15.31± 0.035
Grasa	17.52 ± 0.54	17.69 ± 1.57	15.01± 1.39	5.64 ± 0.05
Humedad	3.54 ± 0.19	9.01± 0.04	5.42± 0.20	10.71 ± 0.25
Cenizas	2.28 ± 0.04	1.15 ± 0.13	1.57± 0.03	2.20 ± 0.009
Carbohidratos *	63.01 ±0.59	58.8± 1.18	62.31± 1.12	60.97
Fibra cruda	2.24 ±0.45	3.79± 0.41	3.20± 0.33	5.17 ± 0.004
Calorías	463.32	433	434	355.88

^a (Ayala, 1997) ^b (Freitas y Moretti, 2006) *No incluyen fibra cruda

La comparación por porción con barras que se encuentran a la venta en los principales supermercados se muestra en la Tabla 27. Se observan los contenidos por porción de cada barra, el promedio y rango del contenido de los principales nutrientes que se reportan en la etiqueta de las barras comerciales y en la última fila el contenido de la barra diseñada en esta investigación. En todos los casos el contenido de nutrientes es mayor que el valor promedio de las barras comerciales, excepto en el contenido de carbohidratos, donde se acerca al valor más bajo del rango. En cuanto a calorías supera el promedio y es casi igual al valor más alto. Sobresale su contenido en ácidos grasos mono y poliinsaturados que son casi tres veces mayor al promedio, lo cual le da una ventaja competitiva al producto pues el consumidor frecuente barras tiene la noción de que este tipo de grasa es beneficiosa para su salud. La cantidad de ácidos grasos saturados entra en el rango pero es mayor al promedio, lo cual podría ser una desventaja debido a la mala reputación que tienen estas grasas entre los consumidores. Sin embargo se puede decir que la barra tiene la composición nutricional necesaria para competir con las barras comerciales que están a la venta en los supermercados de afluencia masiva, no sólo en tiendas pequeñas como Chikach.

Tabla 27. Comparación del contenido por porción de proteína, grasa, carbohidratos, fibra, calorías y ácidos grasos poliinsaturados de la barra diseñada y las barras que se encuentran en el mercado.

Barra	Contenido por porción (g)*						
	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Calorías	Ácidos grasos		
					saturados	mono insaturados	poli insaturados
Granola Bars, Helios	3	2.5	21	117	1	n/d	n/d
Multigrano Linaza, Bimbo	3.9	9.3	23.3	191	n/d	n/d	n/d
Plusvita, Bimbo	1.7	2.8	14.1	87	0.8	1.3	0.5
Special K, Kellogg's	2	1	18	90	0.3	0.3	0.4
Nature Valley	4	6	29	190	0.5	n/d	n/d
Chewy, Quaker	1	3	18	100	1.5	n/d	n/d
Great Value	1	2	18	90	0.5	n/d	0.5
Poffis, Jack's	1	2	18	97	0.5	n/d	n/d
Promedio	2.2	3.6	19.9	120	0.64	0.8	0.46
Rango	1-3.9	1-9.3	14.1-23.3	87-120	0.3-1.5	0.3-1.3	0.4-0.5
Esta investigación	2.85 ± 0.03	4.38 ± 0.14	15.76 ± 0.15	116	0.8	2.1	1.4

*obtenido del etiquetado nutricional

n/d: no disponible

Se obtuvo el perfil de ácidos grasos de la barra que se muestra en la Tabla 28 en conjunto con el contenido de ácidos grasos de las materias primas utilizadas (en paréntesis el porcentaje de las mismas en la formulación). El ácido alfa linolénico es aportado principalmente por el chan, lo cual confirma su aporte como ingrediente funcional en la barra. La adición de amaranto y marañón le dio a la barra su alto contenido en ácido oleico, el cual es el que tiene mayor presencia en la barra. Los ácidos grasos saturados (palmitico y esteárico) son los de menor contenido en la barra siendo su fuente principal el amaranto y el marañón. El amaranto tiene otros ácidos grasos de cadena más larga (Rodas y Bressani, 2009) que no se detectaron en la barra final. Esto probablemente se debe a que el análisis es una aproximación de los valores totales individuales y no un estudio de composición cuantitativa del aceite.

Tabla 28. Perfil de ácidos grasos de la grasa de la barra diseñada y las materias primas utilizadas

Ácido graso	Contenido (g/100g de aceite)			
	Barra	Chan (10%)	Amaranto (32%) ^a	Marañón (23%) ^b
Palmítico	12.10±1.04	7.63± 0.14	18	15.4
Estearico	7.57 ± 0.46	3.77 ± 0.08	75	6.20
Oleico	48.28 ±1.68	8.12 ±0.15		48
Linoleico	21.76 ± 0.17	20.68 ± 0.21		29.8
Linoléico	10.30 ± 0.04	59.80 ± 0.56	3	-

^a (Rodas y Bressani, 2009) ^b (Ministerio de Agricultura del Ecuador, 2001)

En una porción de la barra se consumen 0.451 g de ácido alfa linoléico, tal como se muestra en la Tabla 29. La barra de amaranto y chan se puede declarar como un alimento “alto en omega-3” pues tiene tres veces la cantidad mínima para hacer esta declaración. Colocar esta información en la etiqueta resulta otra ventaja competitiva frente a las demás barras comerciales puesto que últimamente se le ha hecho mucha publicidad a este tipo de ácidos grasos y ya es un término que el consumidor conoce y lo asocia a beneficios para su salud.

Tabla 29. Contenido de ácido graso alfa linoléico en la barra y su relación con la ingesta diaria adecuada

	Cantidad de ácido graso alfa linoléico
100 g de barra	1.8g
Porción de 25 g de la barra	0.451g
Ingesta diaria adecuada (EFSA)	2 g/día
Ingesta diaria adecuada (NAS)	1-1.6g/día
Contenido mínimo para declarar un alimento “alto en omega-3” (EFSA)	150mg/porción de barra (30% de ingesta diaria en 100g)

2. Aceptabilidad y preferencia del consumidor. Se hizo una prueba de aceptabilidad entre la barra diseñada y la barra Chikach (actualmente en venta), cuyos resultados se muestran en la Tabla 30. El consumidor aceptó los atributos de las dos barras dándole puntuaciones en la región positiva de la escala. Al realizar la comparación de aceptabilidad entre barras no hubo diferencia significativa en la aceptabilidad del olor, la textura y el sabor, mas sí en la apariencia favoreciendo la barra Chikach. Éste no fue un resultado esperado ya que se creyó que el contraste y adición de otros granos iba favorecer la aceptabilidad de la apariencia de la barra diseñada pues en los grupos focales y entrevistas realizadas previo al diseño se obtuvo que los clientes de la tienda

deseaban que la barra tuviera más contraste en su apariencia. Pudo afectar el hecho de que la semilla de chan aún se desconoce y por su tamaño y su color oscuro pudo causar una impresión negativa en los consumidores. La barra Chikach, en cambio, está elaborada exclusivamente de granos expandidos de amaranto, por lo que su apariencia es totalmente plana y uniforme. A pesar de ser significativamente más baja, la aceptabilidad de la apariencia de la barra diseñada sí fue aceptada por el consumidor pues la calificación de 3.50 se encuentra del lado positivo de la escala.

Tabla 30. Aceptabilidad de la barra diseñada y la diferencia significativa con la aceptabilidad de la barra Chikach, con un $\alpha= 0.05$ y valor crítico de $F= 3.938$.

Atributo	Aceptabilidad promedio*		Valor F	Probabilidad	Diferencia significativa
	Barra diseñada	Barra Chikach			
Apariencia	3.50	4.16	12.24	0.000706	sí
Olor	3.44	3.52	0.1726	0.6786	no
Textura	3.46	3.70	1.3459	0.2489	no
Sabor	3.67	4.04	3.15	0.0790	no

* se usó una escala de 1-5 (1: me gusta muy poco; 5: me gusta muchísimo)

La preferencia tampoco fue significativa por ninguna de las dos barras, tal como se muestra en la Tabla 31. Los comentarios respectivos de los panelistas acerca de la razón de su preferencia se ven en la Tabla 32. Se esperaba que la barra diseñada fuera la preferida pero, tal como se demuestra en la prueba de aceptabilidad y en los comentarios, la apariencia fue un factor en el que el producto no cumplió con las expectativas del consumidor. No se obtuvo comentarios acerca de qué aspecto de la apariencia les pareció mejor en la barra Chikach pues sólo la mencionaron en términos generales.

La contradicción con los resultados obtenidos en el grupo focal y entrevistas realizadas previo al diseño, se debe probablemente a que la prueba al consumidor se hizo con 50 personas de las cuales la mayoría no eran clientes de la tienda y tienen otros gustos que los que participaron en el grupo focal y entrevistas. Cabe recalcar que tampoco hubo una preferencia significativa por la barra Chikach, lo cual indica que desde la perspectiva del consumidor ninguna es mejor que la otra y que no hay información suficiente para decir que si los dos productos se encuentran a la venta se va preferir la barra Chikach. Otro factor que limitó la preferencia por la barra diseñada es que no se le dio a los consumidores información sobre los ingredientes, ni beneficios a la salud de las barras. De haberse realizado una prueba sensorial con etiqueta, o explicado que la barra

diseñada no contiene azúcar y que es alta en ácido graso alfa linolénico, probablemente hubiera aumentado su preferencia.

Tabla 31. Preferencia significativa por cada una de las barras evaluadas.

Barra	Cantidad de panelistas que la prefirieron	Porcentaje	Probabilidad un $\alpha= 0.05$	Preferencia significativa	Panelistas dispuestos a pagar Q 4.00 por la barra elegida
diseñada	24	46 %	0.022	no	87%
Chikach	26	54 %	0.005	no	89%

En la Tabla 31 también se muestra que de los panelistas que prefirieron la barra diseñada el 87% estaría dispuesto a pagar el precio propuesto por la tienda, resultado que es positivo y tiene mucha influencia en la decisión de implementar la producción y posterior venta de la barra en la tienda Chikach.

Entre los comentarios mostrados en la Tabla 32 destaca que una ventaja de la barra Chikach fue su sabor dulce, aunque no haya habido diferencia significativa en la aceptabilidad de sabor. Esto también se contradice con los resultados obtenidos en el establecimiento de las características deseadas donde claramente los consultados indicaron que deseaban un “sabor poco dulce o neutral”. Esto es un indicio más para considerar si los consumidores que participaron en la prueba de preferencia fueron las personas adecuadas. Probablemente debió hacerse la prueba con un grupo de personas cuya mayoría fueran clientes de la tienda, lo cual esta vez no fue el caso.

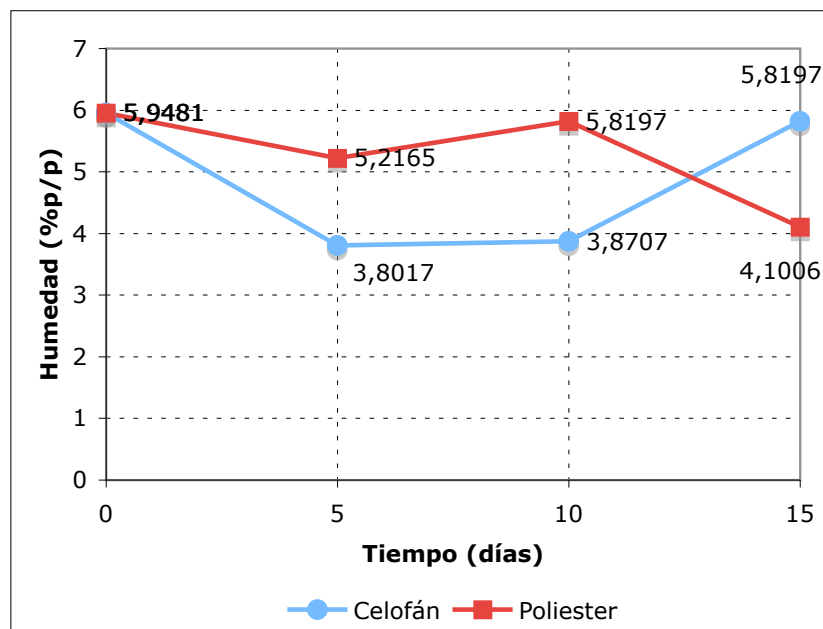
En la Tabla 32 también se puede ver que la combinación de ingredientes y más específicamente la semilla de marañón fue algo positivo para los consumidores.

Tabla 32. Número de panelistas por tipo de comentario acerca de la razón de su preferencia

Característica por la que se prefirió una de las barras		Número de panelistas que la prefirieron	
		Barra diseñada	Barra Chikach
Apariencia	en general	3	5
Textura	en general	0	4
	consistencia	4	4
Sabor	en general	9	14
	nivel de dulzor	8	12
	vainilla	1	0
	salado	1	0
Otros	combinación de ingredientes	5	0
	marañón	7	0
	olor	2	1

3. Estabilidad durante almacenamiento en dos empaques. El almacenamiento acelerado se llevó a cabo a 37°C por 15 días de los cuales cada 5 equivalen a un mes a temperatura ambiente (Escobar, 2000). A continuación se muestran 4 gráficos en los que se observa la evolución de la humedad, actividad de agua, textura, crujencia y sabor rancio. La evolución de la humedad mostrada en el Gráfico 4 no fue la esperada para ninguno de los empaques pues hubo una disminución en ambos al quinto día de almacenamiento. En el empaque de triple capa se mantuvo la tendencia decreciente en el día 15 y en el de celofán aumentó casi alcanzando el valor inicial. Se esperaba que en el empaque triple capa la humedad se mantuviera constante porque éste no es permeable al vapor de agua y que en el de celofán la humedad aumentara porque éste sí permite el paso de la humedad proveniente del ambiente. Es necesario hacer más estudios de este fenómeno para determinar las causas reales del comportamiento observado.

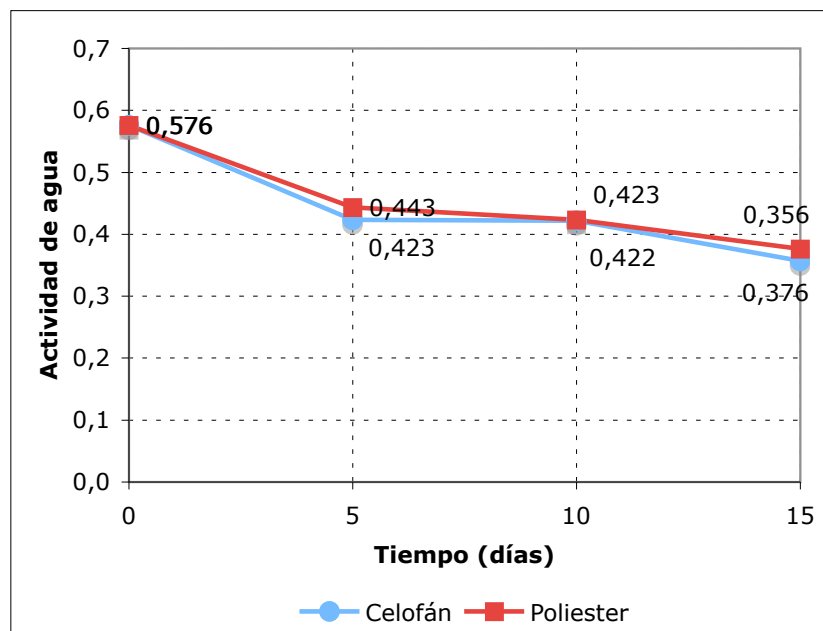
Gráfico 4. Evolución de la humedad en el almacenamiento acelerado



Para efectos de conservación del producto la actividad de agua es más importante que el contenido de humedad ya que provee información acerca de la disponibilidad del agua para la reproducción de microorganismos o para favorecer reacciones degenerativas como la oxidación lipídica o el oscurecimiento enzimático y no enzimático (Badui, 2006).

El comportamiento de este parámetro se muestra en el Gráfico 5. Se ve que la actividad de agua disminuyó de 0.576 a 0.356 y 0.376 en el día 15. Las barras comerciales suelen presentar un valor de actividad de agua de 0.5 a 0.7, por lo que el valor inicial en la barra fue el esperado. A este nivel la velocidad de reacciones de degradación son relativamente bajas, lo cual es de suma importancia para la barra por su alto contenido de ácidos grasos insaturados. Para explicar el posterior descenso que probablemente se relaciona con la pérdida de humedad, hace falta investigación. En caso de que la tendencia a disminuir se mantenga se estaría corriendo el riesgo de que la velocidad de la oxidación de lípidos se favorezca (lo cual sucede a una actividad de agua de 0.1) y se disminuya el contenido de ácidos grasos presentes en la barra y se favorecería la formación de peróxidos en la barra con lo que el alimento se podría convertir en una amenaza para la salud del consumidor.

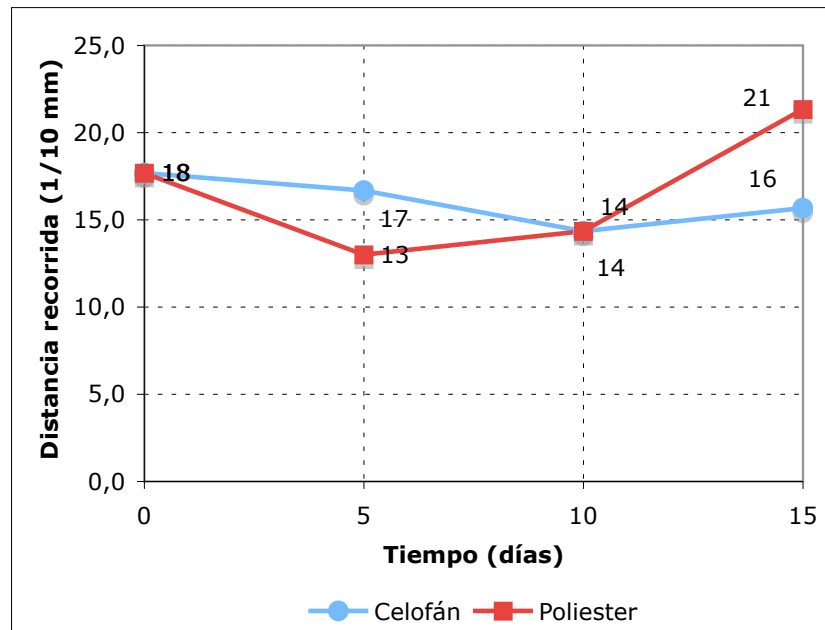
Gráfico 5. Evolución de la actividad de agua en el almacenamiento acelerado



En los Gráficos 6 y 7 se observa el comportamiento de la textura en términos de dureza medida experimentalmente (Gráfico 6) y crujencia medida sensorialmente (Gráfico 7). La dureza se midió por la distancia que el penetrómetro recorrió en el alimento, mientras más distancia recorre, más suave es la barra. Se observa que la tendencia de la dureza en el empaque de celofán es constante y en el empaque triple capa aumenta en el día 15.

La suavidad generalmente aumenta porque el producto absorbe agua del ambiente, por lo que este resultado no es coherente con el comportamiento de la humedad, la cual en el día 15 disminuyó en el empaque triple capa y aumentó en el de celofán.

Gráfico 6. Evolución de la dureza en el almacenamiento acelerado



Esta incongruencia se confirma al observar los datos de la evolución de la crujencia pues se ve que en el día 15 ésta disminuye, por lo que se esperaría que la humedad hubiera aumentado en ambos empaques.

Tanto la evolución de la crujencia como la dureza fueron los esperados puesto que se mantuvieron relativamente constantes en las mediciones de los días 5 y 10 para cambiar en día 15, teniendo así una base para prever que la vida anaquel de las barras en cualquiera de los empaques es de dos meses pues entre éste y el tercer mes se perderá su consistencia. En el caso de la crujencia es válido decir que aunque disminuya, no pasa del valor medio de la escala lo cual significa que no se pierde completamente, pero sí suficiente para decir que el producto, al tercer mes, ya no contará con la textura ideal para ser agradable al consumidor.

Gráfico 7. Evolución de la crujencia en almacenamiento acelerado

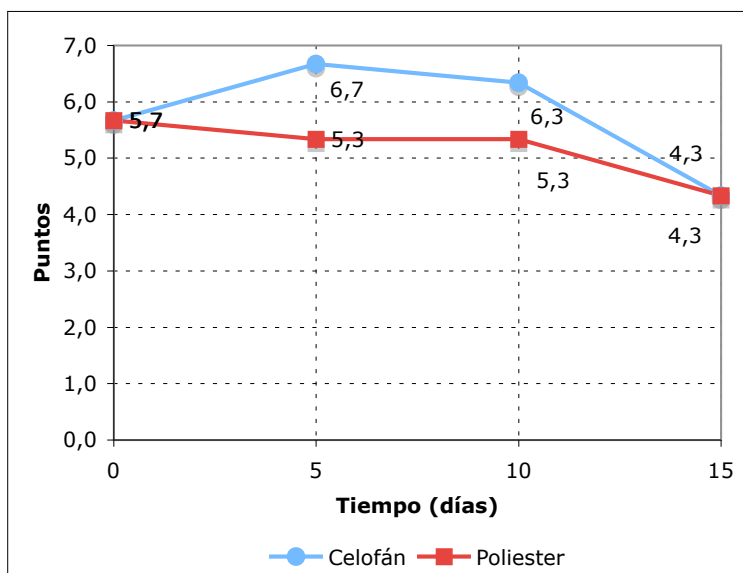
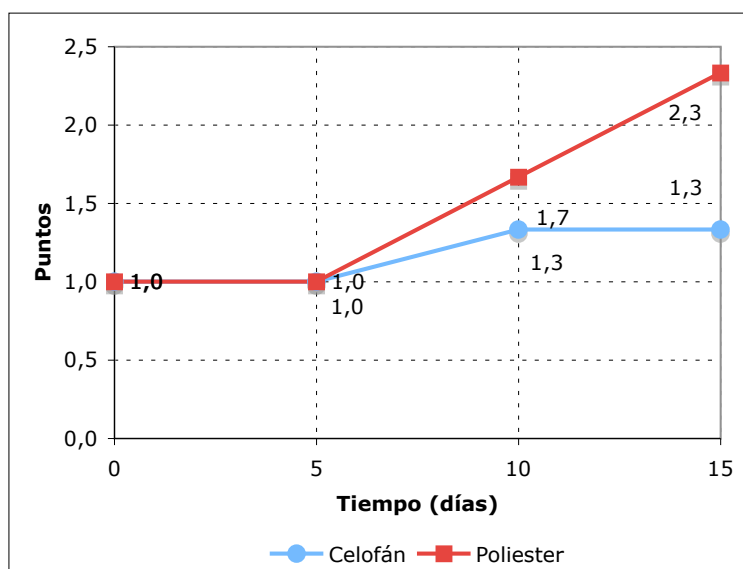


Gráfico 8. Evolución de la rancidez en el almacenamiento acelerado



La evolución de la rancidez sensorial se observa en el Gráfico 8. Llama la atención que en el empaque triple capa el aumento es mayor que en el de celofán. Éste no es un comportamiento esperado ya que el empaque triple capa no es permeable al oxígeno. El otro factor para que aumente la rancidez es la actividad de agua, sin embargo en ninguno de los empaques se llegó a un nivel donde la velocidad de oxidación lipídica se favoreciera. De cualquier forma el cambio de rancidez del día 10 al 15 fue de

aproximadamente un punto en la escala de intensidad de 1 a 7. Esto indica que, a pesar de haber aumentado, se mantuvo una rancidez baja. Los datos de textura dieron la pauta para prever una vida anaquel de dos meses para la barra, por lo que el aumento de rancidez en el tercer mes no sería un factor de riesgo para el consumidor.

Dado que la diferencia entre empaques en los factores determinantes para determinar la vida anaquel del producto no fue significativa, se sugiere que se utilice el empaque de celofán por ser el más económico. Sin embargo hay que tomar en cuenta que en el almacenamiento acelerado las barras se mantuvieron dentro de una incubadora donde no estuvieron expuestas a la luz solar, factor que influye en la degradación de los ácidos grasos. Es por eso que si se utiliza el empaque de celofán para las barras deberá indicarse en la etiqueta que se almacenen en un lugar oscuro o venderlas por varias unidades dentro de una caja de cartón oscuro.

Aunque se esperaba una vida de anaquel más larga, dos meses se considera un tiempo adecuado para la barra ya que si se implementa su producción y venta en la tienda Chikach, este será un producto artesanal con un volumen bajo de producción, de tal manera que no pasará más de dos semanas en la tienda. Esto le daría al consumidor un margen de mes y medio para almacenarlo en su hogar y consumirlo.

Uniéndolos todos los resultados obtenidos y analizados, se puede decir que se cumplió con el objetivo de caracterizar la semilla de chan y de diseñar una barra con alto contenido en ácido graso alfa linolénico que se pueda comercializar en la tienda Chikach. Los miembros de ésta, podrán disponer de la información que en este trabajo se presenta para colocarla en la etiqueta del envase de la semilla de chan. Además podrán implementar la producción de la barra y venderla como un producto funcional.

VII. CONCLUSIONES

- La semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) cultivada en Cunén, departamento de El Quiché, contiene 19.32 % de proteína, 29.82 % de grasa, 5.28 % de humedad, 5.24 % de cenizas, 40.34 % de carbohidratos, 19.88 % de fibra cruda y 31.36% de fibra dietética, valores que coinciden con los obtenidos en investigaciones previas con semilla de chan cultivada en otros lugares.
- El aceite extraído de la semilla de chan contiene un 59.80 % de ácido graso α -linolénico, un 20.68 % de linoléico, un 8.12 % de oléico, un 7.63 % de palmítico y un 3.77 % de esteárico. El alto contenido de ácido graso α -linolénico, convierte al chan en un alimento con alto contenido de omega-3, por lo que su potencial para ser utilizado como ingrediente funcional de alimentos procesados es alto.
- La capacidad antioxidante de la semilla de chan es de 1909 equivalentes de ácido ascórbico por cada 100g. Este valor es alto en comparación de lo que contienen diversas frutas conocidas por su capacidad antioxidante.
- Fue posible desarrollar una barra de amaranto con un contenido alto de omega-3 proveniente de la semilla de chan, así como establecer el mejor proceso de elaboración de la misma.
- El contenido de nutrientes por porción es comparable al de las barras diseñadas por otros investigadores y a la mayoría de barras comerciales, con la ventaja de un mayor contenido de ácidos grasos mono y poliinsaturados, por lo que se considera apta para competir en el mercado.
- Debido al contenido de 450 mg de ácido graso alfa linolénico por porción, en el etiquetado de la barra se podrá incluir la declaración de que es un alimento con alto contenido de omega 3.

- El consumidor no mostró una preferencia significativa ni por la barra que actualmente se encuentra en venta, ni por la barra diseñada en esta investigación, lo cual probablemente se deba a que en la prueba no se dio información sobre sus beneficios adicionales. No obstante la apariencia, olor, textura y sabor de la barra sí fueron aceptadas

- La estabilidad de las barras no mostró diferencia significativa al almacenarla en dos empaques diferentes, uno de celofán y otro de triple capa (poliéster transparente, poliéster metalizado y polietileno), por lo que se recomienda usar celofán pues es el empaque de menor costo.

- Evaluando la estabilidad del contenido de humedad, la actividad de agua, la dureza, la crujencia y la rancidez de la barra se determinó por medio de un almacenamiento acelerado que su vida de anaquel es de dos meses.

VIII. RECOMENDACIONES

- Promover el uso del chan en la población, en general, dando a conocer sus propiedades nutricionales y los beneficios que otorga el consumo de la semilla.
- Realizar estudios específicos sobre la fracción proteica y fibrosa de la semilla de chan y sus aplicaciones como ingredientes de alimentos funcionales.
- Realizar estudios sobre las propiedades reológicas de la mezcla de chan y agua, así como sus aplicaciones en la tecnología de alimentos.
- Determinar la fracción soluble e insoluble de la fibra dietética de la semilla de chan.
- Realizar estudios sobre la estabilidad de la semilla de chan a lo largo del tiempo debido principalmente a su alto contenido de grasa y humedad.
- Hacer una prueba de aceptabilidad y preferencia de la barra diseñada en la que se presente debidamente etiquetada para que el consumidor pueda tomar en cuenta el contenido de ingredientes y los beneficios adicionales de las barras al momento de decidir.
- Profundizar en el estudio de la estabilidad durante el almacenamiento acelerado, haciendo énfasis en la evolución del contenido de humedad y actividad de agua.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC. 2006. *Official methods of analysis of AOAC International*. 18° Edición. Editada por William Horowitz. Paginación variada.
2. Aubourg, N. 2008. *Desarrollo de una barra de desayuno a base de sorgo (Sorghum Bicolor, (L.) Moench) y granola*. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el grado académico de Licenciatura. Instituto Zamorano, Honduras.
3. Ayala, R. 1997. *Desarrollo de una barra nutritiva dirigida a niños de edad escolar*. Trabajo de investigación previo a optar el grado académico de licenciatura en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad del Valle de Guatemala. 48 págs.
4. Ayerza, R. 1995. *Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (Salvia hispanica L.) from five northwestern Locations in Argentina*. Journal of the American Oil Chemist Society, 72: 1079 – 1081.
5. Ayerza, R. 1996. *Composición de los ácidos grasos y contenido de aceite y de proteína en chía Salvia hispanica L), cultivada en Perú, Colombia y Argentina*. Third European Symposium on Industrial Crops and Products. Elsevier, Reims, France.
6. Ayerza, R.; W. Coates, 2000. *Dietary Levels of chía: Influence on Yolk Cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens*. Poultry Science. Vol. 79 (5): 724-739.
7. Ayerza, R.; W. Coates. 2001. *Semillas de chía: Nueva fuente natural de ácidos grasos omega – 3, antioxidantes y fibra dietética*. Southwest Center for Natural Products, Research and Commercialization. Office of Arid Land Studies. The University of Arizona.
8. Ayerza, R.; W. Coates. 2005. *Chía: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs*. Tucson, The University of Arizona Press. 197 págs.
9. Ayerza, R.; W. Coates. 2005. *Ground chía seeds and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat*. Nutrition Research. Vol 25 (): 995-1003.
10. Ayerza, R.; W. Coates. 2007. *Effect of dietary α -linolenic acid derived from chía when fed as ground seed, whole seed, and oil lipid content and fatty acid composition in rat plasma*. Annals of Nutrition and Metabolism. Vol 57 (1): 27-34.
11. Ayerza, R.; W. Coates. 2008. *Chia seeds and the Columbus Concept, Bakery and Animal Products*. Editado por F. De Meester y R. R. Watson. Humana Press, Totowa, NJ 07512 pp 377-392.

12. Ayerza, R.; W. Coates. 2009. *Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and alfa-linolenic content of three chia (Salvia hispanica L.) selections*. Industrial Crops and Products (30): 321 – 324
13. Badui, S. 2006. Química de Alimentos. Cuarta edición. Pearson education. 716 págs.
14. Beltrán-Orozco, M y M. Romero. 2003. *La chía, alimento milenario*. Trabajo de postgrado. Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México. 25 págs.
15. Beteta, O. 2006. *Desarrollo de una barra nutritiva con amaranto y otros productos de la región*. Trabajo de investigación previo a optar el grado académico de maestría en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad del Valle de Guatemala. 48 págs.
16. Bushway, A.; P.R. Belyea y R.J. Bushway. 1981. *Chía Seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein*. Journal of Food Science (46): 1349 – 1356.
17. Cahill, Joseph. 2003. *Ethnobotany of chía*. Economic Botany. 57 (4): 604-618
18. Castro-Martinez, R., Pratt, D.E., Miller, E.E., 1986. *Natural antioxidants of chia seeds*. En Proceedings of the world conference on emerging technologies in the fats and oils industry. Editado y Publicado por el American Oil Chemists Society.pp. 392–396.
19. Cussler, E.; Moggridge, G. 2001. *Chemical Product Design*. Cambridge University Press.
20. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Aminoacids*. 2005. National Academy of Science. [Estados Unidos] Disponible en <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~media/C5CD2DD7840544979A549EC47E56A02B.ashx>
21. Escobar, B.; A.M. Estévez; y M.A. Guiñez. 2000. *Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarrobo (Prosopis chilensis (Mol) Stuntz)*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 50 (2): 152-156.
22. Fernández, I., R. Ayerza, W. Coates, S.M. Vidueiros, N. Slobodianik y A.N. Pallaro. 2005. *Effect of incorporating chia seed or oil on the plasmatic lipid profile*. Proceedings of the XI Congreso Latinoamericano de Grasas y Aceites, Buenos Aires y Rosario, Argentina, pp: 352-353.
23. Fernández, I., R. Ayerza, W. Coates, S.M. Vidueiros, N. Slobodianik y A.N. Pallaro. 2006. *Nutritional characteristics of chia*. Actualización en Nutrición. Vol 7 (1): 23-25.
24. Freitas, D. 2005. *Barras de cereais elaboradas como proteína de soja e germen de trigo, características fisicoquímicas e textura durante armazenamento*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 55 (3): 299-304.

25. Freitas, D.; R. Moretti. 2006. *Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico*. Ciencia e Tecnología Alimentaria, Campinas. Vol 26 (2): 318-324.
26. García-Casal, M. 2007. *La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población*. Anales Venezolanos de Nutrición, Vol. 20 (2): 108-114.
27. Guiotto, E. N. 2009. *Efectos de la humedad sobre propiedades físicas de la semilla de chíá*. X Congreso de Ingeniería Rural II y Mercosur, Rosario, Argentina. Resumen.
28. Insel, P.; E. Turner; y D. Ross. 2002. *Nutrition*. Jones and Bartlett Publishers. Boston. 730 págs.
29. Ixtaina, V. 2007. *Oxidative Stability and Characterization of Antioxidants in Chia Seed Oils*. American Oil Chemist Society. Annual Meeting & Expo, Québec, Canada. Resumen.
30. Ixtaina, V.; S. Nolasco y M. Tomás. 2008. *Physical properties of chia (Salvia Hispanica L.) seeds*. Industrial Crops and Products. (28): 286 – 293.
31. Ixtaina, V. 2009. *Estabilidad oxidativa y caracterización de antioxidantes en aceite de chíá (Salvia hispanica L.) extraído mediante CO₂ supercrítico*. III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba, Argentina. Resumen.
32. Kuskoski, E.; A. Asuero; A. Troncoso; J. Mancini-Filho; y R. Fett. 2005. *Aplicación de diversos métodos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos*. Ciencia y Tecnología de Alimentos, Campinas. Vol 25 (4): 726-732.
33. Kwak, N., D.J. Jukes. 2001. *Functional Foods. Part 1: The development of a regulatory concept*. Food Control, Vol. 12: 99 – 107.
34. Leatherhead Food Research. 2006. *The international market for cereal snacks: Trends and developments in cereal bars, rice bars and other cereal snacks*. <http://www.marketresearch.com/product/display.asp?productid=1354238#pagetop>
35. Medina, M. 2006. *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (Phaseolus vulgaris)*. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera Agroindustrial en el Grado de Licenciatura. Instituto Zamorano, Honduras. 37 págs.
36. Muñoz, A. M., et al. 2007. "Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios". *Revista de la Sociedad Química de Perú*. 73 (3). 142-149.
37. *Nuez Marañón*. 2001. Convenio MAG/IICA. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador.

38. O' Brien, R. 1998. *Fats and Oils; Formulating and Processing for Applications*. Technomic Publishing Co, Inc. Lancaster. 694 págs.
39. *Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, nutrition and allergies [NAD] related to nutrition claims concerning omega-3 fatty acids, monounsaturated fat, polyunsaturated fat, polyunsaturated fat and unsaturated fat*. 2005. European Food Safety Authority. Parma. 29 págs. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/253.pdf>
40. Pallaro, A. N. , M.S. Feliú, S.M. Viduerios, N. Slobodiank, R. Ayerza, W. Coates y I. Fernández. 2004. *Study of a non traditional source of protein*. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. 1p.
41. Pellet, P.L. y V., Young. 1980. *Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos*. Programa mundial contra el hambre de la Universidad de las Naciones Unidas. 175 págs.
42. Rea, A. 1998. <<At the deserts Green Edge>>. University of Arizona Press, Tucson. En *Ethnobotany of chía*, de Joseph Cahill. University of Arizona Press, Tucson.
43. Reyes-Caudillo, E.; A. Tecante y M.A. Valdivia-López. 2007. *Dietary fiber content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds*. Food Chemistry (107): 656 – 663.
44. Rodas, B. y R. Bressani. 2009. <<Contenido de aceite, ácidos grasos y escualeno en variedades crudas y procesadas de grano de amaranto>>. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Guatemala]. 59 (1): 82-87.
45. Ryland, D.; M. Vaisey-Genser; S.D. Arntfield; y L. J. Malcolmson. 2010. *Development of a nutritious acceptable snack bar using micronized flaked lentils*. Food Research International. Vol 43: 642-649.
46. Salgado-Cruz, M.; Cedillo, D. y Beltrán-Orozco M.C. 2005. *Estudio de las propiedades funcionales de la semilla de chía (Salvia hispanica L.) y de la fibra dietética obtenida de la misma*. Rev. Salud Púb. Nutr. 13 (CNA-53): 358 – 366.
47. Sun-Waterhouse, D.; A. Teoch; C. Massarotto; R. Wibisono; y S. Wadhwa. 2010. *Comparative analysis of fruit based functional snack bars*. Food Chemistry. Vol 119 (): 1369-1379.
48. Taga, M.S.; Miller, E.E. y Pratt, D.E. 1984. *Chía Grains as a Source of Natural Lipid Antioxidants*. Journal of the American Oil Chemist Society. 61 (5): 928-931
49. Vázquez-Ovando, A.; G. Rosado-Rubio y D. Betancur-Ancona. 2006. *Caracterización fisicoquímica y funcional de una fracción fibrosa de chía (Salvia hispanica L.)*. El Cromosoma [México] (2): 64 – 70.

50. Vázquez-Ovando, A., *et al.* 2008. *Propiedades fisicoquímicas y funcionales de un producto proteínico de chía (Salvia hispanica L.)*. IX Congreso de Ciencias de Los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Guanajuato, México.

51. Vázquez-Ovando, A. *et al.* 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica L.*). *Food Science and Technology*. Vol. 42: 168-173.

52. Weber, C.W.; Gentry, H.S.; Kohlhepp; E.A. y McCrohan, P.R. 1991. *The Nutritional and Chemical Evaluation of Chía Grains*, *Ecology of Food and Nutrition*. 26:119-125.

X. APÉNDICE

Imágenes

Semilla del chan



Flores del chan



Barra diseñada



Detalle



Empaques durante almacenamiento



Uso del chan en la limonada



Grupo focal**Grupo focal en tienda Chikach****I. Objetivos**

- Características que los clientes de Chikach quieren mejorar y/o cambiar en la barra de amaranto.

II. Participantes

- Clientes y colaboradores de la tienda Chikach interesados en el mejoramiento de la barra

III. Lugar y fecha de reunión

- Tienda Chikach, salón de talleres
- Viernes 2 de julio de 12:30 a 1:30 pm

IV. Materiales y equipo

Equipo:

Descripción	Cantidad	Observaciones
Mesa (para 6 personas mínimo)	1	
Grabadora	1	computadora o cassette

Materiales:

Descripción	Cantidad	Observaciones
Cartelitos para nombre	1 por participante	
Ganchitos de ropa	1 por participante	para cartelito
Refacción (café y pan/galleta)	1 por participante	al final de la reunión
Servilletas		
Barras amaranto	1 por participante	
Otras barras	1/2 por participante	

V. Metodología**a. Presentación**

- Me presento
- A qué se debe nuestra reunión: Mejorar la barra en todos los aspectos
- Escribir su nombre en hoja
- Instrucciones: Yo hago preguntas, contestamos en orden, para que cada quien pueda dar su opinión. No es obligatorio contestar todo.

b. Desarrollo**General**

- ¿Conocen la barra de amaranto? – sí, no – cuántos_____
- ¿La compran? – sí, no – cuántos_____
- Si la conocen: comentarios sobre ella. Qué les parece en general.
- ¿Por qué no la compran?
 - desconocimiento
 - precio
 - no les gusta

(qué:_____)

- Si no la conocen: seguimos.
- Traer una barra para cada quien, cerrada.

Apariencia y empaque

- Sin tocar la barra: ¿qué les parece su apariencia? ¿Su empaque?
- ¿Que les desagrada? ¿Que les agrada?
- Abran el empaque
 - ¿fácil? ¿CÓmodo? ¿Comentarios sobre forma de abrir?

Aroma

- ¿Cómo huele?

Textura y sabor

- Partan la barra por la mitad y denle una mordida
 - ¿Comentarios? ¿Qué les gusta? ¿Disgusta? ¿Mejorar?

Ingredientes

- Listarles los ingredientes
 - ¿Qué opinan de los ingredientes?

Comparación con otras barras (Quaker Chewy (1), Helios (2), Special K (3))

- Traer las otras barras para cada quien, sin empaque, numeradas.
 - ¿Comentarios? ¿Qué características de estas barras quisieran en la nueva barra de amaranto?. ¿Cuáles definitivamente no?.
 - Fijarse en apariencia, aroma, textura y sabor. Cualquier otra cosa.

Comentarios finales

c. Cierre

- Agradecimiento por participación
- Entrega de incentivo
- Refacción

Resultados:

Parámetro	Características que la barra actual tiene		Características que se desean en la barra nueva	Características a evitar en la barra nueva
	agradables	desagradables		
Empaque	Se observa producto (20)	Sello de tape (9)	Etiqueta (21) Sello (7)	
Apariencia	Homogéneo/Uniforme (5)	-	Varios ingredientes/Contraste (6)	Parecido a galleta (6)
Aroma	A granola (6) Apetitoso (5)	-	-	Olor artificial (7)
Textura	Crujiente (7) Consistente pero suave (6) Compacta/Sólida (5)	Arenosa (5)	-	Pegajosa (10) Dura (7)
Sabor	Poco dulce (9) Neutral (7)	Muy dulce (12) Ácido (6)	Que se identifiquen ingredientes (5)	-
Otros	-	Azúcar (9) Margarina (6)	Otros cereales/nueces (14)	-

Prueba orientada al producto: Perfil Sensorial

**Guía para realizar el perfil sensorial
Barra de amaranto y chan**

I. Introducción

En un perfil sensorial se evalúa un conjunto de características simultáneamente obteniendo como resultado una gráfica que indica el grado en que el alimento satisface cada una de ellas. Es una evaluación útil para el diseño de productos nuevos pues permite establecer hasta que punto el alimento cumple con las especificaciones previamente establecidas. En ésta evaluación se determinará el perfil de dos barras de amaranto y chan, para determinar cuál es la que más se acerca a las características deseadas. Las características que se evaluarán corresponden a los resultados obtenidos en un grupo focal en el cual los consumidores indicaron sus deseos para mejorar la barra. La importancia de la formulación es que no contiene azúcar como edulcorante ni como ingrediente principal del jarabe de cohesión para la barra. En sustitución de éste ingrediente contiene miel y un gel formado a partir de la suspensión de partículas de chan en agua. Además contiene semillas de marañón para agregarle un contraste de textura y sabor al producto.

La diferencia entre las dos alternativas nuevas es su textura que se debe principalmente a la temperatura de horneado. La formulación de los ingredientes es la misma en ambas.

II. Objetivos

- a. Describir cada una de las barras por medio de la obtención de valores para la magnitud de cada uno de los descriptores dados.
- b. Comparar los perfiles de las barras con las características deseadas.
- c. Obtener la opinión de los panelistas acerca de su preferencia por una de las barras evaluadas.

III. Materiales y equipo

Tabla A1: Materiales para la determinación del perfil sensorial de tres barras de amaranto.

Cantidad	Descripción
10	Barras de amaranto y chan 1
10	Barras de amaranto y chan 2
10	Polvorosas
1	Litro de miel
1	Paquete de cereal Quaker
1	Paquete de queso kraft
1	Bolsa de marshmallows
5	Quiebra dientes
1	libra de azúcar
25	Servilletas
60	Platos desechables pequeños
18	Platos desechables grandes
26	Vasos desechables pequeños
60	Vasos desechables de una onza
	Agua pura

Tabla A2: Equipo para la determinación del perfil sensorial de tres barras de amaranto.

Cantidad	Descripción
8	Bandejas
3	Picheles
8	Lápices
1	Marcador permanente
1	Rollo de masking tape

IV. Metodología

a. Preparación de las muestras

Las barras de amaranto y chan se prepararán el un día anterior a la prueba en el laboratorio de tecnología de alimentos de la Universidad del Valle y se almacenarán en un recipiente hermético debido a que aún no cuenta con un empaque propio.

Para la elaboración primero se mezcla el agua con el chan y la miel. Esta mezcla se deja reposar mientras se mezclan el amaranto y la semilla de marañón. Luego se unen las dos mezclas para obtener una sola. Se moldean sobre una bandeja con papel encerado, se cortan y se hornean.

Las barras se partirán a la mitad para obtener 20 muestras de cada una.

b. Presentación de las muestras y dinámica de la evaluación

Los panelistas se sentarán alrededor de la mesa, se les explicará el objetivo de la prueba y se darán las instrucciones generales. A continuación se les presentarán los alimentos de referencia (ver la Tabla A3) y se resolverán las dudas que se presenten. Al terminar saldrán y se preparará la prueba.

Tabla A3: Alimentos de referencia.

Atributo a evaluarse		Alimentos de referencia	
		1	5
1	Aroma a miel	solución miel: agua (2:98)	miel
2	Desmoronamiento	galleta maría	polvorosa
3	Dureza	galleta waffle	barra natural valley
4	Crujencia	barra plus vita	cereal quaker
5	Sabor dulce	galleta soda sin sal	espumilla

Luego de ubicarse en los cubículos cada panelista recibirá las tres muestras de barras de amaranto codificadas con números aleatorios (Ver Tabla A4) y sus alimentos de referencia.

En cada una de las ocho bandejas se colocará una muestra de cada barra con códigos aleatorios de tres cifras (ver Tabla A4). En la bandeja también habrá un lápiz, una servilleta y un vaso para enjuague.

V. Análisis

Se determinará la media de intensidad de cada descriptor utilizando una escala de 1 a 10 para cuantificar cada atributo. Con los promedios se elaborará una gráfica de araña para

cada barra. Se determinará la preferencia significativa que tuvo el panel por alguna de las tres barras. Por último se hará un análisis de los comentarios para determinar si hay que mejoras por hacer y en qué dirección.

VI. Participantes

Estudiantes del curso de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala durante el segundo semestre del año 2010, impartido por la Licenciada Lucía Castellanos.

Tabla A4: Orden de presentación de muestras con sus códigos generados al azar

No. Boleta	Muestra 1	Muestra 2
1	362	101
2	898	114
3	415	833
4	460	364
5	741	459
6	583	580
	Muestra 2	Muestra 1
7	253	426
8	458	784
9	660	018
10	480	116
11	645	753
12	438	222
13	682	393
	Muestra 1	Muestra 2
14	683	881
15	841	986
16	068	708
17	230	189
18	878	264
19	847	919
20	538	628

Muestra 1: barra nueva 150

Muestra 2: barra nueva 125

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____



**PERFIL SENSORIAL DE BARRAS DE AMARANTO
BOLETA DE EVALUACIÓN**

A continuación se le presentan dos muestras de barras de amaranto. Sírvase oler cada muestra para evaluar su aroma a miel. Después partirlas con las manos para determinar el desmoronamiento. Por último coloque la muestra dentro de la boca en las molares y evalúe su dureza al dar la primera mordida, su crujencia escuchando con atención el sonido que llega a sus oídos y el sabor dulce.

Indique el grado de intensidad de 1 a 7 de cada uno de los atributos en el orden de que se le pide en la Tabla. Para cada atributo se le presentarán dos alimentos que corresponden a los valores 1 (mínimo) y 7 (máximo) para que le sirvan de referencia.

Recuerde tomar agua al inicio de la evaluación y entre cada muestra.

¡CUALQUIER DUDA QUE TENGA PREGUNTE POR FAVOR!

	Código de la muestra	
Atributo		
Aroma a miel		
Desmoronamiento		
Dureza		
Crujencia		
Sabor dulce		

Por favor indique cuál de las dos muestras prefiere circulando el código que la identifique. Luego indique la razón de su elección.

¿Por qué?

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Prueba orientada al consumidor: aceptabilidad y preferencia

Edad: _____ Sexo: _____ Fecha: _____



PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA DE DOS BARRAS

1. A continuación se le presentan dos muestras de barras de amaranto. Sírvase observar, oler y probar cada una empezando por la que tiene a su izquierda. Para cada muestra coloque en el cuadro correspondiente el puntaje que considere adecuado según la siguiente Tabla:

Puntaje	Descripción
5	me gusta mucho
4	me gusta un poco
3	no me gusta ni me disgusta
2	me disgusta un poco
1	me disgusta mucho

Recuerde tomar agua al inicio de la evaluación y entre cada muestra.

¡CUALQUIER DUDA QUE TENGA PREGUNTE POR FAVOR!

Muestra	Apariencia	Olor	Textura	Sabor

2. A continuación indique cuál de las dos muestras prefiere, circulando el código que la identifique e indique la razón.

¿Por qué?

3. ¿Estaría usted dispuesto/a a pagar Q.4.00 por la barra que prefirió?

(NOTA: El tamaño de la barra sería de más del doble de la muestra que probó)

Sí _____ No _____

4. ¿Cuántas barras suele usted consumir a la semana?

menos de 1 _____ 1-3 _____ 4-7 _____ más de 7 _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!