

Caracterización de la semilla del chan (*Salvia hispanica L.*) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente¹

Dolores Ixmucané Alvarado Rupflin

doloresalvarado@gmail.com

Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle de Guatemala

RESUMEN: El objetivo principal de este estudio fue determinar la composición de nutrientes de la semilla del chan cultivada por pequeños productores de Cunén, El Quiché, y a partir de su contenido de ácido graso alfa linolénico diseñar una barra con alto contenido de este nutriente esencial. La composición de la semilla del chan (19% proteína, 30% grasa, 5% humedad, 5% cenizas, 20% fibra cruda, 31% fibra dietética), su perfil de ácidos grasos (8% palmítico, 4% esteárico, 8% oleico, 21% linoleico y 60% α -linolénico) y su capacidad antioxidante (1909 mg equivalentes de ácido ascórbico/100g) coincidieron con los datos encontrados en la literatura. Por su contenido de ácido graso ω -3 se considera que el chan tiene un alto contenido de omega-3. El alimento funcional diseñado fue una barra de amaranto expandido, miel, semilla de marañón y chan. Tuvo una composición de nutrientes (11% proteína, 18% grasa, 4% humedad, 2% cenizas, 2% fibra cruda), y un valor energético (463 calorías) similar al de otras barras comerciales, pero con un notorio contenido mayor de ácidos grasos insaturados. Por contener 450 mg de ácido ω -3 por porción se puede declarar en el etiquetado que es un alimento alto en omega-3. En el análisis sensorial se determinó que el consumidor sí acepta la barra por sus atributos de apariencia, olor, sabor y textura. Se estudió la estabilidad durante el almacenamiento acelerado de la barra usando dos empaques distintos: de celofán y de triple capa de poliéster. No hubo diferencia significativa por empaque y la vida anaquel fue de dos meses en ambos.

PALABRAS CLAVE: chan, chía, *Salvia hispanica L.*, alimento funcional, barra, omega-3, ácido graso α -linolénico.

Chan (*Salvia hispanica L.*) seed characterization and functional product development

ABSTRACT: The main objective of this study was to determine the nutritional composition of the chan seed (*Salvia hispanica L.*), produced by small farmers of Cunén, El Quiché, and based in her ω -linolenic fatty acid content design a functional food with a high content of this essential nutrient. The composition of the seed (19% protein, 30% fat, 5% humidity, 5% ashes, 20% raw fiber, 31% dietetic fiber), her fatty acids profile (8% palmitic, 4% stearic, 8% oleic, 21% linoleic 60% ω -linolenic) and her antioxidant capacity (1909 ascorbic acid equivalents/100g) were similar to the data found in the literature. Because of her content in ω -linolenic fatty acid, the chan seed is considered high in omega-3. The functional product designed was a nutritional bar with toasted amaranth, honey, cashew seed and chan seed as ingredients. The bar's nutritional composition (11% protein, 18% fat, 4% humidity, 2% ashes, 2% raw fiber), and his energetic value (463 calories) was similar to those of other commercial bars, but with a notorious higher content in unsaturated fatty acids. Because one portion of the bar contains 450 mg of ω -linolenic fatty acid, it can be stated on the label that it is a food high in omega-3. In the sensory analysis it was determined that the consumer accepts the appearance, aroma, flavor and texture of the bar. His stability in accelerated storage was compared in two different packaging materials: cellophane and a three layer of polyester and polyethylene. There wasn't any significative difference found and the shelf life of the bar was of two months in both.

KEY WORDS: chan, chía, *Salvia hispanica L.*, functional food, bar, omega-3, α -linolenic fatty acid.

¹Asesor de tesis: Ing. Peter Meng Sapper MSc.

Introducción

La semilla de chan (*Salvia hispanica* L.) 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.

Tiene forma ovalada, es de color gris oscuro con pequeñas líneas negras y mide aproximadamente 2mm de largo por 1mm de ancho. Su composición varía de acuerdo al lugar de procedencia (Ayerza y Coates, 2009). Sin embargo puede generalizarse que tiene un alto contenido de varios nutrientes como proteínas (23.60% p/p), carbohidratos (18.70% p/p), lípidos (29.80 %p/p), vitaminas, minerales y fibra (18.00 %p/p) (Bushway et al, 1981) superando en todos los casos el contenido que presentan granos como el arroz, cebada, avena, trigo y maíz (Ayerza, 2005). Contiene todos los aminoácidos esenciales y es libre de gluten (Ayerza y Coates, 2005). Una de las características por las que más sobresale es por su contenido de ácidos grasos esenciales, ya que su aceite contiene un 19% de ácido graso linoleico y un 63.8% de ácido graso alfa linolénico, clasificado como omega-3. De éste último contiene más que los aceites de: algas, arenque, hígado de bacalao, arenque americano o salmón, según datos de la USDA (Ayerza y Coates, 2005). Los aceites de uso común (palma, oliva, girasol, maíz, soya o canola) tampoco superan al aceite del chan en cuanto al contenido de dicho ácido graso pues ninguno tiene más de un 9% (O'Brien, 1998). El aceite de linaza es el único que tiene un contenido similar siendo éste de 57.5% (Ayerza y Coates, 2005). Es una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre (Ayerza y Coates, 2005; Bushway et al, 1981) así como de vitamina B. Varios autores han estudiado su contenido de fibra dietética y éste se encuentra alrededor del 30% (Ayerza y Coates, 2005; Weber, 1991; Reyes-Caudillo, 2008). La fracción fibrosa del chan mostró una alta capacidad de retención (15.41 g/g) y de absorción de agua (11.73 g/g) así como de capacidad antioxidante (488.4 μ M ET/g) la cual es comparable a la del vino, té, café y jugo de naranja (Vazquez-Ovando, 2006). Los principales antioxidantes encontrados en la semilla son: ácido caféico, clorogénico y cinámico, junto con flavonoides como miricetina, quercetina y kempferol (Taga et al, 1984; Castro-Martinez et al, 1986; Reyes-Caudillo et al, 2007; Ixtaina et al, 2009).

Gracias a su composición el chan tiene un alto potencial como alimento o ingrediente funcional, pues 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 et al, 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 et al, 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 lactando (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 -linolénico (omega-3) cuyo consumo se considera un factor para disminuir enfermedades cardiovasculares. 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, coronarios y diversos tipos de cáncer (Ayerza y Coates, 2000; Ayerza y Coates, 2005; Ayerza y Coates, 2008).

Este estudio tuvo dos objetivos principales: caracterizar la semilla del chan proveniente de Cunén, El Quiché, Guatemala; y diseñar una barra nutritiva de amaranto expandido, miel, chan y semilla de marañón con alto contenido de ácido graso alfa linolénico, con el fin de ponerla a la venta en la tienda Chikach, ente comercializador de la organización no gubernamental Funcedescri que promueve la soberanía y seguridad alimentaria en 56 comunidades rurales de Guatemala.

Materiales y métodos

Caracterización de la semilla de chan:

La semilla fue cultivada en Cunén, El Quiché por un grupo de pequeños productores, quienes, por medio de Funcedescri (Fundación del Centro de Servicios Cristianos) la entregaron para que se realizara la presente investigación. Su preparación consistió en molerla en una licuadora hasta obtener un polvo fino y mantenerla en un recipiente hermético para realizar todos los análisis de su caracterización. Se determinó su contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas, contenido de fibra cruda y fibra dietética según los métodos de la AOAC. La capacidad antioxidante se midió por medio de un método espectrofotométrico basado en la reacción con DPPH del extracto metabólico de la muestra. El método es una adaptación del realizado por Kuskoski (Kuskoski et al, 2005) usando ácido ascórbico en lugar de utilizar Trolox como antioxidante de referencia. Para determinar el perfil de ácidos grasos la muestra se esterificó de acuerdo al método establecido por la AOAC. El análisis se realizó en un cromatógrafo de gases Agilent 6850 acoplado a un detector de masas 5975 con detector de triple eje. La columna empleada fue una HP 88 de 100 m de longitud, 250 μ m de diámetro y 0.20 μ m de grosor. La temperatura inicial de operación fue de 125°C y el tiempo de corrida fue de 24 minutos. La rampa de temperatura utilizada se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones de operación de la cromatografía de gases para determinar el perfil de ácidos grasos de la semilla de chan.

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

Diseño de la barra:

El diseño de la barra se basó en la metodología general para diseño de productos químicos propuesta por Cussler (Cussler, 2001). Para establecer las necesidades de los clientes de la tienda Chikach en cuanto a las características de la barra, se realizaron tres sesiones de grupos focales en las que participaron 21 personas en total. Adicionalmente se entrevistaron a 10 consumidores usuales de barras que no eran clientes de la tienda. Se consideraron también los principios mercadotécnicos de la tienda. Estas características y su justificación se pueden observar en la Tabla 2.

Para encontrar la formulación del prototipo de la barra el proceso se realizó por etapas, cada una de las cuales consistió en tres fases: 1) Determinar condiciones iniciales, 2) Formular, 3) Evaluar la formulación. Este ciclo se repitió hasta encontrar la formulación que cumpliera con las condiciones establecidas en la Tabla 2.

Los factores cruciales para la definición del proceso de elaboración fueron: 1) el orden de mezcla de ingredientes, 2) combinación de uso de semilla entera y molida de chan, 3) cantidad de miel, 4) tiempo de horneado y 5) temperatura de horneado. En la primera etapa de definición de proceso se realizaron todas las combinaciones de los primeros tres factores. Estando éstos definidos se procedió a combinar los tiempos (20, 30 y 40 min) y temperaturas de horneado (100, 125 y 150 °C). Se obtuvieron dos prototipos que sólo se diferenciaron entre sí por la temperatura de horneado. Para determinar cuál era el mejor se les realizó un perfil sensorial evaluando los atributos de: aroma a miel, desmoronamiento, dureza, crujencia y sabor dulce de la barra. Participaron 20 estudiantes del curso de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. Se utilizó una escala de siete puntos para determinar la intensidad de cada atributo en las muestras. Se utilizaron alimentos de referencia para ejemplificar los valores 1 y 7 de la escala. Por cada atributo se determinó la diferencia significativa entre las barras y se evaluó la preferencia.

A la barra finalmente seleccionada se le realizó una prueba sensorial orientada al consumidor para determinar la aceptabilidad de la misma. Los atributos evaluados fueron apariencia, olor, textura y sabor usando una escala de 5 puntos.

Se determinó la preferencia entre la barra diseñada y otra que ya se comercializaba en la tienda Chikach. En ambas pruebas participaron 50 personas (30 mujeres y 20 hombres) con promedio de 23 años de edad. 22 de estas personas indicaron que consumían regularmente de 1 a 3 barras por semana.

Evaluación del producto terminado:

La preparación de la barra consistió en molerla y mantenerla en un recipiente hermético para realizar todos los análisis de su caracterización. Se determinó su contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas y de fibra cruda según los métodos de la AOAC. Se determinó el perfil de ácidos grasos de la misma manera que a la semilla de chan.

Se determinó la estabilidad de la barra durante su almacenamiento con dos empaques diferentes usando el método propuesto por Ayala (Ayala, 1997). Se usaron bolsas de celofán y bolsas de tres capas (poliéster transparente + poliéster metalizado + polietileno de baja densidad). Se almacenaron las muestras por 15 días a 37°C. Según el método mencionado cada 5 días equivalen a un mes de almacenamiento normal. Cada cinco días se analizó el desarrollo del contenido de humedad, actividad de agua, dureza, crujencia (sensorialmente) y desarrollo de rancidez (sensorialmente).

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 realizaron análisis de varianza de un factor. Se utilizó el Software Statistics Data de Microsoft Excel 2004 para Macintosh.

Resultados y discusión

Caracterización de la semilla de chan:

En la Tabla 3 puede verse los resultados del análisis proximal de la semilla de chan, los cuales son similares a los valores obtenidos en la literatura lo que conlleva a que a la semilla

Tabla 2. Condiciones iniciales para la formulación de la barra determinadas a partir de las expectativas manifestadas por los consumidores potenciales.

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 mínimo 150 mg de omega 3 por porción	Es el tamaño usual de una barra comercial Con esto se obtendría un producto alto en contenido de omega 3
Costos	Materia prima por porción ≤ 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

analizada se le pueden adjudicar las propiedades relacionadas a los nutrientes que se mencionan en las referencias consultadas.

El perfil de ácidos grasos se muestra en la Tabla 4 donde se ve que el aceite de la semilla contenía un 59.80 ± 0.56 % de ácido graso alfa linolénico, que pertenece al grupo de ácidos grasos tipo omega-3. Por lo tanto, la semilla entera contiene 17.8g en cada 100g. Se puede decir entonces que el chan es un alimento alto en este nutriente esencial según las especificaciones de la EFSA (European Food Security Association) que indica que para poder hacer esta declaración el alimento debe contener como mínimo 0.6g por cada 100 g del alimento. Este análisis confirma que el chan es un ingrediente apto para ser utilizado en alimentos funcionales orientados a prevenir enfermedades cardiovasculares.

La capacidad antioxidante de la semilla de chan es de 1909 ± 30 mg de ácido ascórbico por cada 100g de semilla. Este resultado se muestra en la Tabla 5 el cual es mayor a la capacidad antioxidante de varias frutas. El chan tiene once veces más equivalentes de ácido ascórbico que el mango, la fruta con el nivel más alto. Al comparar la porción de chan de 10g con una porción de fruta de 100g, cantidades más acordes al consumo real, la porción de chan contiene 190mg de ácido ascórbico, cantidad que sigue siendo mayor al aportado por una porción de la fruta. Para la estabilidad de los ácidos grasos contenidos en la semilla de chan es muy importante la capacidad antioxidante de la fracción no grasa (tal como se realizó este análisis) puesto que los protege de la oxidación.

Diseño de la barra:

Las características esperadas de la barra se observan en la Tabla 2. La formulación de la barra que cumplió con estas características fue de un 32% de amaranto expandido, un 26% de miel, un 23% de semilla tostada de marañón, un 10% de semilla entera de chan y un 9% de agua. Para llegar a esta formulación se trabajó en etapas de diseño, las cuales se muestran en la Tabla 6. La primera formulación se determinó a partir del costo de la materia prima, el cual no debía exceder Q.1.00 para que el precio de venta (que incluye materia prima, insumos, mano de obra, depreciación, IVA y ganancia) no excediera los Q.4.00. Los cálculos para obtener estos valores fueron realizados por el ente comercializador y otorgados como una característica que el producto diseñado debía cumplir. Tomando en cuenta los costos de las materias primas se procedió a hacer una primera formulación que en la Tabla 6 se identifica como Etapa 1. Se puede ver que esta formulación tuvo varios defectos además de exceder el costo definido. Se hicieron varias reformulaciones y se obtuvieron varias combinaciones de

Tabla 4. 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
Estéarico	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

Tabla 5. 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, et al, 2005) ^b (Muñoz, 2007)

ingredientes, las cuales se identifican como Etapa 2 y Etapa 3 en la Tabla 6. La formulación finalmente seleccionada fue la obtenida después de realizadas las mejoras mencionadas en la Etapa 3. Esta formulación satisface las necesidades relativas a la materia prima ya que su ingrediente mayoritario es el amaranto, sólo contiene ingredientes naturales y no contiene azúcar. En cuanto al costo se logró que costara Q.1.07, valor que supera el límite sentado, pero se considera que al aumentar la producción y comprar materia prima en cantidades mayores los costos por barra se podrán reducir.

El procedimiento final de elaboración se muestra en la Figura 1. En todos los casos que se encontró en la literatura consultada sobre elaboración de barras, se usó como jarabe de unión una mezcla basada en edulcorantes por tener propiedades adhesivas, las cuales se deben principalmente a la capacidad de caramelización de los mismos y su cristalización al enfriarse. Por eso se considera una característica extraordinaria que en el proceso de elaboración de esta barra el agente adherente principal no haya sido un edulcorante, sino un líquido altamente viscoso formado por la mezcla de la semilla de chan, agua y miel. Se le agregó miel (que es un edulcorante) para darle sabor comprobando previamente que la cantidad de miel agregada (si se utiliza sola) no fuera suficiente para funcionar

Tabla 3. Análisis proximal 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 (Iktaina et al, 2009) ^d (Weber, 1991) ^{**} este dato de carbohidratos no incluye fibra cruda

como agente adhesivo. La humedad agregada por el líquido viscoso se elimina posteriormente en el horneado.

Se obtuvieron dos prototipos potencialmente aceptables elaborados por medio de este procedimiento, horneando ambos por 40 minutos, pero con diferente temperatura (125 y 150°C). De éstos se seleccionó el horneado a 150°C pues fue la barra preferida significativamente por el panel debido a sus características sensoriales que pueden verse en la Figura 2. Se considera que la principal razón de la preferencia fue su nivel de crujencia, además de cumplir con las características deseadas de tener una textura compacta y sabor poco dulce o neutral.

Evaluación del producto terminado:

El contenido de nutrientes de la barra diseñada se puede ver en la Tabla 7, el cual, en todos los casos es similar al de otras barras especificadas en la literatura. Una ventaja clara de la barra es su menor contenido de humedad, lo cual es ventajoso para su almacenamiento y comprueba la eficacia del horneado pues se redujo el 9% de agua que se agregó en la formulación. La comparación con otras barras comerciales (ya en el mercado) se muestra en la Tabla 8. Exceptuando los carbohidratos, en todos los casos el contenido de nutrientes de la barra diseñada es mayor que el valor promedio de las comerciales. Sobresale

Tabla 6. Formulaciones obtenidas después de cada etapa de diseño previas a la formulación final.

		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 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

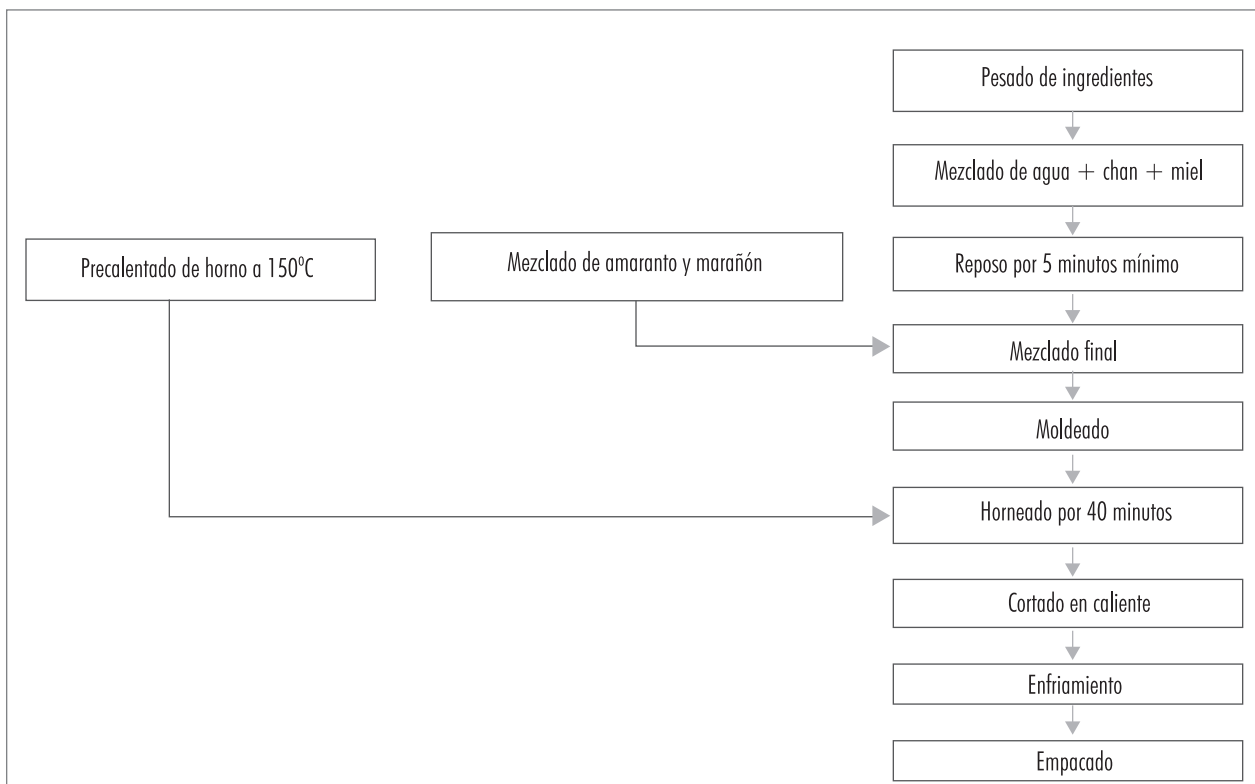


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la barra de amaranto.

su contenido en ácidos grasos mono y poliinsaturados que son casi tres veces mayores al promedio, lo cual le da una ventaja competitiva al producto pues el consumidor frecuente de barras tiene la noción de que este tipo de grasa es beneficiosa para su salud. A pesar de que contenga una cantidad mayor de ácidos grasos saturados que el promedio, se considera que la barra es apta para competir con las barras comerciales que están a la venta en los supermercados de afluencia masiva, no sólo en tiendas pequeñas como Chikach.

El perfil de ácidos grasos de la barra, que se muestra en la Tabla 9 denota que la grasa del producto tiene un $10.30 \pm 0.04\%$ de ácido graso alfa linolénico. Esto se traduce a que cada 100g de barra contienen 1.8g de omega-3 por lo que también se puede declarar que tiene un alto contenido de este nutriente esencial según las especificaciones de la EFSA.

En las pruebas sensoriales orientadas al producto se obtuvo que la barra diseñada sí fue aceptada por los consumidores potenciales (Tabla 10) más no preferida significativamente (Tabla 11). Tampoco hubo preferencia significativa por la barra que ya se comercializaba en la tienda Chikach. El resultado esperado sí era que se prefiriera significativamente la barra diseñada. Probablemente la razón de que no haya sido preferida haya sido la apariencia, pues es la única característica en la que hubo una diferencia significativa entre las dos barras, lo cual se observa en la Tabla 10.

En la prueba de estabilidad durante el almacenamiento en dos empaques no se obtuvo diferencia significativa entre empaques en ningún parámetro. El método acelerado propuesto

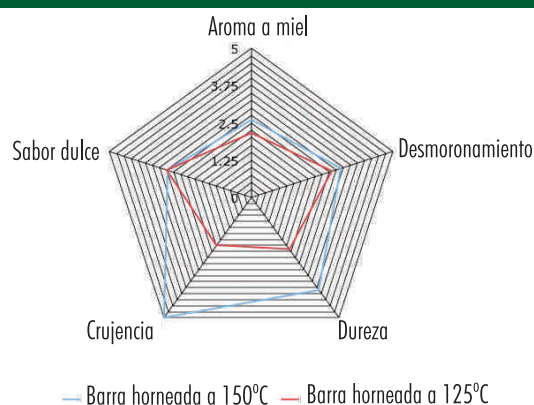


Figura 2. Perfiles sensoriales de las dos propuestas de barras con la misma formulación pero diferente temperatura de horneado.

por Ayala (Ayala 1997) consistió en almacenar las muestras por 15 días a 37°C . Cada 5 días, que equivalen a un mes a condiciones normales, se realizaron mediciones de humedad, actividad de agua, dureza, crujencia (sensorialmente) y desarrollo de rancidez (sensorialmente). Entre las mediciones del día 10 y del día 15 hubo una reducción en crujencia y un aumento en la rancidez, por lo que se determinó una estabilidad de dos meses en ambos empaques.

Tabla 7. Contenido de nutrientes de la barra diseñada 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, 2006) *No incluyen fibra cruda

Tabla 8. Comparación del contenido de nutrientes de la barra diseñada y otras barras que ya se encuentran en el mercado.

Barra	Contenido por porción (g)						
	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Calorías	Ácidos grasos saturados	Ácidos grasos mono insaturados	Ácidos grasos 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

Conclusiones y recomendaciones

En contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas, carbohidratos, fibra cruda y fibra dietética de la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.) cultivada en Cunén, El Quiché, coincide con los valores obtenidos en investigaciones previas realizadas con semilla cultivada en otros lugares. El perfil de ácidos grasos obtenido permite hacer la declaración de que el chan es un alimento con alto contenido de omega-3, lo cual lo convierte en un ingrediente potencial de alimentos funcionales. Tiene una alta capacidad antioxidante, similar a la de varias frutas reconocidas por esta característica.

Fue posible desarrollar una barra nutritiva de la cual se podrá declarar que tiene un alto contenido de omega-3 proveniente de la semilla de chan. Su contenido de nutrientes fue similar al de diferentes barras diseñadas en otras investigaciones y a la mayoría de barras comerciales por lo que se considera apta

para competir en el mercado. La vida anaquel de la barra se calculó de dos meses, pero es necesario realizar más investigación con diferentes empaques y durante más tiempo de almacenamiento. En cuanto a su preferencia entre los potenciales consumidores es importante realizar más pruebas sensoriales en las que se incluya el empaque y etiquetado en el que se listen los ingredientes y se muestre las declaraciones sobre sus nutrientes.

Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de la grasa de la barra diseñada

Ácido graso	Contenido (g/100g de grasa)
Palmítico	12.10 ± 1.04
Estéarico	7.57 ± 0.46
Oleico	48.28 ± 1.68
Linoleico	21.76 ± 0.17
Linolénico	10.30 ± 0.04

Tabla 10. Aceptabilidad de la barra diseñada y la diferencia significativa de la barra ya comercializada, 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)

Tabla 11. Preferencia significativa por cada una de las barras evaluadas

Barra	Cantidad de panelistas que la prefirieron	Porcentaje	Probabilidad $\alpha = 0.05$	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%

Bibliografía

AOAC (2006) *Official methods of analysis of AOAC International*. W. Horowitz (ed) 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 páginas.

Ayerza, R.; & W. Coates (2000) *Dietary levels of chia: Influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens* Poultry Science **79**: 724-739

Ayerza, R. & W. Coates (2005a) *Chia: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs* The University of Arizona Press

Ayerza, R. & W. Coates (2005b) *Ground chia seeds and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat* Nutrition Research **25**: 995-1003

Ayerza, R. & W. Coates (2008) *Chia seeds and the Columbus Concept, Bakery and Animal Products* F. De Meester & R. R. Watson (eds) Humana Press, pp 377-392

Ayerza, R. & W. Coates (2009) *Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and alpha-linolenic content of three chia (Salvia hispanica L.) selections* Industrial Crops and Products **30**: 321-324

Bushway, A.; P.R. Belyea, R.J. Bushway (1981) *Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein* Journal of Food Science **46**: 1349 – 1356

Castro-Martínez, R., D.E. Pratt, E.E. Miller (1986) *Natural antioxidants of chia seeds* In: Proceedings of the World Conference on Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry, AOCS, pp. 392–396

Cussler, E.; & G. Moggridge (2001) *Chemical Product Design* Cambridge University Press

Fernández, I., R. Ayerza, W. Coates, S.M. Vidueiros, N. Slobodianik, A.N. Pallaro. (2006) *Nutritional characteristics of chia* Actualización en Nutrición **7** (1): 23-25

Ixtaino, V. et al. (2009) *Estabilidad oxidativa y caracterización de antioxidantes en aceite de chia (Salvia hispanica L.) extraído mediante CO2 supercrítica*. III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba, Argentina. Resumen

Kuskoski, E.; A. Asuero; A. Troncoso; J. Mancini-Filho; R. Fett (2005) *Aplicación de diversos métodos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos* Ciencia y Tecnología de Alimentos, Campinas **25**: 726-732

O' Brien, R. (1998) *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications* Technomic Publishing Co, Inc.

Pallaro, A. N., M.S. Feliú, S.M. Vidueiros, N. Slobodianik, R. Ayerza, W. Coates, I. Fernández (2004) *Study of a non traditional source of protein* Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. Resumen

Reyes-Caudillo, E.; A. Tecante, 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

Vázquez-Ovando, A.; G. Rosado-Rubio, D. Betancur-Ancona (2006) *Caracterización fisicoquímica y funcional de una fracción fibrosa de chia (Salvia hispanica L.)* El Cromosoma [México] **2**: 64-70

Weber, C.W., H.S. Gentry, E.A. Kohlhepp, P.R. McCrohan (1991) *The nutritional and chemical evaluation of chia grains* Ecology of Food and Nutrition **26**:119-125