

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

“DESARROLLO DE UNA BARRA NUTRITIVA CON AMARANTO (Amaranthus spp-) Y OTROS PRODUCTOS DE LA REGIÓN”

Trabajo de investigación presentado por
CLEOTILDE OLIVIA BETETA RAMOS
Previo a optar el grado académico de
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Guatemala
2006

**“DESARROLLO DE UNA BARRA NUTRITIVA CON AMARANTO
(Amaranthus spp-) Y OTROS PRODUCTOS DE LA REGIÓN”**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**“DESARROLLO DE UNA BARRA NUTRITIVA CON AMARANTO
(Amaranthus spp-) Y OTROS PRODUCTOS DE LA REGIÓN”**

CLEOTILDE OLIVIA BETETA RAMOS

Guatemala

2006

Vo. Bo.

f) _____
Dr. Ricardo Bressani Castignoli
Asesor

Tribunal examinador:

g) _____
M.Sc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

h) _____
M.Sc. Patricia Palacios de Palomo

i) _____
Dr. Ricardo Bressani Castignoli

Fecha de aprobación: 06 de diciembre de 2006

CONTENIDO

	página
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix

Capítulo	Contenido	página
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
	A. Historia	2
	B. El amaranto	3
	1. Características	4
	2. Distribución	5
	3. Composición Química del grano de amaranto	5
	4. Potencial de los componentes del amaranto en productos para el consumidor	7
	5. Aspectos antinutricionales del amaranto	9
	6. Usos del amaranto	13
	C. Ajonjolí	14
	D. Pepitoria	15
	E. Semillas de marañon	16
	F. Barras nutritivas	16
III.	JUSTIFICACIÓN	18
IV.	OBJETIVOS	20
	A. General	20
	B. Específicos	20
V.	HIPÓTESIS	21
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
	A. Materiales	22
	B. Metodología	23
VII.	DISEÑO EXPERIMENTAL	27
VIII.	RESULTADOS	28
IX.	DISCUSIÓN	31
X.	CONCLUSIONES	34
XI.	RECOMENDACIONES	35
XII.	BIBLIOGRAFÍA	36
XIII.	ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1.	Composición química de la semilla de amaranto (g/100g)	6
2.	Contenido de aminoácidos en varias especies de semilla de amaranto (mg/g N)	9
3.	Distintas formulaciones para una barra nutritiva	24

LISTA DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
1.	El amaranto	4
2.	Diagrama para la elaboración de una barra nutritiva	17

RESUMEN

El amaranto (*Amaranthus spp.*) ofrece un alto potencial para la alimentación debido a su particular valor nutritivo y su composición química.

Este grano se cultiva en Guatemala y es subutilizado puesto que no toda la población lo consume, su uso actual está reducido en unas pequeñas zonas. Es por esto, que se ha tomado este pseudo cereal como base en el desarrollo de una barra nutritiva.

Este estudio tuvo como objetivo dar un nuevo enfoque en el uso del grano de amaranto, aprovechando las valiosas propiedades nutricionales que éste contiene. Preparando un alimento listo para comer tipo snack, en el que se mezclaron ingredientes que se consumen en la actualidad por los guatemaltecos para que encontraran en este producto una mezcla de sabores agradables al gusto y que a la vez les ayudará en su dieta diaria.

Este producto ofrece a los consumidores un alto contenido de proteínas, proporcionando así un producto de buen valor nutritivo para ser incluido en la dieta.

Para alcanzar esto, se desarrollaron varias formulaciones empleando como ingredientes ajonjolí, semilla de marañón y pepitoria además de amaranto, para obtener una barra que al final fuera aceptada por los consumidores por su apariencia, sabor, textura; todos estos parámetros fueron determinados a través de un grupo focal de productos similares.

Se evaluó la composición química de la barra a través de un análisis proximal en donde se determinó el contenido de proteína, cenizas y humedad tanto de la materia prima como del producto final. En donde se observó que todos los ingredientes empleados tienen un perfil nutricional alto como es el caso de las proteínas que se traduce en un producto nutritivo sin desmerecer un buen sabor.

Los consumidores mostraron agrado a los parámetros de olor, textura, apariencia entre otros, de la barra desarrollada. Por lo que se concluye que la hipótesis planteada sí es verdadera, ya que fue posible desarrollar una barra nutritiva con los productos autóctonos de la región (amaranto, ajonjolí, pepitoria, semilla de marañón) de un sabor agradable para el consumidor. Adecuando así ingredientes de consumo usual en otro perfil de producto.

I. INTRODUCCIÓN

Hace algunos años, el amaranto fue "redescubierto" como una planta útil y prometedora, principalmente porque parece una interesante alternativa para aplacar la creciente necesidad de alimentos de algunos países del tercer mundo. Esto además de su alto valor nutritivo demuestra que es una planta con mucho potencial de uso. Actualmente en Guatemala se usa más como verdura, pero el grano puede emplearse en diferentes formas de procesamiento, como por ejemplo en alimentos derivados de harinas compuestas como en tortilla, pan, pastas, repostería, alimentos dietéticos entre otros. Debido a ésta versatilidad se ha escogido emplear este grano en un tipo de alimento nutritivo como lo es la barra nutritiva.

La demanda de alimentos de consumo inmediato tipo snack, de aspecto y sabor atractivo va en aumento a nivel mundial. En Guatemala, también se observa un alto consumo de bocadillos listos para comer (snacks), generalmente en el sector estudiantil y laboral; el tipo de snack actual tiene mucho contenido graso, y no cumple con el requerimiento nutricional. Además el snack llega hasta suplir un tiempo de comida.

Por lo que la esta investigación tiene como fin ofrecer a la población guatemalteca un producto nutritivo que contribuya a una alimentación balanceada de los consumidores.

Esta barra por su alto contenido nutricional puede ser empleada por los adultos quienes pueden incluirla en su dieta diaria por el aporte calórico que ésta proveería.

II. ANTECEDENTES

A. Historia

El amaranto es un grano antiguo de México, Centro y Sur América. En los tiempos pre-colombinos, fue una de las comidas básicas en el Nuevo Mundo (Paredes-López *et al.*, 1988).

Era considerado por los Mayas y los Aztecas como una planta ceremonial, tomando parte importante de sus ritos. Asimismo, su consumo era masivo tanto como hortaliza y como cereal. Después de la conquista, su siembra fue prohibida para evitar que los indígenas retornaran a sus antiguos ritos religiosos (Teutónico y Knorr, 1985).

El grano de amaranto (*Amaranthus spp.*) es un pseudo cereal de mucha importancia en la alimentación y nutrición de las antiguas civilizaciones de América Latina. Se dice que su producción era la más importante después del maíz. En varias partes, persistió su producción y uso pero ya en una dimensión limitada (Saunders y Becker, 1984).

El uso del amaranto volvió a surgir en África, Asia y en América, como resultado de sus altos potenciales agronómicos y alimenticios (Paredes-López *et al.*, 1988).

Durante algunos años, el amaranto fue "redescubierto" como una planta útil y prometedora, principalmente porque parece una alternativa interesante para aplacar la creciente necesidad de alimentos de algunos países del tercer mundo. Se han realizado algunos esfuerzos importantes con el fin de regresar al uso del amaranto y de incrementar el potencial de este cultivo. En 1981, el grano de amaranto fue seleccionado como una prioridad de investigación para los programas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (Lozoya-Gloria, 1994).

El amaranto se considera como un nuevo cultivo a pesar de su historia debido a sus atributos, los cuales describen a esta planta como nuevo cultivo. Entre las características reconocidas de esta planta están: posee un alto contenido de proteína (13-19%), tiene un alto nivel de lisina en comparación con granos como el maíz y el arroz, contiene 1.5 a 3 veces más aceite que otros granos, lo que representa un contenido calórico alto, es un cultivo con múltiples usos como alimento, forraje, entre otros (Lozoya-Gloria, 1994).

B. Amaranto:

El amaranto (Figura 1) es un pseudo cereal que pertenece a la clase Dicotiledónea. Actualmente han sido aceptados alrededor de 60 géneros de *Amaranthaceae* y más de 50 especies *Amaranthus* (Matz, 1991).

El *Amaranthus cruentus* es la especie que se desarrolló y que se cultiva en Guatemala y en otras regiones de Centroamérica (Bressani *et al.*, 1992).

A pesar que se tiene conocimiento de los usos alimenticios del amaranto; las hojas como vegetal y las semillas como cereal, desde la época precolombina, es un alimento relativamente nuevo, pues su aplicación por la industria alimenticia recién empieza (Ortiz,1995).

Figura No. 1

EL AMARANTO



(Fernald, 1970)

1. Características:

División: Magnoliophyta
Clase: Dicotyledoneae
Sub-Clase: Caryophyllidae
Orden: Caryophyllales
Familia: Amaranthaceae
Género: *Amaranthus* (Fernald, 1970)

El género *Amaranthus* representa hierbas anuales, erectas de hasta dos metros de altura. El tallo es central con pocas ramificaciones laterales y una raíz corta y robusta con numerosas raicillas secundarias (Singhal y Kulkarni, 1988).

Las flores son cosmopolitas, con flores monoicas o dioicas, en densos racimos. El fruto es un pixidio (fruto capsular dehiscente - "que se abre" - por un sutura circuncisa o transversal) con una cavidad y las semillas de 1.0 a 1.5 mm de diámetro son de

variados colores: blanco, amarillo, rosado pardo, rojizo y negro. Aproximadamente 1,000 semillas pesan un gramo (Singhal y Kulkarni, 1988).

El amaranto es una planta de metabolismo C4 resistente a la sequía y de alto rendimiento. Su estimado de nutrientes, en particular proteína y grasa, es superior a la de los cereales y el valor nutritivo de la proteína es comparable al valor nutritivo de alimentos de origen animal y muy superior al valor nutritivo de alimentos de origen vegetal, en particular del maíz, arroz, trigo y otros (Saunders y Becker, 1984).

2. Distribución: El amaranto es una planta de origen americano y ha tenido una amplia difusión, ya que se pueden encontrar cultivos para grano y para otros usos en China, Rusia, India y Nepal (Singhal y Kulkarni, 1988).

Es una planta tropical de vasta distribución mundial. Se cultiva principalmente en el sur de los Estados Unidos de América y México (*Amaranthus hypocondriacus*), Guatemala (*Amaranthus cruentus*), Perú y Bolivia (*Amaranthus caudatus*) y Argentina (*Amaranthus edulis*) (Singhal y Kulkarni, 1988).

El amaranto crece en climas tropicales húmedos y soleados hasta templados de relativa latitud. Necesitando humedad para su crecimiento óptimo, luego de alcanzarlo el amaranto es bastante resistente a condiciones de sequía. El amaranto presenta un rendimiento de cultivo muy atractivo, con producción de 3,900 Kg de semilla por hectárea cultivada en un lapso de 12 a 15 semanas (Saunders y Becker, 1984).

3. Composición química del grano de amaranto: El grano del amaranto, aparte de aportar un alto contenido de aminoácidos, contribuye en la nutrición con un alto contenido de proteína de buena calidad. De éstas el 35% del total se encuentra en el endospermo y el 65% en el germen y la cascara (Matz, 1991).

No sólo la alta composición de proteína es una ventaja sobre el resto de granos; sino que mejor aún, la calidad proteica del amaranto aumenta con el procesamiento térmico, cualquiera que éste sea (Bressani *et al.*, 1992).

El contenido de lípidos del amaranto, que va desde 6% hasta 7.6%, es otra ventaja sobre otros granos, del cual alrededor del 77% es ácidos grasos insaturados con alta porción de ácido linolénico (Matz, 1991).

La composición química aproximada del grano de varias especies de amaranto, se encuentra en la tabla 1. El contenido promedio de proteína cruda entre las especies, varía entre 14.9 y 19.3% ($N_2 \times 6.25$). Los datos en la tabla sugieren que *A. caudatus* es más bajo en contenido de proteína, comparado con *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*.

La variabilidad entre especies, se puede dar por efectos genéticos (Bressani, 1994).

Cuadro No. 1
Composición química de la semilla de amaranto
(g/100g)

NUTRIENTE	1	2	3	4	5	6	7
Humedad	9.7	10.4	10.7	11.6	10.6	10.3	—
Proteína	17.0	15.6	14.9	16.5	15.6	19.3	16.2
Grasa	8.1	7.8	9.1	6.9	7.5	8.6	5.8
Ceniza	3.5	3.5	2.9	4.4	4.0	2.6	3.6
Fibra Cruda	3.4	3.1	2.8	5.8	7.4	—	2.7
Carbohidratos ³	67.9	70.0	70.3	66.4	65.5	—	71.7

^a Base humedad libre

Nota: (1) *A. cruentus*, (2) *A. hypochondriacus*, (3) *A. caudatus*, (4) *A. edulis*, (5) *A. híbrido*, (6) *A. retroflexus*, (7) *A. mantegazzianus*.

(Bressani, 1994).

El contenido de grasa, es otro componente químico de mucho interés en el grano de amaranto, ya que su contenido relativamente alto, hace a la semilla alta en contenido calórico, comparada con otros granos de cereal. La variabilidad es relativamente alta, con valores promedios aparentemente mayores para *A. caudatus* que para *A. cruentus*, y ambos mayores que el *A. hypochondriacus*. Como en la proteína, se cree que hay influencia genética. El contenido de ácidos grasos en el aceite de la semilla de amaranto, es relativamente constante entre las especies (Bressani, 1994).

El contenido de cenizas entre las especies de 2.6 a 4.4%, y la variabilidad entre las especies, es relativamente poca. Los niveles de fósforo (P), Calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) son en general más altos que los niveles encontrados en los granos de cereales comunes (Bressani, 1994).

4. Potencial de los componentes del amaranto en productos para el consumidor: Además de las fracciones de harina rica en proteína y rica en carbohidratos, hay una posibilidad de romper el grano del amaranto o la planta en sus componentes (Schnetzler y Breene, 1994).

a. Almidón de amaranto: El almidón es el mayor componente en el grano de amaranto. Constituye aproximadamente 50-60% del total en masa seca. Los granos de almidón del amaranto son pequeños, de 1- 3 um en diámetro (Schnetzler y Breene, 1994).

Entre los posibles usos del almidón de amaranto, pueden incluir espesante de alimentos, aerosoles no alergénicos, almidón para lavandería, y probablemente, plástico biodegradable. Yanez *et. al.* sugirieron su uso en salsas y sopas, por su relativamente baja temperatura de gelificación y por su estabilidad al frío. Stone y Lorenz concluyeron que el almidón de amaranto no se comportaba bien en panes y pasteles, desde el punto de vista de color, apariencia, textura y volumen, tal vez por su bajo contenido en amilasa (Schnetzler y Breene, 1994).

b. Proteína de amaranto: La proteína es el segundo compuesto más abundante del grano de amaranto. Ésta se utiliza como ingrediente funcional en comidas formuladas. Importantes atributos funcionales, incluyen la absorción y enlazamiento de agua y grasa, viscosidad, gelificación, emulsificación y formación de espumas, entre otros. Correa *et al.* extrajeron la proteína, de cinco diferentes especies de amaranto y la fraccionaron. Ésta consiste en promedio, de albúmina (65%), globulina (17%), prolamina (11%), y glutelina (7%) (Schnetzler y Breene, 1994).

c. Aceite de amaranto: Las semillas de amaranto son probablemente muy bajas en contenido de aceite (7 a 8%) y muy alto su precio para competir con otros aceites comerciales. El aceite de amaranto no es particularmente único, pues es similar en composición, al de maíz y al de algodón (Schnetzler y Breene, 1994).

Se ha reportado que el aceite de amaranto contiene más cantidades (7-8%) de escualeno que de otro aceite vegetal común. Para propósitos comparativos, los contenidos de escualeno en aceite de oliva, germen de trigo y aceites de arroz, están en el intervalo de 0.1% a 0.7%. El escualeno es un ingrediente importante para cosméticos de la piel. Se puede extraer fácilmente del grano de amaranto por simple destilación al vacío (Schnetzler y Breene, 1994).

d. Fibra de amaranto: El amaranto, contiene altos niveles de fibra no fermentable, lo que sugiere que el grano puede reducir los niveles de colesterol y de lípidos de baja densidad (LDL), sin aumentar los riesgos de cáncer de colon. Recientemente, esta contribución a la salud ha sido de gran importancia para el procesamiento y comercialización de cereales altos en fibra (Schnetzler y Breene, 1994).

e. Contenido de aminoácidos en amaranto: Varios autores han publicado datos del contenido de aminoácidos en diferentes especies de semilla de amaranto. Esos resultados se resumen en la Tabla 2. La observación de la información indica que el contenido de aminoácidos es bastante similar entre especies. Todos los autores que han reportado valores de aminoácidos están de acuerdo en que el contenido de

aminoácidos en general y valores de aminoácidos esenciales, en particular, son altos y bien balanceados para una proteína vegetal como la del amaranto (Bressani, 1994).

Cuadro No. 2
Contenido de aminoácidos en varias especies de semilla de amaranto
(mg/g N)

AMINOÁCIDO	1	2	3	4	5	6	7	8
Isoleucina	226	241	223	216	250	244	244	225
Leucina	352	374	343	347	375	375	394	331
Lisina	421	363	371	328	256	381	387	313
Metionina	120	122	147	126	106	112	112	112
Cisteína	127	138	121	124	119	132	132	—
Fenilalanina	249	248	236	250	293	287	300	225
Tirosina	214	186	217	207	269	269	264	213
Treonina	236	246	225	212	275	269	209	219
Triptofano	72	65	84	56	75	75	88	—
Valina	263	275	266	253	287	281	207	269
Alanina	227	320	227	212	237	237	244	213
Arginina	416	461	560	541	506	531	587	463
Acido aspártico	499	522	488	500	506	506	537	518
Acido glutámico	982	993	1005	869	1056	1018	1037	962
Glicina	480	565	445	416	537	550	462	544
Histidina	159	161	157	149	175	200	187	137
Prolina	244	334	252	225	281	275	281	225
Serina	420	459	393	263	544	537	444	444

^a Promedio de dos o más muestras de la misma especie.

Nota: (1) *A. cruentus*, (2) *A. hypochondriacus*, (3) *A. caudatus*, (4) *A. edulis*,
(5) *A. anclancalius*, (6) *A. gangeticus*, (7) *A. mantegazzianus*,
(8) *A. hybridus*. (Bressani, 1994).

5. Aspectos antinutricionales del amaranto: El amaranto, se ha consumido como cereal, vegetal y forrajes, pero hay reportes conflictivos ante la presencia de factores antinutricionales o tóxicos que limitan su aplicación como comida. Por ejemplo, Singhal y Kulkarni sintieron que estos factores no presentarían ningún problema significativo, mientras que Pond et al. reportaron un factor no identificado en *A. cruentus* que influyó en el crecimiento de ratas. Afolabi et. al. atribuyeron pérdida de peso en

ratas, a un alto contenido de taninos (0.25%) en *A. caudatus* (Schnetzler y Breene, 1994).

Entre los factores antinutricionales o tóxicos en el grano, vegetal y amaranto silvestre se incluyen: saponinos y fenólicos (principalmente taninos y ácido clorogénico), ácido fítico, inhibidores de proteasas, oxalatos, nitratos, polifenoles, lectinas, alcaloides, aflatoxinas, acumulaciones de aluminio y ácidos grasos antinutricionales y esteróles (Schnetzler y Breene, 1994).

Los procesos térmicos en la forma de autoclave, extrusión, calentamiento húmedo, cocimiento atmosférico, tostado, expandido, hojuelas, y secado de tambor, aparentemente son los mejores métodos para reducir el efecto de antinutrientes solubles en agua en el amaranto. Pond *et al.* reportaron que un proceso de calentamiento apropiado, puede ser importante para maximizar el valor nutritivo del amaranto (Schnetzler y Breene, 1994).

a. Efectos de procesamiento: Hay varios atractivos en la semilla de amaranto que ha llamado la atención a científicos en el área de comidas y nutrición alrededor del mundo. Entre estos, el contenido relativamente alto de proteína en el amaranto es de particular interés, al igual que el patrón de los aminoácidos esenciales que contiene la proteína. La semilla de amaranto, contiene concentraciones relativamente altas de lisina, aminoácidos azufrados y triptofano, aminoácidos generalmente deficientes en granos de cereales. También el grano de amaranto ofrece contenido relativamente elevado de aceite (Bressani, 1994). La semilla de amaranto, se ha procesado por muchas formas, que se pueden clasificar en cinco grupos, que son: cocimiento húmedo, cocimiento seco, transformación biológica, por medios físicos y por técnicas químicas (Bressani, 1994).

b. Cocción en agua a presión atmosférica: Es el proceso de cocción utilizado con más frecuencia. Este proceso merece atención, ya que representa el proceso empleado en el hogar (Bressani, 1994). Consiste en cocinar el grano del amaranto dentro de un recipiente abierto a la atmósfera, con agua, puesto directamente sobre una fuente de calor para que hierva. Para el estudio realizado en Guatemala, con una relación de agua-amaranto de 3:1, el tiempo de cocción máximo para obtener un grano

con sus mejores características nutricionales, es de 10 minutos, siendo también el tiempo óptimo. Transcurridos más de 10 minutos se experimenta un daño irreversible tanto en los granulos de almidón como la calidad de las proteínas del grano de amaranto (Bressani *et al.*, 1992).

c. Cocción en agua dentro de olla de presión: Este tipo de cocción se realiza en una olla que es una especie de retorta casera. Tiene la característica de que se puede cerrar, aislándola de las condiciones del entorno. Este tipo de dispositivo permite la ascensión de la presión y permite alcanzar temperaturas más altas que la de ebullición del agua. Para el estudio realizado se clasificaron los granos de amaranto en dos clases: los granos claros y los oscuros. Y se encontró que la proteína de los granos de amaranto claro tienen mejor calidad que la de los oscuros. Entre otras de las diferencias que se encontraron es que el tiempo de cocción óptimo, con la relación agua amaranto, 3:1, también varía al depender del color, ya que para los claros es de 20 minutos únicamente y para los oscuros es de 40 minutos (Bressani *et al.*, 1992).

d. Secado en secador de tambor: Se realizó un estudio en el cual el grano de amaranto fue previamente cocinado por 30 minutos y luego fue secado en un secador de rodos. Entre los resultados obtenidos de esto; se observa que la digestibilidad y la calidad de la proteína no varían significativamente al variar las condiciones de la cocción y del secado en el secador de rodos, la humedad del grano y la velocidad de los rodos. Sin embargo, la calidad de la proteína se vio mejorada por la cocción del grano previo a este proceso (Bressani *et al.*, 1992).

e. Expandido: La calidad de la proteína mejora, así como la digestibilidad de ésta, después de sometido a este tratamiento (Bressani *et al.*, 1992).

A pesar que expandir el grano de amaranto parece ser el tipo de proceso principal usado por civilizaciones ancestrales, todavía se emplea grandemente. El proceso es dependiente de temperatura y tiempo de exposición, y no todas las variedades se expanden en el mismo grado. Como el sorgo y el maíz, la textura del perispermo, el contenido de humedad y la dureza de la cascara de la semilla, son variables muy importantes que afectan la expansión, que incrementa el tamaño del

grano e introduce atractivas propiedades funcionales. El objetivo es lograr una rápida transferencia de calor al perispermo para vaporizar el agua, lo cual inducirá la expansión (Bressani, 1994).

f. Germinación: Este proceso tiene efecto en cambios químicos y físicos importantes, especialmente en la composición nutritiva y en la aceptabilidad por el consumidor. A medida que un grano se germina, se observa un gasto de las reservas de carbohidratos y en algunos casos de proteína. Entre las variaciones nutricionales observadas, se encuentra la del aumento general de las vitaminas en el grano por acción de la germinación. Sin embargo, se obtuvo que el grano germinado que se cocina sufre una disminución general en su valor nutritivo (Colmenares de Ruiz y Bressani, 1990).

g. Extrusión: Este método de procesamiento de alimentos consiste en la cocción por medio del calor que puede ser inyectado como vapor por presión, o el ocasionado por la fricción del dispositivo por donde pasa el grano. Este método de cocción del grano de amaranto presenta ventajas sobre los otros tipos de métodos, como su relativo bajo costo, que el consumidor final no necesita volver a cocinarlo y su aumento en la calidad del valor nutricional respecto al grano crudo. No hay necesidad de humedecer el grano para extruirlo por que posee alto contenido de grasa. Entre los efectos obtenidos al extrudir el grano está el descenso de la temperatura de gelatinización, el aumento en el índice de absorción de agua y el aumento de la cantidad de granulos de almidón dañados (Brezan *et al.*, 1992).

h. Tostado: El grano se somete a temperaturas altas para conseguir un cambio de color, textura y sabor. Aquí la temperatura se controla para evitar la expansión, así como la carbonización del alimento. En estudios realizados, se discute que también se observa un aumento en la calidad y digestibilidad de la proteína. Sin embargo, los resultados no muestran que las cualidades obtenidas sean mejor a las provocadas por la expansión y se observó que la lisina se inactiva parcialmente por este método (Bressani, 1992).

i. Molienda: Es el proceso mecánico de reducción de tamaño de la partícula de un alimento, por la aplicación de una fuerza. Las cualidades obtenidas en la molienda

varían dependiendo del tipo de molino que se utiliza y los estudios que han sido realizados, no son suficientes para determinar qué tipo de molino es el más adecuado para este grano (Bressani *et al.*, 1992).

6. Usos del amaranto: Las tendencias en cuanto a la utilización del grano son: uso del grano solo. Esta aplicación se justifica por el alto contenido de nutrientes presentes en el amaranto. Y en mezclas con otros productos. Los productos con los que normalmente se mezcla son otros cereales, leguminosas; y en forma de harina con otras harinas e incluso leche. El objetivo de las mezclas, es la obtención de productos de mejor valor nutritivo (Ortiz, 1995).

En países americanos se utiliza el grano de amaranto para la elaboración de bebidas con agua o leche. La harina del grano de amaranto se puede emplear para incrementar el valor nutricional de otros cereales (Saunders y Becker, 1984).

Actualmente se usa como grano en la elaboración de dulces Alegría, atoles y tortillas en México, y fabricación de bollos en Perú. En India la semilla se usa para la elaboración de dulces al igual que en Nepal; asimismo puede ser usada la harina para la elaboración de tortas parecidas a los panqueques (Brezan *et al.*, 1992).

El uso del grano de amaranto en la industria puede tener futuro como fuente de escualeno para ser usado en la industria cosmética. También se han encontrado usos en la industria de fármacos como fuente de sustancias antivirales (Soriano-Santos *et al.*, 1992).

El consumo del amaranto como vegetal verde es popular entre la población guatemalteca. Del mismo modo es relativamente distribuido como vegetal para comer cocido en países como la India y Nepal (Teutónico y Knorr, 1985).

En vista del alto valor nutritivo del grano, en años recientes varios grupos de científicos han desarrollado diversos alimentos con amaranto, que incluyen alimentos

para el destete del niño, cereales para desayuno, productos de repostería, pan y alimentos similares (Teutónico y Knorr, 1985).

El amaranto es el producto de origen vegetal más completo, es una de las fuentes más importante de proteínas, minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B-i, B₂, B₃; además de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. Así mismo, es uno de los alimentos con altísima presencia de aminoácidos como la lisina (Specher,2005).

La cantidad de proteína de la semilla de alegría es mayor que la de los cereales. Contiene el doble de proteína que el maíz y el arroz, y de 60 a 80 por ciento más que el trigo. El amaranto se puede utilizar integralmente como un recurso para proporcionar a la población los requerimientos proteicos y de calorías, los cuales en la actualidad se obtiene tan sólo de 20 especies vegetales como el trigo, arroz, mijo, sorgo, papa, frijol, soya, azúcar, entre otros (Specher,2005).

El amaranto ha sido aprovechado desde tiempos prehispánicos: las hojas se utilizaron para infusión contra la diarrea no sólo por su valor nutritivo, sino también por las propiedades médicas que se le atribuyen y se han confirmado con las investigaciones realizadas durante los últimos años (Specher,2005).

Por las propiedades nutritivas y los componentes del amaranto (proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, fibra y grasas) es recomendado para prevenir y ayudar a curar afecciones como la osteoporosis, en diabetes mellitus, obesidad, hipertensión arterial, estreñimiento y diverticulosis, insuficiencia renal crónica, insuficiencia hepática, encefalopatía hepática, alimento apto para celíacos, dieta para personas con autismo (Specher,2005).

C. Ajonjolí

El ajonjolí (*Sesamun indicum*) es originario de Indonesia, y de allí se propagó a países de clima cálido como China, Guatemala, Kenya, El Salvador y el sur de los

Estados Unidos. Se utiliza en la Industria panadera, en manufactura de aderezos de ensalada y en la extracción de aceite (Ayala, 1997).

La semilla del ajonjolí es de color crema y tiene tamaño máximo de 3.5 mm de largo. Tiene un aroma y sabor leve a nuez que se acentúa al ser tostada y horneada (Ayala, 1997).

La composición aproximada de 100 gramos es la siguiente: Agua 9 gr., energía 272 Kcal., proteína 6.7 g, grasa 5.9 g, carbohidratos 68.7 g, fibra 15.3 g (Ayala, 1997).

D. Pepitoria

La pepitoria es la semilla que se obtiene de una variedad específica de las cucurbitáceas *Cuburbia moschata*. La distribución actual de ésta, va desde México y Guatemala hasta Panamá, extendiéndose a Colombia y Venezuela (Ayala, 1997).

Existen dos tipos de cultivos de estas especies, diferenciados por el color de la semilla y la localización de las mismas. Un grupo tiene semilla color claro o blanco y se cultiva en México y Guatemala; el otro, es de semillas cafés y colores oscuros, se encuentra en Panamá y el norte de Sur América (Ayala, 1997).

La semilla de la calabaza contiene 30% de proteínas y 46% de grasa. Se utiliza en Guatemala para la elaboración de la pepitoria. La semilla se seca y descascara, luego se pone en remojo por 24 horas o más con el fin de suavizarla y eliminar más fácilmente la piel verde grisáceo. Este procedimiento se lleva a cabo frotándola con cenizas y de esta forma se obtiene la materia prima para la elaboración de mazapán y el dulce típico conocido como pepitoria (Ayala, 1997).

También se puede utilizar sin eliminar la piel, lo que simplifica el proceso, ya que el almíbar que recubre el dulce disimula el color de la piel de la semilla. Otras aplicaciones de la pepitoria son: uso de pepitoria dorada y luego molida como condimento en recados o salsas (Ayala, 1997).

E. Semilla de marañón

El árbol del marañón crece bien en zona tropical de la Costa del Pacífico con estación seca de 4 hasta 7 meses de duración. Se encuentra también en algunas partes de la Costa Atlántica, pero su período de producción es más limitado, debido al exceso de lluvias. El árbol del marañón resiste bien a la sequía. Las quemadas constituyen un problema mayor en época seca en las plantaciones mal cuidadas. Esto se debe a la resina que contienen las plantas, cualquier quema de malezas puede diseminarse rápidamente a la plantación y destruirla por completo. El árbol del marañón mide entre 7 y 12 metros de altura, y da un pequeño fruto del que pende una semilla en forma de riñón, la cual es comestible así como el fruto (Ayala, 1997).

El valor nutricional aproximado, de 100g de semilla de marañón y de los ácidos grasos del aceite de marañón son los siguientes: Semilla; Agua 5.0g, aceite 50.0g - 60.0g, proteínas 18.0g - 20.0g Aceite; palmítico 11.7g, oleico 74.6g, linoléico 6.9g (Ayala, 1997).

F. Barras nutritivas:

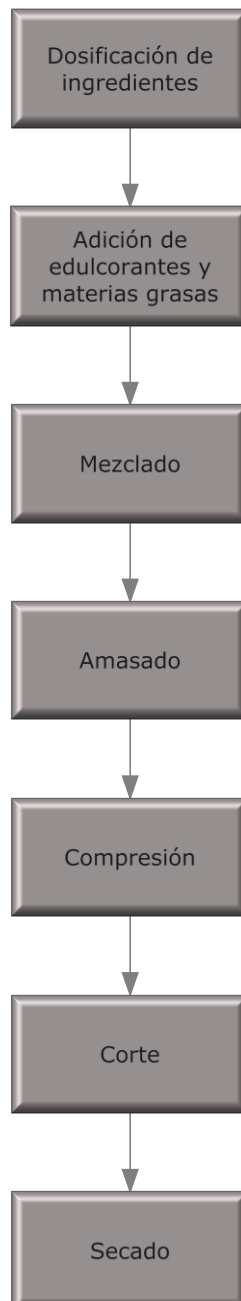
En un estudio realizado se formularon seis tipos de barras tipo snack que contenían avena, trigo y dos diferentes niveles de nueces, todo esto aglutinado con edulcorantes naturales y materiales grasos. Dos de estas formulaciones además contenían amaranto; en una tostado y en la otra expandido. Se mostró mayor preferencia por las barras con mayor contenido de nueces (18%). Las diferencias en actividad de agua, contribución calórica, PER Y NPR no fueron significativas. Durante el almacenamiento, la humedad y A_w disminuyó en todas las barras (Escobar *et al.*, 1994).

En un estudio, evaluaron la composición química y la calidad proteínica del sorgo reventado a través de un proceso térmico en seco. Los resultados químicos indicaron pérdidas en extracto etéreo y un aumento en fibra cruda.

Para corregir la pérdida de calidad proteínica, el sorgo expandido fue suplementado con 5, 10 y 15% de soya tostada (Ayala, 1997).

Figura No. 2

Diagrama para la elaboración de una barra nutritiva



(Escobar *et al.*, 1994).

III. JUSTIFICACIÓN

Es necesario desarrollar proyectos para la utilización del amaranto por diversas razones, y una de ellas es el aprovechamiento de la materia prima que se cultiva en nuestro país.

Darle un valor agregado al grano de amaranto además de contribuir a la buena alimentación, también constituye un pequeño aporte al desarrollo del país, valorando los grandes recursos que el país está en capacidad de producir.

En la actualidad el uso de este grano se ha expandido, ya que se usa como grano en la elaboración de dulces alegría, atoles y tortillas en México, y para fabricación de bollos en Perú. También se emplea en la India y en Nepal para la elaboración de dulces. En Guatemala ya se han realizado estudios para su utilización en la elaboración, de cerveza, panqueques, frituras y bebidas para niños.

Las tendencias en cuanto a la utilización del amaranto son usando el grano sólo. Esta aplicación se justifica por el alto contenido de nutrientes presentes en el mismo. También la utilización en mezclas con otros cereales, leguminosas; y en forma de harina con otras harinas e incluso leche, con el fin de obtener productos de mejor valor nutritivo.

En vista del alto valor nutritivo del grano, y debido a la preferencia mostrada en la actualidad por la población hacia los bocadillos listos para comer tipo snack. Se plantea elaborar un snack nutritivo, de aspecto atractivo y de buen sabor que contenga como ingrediente primordial el amaranto (*Amaranthus spp.*). Pues éste posee una composición única de proteínas, carbohidratos y lípidos. En la semilla el amaranto tiene un porcentaje de proteína de 12-18%, lo que representa un porcentaje mayor que los cereales. Éste sufre el 28% de nuestros requerimientos diarios de proteína, 55% de hierro, 60% de fibra dietética y 18% de calcio, además contiene altos niveles de lisina, cisteína y metionina (aminoácidos esenciales para el mantenimiento celular y cerebral).

El uso de amaranto y oleaginosas, junto con materiales grasos y edulcorantes naturales, aportarán características nutritivas y de sabor deseadas en la barra. Características determinantes que contribuirán a la aceptación del producto por los consumidores. Por tanto el desarrollo de la barra nutritiva elaborada tratará de modificar en parte los hábitos alimenticios sustituyendo los snacks comunes por el consumo de un producto que aporte beneficios nutricionales.

IV. OBJETIVOS

A. Generales:

- Desarrollar una barra de alto valor nutritivo empleando ingredientes de la región.

B. Específicos:

- Obtener un producto que sea aceptado, empleando una combinación de materias primas que aporten un gusto agradable.
- Determinar las propiedades funcionales, químicas, físicas y sensoriales del producto final para que todos estén adecuados para lograr un producto nutritivo.

V. HIPÓTESIS

Es posible desarrollar una barra nutritiva lista para comer, tipo snack, de alto valor nutritivo, conteniendo productos autóctonos de Guatemala y que tenga un gusto agradable.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. MATERIALES

a. Materia prima:

- Amaranto expandido
- Ajonjolí descortezado tostado
- Semilla de marañón horneada
- Pepitoria tostada
- Edulcorantes

b. Equipo de laboratorio y reactivos:

- Análisis de humedad
- Horno Fisher Scientific Isotemp®
- 500 series cápsulas de aluminio con tapadera
- Desecadora

- Análisis de proteína
 - Balones Keildahl de 100 ml
 - Aparato de destilación microkjeldahl Labconco
 - Aparato de digestión Labconco
 - Ácido sulfúrico concentrado
 - Óxido de mercurio grado reactivo
 - Sulfato de sodio anhidro grado reactivo
 - Solución de ácido clorhídrico 0.1 N
 - Solución de hidróxido de sodio 10 N
 - Solución indicadora de rojo de metilo
 - Ácido bórico al 4% (P/v) en agua
 - Tiosulfato de sodio al 8% (p/v) en agua

- Análisis de grasa
 - Unidad de destilación tipo Soxhlet
 - Balanza analítica
 - Eter dietílico
 - Cenizas
 - Mufla Termolyne 62700
 - Crisoles de porcelana

B. METODOLOGÍA

1. DESARROLLO DE FORMULACIÓN

a. Procedimiento para hacer la barra: Se trabajó con la línea de flujo para elaboración de barras empleada por Escobar *et. al.* (1994).

- 1) Dosificación de ingredientes secos
- 2) Adición de edulcorantes y materias grasas
- 3) Mezclado
- 4) Amasado
- 5) Compresión (en frío)
- 6) Corte
- 7) Secado (120°C por 30 min.)

b. Formulación de las barras. Para la formulación se empleó materia prima local, amaranto expandido, ajonjolí tostado, semilla de marañón horneada y pepitoria tostada en un tamaño específico y edulcorantes. El tamaño de partícula era de suma importancia para impartir las características de flexibilidad de la barra. La barra formulada tenía un peso aproximado de 30g.

Se realizó un grupo focal (focus group), de las formulaciones para finalmente obtener lo que deseaba el consumidor.

Cuadro No. 3

Distintas formulaciones para barra nutritiva

(Fórmula 1)

No.	Ingrediente	Porcentaje
1	Ajonjolí	39.12
2	Amaranto	11.91
3	Marañon	12.59
4	Azúcar Morena	21.87
5	Miel –Glucosa 2:1	7.80
6	Pepitoria	3.93
7	Sal	0.06
8	Agua	2.73
TOTAL		100.00

(Fórmula 2)

No.	Ingrediente	Porcentaje
1	Ajonjolí	39.12
2	Amaranto	11.91
3	Marañon	12.59
4	Azúcar Morena	21.87
5	Miel –Glucosa 2:1	7.80
6	Pepitoria	3.93
7	Sal	0.06
8	Agua	2.73
TOTAL		100.00

(Fórmula 3)

No.	Ingrediente	Porcentaje
1	Amaranto	25.00
2	Arroz	12.50
3	Ajonjolí	12.50
4	Marañon	13.00
5	Azúcar Morena	15.60
6	Glucosa Miel 2:1	13.60
7	Pepitoria	3.10
8	Sal	0.10
9	Agua	4.60
TOTAL		100.00

(Fórmula 4)

No.	Ingrediente	Porcentaje
1	Ajonjolí	15.9
2	Amaranto	17.8
3	Marañon	12.6
4	Pepitoria	6.3
5	Azúcar Morena	9.8
6	Miel de abeja	8.3
7	Glucosa	16.6
8	Sal	0.1
9	Agua	10.9
10.		1.8
TOTAL		100.00

2. ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA Y DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA POR EL PANEL

Humedad	Método 14.004 de AOAC, 14th ed. 1984.
Cenizas	Método 14.006 de AOAC, 14th ed. 1984.
Proteína	
(Nitrógeno Micro Kjeldahl)	Método 14.026 de AOAC, 14th ed. 1984.

3. ANÁLISIS FÍSICOS DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA POR EL PANEL

- Actividad de agua por medio de analizador
- Dimensiones de la barra. Dichas mediciones fueron tomadas con la ayuda de una regla graduada en centímetros y milímetros.

4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA

- **Prueba hedónica:** Esta prueba se realizó con la formulación ya previamente escogida por el grupo focal. En esta prueba se le pidió al evaluador que respondiera cuánto le gusta o disgusta el producto, de acuerdo con la escala presentada en la boleta de evaluación. Para la prueba se utilizó la escala hedónica de 5 puntos, en la cual el panelista eligió: me gusta mucho, me gusta, no me gusta ni me disgusta, me disgusta o me disgusta mucho.

Se evaluaron las siguientes características: sabor, olor, color y textura. Con esta prueba se pretendía medir cuánto agrado o desagrado mostraba la población al nuevo producto desarrollado.

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Unidad experimental

Determinación química de las materias primas a utilizar en la elaboración de la barra nutritiva. Selección de la fórmula idónea para las personas de acuerdo al grupo focal realizado después de cada formulación.

B. Tamaño de muestra

Cada muestra se evaluó según las pruebas descritas en la metodología. Los análisis fueron realizados en triplicado.

C. Análisis estadístico

Los resultados de cada prueba, se analizaron por medio del paquete estadístico Excel de Office XP. Y se agruparán conforme las características a evaluar. Se utilizaron promedios, medias, modas, desviación estándar.

VIII. RESULTADOS

A. DESARROLLO DE FORMULACIÓN

De las formulaciones desarrolladas durante el proceso, se obtuvo la formulación que se ajustaba a las características deseadas por el panel de evaluación.

Cuadro No. 4

Formulación final de barra de amaranto

INGREDIENTES	PORCENTAJE
AJONJOLÍ	15.9
AMARANTO	17.8
MARANON	12.6
PEPITORIA	6.3
AZÚCAR	9.8
MIEL DE ABEJA	8.3
GLUCOSA	16.6
SAL	0.1
AGUA	10.9
GELATINA	1.8
TOTAL	100.00

B. ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA Y DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA POR EL PANEL

Para el análisis de las características químicas de la barra se procedió a trabajar los siguientes parámetros:

Cuadro No. 5

Comparación de los análisis químicos de la materia prima y de la formulación final preferida por el panel

MUESTRA	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEINA
Ajonjolí	2.70 ± 0.02 %	2.59 ± 0.04 %	19.8 ±0.48%
Amaranto	2.09 ± 0.08 %	2.13 ±0.07%	18.01 ±0.12%
Semilla de marañón	2.63 ± 0.03 %	3.09 ±0.11 %	15.46 ±0.05%
Pepitoria	2.74 ± 0.35 %	4.41 ± 0.03 %	21.47 ±0.58%
Barra formulación final	1.46 ± 0.28 %	2.55 ±0.14%	18.20 ±0.33%

C. ANÁLISIS FÍSICOS DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA POR EL PANEL

Para el análisis de las características físicas de la barra se procedió a tomar las siguientes medidas:

Cuadro No. 6

Determinación de la actividad de agua de la formulación preferida por el panel

MUESTRA	ACTIVIDAD DE AGUA (A_w)
Barra formulación final	0.21

Cuadro No. 7

Dimensiones de la barra nutritiva preferida por los panelistas

EVALUACIÓN	RESULTADO
Altura (cm)	1.6 ±0.4
Largo (cm)	9.8 ±0.4
Ancho (cm)	3.7 ±0.4
Volumen (lcm ³)	58.0 ± 20
Peso (g)	31.0±0.5

D. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FORMULACIÓN PREFERIDA

Cuadro No. 8

Resultados de la fórmula final de la barra nutritiva preferida por los panelistas

PARÁMETRO	APARIENCIA	TEXTURA (CRUNCH)	COLOR	OLOR	SABOR
Me gusta mucho	7	0	5	0	2
Me gusta ligeramente	3	8	3	2	5
Ni me gusta ni me disgusta	0	1	2	7	3
Me disgusta ligeramente	0	1	0	1	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0
Total	10	10	10	10	10

IX. DISCUSIÓN

La parte experimental del estudio fue formular un producto a base de amaranto con mezcla de otros productos autóctonos para obtener un perfil de sabor al que la población esté más acostumbrada y que siempre presente un buen aporte a su nutrición.

Para poder determinar qué es lo que el consumidor esperaba de la barra se realizó un grupo focal (focus group) de los productos que están actualmente en el mercado guatemalteco y que tenían un perfil nutricional similar al esperado obtener al final de la formulación del presente proyecto y que eran más consumidas. La formulación final que se presenta en seguida tiene las características descritas por los consumidores, crujiente, con las inclusiones que se pueda determinar visualmente que producto es, que no sea muy pegajosa, que no sea friable.

La formulación final del cuadro 4 de Resultados, contenía los siguientes porcentajes de ingredientes, tanto secos como del jarabe de unión: Ajonjolí 15.9%, Amaranto 17.8%, Marañón 12.6 %, Pepitoria 6.3%, Azúcar morena 9.8%, miel de abeja 8.3%, Glucosa 16.6%, Sal 0.1%, Agua 10.9% y gelatina 1.8%.

El factor crítico de la formulación fue el jarabe de unión, debido a que este es el coadyuvante para el cambio en la textura del producto. Con ayuda del jarabe se puede manejar desde un producto tipo quiebra dientes hasta un producto chicloso.

En esta formulación, los ingredientes secos se combinaron por separado pues estos se trabajaron quebrantados; ya que la textura de la barra varia según el tipo de grano seleccionado, la forma y el tamaño de particular afectando la textura final de la barra. Ya quebrantados y mezclados los ingredientes secos, se fueron mezclados junto con el jarabe de unión, para tener una mejor distribución de los mismos en la mezcla. Inmediatamente se comprimieron y cortaron pues en esta fase no está el producto con las características de textura que desea el consumidor, por lo que es secado un horno de convección para permitir que éste sea uniforme y a través de todas las partículas que componen la formulación.

Las barras se secaron a 120°C según método descrito por Escobar et al. (1994), con la variación de tiempo que se realizó en 20 minutos por el tipo de producto con el que fue elaborado pues eran productos enteros y no en forma de harina, por lo que permite una mejor transferencia de calor en todo el producto. Al ser secado el producto también se promovió la reacción de caramelización del azúcar dando como resultado un producto con un color atractivo, con brillo y con una consistencia crujiente.

El secado del producto, aparte de ayudar a impartir las características de textura deseables, ayuda a disminuir el porcentaje de humedad dentro de la misma; lo que ayuda, además de los azúcares cristalizados a que el producto esté inherentemente crujiente. El porcentaje de humedad determinado para este producto fue de 1.4%.

La interrelación de cada componente del jarabe de unión hace que la mayor cantidad de agua no esté disponible, tal y como se observa en el resultado del cuadro 6 de resultados, obteniendo 0.21, lo cual indica que habrá menor incidencia en cambios físicos, químicos y microbiológicos propiciados por la disponibilidad de agua.

Un factor en la formulación muy importante para disminuir la actividad de agua es la cantidad de edulcorantes que ésta posee, pues además de proporcionar un sabor dulce, proveen funcionalidad al producto, sirviendo como aglutinador y contribuyen al tostado de la superficie, proveyendo humectación, modificando la textura al proveer suavidad o que sea crujiente, y aumentar la vida de anaquel.

Así como también, la proteína de la gelatina en la formulación en conjunto con los carbohidratos se propicio para la obtención de una buena textura y sabor.

Según el cuadro 5 de resultados se observa que los factores nutritivos de las materias primas empleadas en la formulación son altos, y así se observa en la formulación final. Esto cumple con los objetivos planteados de ofrecer un producto con materias primas autóctonas que tuviera un perfil de sabor agradable al consumidor y que cumpliera con aportar nutrientes a la dieta. Además de tener un tamaño ideal de consumo, el cual se muestra en el cuadro 7 de resultados, obteniendo un producto de una porción que satisface la necesidad de ingesta de un alimento.

Para determinar si el producto fue desarrollado satisfactoriamente tomando en cuenta las características que desea el consumidor. Se realizó un grupo focal o focus group por cada formulación desarrollada, definiendo que lo que requerían era un producto que tuviera un sabor agradable, con textura crujiente, y que permitiera ver los ingredientes como pequeñas inclusiones y con un color caramelizado atractivo. Finalmente, como se observa en el cuadro 8, para la formulación final se hizo una prueba sensorial con una escala hedónica para medir que características gustaban o no de la formulación.

Obteniendo que para la apariencia y el color eran los parámetros puntuados más altos, mientras seguidamente a estos se encontraban el de sabor y textura, y finalmente el factor que obtuvo un no me gusta ni disgusta es el olor, pues éste se debe mayormente al amaranto, producto que no está ampliamente difundido en nuestra población y que sólo educando a la población ofreciendo este tipo de producto se orientarán a disfrutar del producto completamente pues no difiere en mucho de lo que se consume en la actualidad. Unos de los comentarios que estuvieron presentes en el producto y que prácticamente se encontraban dispersos en el cincuenta por ciento de población era respecto al sabor pues habían personas que querían que el producto fuera más dulce, mientras que otros decían que el sabor o dulzor está justo en el punto pues no era un producto empalagoso y podían consumirlo completamente sin rechazarlo al último bocado.

Este tipo de producto se puede emplear para romper los hábitos de no desayunar. Pues es de fácil ingestión ya que simplemente se debe desenvolver la barra que contiene un producto agradable al paladar. Las posibilidades de mercadeo de este tipo de producto son infinitas para la gente que las consume pues estas barras pueden llegar a cubrir necesidades específicas en diversos sectores (niños, mujeres, entre otros). Con un snack saludable se puede mejorar la calidad nutricional de la población que día a día va perdiendo la costumbre del desayuno por la vida tan ajetreada que lleva. Por lo tanto, en el producto desarrollado, se encuentran las claves que conllevan a la compra de una barra que son: proteína, minerales y vitaminas. Esto no importando la edad o género del consumidor.

X. CONCLUSIONES

- Es posible desarrollar productos de buena calidad nutricional con materias primas de la región.
- Para obtener una barra con las características deseadas, el factor a tomar en cuenta debe ser el jarabe de unión pues es el que mayormente ayuda a propiciar las características organolépticas que busca el consumidor.
- Es posible modificar la textura de la barra aumentando o disminuyendo el tiempo de secado pues en este caso se trabajó únicamente por 20 minutos a diferencia del trabajado por Escobar *et.al.*
- La barra elaborada es una buena opción para las personas que omiten ciertas comidas por la vida ajetreada que llevan.

XI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de lisina disponible para comprobar si hay interrelación entre actividad de agua y la pérdida de ésta.
- Realizar estudios de vida de anaquel acelerado para este tipo de producto, buscando el empaque idóneo para su venta.
- Realizar diferentes coberturas de sabor para la barra nutritiva desarrollada, ofreciendo así una gama más amplia en donde pueda escoger el consumidor.

XII. BIBLIOGRAFÍA

AOAC. Oficial Methods of Analysis. 1984. 14th. Ed. Arlington, VA ,US.

Ayala, R. 1997. **Desarrollo de una Barra Nutritiva dirigida a Niños de Edad Escolar.**
Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades.

Bressani, R. 1994. **Composition and Nutritional Properties of Amaranth.** Ch 10. En:
Amaranth Biology, Chemistry and Technology. Paredes-López, O. (Ed.)
CRC Press, Inc. Unites States of America.

Bressani, R., A. Sánchez-Marroquín y E. Morales. 1992. **Chemical Composition of Grain Amaranth Cultivars and the Effects of Processing on their Nutritional Quality.** Food Reviews International 1: 23-49.

Charley, H. 2000. Tecnología de Alimentos. **Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos.** Limusa Noriega Editores. México, 767 pp.

Colmenares de Ruiz, A. y R. Bressani. 1990. **Effect of Germination on the Chemical Composition and Nutritive Value of Amaranth Grain.** Cereal Chemistry. Vol 67(6): 519-522.

Comunicación e Información de la Mujer, A.C. 2001. **Retroceso en la salud de población guatemalteca por malnutrición.** Guatemala. Recuperado de Internet el 8 mayo 2004:
<http://www.cimac.org.mx/noticias/01feb/01021909.html>

Escobar, A., A. Estévez, M. Vásquez, E. Castillo, y E. Yañez. 1994. **Barras de cereales, maní y amaranto dilatado: Composición química y estabilidad en almacenamiento acelerado.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol 44(1): 36-40.

- Fernald, M. 1970. ***Manual of Botany***. 8th ed. Van Nostrand Company. United States of America.
- Lozoya-Gloria, E. 1994. ***Biotechnology for an Ancient Crop: Amaranth***. Ch 1. En: *Amaranth Biology, Chemistry and Technology*. Paredes-López, O. (Ed.) CRC Press, Inc. United States of America.
- Matz, S. 1991. ***The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. 2^a ed. Van Nostrand Reinhold***. New York.
- Ortiz, A. 1995. ***Desarrollo de un Alimento para Niños Lactantes a Base del Grano de Amarantho (Amaranthus cruentus)***. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades.
- Paredes-López, O., A. Cárabez-Trejo, S. Pérez-Herrera y J. González-Castañeda. 1988. ***Influence of Germination on Physicochemical Properties of Amaranth Flour and Starch Microscope Structure***. *Starch/Stärke* Vol 40(8): 290-294.
- Saunders, R. y R. Becker. 1984. ***Amaranthus: A Potential Feed Resource. Advances in Cereal Science and Technology*** 6: 357-396.
- Schnetzler, K. y W. Breene. 1994. ***Food uses and Amaranth Product Research: A Comprehensive Review. Ch 9. En: Amaranth Biology, Chemistry and Technology***. Paredes-López, O. (Ed.) CRC Press, Inc. United States of America.
- Singhal, R. y P. Kulkarni. 1988. ***Review: Amaranthus: An Underutilized Resource. J. Food Science and Technology*** 23: 125-139.
- Soriano-Santos, J., S. Wiwabuchi y K. Fujimoto. 1992. ***Solubility of Amaranth Seed Proteins in Sodium Sulphate and Sodium Chloride: The Main Factor in Quantitative Extraction for Analysis. J. Food Science and Technology*** 1: 49-60.

Specher, M. 2005. ***Desarrollo de un Producto de Panificación apto para ser consumido por personas con Esprue Celíaco.*** Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades.

Teutónico, R. y D. Knorr. 1985. Amaranth: Composition, Properties and applications of a Rediscovered Food Crop. Food Technology 1: 49-6

XIII. ANEXOS

A. Análisis químicos

1. Determinación del porcentaje de humedad (AOAC No. 14.004, horno de aire):

Una muestra de peso conocido de masa constante. Se asume que la pérdida de peso se debe o equivale a la pérdida del contenido de humedad del alimento.

a.. Equipo:

- Crisoles.
- Horno de aire (101 - 105 °C)
- Desecadora
- Balanza analítica.

b. Procedimiento:

- Lavar y secar los crisoles en horno o mechero por 30 minutos a 100°C, enfriar desecadora y tararlos cuando lleguen a temperatura ambiente.
- Pesar 1 gramo de muestra en el crisol previamente tarado.
- Secar el crisol con la muestra en horno a 130 + 3 °C un mínimo de 2 horas ó hasta llegar a masa constante (aproximadamente 5 horas).

- Remover del horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesar crisoles en balanzas y calcular el porcentaje de humedad. Reporte el residuo de harina como sólidos totales y la pérdida de peso como humedad:

$$\% H = (\text{pérdida de peso} / \text{peso de muestra}) * 100 \%$$

sólidos = 100 - % humedad.

2. Determinación del porcentaje de cenizas (AOAC No. 14006, método directo):

Es un método utilizado para determinar el contenido de minerales por el residuo inorgánico que queda después de la incineración de la materia orgánica.

a. Equipo:

- Crisoles.
- Mufla (550°C)
- Desecadora
- Balanza analítica.
- Pinzas
- Estufa.

b. Procedimiento:

- Secar crisol por 2 horas a 100 °C en horno y luego pasar a desecadora hasta que llegue a temperatura ambiente.
- Tararlo.
- Pesar 1 gramo de muestra en el crisol previamente tarado.
- Calentar crisoles en estufa o mechero hasta que la muestra se carbonice y no saque humo, y luego colocarlos en la mufla a 550°C hasta que se obtengan cenizas grises claras o peso constante.
- Remover de la mufla y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pesar crisoles en balanza y calcular el porcentaje de cenizas:
$$\% \text{ cenizas} = (\text{peso de cenizas} / \text{peso de muestra}) * 100$$

3. Determinación del porcentaje de proteína (AOAC, No. 14.026, Kjeldahl):

a. Equipo:

- Balones Kjeldahl (100 ml)
- Unidad destiladora Labconco
- Digestor Labconco
- Balanza analítica.
- Bureta.

- Agitadores magnéticos
- Probetas.
- Sulfato de sodio, anhídrido
- Óxido de Mercurio
- Ácido sulfúrico
- Ácido bórico al 4%.
- Hidróxido de sodio 10 N o al 40%.
- Tiosulfato de sodio al 8% •HCL0.1N
- Rojo de metilo

b. Procedimiento:

Digestión:

- Pesar 0.2 gramos de muestra y verterlos en balón de digestión.
- Agregar al balón: 1.5 gramos de NaSO₄ anhídrido, 0.1 hidróxido de Hg y 3 ml H₂SO₄.
- Colocar balón de digestión en digestor por aproximadamente 30 minutos. Hasta obtener una solución clara.
- Dejar enfriar y trasvasar la muestra al matraz de destilación diluyéndola con agua destilada.

Destilación:

- Colocar un beaker con 10 ml de ácido bórico y 3 gotas de indicador rojo de metilo en la salida del condensador de la unidad destiladora.
- Agregar al matraz destilador 13 ml NaOH y 5 ml de tiosulfato de sodio.
- Conectar el reflujo y destilar hasta obtener un volumen aproximadamente 80 ml de destilado.
- Remover beaker receptor de la unidad de destilación.

Titulación:

- Titular con la solución del beaker receptor con HCL (0.1 N) hasta que haya un cambio de color.
- Calcular el contenido de N y de proteínas de la siguiente forma:

$$\% \text{ N} = (\text{vol std. HCl} * \text{normalidad HCl} * 0.014) / \text{peso de muestra}) * 100 \%$$

proteínas = % N * factor de conversión para cada muestra

Boleta de respuesta para evaluación sensorial

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Pruebe la muestra que se le presenta e indique según la escala de calificación proporcionada, su opinión sobre ella para cada pregunta que se le hace. Coloque a la par la calificación correspondiente para cada pregunta.

ESCALA

Me gusta mucho _____ 5 _____

Me gusta ligeramente _____ 4 _____

Ni me gusta ni me disgusta _____ 3 _____

Me disgusta ligeramente _____ 2 _____

Me disgusta mucho _____ 1 _____

A. ¿Qué le parece la apariencia? _____

B. ¿Que le parece la textura (crunch)? _____

C. ¿Qué le parece el color? _____

D. ¿Qué le parece el olor? _____

E. ¿Qué le parece el sabor? _____

Comentarios:

Muchas gracias.

FOCUS GROUP

BARRA MULTIGRANO LINAZA BIMBO

EMPAQUE

Empaque muy oscuro el color

Llama la atención porque parece el producto que es

Por el empaque da impresión de barra blanda

Gustan las inclusiones de arriba

Bota mucha miga

ASPECTO

Color muy oscuro

Las barras vienen en par, y cuesta separarlas. Vienen muy pegadas.

No gustan cosas arriba

Muy seca

Color esta bien,

Uniformes

Tamaño raro, muy pequeño, debe ser más larga, muy aplastada, forma no es uniforme, dañada por el empaque.

Huele a caramelo, rico, y a canela.

Bota mucha miga.

No se destruyó cuando se partió.

Granulosa.

Producto muy harinoso.

Mucha miga.

TEXTURA

Muy seca muy dura

Granulosa

Mucha miga

Sabor a canela

No se destruye al romperse, no es friable

Arenosa

SABOR

Sabe rico, a canela, miel, rico

Sabor a canela poco durable

GRANOLA BARS HELIOS

EMPAQUE

NO HACE REFERENCIA AL PRODUCTO (Dibujo simple)

Mal empaque

No da impresión de barra

No gusta el color, nada, no acorde al tipo de producto

Da impresión de ser barras energéticas

El empaque mata el producto

ASPECTO

Si agrada el aspecto, se ve como barra normal

Le falta color, muy pálida

Tiene textura por los colores y granos, se ven los ingredientes y tonalidades

Tiene diferente tonalidad en la barra.

Se ve dulce.

No tiene tamaño uniforme

Se ve húmedo y chicloso

TEXTURA

Flexible

Se pega

Es chiclosa, sí gusta, no da tanta sed

Buena textura

Es pegajosa

Se deshacen, se desmorona la barra fácilmente.

SABOR

No le gusta el ajonjolí crudo, sabe mucho y huele mucho a ajonjolí

No tiene sabor dulce, poco sabor, sólo sabe a ajonjolí

Muy insípido

BARRAS NATURE VALLEY APPLE AND CINNAMON

EMPAQUE

Llamativo por el color rojo

Buen empaque indica buena calidad

La manzana indica que tiene manzana

La manzana del empaque no se ve natural

Muy rojo

Se nota que tiene canela

Más colores

Transmite naturaleza

Colores son adecuado con la barra, combina colores con la canela

Va con el nombre

Producto gringo

ASPECTO

Muy duro chiclosos

Se ve agradable el color

Forma uniforme

Buena forma

Muy dulce,

Buen color y brillo

Diferentes colores, por diferentes ingredientes es atractivo

Se ven las semillas, fruta, se ve como jalea, se ven semillas, húmeda, no tan seca

Compacta, pegajosa, chiclosa, pesada, mas consistencia

Muy pegajosa

Combinaciones de colores, se ve la manzana

Se ve compacta

Se ven los diferentes granos, que sea suave, colores variedad

Es gruesa

TEXTURA

Demasiado chiclosa

Las almendras deberían ser más pequeñas

Se sienten los granos

Buena textura, no se deshace al morder

SABOR

Dan ganas de probarla
Sabor a canela, manzana, pasa, almendra y avena, rico el sabor
Sabe a avena preparada
No deja la boca seca
Buen sabor
Sabor intenso
Bueno olor
El tamaño almendra esta bien, ayuda a neutralizar el sabor

NATURE VALLEY CINNAMONN

EMPAQUE

Muy rojo, súper sabor a canela,
No se nota mucho la canela
No es llamativo
Tamaño de porción se ve bien, comible
El nombre canela esta muy pequeño

ASPECTO

Se mira dura
Muy tostada
Quemada
Quisieron darle color a canela
Seca muy chiquita
Muy compacta
No daba impresión ese tamaño
Le da sed
Muy secas
Demasiado compacto, debería ser más esponjoso.

TEXTURA

Muy tiesa, muy dura, muy tostada

Al masticarlo no esta dura

Buena textura en boca

Se deshace mucho

No brilla

Muy seco

SABOR

Huele a canela, a rollos de canela

Sabor rico

Tostado, sabe poco a canela, no en exceso, están al punto.

Demasiada canela

DEDICATORIA

A:

DIOS y la Virgen María
mis padres y hermanos
mis familiares
mis catedráticos y tutores
mis amigos
mi novio

Les agradezco por todas las enseñanzas
y el apoyo que me han brindado
tanto en el ámbito personal así como en el profesional,
durante el transcurso de mi carrera.