

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**RECOPIACION DE INVESTIGACIONES QUE SE HAN DESARROLLADO
EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
PARA CONSUMO HUMANO ELABORADOS CON BASE EN *Amaranthus spp*
(AMARANTO) Y SUS MEZCLAS.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

VICTOR MANUEL CORDOVA MENDOZA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO, 2016

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR INTERINO

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLON

SECRETARIA GENERAL INTERINA

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIO

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

COMITÉ DE PROCESO DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

COORDINADORA DE AREA: QUIMICA AGRICOLA

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

COORDINADOR DE AREA: CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS Y COSMÉTICOS

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

DOCENTES ASESORES

M.Ed. Roxana Margarita Callejas de Chacón

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

Lic. Norbis Salvador Solano Melara

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer y dedicar este trabajo a Dios todopoderoso, a mamita María por guiarme siempre en todo lo largo de mi carrera e iluminarme para seguir adelante.

A mis padres por estar siempre cuando más los necesito, por su apoyo incondicional, por tantos sacrificios hechos, solo para ver realizado mi sueño.

A mis hermanos por el apoyo incondicional que me han dado hasta este momento

A mi esposa e hijos que amo tanto por ser esa motivación, y que sin su apoyo incondicional, no hubiese logrado la culminación de mi carrera Universitaria.

A mis docentes Directores: MSc. Ena Edith Herrera Salazar M.Ed. Roxana Margarita Callejas de Chacón, LIC. Norbis Salvador Solano Melara, gracias por su guía en este trabajo, por su ayuda y consejos, por la paciencia que me tuvieron, mil gracias.

Víctor Córdova.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso y a mamita María, por derramar su bendición en mi vida y familia entera, por esa paciencia, fortaleza, y perseverancia en alcanzar mis objetivos.

A mis padres: José Benigno Córdova Ramírez y María Dolores Mendoza de Córdova, por su apoyo incondicional, por su esfuerzo que me brindaron y ejemplo a seguir, por todo eso y más los amo tanto.

A mis hermanos Erika, Jeremías y Mario, por brindarme su apoyo incondicional.

A mi esposa Ángela Lisette López de Córdova, por apoyarme incondicionalmente, tenerme paciencia y ser uno de los pilares en mi vida, muchísimas gracias mi amor te amo.

A mis hijos que son otro pilar en mi vida, son mi inspiración y motivación por la que lucho cada día.

A mis amigos y Ministerio de Alabanza Renacer: Jorge, Rosi, Jaime, Wil, Odir, Zuley, Javier, José Luis, Roxana Hernandez, compadres Wilfredo y Mercedes etc., y todos los que se me han quedado, gracias por su ánimo.

A mis amigos de la UES; Ana, Denise, Vero, Karen, por estar siempre ayudándome, dándome ánimos y soportarme y por haber compartido en la carrera muchas vivencias.

A los Licenciados: MSc. Ena Edith Herrera Salazar M.ed. Roxana Margarita Callejas de Chacón LIC. Norbis Salvador Solano Melara, MAE. María Elisa Vivar de Figueroa. Por todo el apoyo que me dieron durante todo mi proceso de graduación.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en esta investigación. Mis más sinceros agradecimientos.

Víctor Córdova

INDICE

Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xiii
Capítulo II	
2.0 Objetivos.	16
Capítulo III	
3.0 Marco teórico	18
3.1 El Amaranto	18
3.2 Aspectos agronómicos	19
3.3 Requerimientos ambientales	20
3.3.1 Tipo de suelo	20
3.3.2 Altitud	20
3.3.3 Requerimientos de temperatura	21
3.3.4 Requerimientos de agua	21
3.4 Prácticas agrícolas	21
3.4.1 Preparación de la tierra	21
3.4.2 Época de siembra	21
3.4.3 Profundidad de la siembra	21
3.4.4 Tasa de siembra	21
3.4.5 Fertilizantes	21
3.4.6 Control de maleza	22
3.4.7 Insectos	22
3.4.8 Enfermedades	22
3.4.9 Cosecha	22
3.4.10 Método de siembra	22
3.4.11 Rendimiento	22

3.5 Valor Nutritivo	23
3.5.1 Hojas	23
3.5.2 Grano	23
3.5.3 Aceite	25
3.6 Seguridad alimentaria y Nutricional	25
3.6.1 ¿Que es La seguridad Alimentaria y Nutricional?	25
3.6.2 ¿En qué consiste el derecho a los Alimentos?	27
3.6.3 ¿Qué es la Soberanía Alimentaria?	28
3.6.4 Componentes Básicos de la SAN	28
3.6.5 Conceptos estrechamente relacionados con la SAN	30
Capitulo IV	
4.0 Diseño metodológico	33
Capítulo V	
5.0 Resultados y discusión de resultados	38
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	148
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	150
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág. N°
1	Promedio de los Componentes Químicos de algunos cereales y del Grano de Amaranto (g/100g)	24
2	Listado de productos con mayor aceptación elaborados con base en amaranto y sus mezclas.	39
3	Trabajos de investigación desarrollados en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios para consumo humano elaborados con base en <i>Amaranthus cruentus</i> amaranto y sus mezclas catalogados por Tema Autores, Facultad y año.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Planta de <i>Amaranthus spp</i> (Amaranto) con su inflorescencia	18
2	Planta <i>Amaranthus caudatus</i> con inflorescencia	19
3	Planta y las cabezas florales del <i>Amaranthus cruentus</i>	20
4	Foto de la planta <i>Amaranthus hypocondriacus</i> y su inflorescencia	20
5	Niveles comparativos de triptófano, lisina y leucina entre granos de consumo frecuente en El Salvador y la semilla de amaranto.	24
6	Diagrama de flujo sobre el potencial que tiene el amaranto.	26
7	Modelo del formato para extraer información importante de un trabajo de graduación	35
8	Modelo del formato para enlistar los productos con mayor aceptación elaborados con amaranto y sus mezclas.	36

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

- 1 Procedimiento artesanal para la elaboración de la harina de amaranto
- 2 Recetas de grano de amaranto
- 3 Recetas de hojas de Amaranto
- 4 Carta de recepción del trabajo de investigación, entregado a la Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador (COSAN-UES).

RESUMEN

En la Universidad de El Salvador existen numerosas investigaciones donde se hace referencia a productos elaborados con base en amaranto y sus mezclas, sin embargo, no existe un documento bibliográfico que reúna todas las investigaciones realizadas sobre este cereal. Es por eso que en este documento se han recopilado todos los trabajos de graduación desarrollados durante el periodo comprendido de 1990 al 2010 de los que se han elaborado un resumen del contenido más importante de cada uno de ellos. En primer lugar se investigó la monografía de la planta de amaranto, donde se destacan sus aspectos agronómicos, requerimientos ambientales, la tasa de siembra y los fertilizantes utilizados, además se hace referencia de la importancia del amaranto para la Seguridad Alimentaria y Nutricional de El Salvador.

Posteriormente, se consultó en todas las bibliotecas de la Universidad de El Salvador las investigaciones realizadas con respecto al amaranto, se recopilaron y se siguió un formato que contiene los siguientes apartados: Título, Resumen, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía, con esto se pretendió que las personas interesadas reduzcan los tiempos de búsqueda de estas investigaciones. Así mismo se realizaron cuadros donde se enumeran las investigaciones ordenadas cronológicamente y por Facultad y se enlistaron los productos de mayor aceptación elaborados con amaranto y sus mezclas, cabe destacar que los alimentos preferidos son los que se elaboraron con mezclas de amaranto y otros cereales.

Con esta recopilación se pretende dar a conocer las investigaciones que en la Universidad de El Salvador se han realizado en relación con el amaranto y que la Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador (COSAN-UES) difunda la recopilación para favorecer la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) de la Comunidad Universitaria.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

El amaranto es uno de los granos más completos desde el punto de vista alimenticio, porque posee cantidades importantes de proteínas, minerales y vitaminas naturales entre ellas las vitaminas A, B₁, B₂, B₃, C; además de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. Así mismo, se evidencia la presencia de aminoácidos como la lisina.

En años anteriores se realizaron investigaciones en las cuales se desarrollaron una diversidad de productos alimenticios para consumo humano, utilizando el grano de amaranto sólo o en mezclas con otros cereales por ejemplo: harinas de trigo, maíz, sorgo etc. y a pesar de contar, con la riqueza de estas investigaciones no existe un material que recopile los alimentos que tuvieron mayor aceptación por el consumidor y un contenido nutricional aceptable.

Por lo que en el presente trabajo se realizó una recopilación bibliográfica de investigaciones ejecutadas en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios de consumo humano elaborados con base en *Amaranthus spp* (amaranto) y sus mezclas, con el propósito de facilitar a las futuras investigaciones la información resumida y concreta de los trabajos de investigación realizados en el periodo comprendido de 1990 al 2010 ya que en este periodo se desarrollaron el mayor número de investigaciones relacionadas con el tema. La recopilación se realizó en la biblioteca Central y las bibliotecas de las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador que han realizado estudios referentes al amaranto como: La Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Medicina y Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad de El Salvador.

En esta investigación se describieron aspectos botánicos, composición nutricional, requerimientos edafoclimáticos y las variedades, entre otra

información relevante del cultivo de amaranto. Posteriormente se hizo una síntesis de cada una de las investigaciones encontradas, en las que se usó el amaranto en la elaboración de alimentos para consumo humano; ya sea, sólo o en mezclas en total se encontraron 14 investigaciones. Además, se enlistaron los productos con mayor aceptación y calidad nutricional, de acuerdo a la bibliografía consultada. los productos de mayor aceptación y calidad nutricional fueron: Pan dulce, Pastelitos, Pan tostado, Pan de amaranto crudo, Salpores, Galletas de trigo-amaranto, Pasta amaranto - trigo, Barquillo Trigo - amaranto, Dulce de amaranto, Nachos amaranto – arroz, Cornchips de Amaranto – arroz, Horchatas de amaranto, Atol de amaranto Nixtamalizado - arroz, Atol de amaranto Nixtamalizado – maíz y pastas alimenticias. La investigación se realizó en el año 2013 - 2016.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Recopilar las investigaciones que se han desarrollado en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios para consumo humano elaborados con base en *Amaranthus spp* (amaranto) y sus mezclas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1 Compilar los trabajos de investigación realizados en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios para consumo humano elaborados con base en amaranto y sus mezclas realizadas en el periodo de 1990-2010.
- 2.2.2 Realizar una síntesis de los trabajos de investigación recopilados.
- 2.2.3 Enlistar los productos con mayor aceptación o calidad nutricional y su respectiva formulación de acuerdo a las investigaciones recopiladas.
- 2.2.4 Dar a conocer la información a la comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador. (COSAN-UES)

CAPITULO III
MARCO TEORICO

POTENCIAL INDUSTRIAL

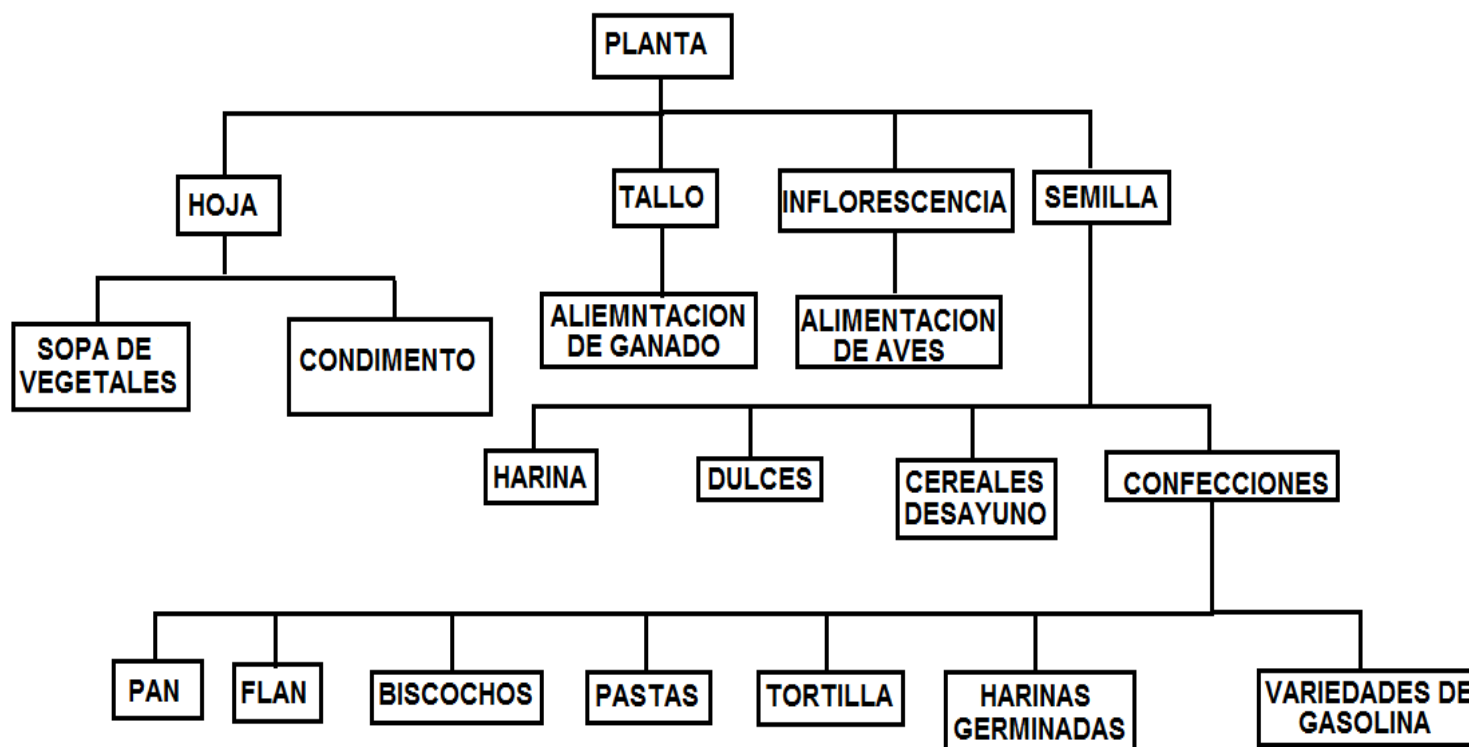


Figura N°6. Diagrama de flujo sobre el potencial que tiene el amaranto (15).

POTENCIAL INDUSTRIAL DEL AMARANTO: Diferentes productos que pueden ser obtenidos a partir del amaranto, lo que evidencia su enorme potencial industrial. Esta característica merece especial atención, pues siendo esta planta originaria de Mesoamérica, podría convertirse en pilar de desarrollo industrial si se sabe aprovechar.

3.0 MARCO TEORICO

3.1 EL AMARANTO (BLEDO) ⁽⁴⁾



Figura N° 1 Planta de *Amaranthus spp* (Amaranto) con su inflorescencia ⁽⁷⁾

El valor de un cultivo alimenticio depende de sus atributos, incluyendo el uso en sistemas de consumo alimentario- nutricional, ya sea ingerido sólo o como parte de una dieta.

El grano de amaranto, fue muy popular en las civilizaciones Maya, Azteca e Inca, y podría dar un aporte muy significativo para resolver problemas de deficiencia energética proteica en países en desarrollo.

El amaranto, conocido en nuestro país como “Bledo”, ha sido considerado nuevamente dentro de las fuentes de alimentos de consumo tradicional, tanto por su contenido energético como por la calidad de su proteína. ⁽⁴⁾

Actualmente, en El Salvador se desarrollan investigaciones tendientes a utilizar el grano y el aprovechamiento de los sub-productos de la planta. El interés en la preparación de alimentos a base de amaranto se debe al contenido de aceites y

proteína en la semilla, siendo superior a los cereales de uso común en el país (maíz, arroz, sorgo y trigo). En relación a la cantidad de proteína, merece especial atención su composición aminoacídica y su nivel relativamente alto de lisina, aminoácido deficiente en los cereales. Es por ello que al preparar mezclas de amaranto con los cereales tradicionalmente consumidos por la población, se pueden obtener productos con un contenido proteico de buena calidad. (4)

3.2 ASPECTOS AGRONOMICOS (4)

El amaranto es una planta anual de tipo herbáceo perteneciente a la familia de las amarantáceas, crece en todos los tipos de suelos, desde el arenoso hasta el arenoso-calizo y húmico. Se cultiva en climas tropicales, subtropicales y templados, desarrollándose entre los 50 a 900 metros sobre el nivel del mar. Es una especie anual, de hojas grandes que puede alcanzar hasta 2 metros de altura, las semillas son pequeñas pero muy abundantes concentradas en una panoja grande de color blanco, pardo o negro, dependiendo de la variedad. Es una planta adaptada perfectamente al trópico, que utiliza la luz al máximo al realizar la fotosíntesis.

Las principales especies de amaranto que se utilizan para obtención de grano son:

- *Amaranthus caudatus*: Crece en las regiones andinas de Bolivia, Perú y Argentina.



Figura N° 2 Planta *Amaranthus caudatus* con inflorescencia.

- *Amaranthus cruentus*: Crece en el Sur de México, Guatemala y Estados Unidos.



Figura N°3 Planta y cabezas florales de *Amaranthus cruentus*

- *Amaranthus hypocondriacus*: Crece en la parte central de México, América Central y la India.



Figura N°4 Planta *Amaranthus hypocondriacus* y su inflorescencia.

3.3 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES: (4)

3.3.1 TIPO DE SUELO: Crece en suelos ácidos y de alto contenido en aluminio, así como en suelos alcalinos y salinos. Se adapta a las tierras que fluctúan entre finas y toscas, siempre que estén bien drenadas.

3.3.2 ALTITUD: Es bien adaptado al trópico, y crece bien entre 50 y 900 msnm.

3.3.3 REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURA: La temperatura óptima para su germinación oscila entre 10 y 27°C lo que lo hace comparable con el maíz.

3.3.4 REQUERIMIENTOS DE AGUA: La cantidad de agua para lograr su cultivo es extremadamente importante en las regiones áridas y esta cantidad variará de un medio ambiente a otro. En El Salvador se ha comprobado que necesita más de 360 mm de agua, por año, que lo hace más tolerante a la sequía que el maíz o el sorgo.

3.4 PRÁCTICAS AGRICOLAS: ⁽⁴⁾

3.4.1 PREPARACION DE LA TIERRA: Se necesita tierra suelta pero firme, a fin de ordenar la siembra a una profundidad uniforme (2.5 cm) de modo que la emergencia sea también uniforme.

3.4.2 EPOCA DE SIEMBRA: De acuerdo a experiencias en El Salvador, se recomienda sembrar en la segunda quincena de junio, sin embargo, se obtienen buenos resultados si esta práctica se realiza entre otra época si la temperatura es superior a 18°C y existe humedad adecuada.

3.4.3 PROFUNDIDAD DE LA SIEMBRA: La pequeñez de la semilla requiere una siembra poco honda, aunque influye la textura del suelo y la humedad; una profundidad de 2.5cm parece ser la óptima.

3.4.4 TASA DE SIEMBRA: Las tasas óptimas dependen de la humedad disponible y del método de cosecha; se recomienda que las tasas de población sean de 300,000 a 500,000 semillas/ha, dependiendo del uso a que se destine la planta, esto es función del interés en grano o follaje (verduras).

3.4.5 FERTILIZANTES: La respuesta del amaranto a los fertilizantes varía desde una respuesta nula hasta incrementos considerables; se ha

observado que responde a la proporción de la fórmula 16-20-0 en el momento de la siembra y a la urea y /o sulfato de amonio al tercer raleo y en la floración, pero es muy importante contar con datos de los niveles de nutrientes en el suelo en el momento de siembra.

3.4.6 CONTROL DE MALEZA: No hay herbicida selectivo para el amaranto, lo mejor es hacer un control manual de limpieza, durante los primeros 45 días de desarrollo.

3.4.7 INSECTOS: Aun cuando en el Amaranto se han encontrado un gran número de plagas de insectos, son pocos los problemas que afectan a la planta, tales como la tortuguilla, insectos chupadores y pulgones por lo que se hacen aplicaciones de plaguicidas, de acuerdo a la incidencia.

3.4.8 ENFERMEDADES: Se ha encontrado que el mal del talluelo⁽⁵⁾ que es cuando ocurren lesiones en la base del tallo y el tejido se torna blanco y se estrecha y la planta se marchita y debilita; ocasionando serias pérdidas de plantas, por lo que la aplicación de un fungicida ayuda a corregir tal enfermedad.

3.4.9 COSECHA: La cosecha se hace manual, se cortan las panojas y se ponen al sol durante 72 horas para eliminar la humedad, luego se desgranar presionándolas contra una zaranda, posteriormente se hace pasar una corriente de aire, alternativamente se puede utilizar una segadora trilladora.

3.4.10 METODO DE SIEMBRA: La siembra directa de la semilla es el único procedimiento practicado; aunque se utiliza el trasplante; pero afecta su crecimiento.

3.4.11 RENDIMIENTO: Los rendimientos que se han obtenido realizando prácticas manuales van desde 1175 a 3111 Kg/ha.

3.5 VALOR NUTRITIVO ⁽⁴⁾

3.5.1 HOJAS: Las hojas tiernas de la planta de amaranto, constituyen un alimento de calidad nutritiva, aportando una importante proteína suplementaria, carotenos y otros nutrientes. En vista de su alto contenido de aminoácidos esenciales, la proteína de amaranto ocupa una posición especial entre las proteínas de origen vegetal. En base seca las hojas de amaranto contienen 25 -27% de proteína.

Además su alto contenido de lisina, permite suplementar en forma muy efectiva los atoles, preparaciones alimenticias que a menudo se utilizan en alimentación infantil.

3.5.2 GRANO: El grano ha llamado la atención, posiblemente por dos razones; una de ellas es que la semilla de amaranto contiene más proteína que los cereales. (Cuadro N° 1) La segunda, es que su proteína tiene un balance de aminoácidos esenciales bastante bueno para una proteína de origen vegetal (Figura 5), con cantidades relativamente altas de lisina, aminoácido esencial en el que es deficiente la proteína de los cereales. A estos dos factores habría que sumar uno más: Su contenido relativamente elevado de grasa vegetal, lo que hace un grano calóricamente superior a los cereales.

El germen contiene el 65% de la proteína, mientras que en el endospermo solo se encuentra el 35%.

El valor nutricional de amaranto en cuanto a su contenido proteínico es casi 1.5 veces mayor que el de otros cereales.

CUADRO N° 1. Promedio de los componentes químicos de algunos cereales y del grano de amaranto (g/100g) ⁽¹⁵⁾

COMPONENTES QUIMICOS	MAIZ	SORGO	ARROZ	TRIGO	AVENA	AMARANTO
Proteína	9.4	8.8	7.2	9.3	11.6	12.9
Grasa	4.3	3.2	0.6	0.7	3.1	7.2
Fibra cruda	1.8	2.3	0.6	0.5	3.5	6.7
Ceniza	1.3	2.7	0.5	1.5	1.5	2.5
Carbohidratos	74.4	64.4	79.7	74.4	73.8	65.1
Calorías	361	342	364	307	370	377

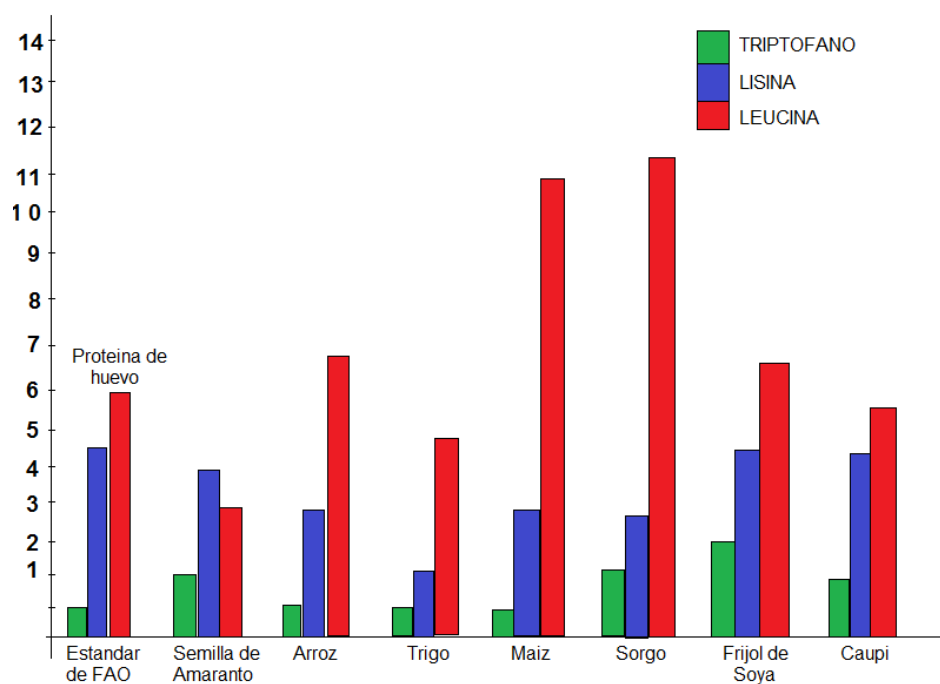


Figura N° 5. Niveles comparativos de triptófano, lisina y leucina entre granos de consumo frecuente en El Salvador y la semilla de amaranto. ⁽¹⁵⁾

3.5.3 ACEITE: Es el segundo nutriente de interés en el grano de amaranto; su contenido de lípidos varía de 4.8 a 8.1%, es rico en ácido linoleico, con valores de 43.4-51.4%, Ácido oleico, 21.3-31.9% y palmítico con valores de 18.6-21.3%. Desde el punto de vista nutricional el aceite presenta un buen patrón de ácidos grasos de tipo no saturado.

3.6 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SAN)⁽¹⁷⁾

3.6.1 ¿Qué es la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN)?

El concepto de Seguridad Alimentaria surge en la década del 70, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En los años 80, se añadió la idea del acceso, tanto económico como físico. Y en la década del 90, se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, y se reafirma la Seguridad Alimentaria como un derecho humano. Según el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), la Seguridad Alimentaria Nutricional "es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo". Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ⁽¹⁶⁾, desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, la Seguridad Alimentaria a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando "todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana".

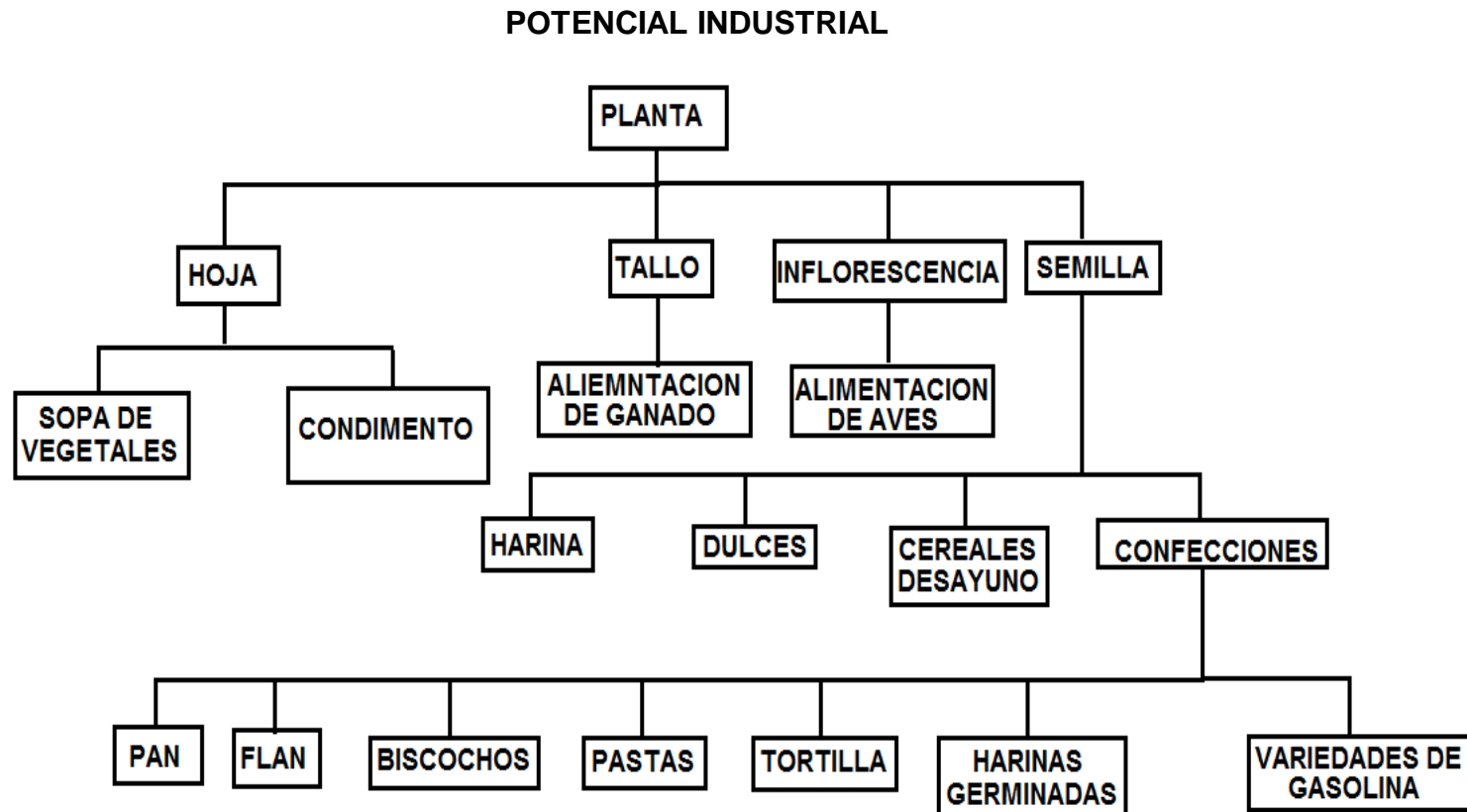


Figura N°6. Diagrama de flujo sobre el potencial que tiene el amaranto ⁽¹⁵⁾.

POTENCIAL INDUSTRIAL DEL AMARANTO: Diferentes productos que pueden ser obtenidos a partir del amaranto, lo que evidencia su enorme potencial industrial. Esta característica merece especial atención, pues siendo esta planta originaria de Mesoamérica, podría convertirse en pilar de desarrollo industrial si se sabe aprovechar.

En esa misma Cumbre, dirigentes de 185 países y de la Comunidad Europea reafirmaron, en la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, "el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación apropiada y con el derecho fundamental de toda persona a no padecer hambre."⁽¹⁶⁾

3.6.2 ¿En qué consiste el derecho a los Alimentos?

Desde sus inicios, las Naciones Unidas han establecido el acceso a una alimentación adecuada como derecho individual y responsabilidad colectiva. La Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948 proclamó que "Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación"⁽¹⁶⁾ Casi 20 años después, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1996) elaboró estos conceptos más plenamente, haciendo hincapié en "el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso la alimentación"⁽¹⁶⁾, y especificando "el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre"⁽¹⁶⁾. Así pues ¿qué diferencia hay entre el derecho a estar protegidos contra el hambre y el derecho a tener una alimentación adecuada? El primero de estos derechos es fundamental. Significa que el Estado tiene la obligación de asegurar, por lo menos, que las personas no mueran de hambre. Como tal, está intrínsecamente asociado al derecho a la vida. Además, no obstante, los Estados deberían hacer todo lo posible por promover un disfrute pleno del derecho de todos a tener alimentos adecuados en su territorio, en otras palabras, las personas deberían tener acceso físico y económico en todo momento a los alimentos en cantidad y de calidad adecuadas para llevar una vida saludable y activa. Para considerar adecuados los alimentos se requiere que además sean culturalmente aceptables y que se produzcan en forma sostenible para el medio ambiente y la sociedad. Por último, su suministro no debe interferir con el disfrute de otros derechos humanos, por ejemplo, no debe costar tanto adquirir suficientes alimentos para

tener una alimentación adecuada, que se pongan en peligro otros derechos socioeconómicos, o satisfacerse en detrimento de los derechos civiles o políticos.

3.6.3 ¿Qué es la Soberanía Alimentaria?

Según Vía Campesina, promotor de la idea, “la soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos, las naciones o las uniones de países a definir sus políticas agrícolas y de alimentos, sin ningún dumping frente a países terceros. La soberanía alimentaria organiza la producción y el consumo de alimentos acorde con las necesidades de las comunidades locales, otorgando prioridad a la producción para el consumo local y doméstico. Proporciona el derecho a los pueblos a elegir lo que comen y de qué manera quieren producirlo. La soberanía alimentaria incluye el derecho a proteger y regular la producción nacional agropecuaria y a proteger el mercado doméstico del dumping de excedentes agrícolas y de las importaciones a bajo precio de otros países. Reconoce así mismo los derechos de las mujeres campesinas. La gente sin tierra, el campesinado y la pequeña agricultura tienen que tener acceso a la tierra, el agua, las semillas y los recursos productivos así como a un adecuado suministro de servicios públicos. La soberanía alimentaria y la sostenibilidad deben constituirse como prioritarias a las políticas de comercio”.

3.6.4 Componentes Básicos de la SAN

DISPONIBILIDAD de alimentos a nivel local o nacional, tiene en cuenta la producción, las importaciones, el almacenamiento y la ayuda alimentaria. Para sus estimaciones se han de tener en cuenta las pérdidas postcosecha y las exportaciones.

ESTABILIDAD Se refiere a solventar las condiciones de inseguridad alimentaria transitoria de carácter cíclico o estacional, a menudo asociadas a las campañas

agrícolas, tanto por la falta de producción de alimentos en momentos determinados del año, como por el acceso a recursos de las poblaciones asalariadas dependientes de ciertos cultivos. En este componente juegan un papel importante: la existencia de almacenes o silos en buenas condiciones así como la posibilidad de contar con alimentos e insumos de contingencia para las épocas de déficit alimentario.

ACCESO Y CONTROL Sobre los medios de producción (tierra, agua, insumos, tecnología, conocimiento) y a los alimentos disponibles en el mercado. La falta de acceso y control es frecuentemente la causa de la inseguridad alimentaria, y puede tener un origen físico (cantidad insuficiente de alimentos debido a varios factores, como son el aislamiento de la población, la falta de infraestructuras) o económico (ausencia de recursos financieros para comprarlos debido a los elevados precios o a los bajos ingresos).

CONSUMO Y UTILIZACIÓN BIOLÓGICA de los alimentos. El consumo se refiere a que las existencias alimentarias en los hogares respondan a las necesidades nutricionales, a la diversidad, a la cultura y las preferencias alimentarias. También hay que tener en cuenta aspectos como la inocuidad de los alimentos, la dignidad de la persona, las condiciones higiénicas de los hogares y la distribución con equidad dentro del hogar.

La utilización biológica está relacionada con el estado nutricional, como resultado del uso individual de los alimentos (ingestión, absorción y utilización). La inadecuada utilización biológica puede tener como consecuencia la desnutrición y/o la malnutrición. Con frecuencia se toma como referencia el estado nutricional de los niños y las niñas, pues las carencias de alimentación o salud en estas edades, tienen graves consecuencias a largo plazo y a veces permanentes.

En Centroamérica, los Programas de Seguridad Alimentaria (PESA), ejecutados por FAO y los Ministerios de Agricultura de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador, han incorporado un componente en su análisis: el fortalecimiento Institucional. En efecto, aumentar las capacidades de las familias en torno a grupos de interés, de las comunidades, los municipios y el propio Estado, no se puede considerar como un elemento transversal más, sino como un componente más que los programas, políticas y estrategias deberían alcanzar junto a la disponibilidad, el acceso, el consumo y el buen aprovechamiento biológico.

3.6.5 CONCEPTOS ESTRECHAMENTE RELACIONADOS CON LA SAN

HAMBRE: Es un concepto más claro y entendible por todo el mundo, y más mediático, pero se trata de un término con muchas y diferentes acepciones, algunas de ellas basadas en percepciones subjetivas. Se puede definir como “escasez de alimentos básicos que causa carestía y miseria generalizada”.

HAMBRUNA: Concepto asociado con imágenes de inanición masiva y que se suele entender como un hecho aislado, y no como la culminación de un proceso. Se puede definir como “el resultado de una secuencia de procesos y sucesos que reduce la disponibilidad de alimentos o el derecho al alimento, causando un aumento notable y propagado de la morbilidad y mortalidad”.

POBREZA: Pobreza general o pobreza relativa. El PNUD la define como “falta del ingreso necesario para satisfacer las necesidades esenciales no alimentarias como el vestuario, la energía y la vivienda, así como las necesidades alimentarias. Para el Banco Mundial, la pobreza es “vivir con menos de 2 USD al día”

POBREZA EXTREMA: Pobreza absoluta o indigencia. El PNUD la define como “falta del ingreso necesario para satisfacer las necesidades básicas de alimentos, que se suele definir sobre la base de las necesidades mínimas de calorías”. Según el Banco Mundial “pobres extremos son los que viven con menos de 1 USD al día”.

POBREZA HUMANA: Nuevo concepto que se refiere a la privación en cuanto a la capacidad más esencial de la vida, incluso vivir una larga vida y saludable, tener conocimientos, tener aprovisionamiento económico suficiente, y participar plenamente en la vida de la comunidad.

INSEGURIDAD ALIMENTARIA es un concepto mucho más amplio que engloba a todos los anteriores, íntimamente relacionado con la vulnerabilidad, y que se puede definir como “la probabilidad de una disminución drástica del acceso a los alimentos o de los niveles de consumo, debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta”.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio:

Retrospectivo: Se analizó información de investigaciones previamente realizadas.

Prospectivo: La investigación será un insumo para futuras investigaciones, minimizando el tiempo de búsqueda de los trabajos de graduación referentes al *Amaranthus Spp* (Amaranto) desarrollados en la Universidad de El Salvador.

Investigación Bibliográfica: Se recopilaron todas las investigaciones de trabajos de graduación, que se han realizado en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios de consumo humano elaborados con base en amaranto y sus mezclas, así como en libros para recabar información sobre la especie vegetal.

4.2 Investigación bibliográfica:

Se llevó a cabo en las siguientes bibliotecas de la Universidad de El Salvador:

- Biblioteca "Dr. Benjamín Orozco" Facultad de Química y Farmacia.
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina
- Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador
- Internet

4.3 Investigación de Campo:

Se consultó primero la biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia para recolectar los trabajos de graduación realizados en el periodo comprendido de 1990 a 2010 que hayan tenido como objeto de estudio

el amaranto y diversos alimentos para consumo humano elaborado solos o en mezclas con el grano.

Cada una de las investigaciones fueron leídas y la información de ellas se resumió en un formato (ver figura N°7) que contiene la siguiente información.

- 1 El título que contesta las preguntas fundamentales *¿Qué se hizo?* y *¿Dónde se hizo?*
- 2 El resumen que es un párrafo breve que resume lo que se investigó en el proyecto, los métodos usados, los resultados obtenidos y las conclusiones principales.
- 3 La introducción en la que debe incluirse la problemática a tratar, lo escrito por otros autores, el objetivo y la hipótesis.
- 4 Los Materiales y métodos que explican cómo se realizó la investigación
- 5 Los resultados y discusión se pueden presentar como:
 - 5.1 Resultado:
 - 5.1.1 Tres alternativas principales: texto, tablas y gráficas
 - 5.1.2 Las tablas y las gráficas deben identificarse y numerarse correctamente.
 - 5.1.3 Se debe enfatizar en el texto los resultados más importantes.
 - 5.1.4 Esta sección se escribe en tiempo pasado
 - 5.1.5 Sólo se incluyen los datos obtenidos, no los resultados deseados.
 - 5.2 Discusión:
 - 5.2.1 Se explican e interpretan los resultados
 - 5.2.2 Luego de explicar por qué se obtuvieron estos resultados específicos, el autor generalmente los discute

comparándolos con investigaciones relevantes realizadas por otros investigadores.

5.2.3 Si los resultados difieren de lo esperado, se exploran las razones, mencionar las limitaciones que tuvo el trabajo, e incluir sugerencias para mejorar el experimento.

- 6 Las Conclusiones que se relacionaran con los objetivos planteados en la investigación.
- 7 Recomendaciones: en esta se dará una sugerencia para enriquecer la investigación.
- 8 La Literatura citada o bibliografía será redactada de acuerdo al formato específico de cada trabajo de investigación. (Ver Figura N°7).

TITULO	
RESUMEN	
INTRODUCCION	REULTADOS Y DISCUSION
MATERIALES Y METODOS	CONCLUSIONES
	RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFIA

Figura N° 7. Modelo del formato para extraer información importante de un trabajo de graduación.

De igual manera se procedió con las investigaciones encontradas en las otras bibliotecas de la Universidad de El Salvador.

Posteriormente, se enlistaron los productos alimenticios de mayor aceptación encontrados en las investigaciones consultadas (ver Figura N°8) y se referenciaron a la fuente original por si se desea mayor información sobre ellos.

Listado de productos con mayor aceptación.	Porcentaje de harina (%)		
	Amaranto	Arroz	Trigo

Figura N° 8 Modelo del formato para enlistar los productos con mayor aceptación elaborados con amaranto y sus mezclas.

Además un ejemplar de esta investigación se entregó a la Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador (COSAN-UES), para que se dé a conocer a la comunidad universitaria la importancia de este cereal.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Se recolectaron las investigaciones realizadas en la Universidad de El Salvador de Productos Alimenticios para Consumo Humano Elaborados con Base en ***Amaranthus spp*** (amaranto) y sus Mezclas. Las bibliotecas consultadas para la realización de las investigaciones fueron las siguientes: Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia donde se inició la investigación para recolectar los trabajos de graduación realizados en el periodo comprendido de 1990 a 2010 que hayan tenido como objeto de estudio el amaranto para el procesamiento de diversos alimentos para consumo humano, elaborados solos o en mezclas con otros granos; se revisaron y se resumieron usando el formato mencionado anteriormente. (Ver figura N°7)

Posteriormente, se recolectaron las investigaciones encontradas en las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Facultad de Medicina y Biblioteca Central y se procedió de igual a realizar la síntesis de los trabajos que incluyen: Título, resumen, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones recomendaciones y bibliografía (Ver figura N°7), todo esto para presentar al lector un documento de los aspectos más relevantes de los trabajos de investigación encontrados en el periodo señalado.

Seguidamente se procedió a enlistar los productos con mayor aceptación o calidad nutricional, que fueron elaborados en los trabajos de investigación recopilados. (Ver cuadro N°2)

Cuadro N° 2 Listado de productos con mayor aceptación elaborados con base en amaranto y sus mezclas.

Listado de productos con mayor aceptación.	Porcentaje de harina (%) de los cereales utilizados						Referencia Bibliográfica
	Amaranto (%)	Arroz (%)	Maiz (%)	Trigo (%)	Soya (%)	Ajonjolí (%)	
Pastelitos	30	---/---	----	30	30	----	1
Galletas de trigo-amaranto	50	---/---	----	25	----	----	12
Horchatas de amaranto	40	35	----	---	----	25	12
Dulce de amaranto	100	----	----	---	----	----	15
Atol de amaranto Nixtamalizado - arroz	50	50	----	---	----	----	13
Atol de amaranto Nixtamalizado – maíz	50	----	50	---	----	----	13
Nachos amaranto – Maiz	67	----	33	---	----	----	5
Cornchips de Amaranto – Maíz	67	----	33	---	----	----	5
Barquillo Trigo - amaranto	20	----	----	80	----	----	4
Pasta amaranto - trigo	30	----	----	70	----	----	3
Salpores	50	----	----	50	----	----	9
Pan tostado	20	----	----	80	----	----	9

El número total de las investigaciones encontradas fueron 14; de las cuales 6 son trabajos de graduación para optar al grado de: Licenciado en Química y Farmacia perteneciente a la Facultad Química y Farmacia, 1 para optar al grado de Ingeniero Agrónomo perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2 para optar al grado de Licenciado en Química, 1 para optar al grado de Licenciado en Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, 3 para optar al grado de Licenciado en Química de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente y 1 para optar al grado de Licenciado en Nutrición, de la Facultad de Medicina. (Ver Cuadro N°3)

Cuadro N°3. Trabajos de investigación desarrollados en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios para consumo humano elaborados con base en *Amaranthus cruentus* amaranto y sus mezclas catalogados por Tema Autores, Facultad y año.

N°	TEMA	AUTORES	FACULTAD	AÑO
1	Elaboración de Productos a Base de Amaranto y Su Aceptación en Niños de Edad preescolar en la Guardería "Armin Matli" de San salvador	Alas Marín L.E, Ayala Gomez Y.E., Escobar Hernandez T.J. Madariaga Hernandez L.M.	Facultad de Medicina	1992
2	Determinación de la Composición Química Proximal y Evaluación Sensorial, de Productos Alimenticios Elaborados Utilizando Amaranto, Cultivado en la Zona Occidental de El Salvador.	Funes Figueroa, I.I.	Facultad Multidisciplinaria de Occidente	1992
3	Utilización del Grano de Amaranto y Elaboración de Horchata, Atole y Dulce.	Reyes Valiente, L.A.	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas	1993
4	Efecto de la Fecha de Siembra en Cinco Variedades, 7 USA, 8 USA, 20 USA y 17 GUATEMALA "Amaranto" <i>Amaranthus cruentus</i> , Sobre el Desarrollo de la Planta, Rendimiento y Calidad de la Semilla Durante la Estación Lluviosa en San Andres, La Libertad	Escobar Lechuga R.A., Valencia Ayala T.J.	Facultad de Química y Farmacia	1993
5	Determinación y Comparación de los Contenidos de Grasa, Proteínas y Lisina, en la Semilla de Amaranto (<i>Amaranthus cruentus sp</i>) Sometida a Tratamiento Radiológico, Obtenida en la Primera Generación con Relación a la Semilla no Irradiada.	Barahona J.S.	Facultad Multidisciplinaria de Occidente	1995

Cuadro N°3: Continuación

6	Cuantificación del Escualeno en el Aceite del Grano de Amaranto, Cultivado en Tres Localidades a Diferentes Altitudes de la Zona Occidental de El Salvador.	Morán Morán, A.W., Rodríguez Melara, G., Coto N.M.	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas	1995
7	Elaboración de un Alimento Infantil de Alto Valor Nutricional a Base de Amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i>) – Arroz (<i>Oriza sativa</i>) y Amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i>) – Maíz (<i>Zea mays</i>).	López Araya, C. I., López Godoy, P. M., Núñez Rivas., M. J.	Facultad de Química y Farmacia	1998
8	Factibilidad Tecnológica en la Preparación de Nachos y Corn Chips Fortificados con Amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i>)	Argumedo Catota W. A., Bernal Molina N. C., Valle Orellana V. E.	Facultad de Química y Farmacia	1999
9	Fortificación Nutricional de Barquillos Mediante la Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Amaranto.	Arévalo Rodríguez R.M., Martínez Menéndez L.B, Reyes Ponce J.L	Facultad de Química y Farmacia	2000
10	Elaboración de Pastas Alimenticias de Harina Blanca de Trigo Fortificadas con Amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i>).	Arévalo Peraza R. A., Orellana Ramirez M. A.	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas	2001
11	Cuantificación del Contenido de Ácido Fítico en Cuatro Harinas del Grano de Amaranto Obtenidas con Diferentes Tratamientos y en el Grano sin Tratar.	Solano Jiménez, R.P.	Facultad de Química y Farmacia	2002
12	Variabilidad en el Contenido de Aceite y Escualeno en 21 Variedades de Amaranto.	Barrientos Magaña J.P, Orellana Rivera M.A	Facultad Multidisciplinaria de Occidente	2006
13	Elaboración de una Formula de Harina para Horchata que Sustituya en su Composición un Porcentaje de Grano de <i>Oryza sativa</i> (Arroz) por <i>Amaranthus cruentus</i> (Amaranto)	Ayala Arévalo, L. G. López Avilés C. A.	Facultad de Química y Farmacia	2006
14	Estudio de Factibilidad Técnica para la Produccion de Harina de Amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>)	Carpio Escobar, J M.	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	2009

A continuación se presentan los trabajos de investigación en el formato establecido previamente, catalogados por Facultad y año. El formato en que están redactadas las bibliografías de cada uno de las investigaciones consultadas fue respetado sin modificación alguna.

Cabe mencionar que una copia de esta investigación se envió a la Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador (COSAN-UES), para que sirva de apoyo y se evidencie que en la Universidad de El Salvador hay investigaciones en pro de la seguridad alimentaria (Ver Anexo N° 4)

ELABORACION DE PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO Y SU ACEPTACION EN NIÑOS DE EDAD PREESCOLAR EN LA GUARDERIA "ARMIN MATTLI" DE SAN SALVADOR.

Alas Marín, L.E, Ayala Gómez Y.E, Escobar Hernández T.J, Maradiaga Hernández L.M

Universidad de El Salvador

Facultad de Medicina

1992

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de introducir el amaranto como una alternativa alimentaria para ser utilizado en refrigerios escolares haciéndose énfasis en el valor nutritivo, la aceptabilidad y tolerancia de los productos que pueden elaborarse para la alimentación de preescolares a partir de este pseudocereal. Para la recolección de la información se realizaron etapas de: Análisis proximal de materia prima, formulación de harinas compuestas, elaboración de los productos y determinación del valor nutritivo de estos, evaluación de aceptabilidad y tolerancia a los productos.

El estudio demostró que el amaranto puede ser incorporado a la dieta del alumno, elaborando alimentos de fácil preparación y adaptados a las costumbres alimentarias de la población salvadoreña, lo cual favoreció su aceptabilidad.

INTRODUCCIÓN

La situación alimentaria nutricional en el país es un problema de gran magnitud, pues está determinada por las precarias condiciones de vida de la población salvadoreña, esta situación ha sido confirmada a través de indicadores como la tasa de mortalidad infantil, el índice de desempleo y subempleo, saneamiento básico, el índice de analfabetismo; por ello el fenómeno de la desnutrición se presenta en el grupo más vulnerable representado por los niños menores de cinco años ⁽¹⁾, mujeres embarazadas, lactantes y familias de escasos recursos económicos.

El acceso económico que se tenga a los alimentos condiciona un insuficiente consumo, pues la población no alcanza a cubrir sus requerimientos de energía y de proteínas.

Ante esta situación se hace necesario el establecimiento de programas tendientes a mejorar la calidad y cantidad de la dieta tradicional del niño., a través de un alimento complementario que provea las calorías y proteínas necesarias a fin de alcanzar y/o mejorar su estado de salud.

Dichos programas pueden basarse en el rescate de recursos agrícolas tradicionales como sería el caso del amaranto, un pseudocereal que representa un alimento alternativo por las características de su valor nutritivo.

Estudios realizados demuestran que 100 gramos de amaranto, aportan un 15% de proteína y un 8% de grasa; estos dos aspectos lo hacen superior a otros cereales cuyo contenido proteínico promedio es de un 10% y contienen no más de un 5% de grasa⁽¹⁸⁾, las ventajas proteicas del amaranto⁽¹⁸⁾ respecto a las del trigo son mayores, dado que el amaranto presenta mayor riqueza en cantidad de los aminoácidos esenciales: Lisina, triptófano, azufrados (metionina y cistina) y aromáticos (tirosina y fenilalanina) por lo que se ha demostrado que la calidad proteínica de la semilla procesada adecuadamente es similar a la calidad proteínica de la caseína⁽¹⁸⁾

Por lo tanto el presente estudio evaluó las características nutricionales del amaranto, para ser utilizado en la alimentación del estudiante, a través de la elaboración de preparaciones tradicionales que tengan aceptación por la población en general.

MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo la metodología y los materiales se utilizaron se necesitaron:

1- Sujetos. Las personas seleccionadas para el estudio fueron los niños en edad preescolar entre 4 y 6 años, de ambos sexos y que asisten con regularidad a la Guardería "Armín Mattli" del municipio de Mejicanos.

Un criterio aplicado para la selección de los niños fue que no presentaran problemas gastrointestinales u otra enfermedad para evitar interfiera con la prueba.

2- Mezclas. Se definieron cuatro mezclas formuladas a base de amaranto, soya, trigo, y arroz en diferentes proporciones, siendo estas las materias primas para la elaboración de los productos que fueron sometidos al estudio de aceptabilidad.

3- Instrumentos para la recolección de datos: Como hojas de registro de consumo de alimentos, fichas de evaluación de tolerancia y otros ^(8, 14)

4- Tablas de composición de alimentos
Tablas de composición de alimentos para uso en América Latina INCAP/ICNND, Contenido de aminoácidos en los alimentos FAO/OMS. ^(18,19)

Para la recolección de datos: Se revisó el registro total de niños que asisten a la institución y se seleccionó el 100% de los que se encontraban entre los 4 y 6 años y que llenaron los requisitos establecidos el tamaño de la muestra fue de 49 sujetos. Una vez seleccionados se procedió a identificarlos de acuerdo a la sección en que se encontraban distribuidos.

Elaboración de las harinas. Se presentan los procedimientos para la preparación y obtención de las harinas de las mezclas:

Harina del frijol de soya ⁽⁷⁾: Se empieza con la limpieza del frijol de soya, después se lava con agua limpia, luego se cocina hasta que hierva por diez minutos,

seguidamente se escurre y se pone en bandejas para desecarlo al sol, cuando el frijol se ha secado está listo para quebrarlo para este procedimiento se puede hacer con un mortero de madera o piedra o utilizando una piedra de moler, después de quebrar el frijol es necesario remover la cáscara. Con el aventado se facilita el trabajo; una vez que se eliminan las cáscaras el grano quebrado puede molerse. Para esto se recomienda utilizar piedra de moler, molino manual o molino comercial.; después se cierne y se conserva en frascos tapados para su uso posterior.

Harina de arroz: Se limpia el arroz, después se pone a dorar en un sartén o comal hasta que tome un color dorado, una vez tostado se muele hasta obtener una harina fina.

Elaboración de productos: Se estableció la preparación de cuatro productos alimenticios consistentes en dos panes y dos bebidas (horchatas) con diferentes proporciones de ingredientes, los panes fueron uno tipo galleta y un pastelito.

Se escogieron estos alimentos por adaptarse a las costumbres alimentarias de la población salvadoreña y porque pueden ser utilizadas en refrigerios escolares. Las recetas fueron estandarizadas, se probaron varias veces hasta establecer las cantidades de ingredientes y características organolépticas deseables para estos productos.

Posteriormente se enviaron muestras de productos finales para el análisis de composición química proximal.

La etapa de evaluación de aceptabilidad comprendió un período de cuatro semanas continuas durante las cuales se distribuyeron porciones en las preparaciones previamente establecidas, durante tres días, sirviéndose un producto por día lo cual permitió evaluar una misma preparación en tres ocasiones diferentes, se hizo uso de una hoja de registro de consumo de alimentos para coleccionar la aceptabilidad del producto.

Para la evaluación de la tolerancia se utilizó una ficha que tenía signos y síntomas de

intolerancia como diarrea, vómitos, dolor de estómago y flatulencia que pudieran presentarse en las dos horas posteriores al consumo de los productos, otro elemento que se tomó en cuenta fue que si al menos diez niños (20.4%) presentaban los signos y síntomas establecidos, en tal caso se decidiría eliminar la preparación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor nutritivo del grano y harina de amaranto

En la primera fase del estudio se realizó el análisis químico proximal del grano de amaranto crudo y de harinas del mismo obtenidas.

Cuadro N° 1 Análisis químico-proximal en 100 gramos de grano crudo y harina de amaranto

Componente	Reventado	Nixtamalizado	Crudo
Humedad	0.6	18.4	8.4
Ceniza	2.8	2.4	2.1
Grasa	6.7	5.5	2.6
Proteína	18.1	13.9	16.8
Fibra cruda	9.5	3.8	20.1
Carbohidratos	71.8	59.8	70.1

Los resultados indican que el grano de amaranto aporta un 16.8% de proteína, con una diferencia del 1.3% con relación a la muestra sometida a reventado que es del 18.3%; en la muestra nixtamalizada tiene un 13.9% de proteínas, otro dato relevante fue el contenido de carbohidratos que en el nixtamalizado tuvo una reducción significativa del 10.3% en relación al dato tomado como patrón.

Formulación de mezclas a base de amaranto.

Se formuló una lista de probables mezclas que aportarán un puntaje químico óptimo y cualidades organolépticas deseables, posteriormente se descartaron aquellas que no tenían las propiedades deseadas, finalmente se seleccionaron cuatro mezclas de harina que serían las materias primas para la elaboración de recetas y productos finales con las respectivas proporciones que permitieron mejorar el puntaje químico de la mezcla, estos puntajes se alcanzaron

con proporciones de 40% de amaranto, 30% de soya y 30% de trigo (tipo galleta, MA 01); 30% de amaranto, 30% de soya y 40% de trigo (pastelito, MA 02); 30% de amaranto, 20% de soya y 40% de arroz (horchata1, MA 03); 60% amaranto, soya 10% y 30% de arroz (horchata 2, MA 04).

Evaluación en el contenido de aminoácidos.

Se presentan a continuación las proporciones de aminoácidos que poseen cada una de las muestras, (en % para cada mezcla)

Cuadro N° 2 Mezcla MA-01 (galleta)

Aminoácido	Amaranto 40%	Soya 30%	Trigo 30%	Mezcla MA-01
Isoleucinas	0.132	0.145	0.117	90
Leucina	0.090	0.085	0.075	100
Lisina	0.128	0.119	0.048	86
Azufrados	0.194	0.048	0.065	154
Aromaticos	0.185	0.151	0.138	124
Treonina	0.086	0.072	0.050	83
Triptofano	0.022	0.024	0.021	113
Valina	0.107	0.090	0.081	90

Cuadro N° 3 Mezcla MA-02 (pastelito)

Aminoácido	Amaranto 30%	Soya 30%	Trigo 30%	Mezcla MA-02
Isoleucinas	0.099	0.145	0.156	91
Leucina	0.067	0.085	0.10	101
Lisina	0.096	0.119	0.164	91
Azufrados	0.145	0.048	0.086	140
Aromaticos	0.138	0.151	0.184	124
Treonina	0.064	0.072	0.067	85
Triptofano	0.016	0.024	0.028	112
Valina	0.080	0.090	0.108	96

Cuadro N° 4 Mezcla MA-03 (horchata 1)

Aminoácido	Amaranto 30%	Soya 20%	Trigo 50%	Mezcla MA-03
Isoleucinas	0.099	0.097	0.256	101
Leucina	0.067	0.056	0.139	103
Lisina	0.096	0.079	0.117	86
Azufrados	0.145	0.032	0.094	132
Aromaticos	0.138	0.101	0.251	129
Treonina	0.064	0.048	0.116	91
Triptofano	0.016	0.016	0.032	108
Valina	0.080	0.060	0.180	103

Cuadro N° 5 Mezcla MA-04 (horchata 2)

Aminoácido	Amaranto 60%	Soya 10%	Trigo 30%	Mezcla MA-04
Isoleucinas	0.198	0.048	0.153	88
Leucina	0.135	0.028	0.083	94
Lisina	0.192	0.039	0.070	100
Azufrados	0.291	0.016	0.056	178
Aromaticos	0.277	0.050	0.150	124
Treonina	0.129	0.024	0.069	89
Triptofano	0.033	0.008	0.019	100
Valina	0.161	0.030	0.108	96

Las mezclas elaboradas para los productos de panificación MA-01 y MA-02, presentan valores para el aminoácido treonina de 83% y 88% respectivamente, siendo los porcentajes más bajos dentro de la mezcla, esto se debe a que el trigo este aminoácido es deficiente. Los porcentajes de los aminoácidos restantes fueron más altos hasta lograr en algunos de ellos un 100% o más.

Para las mezclas destinadas a la elaboración de bebidas, en el caso de la MA-03, el aminoácido que alcanzó el menor puntaje fue la lisina, correspondiente a un 86%, sin embargo se garantizó su utilidad biológica ya que el producto no fue sometido a cocción.

En la mezcla MA-04 los aminoácidos con menores puntajes fueron la leucina con un 88% y la treonina con un 89% esto se debió a la cantidad de amaranto utilizado en la formulación de la mezcla ya que presenta los valores más bajos con respecto a estos aminoácidos.

Cuadro N°6 Composición química proximal en base seca en 100 gramos de alimento.

Producto	Horchata 1	Horchata 2	Pan dulce	Pastelitos
Ceniza	2.8	3.1	2.2	3.0
Grasa	11.1	13.1	24.5	17.4
Proteína	21.0	22.3	14.9	10.3
Fibra cruda	3.8	4.4	2.1	1.7
Carbohidratos	65.1	61.4	58.4	51.8

En base a los resultados obtenidos de la composición química proximal de los productos se estableció que el tamaño de la porción para los alimentos sólidos y la

dilución a utilizar correspondiente a 30 g de mezcla por cada porción de bebida.

Cuadro N° 7 Valor nutritivo y densidad energética por tamaño de porción de alimentos preparados a base de amaranto

Alimento	Horchata 1	Horchata 2	Pan dulce	Pastelitos
Porción	150 mL	150 mL	30 g	30 g
Aporte calórico	129 Cal	129 Cal	139 Cal	119 Cal
Carbohidrato	18.8 g	17.6 g	15.8 g	15.0 g
Proteínas	6.30 g	6.30 g	4.0 g	3.0 g
Grasa	3.2 g	3.7 g	6.6 g	5.2 g
Densidad energética	0.86 Cal mL	0.86 Cal mL	4.60 Cal mL	4.0 Cal mL

Aceptabilidad a los productos de amaranto.

De una población de 46 niños: 30 consumieron el pan dulce tipo galleta y 39 el tipo pastelito, obteniéndose porcentajes de aceptabilidad del 65% y 85% respectivamente.

Los promedios de aceptabilidad obtenidos del consumo de las bebidas de amaranto, en una población de 45 niños, 40 consumieron la horchata 1, y 41 la horchata 2 con una aceptabilidad del 88% y 91% respectivamente.

Con respecto a la aceptabilidad de los productos elaborados, los resultados fueron obtenidos a partir de los datos promedio de consumo de cada uno de los alimentos sometidos a la prueba.

Ninguno de los cuatro productos fueron aceptados en un 100% sin embargo no hubo rechazo total para alguno de ellos, se considera que los datos obtenidos son el resultado de que las preparaciones servidas se adaptan a las costumbres alimentarias de la población en estudio.

Discusión.

A partir de los datos reportados en los análisis proximales realizados se establecieron las cuatro mezclas para la elaboración de los productos, considerando incrementar el puntaje químico de estos especialmente de los aminoácidos limitantes como: Lisina, leucina y treonina.

El contenido de la lisina de las mezclas destinada a la preparación de bebidas tipo horchatas, con valores de 86% a 100% se consideró significativo, ya que el producto no fue sometido a procesos de calor, por lo que se da un margen de seguridad, de que será utilizado biológicamente. Además estas mezclas ofrecían características organolépticas deseables en los productos finales, garantizando un margen de aceptabilidad.

Para el caso de los productos de panificación que fueron servidos a los sujetos de estudio, de acuerdo a los datos presentados (ver cuadro N° 7) puede estimarse que la densidad energética que estos aportan, está por encima del rango máximo establecido para alimentos sólidos, factor que fue considerado como no influyente en el estudio, ya que el excedente de energía que la porción aportó se destinó como margen de seguridad para compensar las necesidades de energía de los niños.

En general los datos de aceptabilidad permitieron identificar diferencias estadísticamente significativas entre ambos productos de panificación y entre ambas bebidas. Se obtuvieron proporciones de aceptabilidad del 65% para el pan dulce y 85% para el pastelito.

CONCLUSIONES

1. El amaranto por su valor nutritivo representa una alternativa alimentaria para complementar la alimentación de la población preescolar, ya que su contenido de macronutrientes y su aporte energético lo hace superior a los otros cereales.
2. Las mezclas formuladas a partir de amaranto, pueden ser utilizadas para la elaboración de productos que se adaptan a la dieta tradicionalmente consumida por la población.
3. La densidad energética que aportan los productos elaborados es

superior a la recomendada para la población preescolar

4. El índice de calidad nutricional (ICN) para los productos elaborados con relación a proteínas alcanzaron valores superiores a uno; que es el valor deseable de contenido del nutriente y energía que garantiza la calidad nutricional del alimento.
5. Con respecto a la aceptabilidad de los alimentos, únicamente 3 de los 4 productos fueron aceptados, estos alcanzaron niveles superiores al porcentaje de consumo establecido. Además pudo confirmarse que el amaranto puede ser utilizado en la alimentación infantil, ya que no condiciona ningún signo, ni síntoma de intolerancia.

RECOMENDACIONES

1. Que se fomente al cultivo del amaranto para que este pueda incorporarse a la dieta de la población salvadoreña y mejore su disponibilidad a nivel de mercado local.
2. Que los diferentes sectores involucrados en la problemática alimentaria nutricional, ejecuten programas tendientes a incorporar estos recursos tradicionales tales como Sorgo, Amaranto etc., con el fin de contribuir a mejorar el estado nutricional de la población.
3. Que sea utilizado como materia prima en industrias de alimentos para ser combinado en la elaboración de harinas compuestas, que mejoren el aporte y la calidad de la proteína a la dieta de la población.
4. Su uso en programas de refrigerios escolares.
5. Que se difundan las bondades nutricionales del amaranto a la población, con el objetivo de fomentar su consumo en las áreas urbanas y rurales del país.

6. Que se implementen programas tendientes a capacitar a la población en el manejo y preparación de alimentos a base de amaranto a nivel intrafamiliar o colectivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN DEMOGRÁFICA SALVADOREÑA. Informe final de la evaluación alimentaria-nutricional en El Salvador. ESNAES ADS/MSPAS/INCAP. El Salvador 1990.
2. BENGGOA, J. M. Y COL. Guías de Alimentación. Bases para su desarrollo en América Latina. Caracas Venezuela 1987.
3. BRESSANI, R. Amaranth. The nutritive value and potential uses of the grain and by-products. Food and nutrition bulletin Guatemala, The United National University 1988. Volumen 10.
4. BRESSANI, R. The proteins of grain Amaranth Food reviews international. INCAP. Guatemala 1988. Vol 5
5. BUESO, M. E. Tolerancia a la Incaparina en niños menores de un año (tesis Lic. Nutricionista) Universidad San Carlos. INCAP-CESNA, Guatemala 1986.
6. CARRERA DE NUTRICIÓN. Propuesta Curricular. Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina, Escuela de Tecnología Médica, El Salvador 1991.
7. CARRERA DE NUTRICIÓN. Recetario natural de Soya Bonella. Universidad de El Salvador Facultad de Medicina Escuela de Tecnología Médica. El Salvador 1991.
8. CARBALLO; L. E. Y COL. Estandarización de recetas de preparaciones de dietas corrientes y aceptabilidad de las mismas por parte de pacientes mayores de cinco años ingresados en el Hospital de Niños Benjamín Bloom (Tesis Licenciado Dietista-Nutricionista) Universidad de El Salvador. Carrera de Nutrición.
9. CENTRO SALVADOREÑO DE TECNOLOGÍA APROPIADA. Propuesta alimentaria nutricional. El Salvador 16 de octubre de 1990.
10. CIENFUEGOS, C. G. Y COL. Análisis de la distribución intrafamiliar de alimentos en la Comunidad Peralta de San Salvador, 1990 (tesis Licenciado Dietista-Nutricionista) Universidad de El Salvador. Carrera de Nutrición 1990.
11. COOPER Y COL. Nutrición y dieta 4ª edición México D.F Nueva editorial Interamericana, S.A de C.V 1985.
12. CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE /CENTRO DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. Amaranto, preparación de alimentos El Salvador 1992.
13. DÁRDANO, C. Índice de Calidad Nutricional, como un instrumento para evaluar y mejorar la calidad nutricional de la dieta. Guatemala INCAP.
14. DÁRDANO NEWMAN. Planificación de Menús. Caja costarricense del Seguro Social. Costa Rica 1984.
15. F. DE TOBAR, M. Desarrollo de preparaciones para el destete con alimentos disponibles a nivel de hogar en un área urbano-marginal de San Salvador. Guatemala, Universidad de San Carlos. INCAP-CESNA. Marzo de 1991.
16. GANNON W. Fisiología Médica, 11ª ed. México D.F Editorial El Manual Moderno S.A de C.V 1988.
17. HARPER, H. A. Manual de Química Fisiológica 4ª ed. México D.F Editorial El Manual Moderno S.A de C.V 1975.
18. INCAP (INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ), 1985 "Potencial del amaranto en sistemas de producción y

- alimentación”, Revista INCAP informa, Guatemala C.A.
19. INCAP (INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ), El Amarantho y su Potencial. Oficina Editorial Interamericana de Nutrición. Guatemala. Boletín 1, marzo de 1988.
 20. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS. El Salvador. Coyuntura Económica. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas. Año 6 (36) El Salvador mayo-junio 1991.
 21. LÓPEZ, E. V. Evaluación de la dieta preescolar en Santa Rosa de Copán, Honduras (Tesis Licenciado Nutricionista) Guatemala INCAP-CESNA Universidad de San Carlos, marzo 1979.
 22. MARTÍNEZ DE MARTELL, E. C. Evaluación en adultos humanos de la Calidad Proteínica del Grano de Amarantho sometida a diferentes procesos tecnológicos.. Guatemala. Universidad de San Carlos. Curso postgrado en Nutrición y Ciencias de la Alimentación 1988.
 23. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL (MSPAS) Módulo Integrado de Supervivencia Infantil. Nivel Central y Regional. San Salvador 1987.
 24. MINISTERIO DE EDUCACIÓN/ MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Primer Censo de Talla en El Salvador, 1988. Programa de Seguridad Alimentaria. San Salvador octubre 1988.
 25. MORFÍN M. Y COL. Factores en la Producción que Influyen en la Aceptabilidad de la Galleta Nutricionalmente mejorada en niños de 1º a 6º grado de las escuelas del Departamento de Totonicapán. Guatemala División de Ciencias Agronómicas y de Alimentación. PROPAG (Original no consultado) (S.F)
 26. MUÑOZ LEYTON, A. M. Alimentación y Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Octubre 1990.
 27. ROJAS SORIANO, R. Guía para realizar investigaciones sociales 82ª ed. Universidad Autónoma de México. Dirección General de Publicaciones, 1985.
 28. SAUNDERS RM Research leader cereals. California USA (Original no consultado)
 29. STEEL TORRIE. Bioestadística. Principios y Procedimientos, 2ª ed. México. Interamericana de México S.A de C.V México 1988.
 30. TORUN, B. Y COL. Proteínas y Aminoácidos Características y satisfacción de los requerimientos con dietas Latinoamericanas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Caracas, Venezuela. Volumen 38 (3) Septiembre de 1988.
 31. WAYNE, D. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud, Bioestadística 3ª ed. Editorial Limusa Noriega 1990.

**DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL Y EVALUACIÓN
SENSORIAL, DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS UTILIZANDO
AMARANTO, CULTIVADO EN LA ZONA OCCIDENTAL DE EL SALVADOR.**

Funes Figueroa, I.I.

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria de Occidente

1992

RESUMEN

En la actualidad, la situación económica existente en la mayoría de personas de escasos recursos, es la causa principal por la que estas no pueden adquirir productos alimenticios que pueden satisfacer sus necesidades nutricionales.

Los productos alimenticios, elaborados utilizando el grano de amaranto, ofrecen una alternativa que podría ayudar a resolver parte de esta problemática alimentario-nutricional que nos afecta. Este grano ha sido investigado ampliamente, así como utilizado para la elaboración de productos alimenticios de consumo humano.

En el presente trabajo, el grano se utilizó para la obtención de harinas compuestas, tales como las galletas y horchatas preparadas a diferentes composiciones.

Estos productos fueron evaluados en el laboratorio, para conocer su contenido químico proximal y mediante una encuesta, en personas no entrenadas, de diferentes edades, se evaluó su aceptabilidad.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador como en otros países, existe una problemática alimentario-nutricional, muy difícil de resolver, tal es el caso del problema de la desnutrición infantil.

Siendo de interés primordial la elaboración y evaluación de productos que de alguna forma puedan complementar los requerimientos de las personas, que por su condición económica no los pueden adquirir en especial, los niños que viven en las zonas más pobres de nuestro país, que son los que mayormente se ven afectados.

El presente trabajo de investigación, nace con el objetivo principal de utilizar el grano de amaranto, en la elaboración de productos alimenticios de consumo popular, tales como galletas y horchatas. Estos productos ya elaborados, constituyen una fuente rica de nutrientes, parte de ellos son aportados por el grano de amaranto, utilizado en forma de harina.

En cada uno de los productos elaborados se hizo un análisis químico proximal y

mediante una encuesta se evaluó la aceptabilidad.

Las materias primas a utilizar, en la elaboración de las galletas, son la harina de trigo (comercial) y la harina preparada de amaranto. Para la elaboración de las horchatas, además de la harina de amaranto se utilizaron las semillas de ajonjolí y arroz. La ejecución del presente trabajo, pretende de alguna forma introducir la utilización del amaranto, como un cereal y un cultivo valioso en nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

Las harinas compuestas mezclas de alto valor nutritivo.

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido que la proteína de origen animal es de mejor valor nutritivo que la de origen vegetal; ello se debe a que esta última no tiene las cantidades ni el balance de aminoácidos esenciales que caracterizan a la primera.

El número de proteínas de origen vegetal es relativamente grande y

afortunadamente, no todas tienen las mismas deficiencias en aminoácidos esenciales, por lo que la deficiencia que existe en una proteína puede ser compensada por el exceso relativo que del mismo aminoácido contenga otra de manera que al combinarlas de un patrón similar al de la proteína de origen animal.

El amaranto

Es un grano muy versátil, puede ser utilizado como harina o reventado para preparar las rosetas, así como en refrescos o batidos y se han descrito muchas veces por su sabor, parecido a la nuez; muy agradable, es un grano con bajo contenido de gluten funcional, y por eso es más útil cuando se utiliza en combinación con otros granos.

El trigo

Es el cereal de mayor importancia a nivel mundial (7). Utilizado en la elaboración del pan, característica debida a la presencia de gluteninas y gliandinas, responsables principales de la formación de gluten en gran medida de la calidad panadera de una harina.

El ajonjolí

Posee un alto contenido de aceite de excelente calidad en la semilla, y se utiliza en productos de confitería y panadería. Se conoce como sésamo y alegría.

El arroz

Utilizado en alimentos populares, tales como arroz con leche, pupusas refrescos, panadería, y otras preparaciones culinarias.

Cuadro N°1 Distribución proteica en la fracción física del amaranto y otros cereales (%)

Grano	Germen	Endospermo
Amaranto	65.0	35.0
Maíz	18.5	81.5
Sorgo	15.2	84.8
Arroz	125	87.5

Cuadro N°2 Contenido de aminoácidos de los alimentos en estudio (en mg/100 g de alimento)

Aminoácido	Trigo	Ajonjolí	Arroz	Amaranto	Patrón FAO
Isoleucina	476	773	296	695	250
Leucina	777	1433	581	1030	440
Lisina	326	585	255	970	340
Azufrados T	459	988	259	--	220
Aromaticos T	947	1614	568	1364	380
Treonina	384	763	234	676	250
Triptofano	139	287	--	--	60
Valina	554	985	408	842	310

Metodología

Las materias primas utilizadas en la preparación de las harinas compuestas fueron las siguientes:

- Amaranto.
- Ajonjolí.
- Arroz.
- Harina de trigo.

Estas materias primas se obtuvieron en el mercado de la zona occidental del país, una vez recolectadas fueron trasladadas al lugar de trabajo para ser preparadas y homogenizadas.

Las materias primas, excepto la harina de trigo, fueron sometidas a un proceso de tostación, siendo el amaranto un reventado parecido al que se hace para obtener el "pop corn".

Con estas materias primas y utilizando procedimientos sencillos se prepararon galletas de amaranto/trigo, y las horchatas de amaranto/arroz/ajonjolí. De estos productos y del amaranto crudo y sin procesar se tomaron muestras para posterior análisis y evaluación.

La técnica y el procedimiento que se utilizó para la elaboración de la harina de amaranto fue la siguiente:

- a) Se preparó el grano, limpiándolo para luego someterlo a un proceso sencillo de reventado, en una cacerola o comal, la semilla fue adicionada en poca cantidad a fuego fuerte por aproximadamente

25 segundos para que la semilla explotara y no se quemara.

- b) La harina se obtuvo al moler en seco la semilla reventada.

Elaboración de las galletas

La fórmula y el procedimiento empleado en la preparación de las galletas fue el siguiente

Fórmula

Cuadro Nº 3 Fórmula para las galletas.

Ingredientes.	Peso (gramos)
Harina compuesta	100.0
Azúcar fina	42.0
Margarina	40.0
Polvo de hornear	1.0
Huevos	20 mL
Agua	25 mL
Vainilla	5 mL

Nota: los dos últimos ingredientes pueden variar.

Procedimiento

Mesclar los ingredientes secos, luego la grasa, hasta homogenizarlo bien, se adicionó poco a poco el agua con la vainilla disuelta, se amasó con suavidad, utilizándose un rodillo para extender la pasta y moldear las galletas, las cuales se colocaron en una casoleja y se hornearon a 350° C por 20 minutos. La harina compuesta se preparó con composiciones de 25% y 50% de amaranto.

Elaboración de las horchatas.

La harina de amaranto, el ajonjolí y el arroz (estos últimos previamente tostados por separado, al igual que la nuez moscada y la canela) se prepararon según las formulaciones dadas a continuación:

Cuadro Nº 4 Formulación de las horchatas

Formulación	1	2	3
Amaranto	20	30	40
Arroz	45	35	25
Ajonjolí	35	35	35

Nota: base 100%

Se hicieron formulaciones anteriores mezclándoles la canela y la nuez moscada (5% a 10% del total) y se molieron. Se hizo una prueba de aceptabilidad utilizando una encuesta previamente elaborada.

Para el análisis se prepararon las muestras siguientes:

- Materia prima sin procesar: Amaranto crudo.
- Materia prima procesada: Harina de amaranto
- Productos elaborados: Galletas de 25% y 50% de amaranto, horchatas 1,2, y 3.

A cada muestra se le hicieron los análisis químicos según los métodos de la AOAC, siguientes: Nitrógeno (Micro-Kjeldahl), fibra cruda, cenizas, humedad, extracto etéreo. Estos análisis se hicieron por duplicado las marchas se describen a continuación:

Procedimientos del Análisis Químico Proximal.

Humedad

- a. Pulverizar y homogenizar la muestra.
- b. Pesar 2.0 g de muestra y colocarla dentro de una cápsulas de porcelana previamente tarada, rotar hasta que el contenido se distribuya uniformemente.
- c. Colocar la cápsula de porcelana dentro de la estufa rápidamente y secar las muestras a 135°C por dos horas.
- d. Tapar la cápsula de porcelana y transferirla al desecador para enfriar.
- e. Calcular el % de Humedad, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{m} \times 100$$

Dónde: Pi: peso inicial en gramos del crisol más la muestra

Pf: peso final en gramos del crisol más la muestra

m: peso en gramos de la muestra.

Extracto etéreo (Grasa cruda)

- Secar los balones de destilación, fondo plano por una hora a 105°C.
- Enfriar los balones en un desecador y luego pesar cada uno.
- Pesar 2.0 g de muestra, previamente secada en estufa a 105°C por más o menos 1 hora.
- Colocar la muestra en un dedal de malla de asbesto y tapar con algodón.
- Colocar el dedal y 200.0 mL de éter de petróleo en un destilador.
- Extraer durante 6 horas, de la siguiente manera: 1 hora a baja temperatura (aproximadamente 35°C) y 5 horas a alta temperatura (aproximadamente 75-80°C).
- Secar la muestra en estufa a 105°C.
- Recuperar el solvente, secar los balones a 105°C por 1 hora.
- Enfriar en desecador por 30 minutos y luego pesarlos.
- Calcular el porcentaje de grasa cruda, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{A-B}{C} \times 100$$

- Dónde: A: Peso del balón después de la extracción y secado
 B: Peso del balón antes de la extracción
 C: Peso de muestra

Nitrógeno (Método Micro-Kjeldahl)

- Pesar en balanza analítica, 0.10 g de muestra seca y colocarla en el balón de digestión, agregar 2.40 g de Sulfato de Sodio Anhidro, 0.32 g de Sulfato de Cobre pentahidratado, 4.0 mL de Ácido Sulfúrico concentrado y perlas de vidrio.
- Colocar el balón en el micro-digestor, los primeros cinco minutos a baja temperatura y luego aumentarla. Agitar el balón constantemente.
- Continuar la digestión. Cuando la solución vire el color a verde claro digerir la muestra media hora más, enfriar, agregar 5.0 mL de agua destilada para disolver sólidos remanentes.

- Transferir lo digerido al aparato de destilación, lavar los residuos con 5.0 mL de agua destilada. Adicionar 16.0 mL de solución de NaOH al 50%. En un erlenmeyer colocar 10.0 mL de solución de Ácido Bórico al 4%, 3-4 gotas de solución indicadora y destilar hasta obtener 50.0 mL de destilado.
- Titular el destilado con Ácido Clorhídrico 0.1 N hasta que vire el color
- Llevar un blanco, usando la misma cantidad de reactivos y el mismo tiempo de digestión.
- Calcular el porcentaje de Nitrógeno, con la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(mL.HCl - mL.B) \times 0.014007 \times N \times 100}{m}$$

$$P = \%N \times F$$

- Donde: mL HCl: mililitros de Ácido clorhídrico utilizados en la titulación
 mL B: mililitros de Ácido Clorhídrico gastados en el blanco
 N: normalidad del Ácido Clorhídrico
 m: peso de muestra en gramos
 P: contenido proteico
 F: 6.25 (Factor)

Fibra cruda

- Pesar 2.0 g de muestra desgrasada, trasladar a un beaker Berzelius de 600 mL, agregar 1.0 g de asbesto y 2-3 porciones de porcelana, agregar sobre la muestra 200.0 mL de Ácido Sulfúrico 0.25 N, precalentado.
- Colocar el beaker en una cocina precalentada del digestor, debe de iniciar la ebullición dentro de un minuto.
- Dejar por 30 minutos en el digestor y rotar ocasionalmente para evitar que la muestra se adhiera a las paredes del beaker. Filtrar a través de una manta exactamente a los 30 minutos de ebullición.
- Lavar con agua a ebullición, agregar indicador anaranjado de metilo, seguir lavando con 3 porciones de agua a ebullición.
- Transferir el residuo al beaker. Agregar 200.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.313 N

hirviente. Luego de 40 minutos de ebullición, filtrar en manta, luego en Buchner.

f. Lavar la manta con 3.0-15.0 mL de Alcohol Etílico.

g. Succionar el tiempo suficiente para dejar el residuo completamente seco.

h. Transferir a cápsulas de porcelana y cubrir con papel aluminio.

i. Colocar en estufa precalentada a 105°C ± 2°C por una hora.

j. Enfriar en desecador por 30 minutos y pesar.

k. Colocar las cápsulas pesadas en la mufla a 600°C por una hora.

l. Apagar la mufla y esperar que baje a 150-200°C.

m. Sacar las cápsulas y dejar unos minutos a temperatura ambiente, luego colocarlos en desecador por media hora.

n. Pesar las cápsulas en balanza analítica.

o. Calcular el porcentaje de fibra cruda, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{Pérdida de Peso}}{\text{Peso de Muestra}} \times 100$$

Cenizas

a. Calentar los crisoles vacíos durante 2 horas a 600°C en una mufla.

b. Apagar la mufla y esperar que alcance unos 150-200°C.

c. Sacar los crisoles de la mufla, dejar por 30 minutos en desecador para enfriar.

d. Pesar los crisoles en la balanza analítica hasta peso constante.

e. Pesar aproximadamente 1.0 g de muestra en cada crisol.

f. Calentar los crisoles con la muestra a 600°C por 2 horas.

g. Apagar la mufla y esperar que llegue a unos 150-200°C.

h. Sacar los crisoles y colocarlos en el desecador por 30 minutos.

i. Pesar los crisoles en balanza analítica.

j. Calcular el porcentaje de cenizas, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{residuo}}{\text{g muestra}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Harina de amaranto

Se obtuvo una harina suave, de color claro y muy fina debido a que el grano una vez reventado, se pasó por un tamiz (colador) muy fino, el cual separó la mayor parte de los granos sin reventar, quedando una especie de "Pop Corn", el cual se procedió a moler para obtener la harina.

Las propiedades organolépticas de la harina, la asemejan al "tiste" conocido popularmente, esta harina fue utilizada para la preparación de los productos alimenticios a diferentes composiciones y para su análisis químico proximal.

La vida en anaquel fue excelente porque esta harina que se preparó para esta investigación estuvo almacenada más de seis meses sin sufrir cambios significativos o contaminación, haciendo notar que se almacenó en un lugar ventilado y con poca humedad.

En cuanto al análisis químico de esta harina en comparación con la del grano crudo se obtuvieron los siguientes resultados

Cuadro Nº 5 Composición química de la harina de amaranto cruda y reventada

Muestra	Harina de amaranto crudo	Harina de amaranto procesado
Humedad	1.8%	2.4
Cenizas	1.8%	2.4
Grasa	6.4	7.1
Fibra	5.3	5.2
Proteína	21.4	13.5

Se observa una marcada disminución en el contenido de proteína en el amaranto procesado.

Galletas de amaranto

Se prepararon galletas utilizando la harina de amaranto y la harina de trigo comercial a distintas composiciones. Se obtuvieron resultados excelentes al elaborar las galletas con el 25% y 50% de amaranto; aun cuando experimentalmente se prepararon galletas a otras composiciones las de 25% y 50% fueron las que reunieron

mejoras características organolépticas tales como: Sabor, olor, apariencia, etc.

Su aceptabilidad fue evaluada mediante una encuesta en personas no entrenadas de diferentes edades, los resultados fueron de un promedio de 94% de aceptación, 5% de indiferencia y solo 1% de rechazo, lo que muestra la importancia de elaborar este tipo de productos.

Cuadro N° 6 Composición química de las galletas hechas con mezcla de harinas.

Muestra	Galleta 25%	Galleta 50%
Humedad	42%	41%
Cenizas	1.0	1.1
Grasa	18.5	18.9
Fibra	20	22
Proteína	9.6	10.5

Horchatas de amaranto

Se obtuvo una horchata en polvo, color café claro, olor agradable y buena apariencia. Se elaboraron distintas formulaciones, siendo tres formulaciones preparadas de 20%, 30% y 40%. Los resultados obtenidos con estas horchatas fueron muy satisfactorios, en cuanto a sabor, olor, apariencia, etc.

En esta investigación se preparó horchata elaborada tres meses antes sin que ello afectara sus propiedades y características organolépticas. Tuvo un 100% de aceptación por las personas especialmente por los adultos y jóvenes, aunque es de esperar que los gustos de los niños y adultos sean diferentes en cuanto a la preparación de la bebida.

Cuadro N° 7 Composición química de las horchatas de amaranto

Muestra	Horchata 20%	Horchata 30%	Horchata 40%
Humedad	7.1	6.1	4.0
Cenizas	2.1	2.3	2.7
Grasa	20.5	22.0	23.0
Fibra	2.3	5.5	7.0
Proteína	18.4	17.9	17.5

CONCLUSIONES.

1. Mediante una técnica sencilla, es posible preparar la harina de amaranto para la elaboración de las harinas compuestas.
2. La aceptabilidad de los productos elaborados con amaranto es muy buena, por lo que estos productos pueden prepararse para consumo popular.
3. La composición química proximal de los productos elaborados utilizando amaranto es muy aceptable, ya que ello demuestra el alto nivel proteínico-calórico que estos productos tienen.
4. Las galletas y horchatas de amaranto, son una fuente calórico-proteica de alto valor nutritivo por lo que estos productos constituyen una alternativa a la problemática alimentario-nutricional que existe en nuestro país.

RECOMENDACIONES

1. A las galletas para un mejor sabor y apariencia puede agregárseles vainilla, esencias o cualquier otro aromatizante.
2. Para mejorar la calidad de las galletas se recomienda añadirles ingredientes enriquecedores tales con: leche, mantequilla, glucosa etc.
3. Las horchatas son instantáneas aun cuando no ha sido tamizadas; pero aun así, es mejor prepararlas usando una batidora o licuadora.
4. Pueden elaborarse cualquier tipo de productos a partir de la harina de amaranto, pero se recomienda especialmente para panadería, refrescos y en algunos casos para confitería.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis. 14th

- ed. Sidney Williams (Arlington, Virginia).1984
2. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, "Contenido en aminoácidos en los alimentos, datos biológicos sobre proteínas". Roma, 1970
 3. KRAUSE; M. "Nutrición y dietética en Clínica Nueva Editorial Interamericana 1983 México.
 4. PELLET, P. Y YOUNG V.R "Evaluación nutricional de alimentos proteínicos" Universidad de las Naciones Unidas (UNU)
 5. SCHMIDT-HEBBEL H "Avance en ciencia y tecnología de alimentos" Chile Alfabetas Impresoras 1981.
 6. WU LEUNG, WOOT-TSEUN Y M. FLORES "Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina" Editada en el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá y el Comité Interdepartamental para la defensa Nacional, México D.F Editorial Interamericana, 1964.
 7. YÚFERA, E.P Química Agrícola Parte III "Alimentos" Editorial Alhambra, España 1979.
 8. BREENE W.N "Contribution of Amaranth to consumer products" Guatemala INCAP.
 9. BRESSANI R. "Valor nutritivo de las mezclas de vegetales" Vol1 N°1 mayo-julio, 1976.
 10. BRESSANI, R "Efecto del procesamiento térmico o seco sobre la calidad proteínica del grano de amaranto" En memorias del primer seminario nacional del amaranto (vol1) Chapingo, México 1984.
 11. DELHAYE, E.P. El amaranto. Boletín N°1, marzo de 1976.
 12. KAUFFMAN, C.S, WAGENER, H.P "Grain amaranth: an Overview of Research and Production Methods" 1984
 13. TOVAR, L.R AND CARPENTER K.J. "The effects on alkali cooking of corn and supplementation with

amaranth seed on its deficiencies in lysine tryptophan" Arc. Latinoamer. Nutr. 1982.

UTILIZACION DEL GRANO DE AMARANTO Y ELABORACION DE HORCHATA, ATOLE Y DULCE

Reyes Valiente, L.A.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

1993

RESUMEN

Dentro de los intereses en buscar e incorporar nuevas fuentes alimenticias la utilización del grano de amaranto como suplemento alimenticio, ofrece la alternativa para mejorar los alimentos tradicionales de nuestro medio. En tal sentido, este trabajo se enmarcó primeramente en evaluar la calidad nutricional del grano de amaranto USA 26, luego en aplicar la técnica para obtener harina, seguidamente en formular mezclas de harinas compuestas como son atole y horchata, así como utilizar el grano reventado para elaborar dulces.

Con respecto al grano, las características físicas que presenta son las de tener un color amarillo crema claro, un peso entre 0.62 mg a 0.85 mg por semilla y un diámetro de 06 mm x 1.0 mm a 0.85 mm x 1.35 mm.

Su composición nutricional está dada por su contenido de proteína 16.31g, fibra cruda 5.0g; grasa 9.31g, ceniza 4.50g; carbohidratos 64.88g, fósforo 501.20mg; calcio 144.1mg, hierro 1.69mg y humedad del 9.8% por cada 100 gramos de material comestible.

En cuanto a la elaboración de harinas compuestas el atole está constituido por maíz y amaranto en un 50% cada uno, nos da un 14.63% de proteínas y para la horchata conteniendo 29.27% de amaranto, se tiene un valor de 20.11% de proteínas. Asimismo el dulce de amaranto elaborado artesanalmente puede considerarse más nutritivo que los dulces comerciales. Y dado al potencial nutricional que presenta el amaranto, se recomienda promover el cultivo y aprovechamiento de este, con el fin de ir superando la problemática alimentaria-nutricional, especialmente para la población vulnerable, como son lactantes, embarazadas y ancianos.

El esteroles predominante en el aceite de amaranto es el espinosterol y también contienen cantidades significativas de escualeno (7%) en estudios llevados a cabo en polluelos demostraron que la presencia de escualeno no tiene ningún efecto en la síntesis de colesterol en el hígado. El cultivo del amaranto debe ser dividido de acuerdo al uso de vegetal o grano. De las semillas sobre todo las oscuras, se han utilizado para extraer colorantes de valor en diversas industrias y las semillas claras se consumen como alimento en variados productos (11, 7). La humedad de almacenamiento para el grano debe ser cerca del 12%. El grano incorporado de diferentes alimentos, puede recomendarse especialmente para bebés y embarazadas.

INTRODUCCION

El Salvador, con una extensión pequeña, una población alta y un porcentaje de analfabetismo que supera el 50%, también tiene una problemática alimentaria-nutricional, muy difícil de resolver. Razón por la cual debemos buscar más elementos alternativos que subsanen en parte el problema nutricional latente en nuestro medio.

Por ello el objetivo principal de este trabajo fue evaluar la calidad nutricional del grano, reventar y elaborar harina, dulces y formular una horchata y atole; buscando así la incorporación del amaranto; el cual incluido en nuestros alimentos tradicionales, representaría una alternativa nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Obtención de las muestras

La muestra consistió en 20 libras de semilla de amaranto, de la variedad USA 26, proveniente de la parcela experimental de San Andrés 1, del Centro de Tecnología Aplicada y Forestal.

Análisis de la calidad nutricional de las semillas y elaboración de harina, horchata, atole y dulces de amaranto.

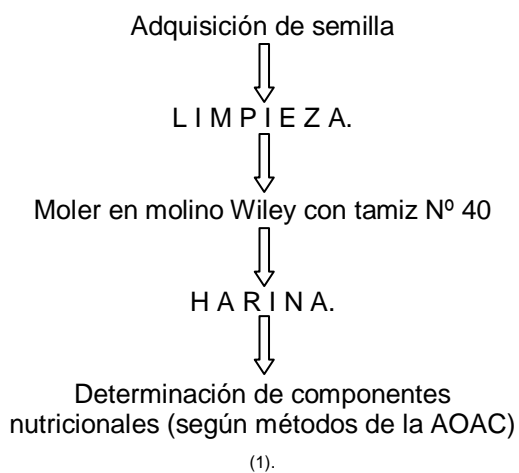
Al grano se le tomó peso y tamaño así: **Peso de grano** Se tomó al azar e individualmente granos de amaranto hasta completar 25 pesándose en balanza analítica con 5 repeticiones.

Tamaño del grano Se tomaron al azar diferentes granos, en un total de 50, midiendo a la vez las dimensiones con un vernier (pie de rey).

A la semilla y productos elaborados se les efectuó análisis químico proximal según los métodos del AOAC ⁽¹⁾.

La elaboración de la harina, horchata, atole y dulces fue en forma artesanal, utilizando materiales y equipo necesarios.

Marcha para el análisis de componentes en semillas.



Preparación de la harina de amaranto ^(2, 7, 8, 9).

- 1- Selección de las semillas, Limpieza: Cribar o colar en coladores que tengan agujeros de diámetro de 1.5mm o de 1.0mm según sea conveniente para eliminar tierra u otro material extraño.

Lavar con agua potable caliente (50°-60°C) de 2 a 3 veces.

Ecurrir y secar al sol

- 2- Reventado: Utilizando una olla de aluminio de tamaño apropiado o un comal de barro; en la olla puede agitarse el grano en el vaivén y en el comal se puede utilizar una escobilla o tuza para remover el grano reventado.

El recipiente debe estar lo suficientemente caliente para agregar el grano de amaranto; de lo contrario se corre el riesgo de quemar las semillas. Al contacto con el calor, los granos de amaranto se reventan entre los 30-40 segundos, recoger en recipientes limpios y secos.

- 3- Separación del grano reventado: Utilizar un tamiz (colador) de agujero fino (± 2 mm de diámetro) para separar las semillas que reventaron de aquellas que no.

Molienda

Utilizando un molino de nixtamal o piedra de moler para reducirla a harina fina, se obtiene una harina integral pretostada de olor agradable y de color ligeramente oscuro.

Otra forma de preparar harina

El grano de amaranto se nixtamaliza hirviendo por 10 minutos en agua de cal más o menos al 0.06% (para una libra de grano utilizar una y media cucharadita de cal); después de cocido se lava con agua suficiente, secar el grano al sol y moler hasta obtener la harina fina.

Horchata de amaranto

Ingredientes:

Amaranto	29.27%
Semilla de morro	4.88%
Ajonjolí	29.27%
Arroz	14.63%
Cacahuete (maní)	9.75%
Canela en rama	4.88%
Semilla de ayote	4.88%
Culantro	2.43%
Nuez moscada	2 nueces

Procedimiento:

1. Limpiar materias primas.
2. Tostar las materias primas individualmente a fuego moderado (5-10 minutos)
3. Pesar materiales de acuerdo a la formulación dada.
4. Mezclar materiales.
5. Moler hasta obtener polvo fino.
6. Empacar.
7. Almacenar.

Atole de amaranto

Ingredientes:

Harina de amaranto	32.40%
Harina de Maíz	67.60%

Procedimiento:

- 1- Primero se limpia el maíz, luego se tuesta a fuego lento; se muele hasta obtener un polvo fino (en molino de nixtamal).
- 2- Por aparte se prepara la harina de amaranto.
- 3- Se mezclan las harinas citadas en su proporción correspondiente.
- 4- Se empaca para su consumo en forma de atole.

Dulce de amaranto

Ingredientes:

Amaranto reventado	1 libra
Azúcar	1 libra o usar panela de dulce
Agua	2 tazas
Jugo de 1 limón	

Procedimiento:

- 1- Poner a hervir agua, agregar el azúcar; continuar hirviendo hasta que la miel forme una hebra, entonces se añade el jugo de limón.
- 2- Hervir por media hora más, probar el punto de la miel; observar si se forma una hebra y si ésta no se rompe, la miel está en su punto.
- 3- El amaranto reventado se revuelve con las manos hasta que la miel se distribuya y forme una bola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Características del grano

Color: Amarillo crema claro.

Peso: Oscila entre 0.62 a 0.85 mg por semilla o grano.

Tamaño: De 0.6mm x 1.0mm a 0.85mm x 1.35mm.

b) Análisis químico proximal del grano de amaranto variedad USA 26. Por cada 100 gramos expresados en base seca, excepto humedad.

Humedad (%)	9.80
Proteína (g)	16.31
Grasa (g)	9.31
Fibra cruda (g)	5.00
Ceniza (g)	4.50
Carbohidratos (g)	64.88
Fósforo (mg)	501.20
Calcio (mg)	144.01
Hierro (mg)	1.69

c) Composición química proximal en 100 gramos de harinas compuestas en base seca, según fórmulas dadas en este trabajo.

Componente	Atole	Horchata
Humedad (%)	6.96	1.97
Proteína (g)	14.65	20.11
Grasa (g)	5.22	27.90
Fibra cruda (g)	3.02	7.57
Ceniza (g)	2.02	3.41
Carbohidratos (g)	75-11	41.07
Fósforo (mg)	406-50	702.80

d) En lo que respecta al dulce solamente se efectuó análisis

organoléptico el cual tuvo una aceptación del 80%

Discusión de resultados

El peso del grano de amaranto variedad USA 26, va de 0.62 a 0.85mg por semilla comparada con la obtenida por Imeri et al (1987) al evaluar 25 líneas de *A caudatus*-no presentan una variación marcada, ya que esta va de 0.496 a 0.933 mg por semilla.

Asi mismo de acuerdo al cuadro que a continuación se muestra, vemos que el valor nutricional que presenta el amaranto con un 16.31% de proteína y un 9.31% de grasa, supera el maíz y el arroz quienes tienen un 9.4% y 9.22% de proteína, con 4.30% y 0.90% en lo que respecta a grasa. Por otro lado el contenido de fósforo y calcio presentan mayor ventaja que el arroz y el maíz

Componente	Amaranto	Maíz	Arroz
Humedad (%)	9.80	10.60	10.63
Proteína (g)	16.31	9.40	9.22
Fibra cruda (g)	5.00	1.80	0.78
Grasa (g)	9.31	4.30	0.90
Ceniza (g)	4.50	1.30	0.70
Carbohidratos (g)	64.88	74.4	82.97
Fosforo (mg)	501.20	290.00	205.67
Calcio (mg)	144.01	9.00	19.03
Hierro (mg)	1.69	2.50	2.92

Con respecto a los valores encontrados en las formulaciones de horchata y atole se observa que nutricionalmente son aceptadas ya que presentan un 14.65% de proteína para el atole y 20.11% para la horchata. Para el caso de la horchata si presenta un inconveniente, ya que esta debe agitarse bien para consumir totalmente el refresco.

Respecto al dulce, éste por la forma artesanal de elaboración presenta una ventaja que puede superar a los dulces comerciales en lo referente a la calidad nutricional que presenta.

CONCLUSIONES

1. El valor nutricional que presenta el grano de amaranto variedad USA 26, es superior a los otros cereales, éste debería de adoptarse e incorporarse a nuestro alimento con confianza.
2. La harina de amaranto puede utilizarse para enriquecer aquellos alimentos tradicionales de nuestros pueblos.
3. De acuerdo al contenido de proteínas, la suplementación en alimentos puede ser de gran utilidad para bebés recién destetados y embarazadas, o para régimen alimentario especial.
4. La planta de alimento debería de aprovecharse integralmente.

RECOMENDACIONES

1. Debe de promoverse el cultivo de amaranto y a la vez transferir la tecnología, así como el uso de las hojas tiernas y grano.
2. Para incrementar el valor nutritivo en alimentos, se recomienda la combinación de leguminosas con amaranto en la preparación de harinas compuestas.
3. Dar a conocer el valor nutricional que poseen las hojas y grano

BIBLIOGRAFIA

- 1- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis. 12 ed. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemist. 1141 p
- 2- ANÓNIMO, Recetario básico de amaranto, Instituto Tecnológico Superior de Monterrey, Campus Querétaro, México Archivo Latinoamericano
- 3- BECKER, R Preparación, composición e implicaciones nutricionales del Aceite de la semilla de Amaranto, USA-ARS,

- Western Regional Research Center
Berkeley EUA Cereal food world.
- 4- BRESSANI R, ELÍAS L., G.V de BOSQUE, C Valor suplementario de las hojas de amaranto basado a dietas en cereales, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) Guatemala, Guatemala C.A Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial. Bol N°1 marzo 1988.
 - 5- CRUZ MORÁN, D del C., JIMÉNEZ GARCÍA, A. C; SERMEÑO PINEDA, H. G (1987) Determinación del valor nutritivo de 30 plantas comestibles no tradicionales. Tesis Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
 - 6- DEKKER INC., MARCEL, Special Issue on grain amaranth: new potential for and old crop. Food Reviewers International, vol. 8 N° 1, 1992 New York.
 - 7- BARLY D. K. y CAPISTRAN de EARLY, J. Transferencia de tecnología indígena para la preparación de la Kiwicha (*Amaranthus*), primera parte. Central Oregon Comunity College EE.UU Archivo Latinoamericano, El Amaranto y su potencial, Boletín N°4 diciembre 1987.
 - 8- BARLY D. K. y CAPISTRAN de EARLY, J. Transferencia de tecnología indígena para la preparación de la Kiwicha (*Amaranthus*), segunda parte. Central Oregon Comunity College EE.UU Archivo Latinoamericano, El Amaranto y su potencial, Boletín N°1 marzo 1988.
 - 9- KALINOWSKI, L.S. (1986) descripción técnica para la elaboración de amaranto en tres formas: Reventado, hojuelas y harinas. Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos, Cuzco, Perú Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial Boletín N° 1
 - 10- RODRÍGUEZ COQUIEZ, E. Acimatación y observación del Amaranto (*A hypocondriacus*) en los municipios de Tuxtlachico y Huehuetán, Chiapas México. Departamento de Fitopatotécnica, Universidad Autónoma de Chiapas, Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial Boletín N° 4, diciembre de 1987.
 - 11- SPILLORI FIGUEROA, M.M., Composición química de la parte vegetativa de diferentes cultivares de amaranto (*Amaranthus spp*) en comparación con hierba mora (*Solanum spp*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata*) Universidad Rafael Landivar. Guatemala Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial Boletín N° 1, marzo 1989.
 - 12- TEUTÓNICO, R.A. y KNORR (1986) cultivo tisular de *Amaranthus*, metodología y tasas de crecimiento Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial Boletín N° 1 marzo 1986. Departamento de Ciencias de Alimentos, Universidad de Pensilvania y Universidad de Delaware. EE.UU.
 - 13- VAIDEHI, M. P., NATB, K. G., y VIJALA KSMBI, D. Productos alimenticios suplementados con amaranto de grano nutritivo. Department of Rural Home Science University of Agricultural Sciences, Bangalore India Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial Boletín N° 1 marzo 1989.

EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN CINCO VARIEDADES, 7 USA, 8 USA, 20 USA Y 17 GUATEMALA “AMARANTO” *Amaranthus cruentus*, SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA SEMILLA DURANTE LA ESTACION LLUVIOSA EN SAN ANDRES, LA LIBERTAD

Escobar Lechuga, R.A. Valencia Ayala T.J.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

1993

RESUMEN

Esta investigación consistió en determinar el efecto que ejerce la fecha de siembra durante la época lluviosa sobre cinco variedades de *Amaranthus cruentus* L. (“amaranto”): 7 USA, 8 USA, 20 USA Y 17 Guatemala. La parte experimental del ensayo se realizó durante el periodo comprendido del mes de Junio de 1991 a Enero de 1992; en la parcela experimental #1 (“Flor amarilla”) del Centro de Tecnología Agropecuaria (CENTA), ubicada en San Andrés, departamento de La Libertad, El Salvador, a una altura de 460 msnm, utilizando un área total de 680m² por cada fecha de siembra.

Las condiciones climáticas prevalecientes en San Andrés son: Precipitación pluvial de 1701 mm anuales; la humedad relativa del aire es de 76% anual, la Temperatura máxima media de 17.5 °C la duración promedio de la luz solar es de 8 horas diarias y la nubosidad media de 5.5 décimos de la bóveda celeste; la velocidad media del viento es de 5.5 km/hora. Las variables que se tomaron en cuenta fueron las siguientes: altura de la planta en floración, altura de la semilla, las cuales se correlacionaron con la precipitación pluvial. En cuanto al trabajo de laboratorio, se hicieron pruebas para determinar el porcentaje de grasa y proteína de la semilla de amaranto proveniente de cada cosecha por cada variedad. Los resultados se analizaron de acuerdo a los diseños estadísticos de análisis de varianza (ANVA) y pruebas de Duncan, correspondientes al diseño experimental utilizado; bloques al azar, cinco tratamientos y cuatro repeticiones; se hizo énfasis en los resultados obtenidos del rendimiento de semillas utilizando un análisis de varianza por parcelas divididas y prueba T ya que esta variable fue la más relevante en los objetivos planteados.

Con el análisis estadístico se comprobó que las variedades más rendidoras de cada mes fueron las siguientes: en octubre, 17 Guatemala con 1007.9 kg/ha; en julio, 8 USA con 867.0 kg/ha; en agosto, 17 Guatemala con 805.3 kg/ha; en Junio, 7 USA con 772.5 kg/ha y en septiembre, 7 USA con 452.3 kg/ha. El porcentaje de grasa más alto, se obtuvo en el mes de Agosto con la variedad 20 USA (9.79%) el más bajo en el mismo mes con la variedad 17 Guatemala (5.26%), el porcentaje de proteína más alto y el más bajo con la 17 Guatemala (14.52%) en el mes de septiembre.

INTRODUCCION:

En El Salvador, la problemática socioeconómica es crítica por lo tanto se vuelve necesario tomar parte activa en la búsqueda de alternativas que permitan minimizarla; en ese marco se plantea que el

cultivo de “amaranto” o “bledo” (*Amaranthus cruentus* L) podría contribuir a disminuir el porcentaje de desnutrición de las mayorías que no tienen acceso a una dieta balanceada; debido entre otras causas al alto costo de los alimentos, el escaso sueldo devengado, a la falta de

empleo y al desconocimiento de la propiedades alimenticias sobre todo vegetales que poseen un gran potencial alimentario. Una de esas plantas es el amaranto, por lo que al propagar su cultivo se crearían nuevas fuentes de trabajo, se contaría con un alimento altamente nutritivo puesto que es rico en B-carotenos y la semilla contiene más proteínas que otros cereales, además Martínez de Martell (1989) afirma que esta tiene una cantidad relativamente alta del aminoácido esencial Lisina (5%); sus hojas tiernas pueden prepararse en sopas y ensaladas, Bressani & Santamaría (1989) sostienen que con la semilla se prepara "granola" y se obtiene harina que es utilizada para la elaboración de galletas, horchata y tortilla fortificada, así mismo, la semilla o restos de la planta y fruto se puede usar como forraje para aves y ganado.

En este trabajo se determinó el efecto que ejerce la fecha de siembra durante la época lluviosa en cinco variedades de *Amaranthus cruentus* L 7 USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA, y 17 Guatemala; teniendo como objetivo verificar de qué manera afectan las condiciones de lluvia en el tamaño de la planta, el periodo de floración, tamaño de panoja, rendimiento y calidad de la semilla en cuanto al contenido de proteína, grasa y humedad. Los resultados obtenidos, serán de gran utilidad para El Salvador tanto en el aspecto nutricional como industrial, también servirá como base para estudios posteriores relacionados con este cultivo. El presente trabajo se realizó gracias al apoyo del departamento de Química del Centro de Investigación y Tecnología Agropecuaria (CENTA) y departamento de redes Metropolitanas de la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron 6 siembras de "amaranto" el día 15 de cada uno de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre en la zona experimental N°1 "Flor amarilla" del Centro de Tecnología Agropecuaria

(CENTA), San Andrés, departamento de la Libertad, ubicada a 33 ½ Km al occidente de San Salvador, con una altitud de 460msnm, 13 48´ latitud N y 89 24´W, con una topografía plana, suelo franco arcillosos.

Obtención de la semilla: Las semillas de las cinco variedades estudiadas fueron proporcionadas por el departamento de química del Centro Universitario de Occidente, ubicado en Santa Ana.

Descripción de las cinco variedades de *Amaranthus cruentus*: Entre las características que se observaron en las variedades están: 7 USA; hojas de color verde, tallo amarillento, panojas y semillas amarillentas; 8 USA; hojas verdes con nevaduras rosadas, tallo y panoja rosada y semillas amarillentas, 20 USA hojas verdes oscuro, tallo y panojas anaranjadas, semillas amarillentas; 26 USA hojas verdes oscuras, tallo anaranjado pálido, panoja anaranjada y semilla amarillenta, 17 Guatemala, hojas y tallo color verde pálido, presenta además de la panoja principal, panojas secundarias de color verde pálido, semilla amarillenta.

Trabajo de campo: La preparación del terreno consistió en una limpieza con rotaveator, para eliminar malezas, luego se surqueó a una profundidad de 0.60 m para efectuar la siembra; una vez los surcos fueron hechos, se hizo una abertura de 2,5 cm de profundidad sobre el surco principal en donde se puso fertilizante fórmula 16-20-0, cubriéndola con tierra, esta fue la primera fertilización; la segunda se hizo con urea y se aplicó en la época de floración.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, contando con un área total de 680 m² distribuidos en 20 parcelas de 6.0 m de largo y 4.0 m de ancho. Entre cada parcela se dejó 1.0 m de calle y cada una de las parcelas se dividió en 5 surcos separados por 0.80 m entre ellos. La distribución de las variedades por parcelas se hizo al azar. Luego preparado el terreno se procedió a tratar la semilla con

carbosulfan (insecticida-nematicida sistémico) para evitar que fuera atacada por plagas del suelo. Una vez sembrado el amaranto se procedió a aplicar granza de arroz para evitar que las semillas fueran sacadas del surco con las precipitaciones. Se efectuaron observaciones diarias hasta que emergieran las plántulas, a los ocho días se hicieron raleos donde había muchas plántulas o trasplantes de ellas a los surcos donde había pocas plántulas, además se realizó cada 15 días un control manual de malezas, control de insectos y de enfermedades fungosas utilizando compuestos organofosforados.

Para efecto de toma de datos se tomaron 3 surcos centrales de cada parcela eliminando la primera y la última de las plantas así como las de los surcos laterales, 54 plantas en total para que hubiese uniformidad en el cultivo y evitar la competencia entre plantas. Se hicieron visitas una vez a la semana con el objeto de controlar la floración, y tomar la altura de la planta en floración, y tomar la altura de la planta en cosecha y punto de madurez del fruto. Para las medidas se usaron reglas de 2 m de largo graduada en cm posteriormente se calculó la media aritmética de todos los datos para obtener la altura y tamaño promedio.

Durante la cosecha las panojas se cortaron manualmente usando tijera para podar y se pusieron al sol para eliminar la humedad de aquellas, con esto se evitaba que al sacar la panoja se dañe, ya que en esa fase la panoja tiene un 90% de humedad, posteriormente se procedió al secado usando plásticos de patio de secado por un periodo de 4 a 6 días, a fin de eliminar por completo la humedad y obtener la mayor parte de las semillas, con respecto a la limpieza de las semillas las primeras 4 cosechas se efectuó por aporreo y corriente al aire; mientras que la de octubre se hizo por tamizado y aplicándole aire con un ventilador.

Trabajo de laboratorio: Para la realización de análisis proximal se utilizaron los métodos oficiales de análisis según la

AOAC de las 5 cosechas se tomaron 10 g de semillas de cada variedad de "amaranto" las cuales se maceraron por separado hasta que se obtuvo harina para realizar un análisis proximal del cual solo se determinó la humedad, grasa y proteína.

Determinación de extracto etéreo: se pesaron 9 g de harina de "Amaranto" de cada variedad y se colocaron en bolsitas hechas de papel filtro, luego se colocaron en la cámara de extracción soxhlet. Seguidamente se lavaron los balones de extracción con agua y jabón, agua destilada y se secaron a 100 °C y se enfriaron en un desecador, posteriormente los balones fueron pesados y se ensamblaron al aparato extractor agregándoseles éter etílico hasta llenar la cámara de extracción. La muestra se extrajo a las 16 horas y hasta que el éter se hubo evaporado, después se secó el balón a 100 °C y se enfriaron en un desecador y luego se pesó para posteriormente realizar los cálculos.

Determinación de Nitrógeno: En un balón de Kjeldahl de 500 mL se colocó 0.1g de harina de amaranto envuelto en una bolsita de papel filtro, 2.4 g de sulfato de sodio anhidro, 0.32 g de sulfato de cobre, 4 mL de ácido sulfúrico y una perla de vidrio para evitar la ebullición brusca, luego se puso el balón en una posición inclinada en la campana de aspiración del aparato de digestión marca labconco, calentándolo a una temperatura de 60°C durante 5 min. Al cabo de los cuales se aumentó a 80°C se agitaron los balones para continuar la digestión, después de que el contenido tomó color verde claro se continuó con el proceso de digestión durante media hora más a una temperatura de 140°C; se dejó enfriar a 25 a 30 minutos, luego se le añadieron 6 mL de agua destilada lavando el cuello del balón y se vertió todo el contenido en el aparato de destilación microkjeldahl. Luego en un erlenmeyer de 500 mL se agregaron 10 mL de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador Kjeldahl para la titulación, posteriormente se agregaron gradualmente 15 mL de Hidróxido de Sodio al 50% a través del embudo de separación al balón Kjeldahl,

luego se calentó hasta que destiló 50 mL de la solución en un periodo de 20 a 30 minutos. La solución de amoniaco en ácido bórico se tituló con el ácido clorhídrico estandarizado y luego se hizo el cálculo respectivo.

RESULTADOS

Este análisis se aplicó a las variables siguientes: altura de la planta en floración, altura de la planta en cosecha, tamaño de la panoja y rendimiento de semilla, usando Análisis de varianza (ANVA), prueba de Duncan, parcelas divididas y pruebas de diferencia mínima significativa o prueba "t", los modelos de estas pruebas estadísticas se tomaron según Little & Hill (1987).

Con el estudio de 5 variedades de "amaranto" durante las 5 fechas de siembra en el transcurso de la estación lluviosa para conocer su influencia sobre el desarrollo de la planta, rendimiento y calidad de la semilla se obtuvieron los resultados que a continuación se detallan: la floración para las 5 variedades se dio a los 51 días, con una precipitación total de 547.7 mm. Las alturas promedio de una planta en floración fue de 0.56 m para 8 USA y 26 USA, 0.54 m para 20 USA 0.52 m para 7 USA, y 0.48 m para 17 Guatemala. El análisis de varianza reportó un Fc de 0.708 menor que la Ft al 5% siendo no significativa, así mismo con la prueba Duncan se obtuvo que las 5 variedades fueron estadísticamente iguales en cuanto a su altura.

La fase de cosecha se dio a los 33 días para las 5 variables con precipitación de 238 mm, las alturas promedio de planta de cosecha fueron: 1.20 m para la 8 USA 1.18 m. 26 USA; 1.10 m; 1.09 m 17 Guatemala y 1.00, 7 USA. El ANVA para la altura de la planta en cosecha reporta una Fc de 4.745 mayores a las Ft al 5%. La prueba Duncan reporta que las variedades 20 USA y 8 USA tenían mayor altura y que eran estadísticamente iguales entre sí.

Los promedios de tamaño de panoja fueron: 0.32 m para 17 Guatemala; 0.31 m

para 7 USA y 8 USA, 0.30 m para 20 USA y 26 USA. El ANVA reportó una Fc de 1.278, menor que la Ft al 5%, resultando no significativa; aun así, la prueba de Duncan demostró que el mayor tamaño de panoja lo obtuvo la 17 Guatemala con 0.40 m. y la semilla su rendimiento fue de 772.5 kg/ha para 7 USA para 7 USA; 710.4 kg/ha, para la 20 USA; 640.6 kg/ha para 17 Guatemala; 600.1 kg/ha para la 8 USA y 587.1 kg/ha para la 26 USA.

El porcentaje de grasa en fue de 9.86 para la 7 USA, 8.12; 8 USA, 7.38, 20 USA 6.64, 26 USA y 6.31 LA 17 Guatemala. En cuanto a la proteína para la 26 USA 19.03%, 7 USA 17.51%, 17 Guatemala 17.25%, 8 USA 16.80%, y la 20 USA 16.56%.

DISCUSION

En junio se realizaron trasplantes pero en menor cantidad que en otros meses, aun así las variedades más trasplantadas fueron la 17 Guatemala y la 7 USA, según el ANVA y la prueba de Duncan no se observó diferencia significativa en la altura de la planta en floración y en la altura en la planta en cosecha; el ciclo completo tuvo igual duración para las cinco variedades debido a que se hicieron pocos trasplantes y las parcelas estuvieron sometidas prácticamente a las mismas condiciones.

En julio los primeros trasplantes que se hicieron durante la fase de emergencia a floración, ya cuando las plantas alcanzaron una altura de aproximadamente 15 cm, se trasplantaron nuevamente, para que así la prueba de Duncan para altura de la planta indicara que las variedades 17 Guatemala y 20 USA alcanzaran mayores alturas.

En agosto las variedades 17 Guatemala y 26 USA alcanzaron mayores alturas de planta debido a que fueron menos trasplantadas.; de todo esto también son las plantas con más resistencia a los hongos. En septiembre la mayoría de las plantas en cuanto a las alturas en floración y en cosecha fueron las más bajas comparándolas con los otros meses, aun así el ANVA y pruebas de Duncan no

reportaron diferencias significativas en ninguna variable, los rendimientos se consideraron estadísticamente iguales, sin embargo, comparando con los rendimientos de meses anteriores, los del mes de septiembre fueron bajos. En octubre se esperaba que las plantas hubiesen alcanzado una menor altura de cosecha, tuvieran panojas pequeñas, sin embargo los análisis estadísticos demostraron lo contrario. Además, se pudo comprobar que la variedad 17 Guatemala es mucho más ramificada en comparación con las demás variedades, teniendo ramificaciones secundarias debajo de la panoja principal; sin embargo su semilla es más pequeña que las demás, por lo que se deduce que debido a ello no hubo diferencia significativa en cuanto a rendimiento de la semilla para todas las variedades a pesar de las características antes mencionadas para la 17 Guatemala.

Por tanto de las observaciones y resultados obtenidos se deduce que el mes en el cual hubo mejores resultados en las cosechas fue el mes de octubre y el mes con los peores resultados fue el mes de septiembre.

CONCLUSIONES:

1. Los elementos climáticos en la época lluviosa afectan en alguna medida el cultivo del amaranto, pero no se conoce la forma o la metodología para saber cuál de ellos ejerce una mayor o menor influencia; sin embargo, la precipitación si afecta el cultivo en la fase de siembra emergencia o al menos las primeras cuatro semanas de su crecimiento.
2. La siembra del mes de octubre fue en la que se observaron mejores resultados, mayor altura de la planta en floración, mayor altura de la planta en cosecha, panojas de mayor longitud y mayores rendimientos de semilla.
3. En general, de las variedades 7 USA, 8 USA, 26 USA Y 17 Guatemala, se obtuvieron,

ligeramente, mayores rendimiento de semillas que la variedad 20 USA.

4. Por los resultados obtenidos en cuanto a calidad de proteína y grasa en la semilla, se concluye que no fueron notablemente influenciadas por los elementos ambientales, por tanto en cualquiera de los meses de la época lluviosa se pueden tener cantidades de proteína y grasa con un rango aceptable.

RECOMENDACIONES

1. A la hora de cultivar la semilla de amaranto, asegurarse que las condiciones ambientales o climáticas no afecten de alguna medida el cultivo aunque estas no tengan mucha inferencia en cuanto al contenido de proteína pero si efecto en lo económico.
2. El amaranto tiene sus fechas de siembra por lo que se sugiere que se cultive en el mes de octubre para obtener buenos resultados.

BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO VILLATORO, M.A. 1985. Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto. (*Amaranthus cruentus* L) en 3 diferentes épocas de corte. Facultad de Agronomía. Universidad San Carlos de Guatemala. (tesis de Ingeniería Agronómica) 48 pp.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. 1984 Edition Fourteenth published by The Association of Official Analytical Chemists Inc. USA 1141 pp.
3. BLAZEJ, S. & A. SPILDA. S.A. Estudios preliminar del comportamiento de cuatro híbridos estandarizados de *A. Cruentus* y *A. hipocondriacus* en Checoslovaquia, in: El Amaranto y su potencial.

- Boletín #4. Dic. 1988 Guatemala, 15 pp.
4. BRESSANI, R. & M SANTAMARIA. 1989. El amaranto: una alternativa para mejorar la nutrición de asentamientos de desplazados y del campesino pobre El Salvador. 38 pp.
 5. CAMPOGORRA, I 1982. Amaranto, el alimento de los Aztecas maná de las zonas áridas. Perspectivas de la UNESCO (Paris) N° 783. 10 pp.
 6. COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO. 1987. Rodale Press. Inc. México 312 pp.
 7. CORDERO, E.S. 1984 *Amaranthus spp.* En la alimentación xochimilca y su proyección en la Alimentación básica en: Memorias del primer Seminario Nacional del Amaranto Rodale Press Inc. México 56 pp.
 8. ESTRADA FLORES, E.F. 1987. Evaluación Preliminar del rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 cultivares de amaranto (*Amaranthus spp*) bajo condiciones de la ciudad capital y San Raymundo, Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala (Tesis de Ingeniero Agrónomo) 49 pp-
 9. GUERRERO, R.A.; R.A. POLANCO & C.E. GARCIA 1985. Cultivo adaptabilidad e industrialización de cinco variedades de *Amaranthus cruentus* en El Salvador. Escuela de Investigación Agrícola Julia Hill de O'Sullivan, Universidad Dr. José Matías delgado, San salvador (Tesis de Ingeniería Agronómica) 54 pp.
 10. HAUPTLI, H 1977. In proceedings of the first Amaranth Conference. Agronomic Potencial and Breeding Strategy for grain amaranths. Rodale Press Inc. Emmaus P.A. 45 pp.
 11. IMERI, A.G. S.A. Variabilidad genética en rendimiento tamaño del grano, composición química y calidad proteínica de 25 variedades de amaranto. In: Boletín INCAP informa vol. 4 #2 junio, 1985. Guatemala. 8 pp.
 12. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. 1985 Boletín INCAP informa vol. 4 #2 Junio Guatemala 8 pp.
 13. JOHNSON, B.L.; A.A. SCHNEITER & T.L. HENDERSON. S.A. Amaranth date of planting studies in eastern North Dakota. In: Amaranth: Perspectives on production service 1990 Minnesota, USA 200pp.
 14. LITTLE, THOMAS M. & F.J. HILL. 1987 Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura 7o Ed. Editorial Trillas, México 270 pp.-
 15. MARTINEZ DE MARTELL, E.C. 1988. Evaluación en los adultos humanos de la calidad proteínica del grano de amaranto sometido a diferentes procesos tecnológicos. Facultad de Química y Farmacia INCAP CESNA. Curso de Postgrado de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad San Carlos. Guatemala (Tesis Magister Scientifcae) 102 pp.
 16. MARXS, J.L. 1977 Amaranth: A come back for the food of the Aztecs, Science 40 pp.
 17. MINESSOTA EXTENSION SERVICE 1990. Amaranth: Perspectives on production, Processing and Marketing. August 23-25 200pp.
 18. NIETO, R. & M.P. FARGAS. S.A. Estudio del crecimiento y potencial del rendimiento de 2 genotipos de *Amaranthus cruentus* y dos genotipos de *Amaranthus caudatus*. In: El amaranto y su potencial. Boletín #4 Diciembre de 1987, Guatemala 8pp.
 19. SANCHEZ MARROQUIN, A. 1980. Potencial agroindustrial del Amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México 238pp.
 20. SOLIS SAMAYOA. L.F. 1987. Caracterización agromorfológica y

- bromatológica de 32 materiales genéticos de bledo (*Amaranthus spp*). En el municipio de Patzicia, Departamento de Chimaltenango. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos, Guatemala (Tesis de Ingeniero Agrónomo) 81 pp.
21. STANDLEY, P.C. & J.A. STEYERMARK. 1946 Flora of Guatemala Chicago Natural History Museum, Fieldana Botany vol. 24 part 4 350 pp-
 22. SUMAR XALINOWSKY, L. 1983. El pequeño gigante. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Academia Nacional de los Estados Unidos de América. 16 pp.
 23. TURRIAZA, E.L. V.J. SOTO & P.R. ESCALANTE. 1987 Investigaciones preliminares en el cultivo del Amaranto (*Amaranthus spp*) en el estado de Campeche in: Coloquio Nacional del Amaranto 1987. México 312 pp.
 24. VELASCO LOZANO, A.M. & D. HEYDEN. 1984. El uso y la presentación del Amaranto en la época prehispánica, según las fuentes históricas Pictóricas. Chapingo México 422 pp.
 25. VERA M. 1986. Producción de biomasa de *Amaranthus cruentus* y su aprovechamiento como recurso forrajero in: Coloquio Nacional del Amaranto 1987. México 312 pp.

DETERMINACION Y COMPARACION DE LOS CONTENIDOS DE GRASA, PROTEINAS Y LISINA, EN LA SEMILLA DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus sp*) SOMETIDA A TRATAMIENTO RADIOLOGICO, OBTENIDA EN LA PRIMERA GENERACION CON RELACION A LA SEMILLA NO IRRADIADA

Barahona, J.S.

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria de Occidente

1995

RESUMEN

Numerosas investigaciones se han realizado en la búsqueda de mejorar la genética en las especies vegetales para aprovechar sus características genotípicas en la alimentación humana y animal. Uno de estos métodos es la irradiación con rayos gamma a las semillas. En el presente trabajo se tiene como objetivo, determinar y comparar los contenidos de grasa, proteína y lisina presente en la semilla de amaranto irradiada y no irradiada (semilla patrón) de las variedades 7 USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA, Y 17 Guatemala; obtenidas en la primera generación.

Las semillas irradiadas de amaranto que sirvieron de base para este experimento, se enviaron a Austria para exponerlas a la acción de radiaciones gamma, aplicándoles dosificaciones de 9 y 12 kilorroengen. Se cultivó una parcela con esta semilla distribuida en subparcelas y cada subparcelas está dividida en bloques, en las que se incluyeron semillas no irradiadas (patrón). El método utilizado para determinar grasa es el AOAC, para extraer la Lisina se usó el método de Hurrel (Naranja ácido-12) el AOAC y para determinar la proteína se utilizó el método de Micro-kjeldhal.

Al comparar los promedios experimentales de grasa, proteína y lisina en la semilla irradiada de amaranto (obtenida en la primera generación) con la no irradiada, se pudo deducir que: hay variabilidad en los datos, ya que los valores determinados en la semilla no irradiada difieren a los obtenidos en la semilla irradiada. De las cinco variedades de semilla de amaranto (7 USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA Y 17 Guatemala) irradiadas a 9 kilorroengen presenta diferencia significativa en cuanto a contenido de grasa, mientras que la variedad 26 USA irradiada a 12 kilorroengen presentó diferencia significativa en la cantidad de Lisina.

INTRODUCCION

En nuestro país, en los últimos años se ha dado un crecimiento acelerado de la población humana, pero el área superficial de tierras cultivadas con productos tradicionales ha disminuido considerablemente; y los cereales usados en la canasta básica salvadoreña muchas veces no presentan un nivel adecuado nutricional; motivo por el cual se están haciendo muchas investigaciones con especies vegetales.

Un grano que ha llamado la atención en los últimos años es el amaranto; el cual posee mejores características y propiedades, comparado con la mayoría de cereales que se usan tradicionalmente en la alimentación de la población salvadoreña. En el presente trabajo se utilizan semillas no irradiadas (patrón) y semillas irradiadas; estas últimas se trataron con rayos gamma, para mejorar las características genotípicas. Estudios recientes de mutación en la semilla de amaranto, reflejan que las dosificaciones de 3, 6, 9, 12 y 15

kilorroengen, producen mutantes mejor dotados genotípicamente ⁽⁶⁾ Partiendo de esa información se trabajó con las dosificaciones de 9 y 12 kilorroengen.

La investigación consistió en cultivar una parcela con semilla de amaranto irradiada y no irradiada (patrón) de las variedades 7USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA, 17 GUATEMALA; de la semilla irradiada se tomaron plantas en la primera generación al azar y a la semilla de estos se le hicieron los análisis de: grasa, proteína y lisina; mientras que la semilla no irradiada se hizo una mezcla por variedad y se le determinaron los mismos análisis químicos. Finalmente se comparan los resultados químicos y estadísticos de la semilla no irradiada con las de la irradiada.

MATERIALES Y METODOS

Cultivo de amaranto: Se realizó en la granja de la escuela "Ciudad de Los Niños, de Santa Ana" y por ser una planta fotoperiódica se cultivó en periodo de días largos de luz (Segunda quincena de Junio). El trabajo consistió en sembrar una parcela con semillas de amaranto irradiadas y no irradiadas de las variedades 7USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA Y 17 GUATEMALA. La parcela se dividió en tres subparcelas, de las cuales una de ellas corresponde al cultivo de semillas no irradiada (patrón) y las otras dos corresponden a la semilla irradiada a 9 y 12 kilorroengen respectivamente. Cada subparcelas está formada por cinco bloques (variedades), de los cuales cada uno contiene cuatro surcos de tres metros de largo, 80 cm entre surco y surco y 25 cm entre planta y planta.

De cada bloque cultivado con semilla irradiada, se utilizaron los dos surcos centrales; de los cuales se tomaron al azar cuatro plantas, en la primera generación. Y se recolectó la semilla de cada planta por separado. Para la semilla no irradiada (patrón) de cada bloque cultivado se recolectaron los dos surcos centrales y se hizo una mezcla por variedad.

Preparación de la muestra

Semilla irradiada: Se recolectó la semilla madura de cada planta en la primera generación y se secó por acción solar durante cuatro días; hasta eliminar aproximadamente un 85% de la humedad. Luego se trituro la semilla seca en un molino de nixtamal y después en mortero, hasta obtener una harina finamente dividida, para realizar los análisis químicos.

Semilla no irradiada: A esta semilla se le dio el mismo tratamiento que a la irradiada, con la diferencia que se recolectó toda la muestra de semilla de los dos surcos centrales de cada bloque, tomándose una muestra por variedad.

Métodos de laboratorio: El trabajo experimental se realizó en los laboratorios de bromatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) El Matazano, Ilopango, Departamento de San Salvador y en los laboratorios del Departamento de Química de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador. La actividad de laboratorio fue la siguiente: A la harina finamente dividida de cada muestra de semilla de amaranto se le determinó, el contenido de grasa, proteína. Los análisis y métodos utilizados en el análisis fueron: para grasa se usó el método definido por la AOAC, para proteína Microkjeldhal y para lisina se utilizó el método de Hurrel de naranja Acido 12.

Método estadístico: Los datos obtenidos, de grasa, proteína y lisina extraídos de la semilla de Amaranto, se analizaron mediante el método estadístico de la distribución t (student). Los resultados obtenidos de cada variedad de semilla de amaranto irradiada a 9 y 12 Kilorroengen, se compararon con los de la semilla no irradiada. En la distribución t (student) para muestras independientes, se compara el valor calculado de t (experimental) contra el valor de de t (tabla) con una probabilidad de error (α) de 0.01.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$T \text{ (student)} \quad t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{Sx}{\sqrt{n}}}$$

Dónde: \bar{X} = Media aritmética
 μ = Parámetro experimental
 SX = Error estándar de la Población

Media aritmética: $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

Dónde:
 n = Tamaño de población
 X = valor correspondiente a cada análisis.
 $\sum x$ = Sumatoria de los valores de cada análisis

Error estándar de la población:

$$\overline{SX} = \frac{\sqrt{s}}{n} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dónde: S = Desviación estándar

S^2 = Varianza

Y se calcula así: $s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}$

RESULTADOS Y DISCUSION:

En el presente trabajo, el análisis de todos los resultados extraídos de la semilla de amaranto irradiada corresponden a la primera generación. El análisis de los resultados de laboratorio, consiste en comparar los promedios de grasa, proteína y lisina existentes en cada variedad de semilla de amaranto irradiada a 9 y 12 kilorroengen; con los promedios que contienen las variedades de semilla no irradiada. En el cuadro N° 5 se presentan los promedios experimentales de grasa, proteína y lisina, presentes en la semilla de amaranto no irradiada e irradiada a 9 y 12 Kilorroengen.

CUADRO N° 5. Promedios experimentales de grasa, proteína y lisina existentes en la semilla de amaranto no irradiada e irradiada a 9 y 12 kilorroengen.

Semilla	Variedad	Grasa	Proteína	Lisina
No irradiada	7 USA	5.84	17.48	580.1
	8 USA	6.00	17.13	379.1
	20 USA	6.27	17.48	400.0
	26 USA	6.35	17.86	349.6
	17 Guatemala	5.57	17.84	353.8
Irradiada a 9 kilorroengen	7 USA	6.30	17.08	417.7 5
	8 USA	5.80	16.39	558.1 2
	20 USA	5.91	16.90	407.2 5
	26 USA	6.50	17.50	353.2
	17 Guatemala	6.05	16.19	373.7 2
Irradiada a 12 kilorroengen	7 USA	5.84	17.01	317.4 7
	8 USA	5.07	16.32	449.3 5

Continuación Cuadro N° 5

	20 USA	6.09	17.42	475.9 5
	26 USA	6.19	17.62	386.0
	17 Guatemala	5.96	17.55	368.2 2

Al comparar los promedios de grasa, proteína y lisina de la semilla de amaranto no irradiada con los de la semilla irradiada a 9 y 12 Kilorroengen se afirma que: la semilla de las variedades 7 USA, 26 USA Y 17 GUATEMALA, irradiadas a 9 Kilorroengen aumentó el contenido de grasa: mientras que las variedades 8 USA Y 20 USA la cantidad de grasa disminuyó en la semilla irradiada a 9 Kilorroengen. En la semilla irradiada de 12 kilorroengen la grasa aumentó en la variedad 17 GUATEMALA se mantuvo constante en la semilla 7 USA y disminuyó en las variedades de 8 USA, 20 USA Y 26 USA.

La proteína en la semilla irradiada a 9 Kilorroengen aumentó únicamente en la variedad 26 USA y disminuyó en las variedades 7 USA, 8 USA, 20 USA y 17 GUATEMALA; de igual forma en la semilla irradiada a 12 Kilorroengen solo la variedad 26 USA experimentó incremento en el contenido proteínico y en las otras variedades disminuyó dicho contenido. En la semilla irradiada a 9 Kilorroengen, la lisina aumento en las variedades 8 USA, 20 USA, 26 USA y 17 GUATEMALA, y disminuyó únicamente en la variedad 7 USA; por otra parte en la semilla irradiada a 12 Kilorroengen la lisina aumento en las mismas variedades que en la semilla irradiada a 9 Kilorroengen y disminuyó en la variedad 7 USA.

CONCLUSIONES

1. Basado en los resultados experimentales de laboratorio, se puede afirmar que: Las cantidades de grasa, proteína y lisina existentes en la semilla de amaranto de las variedades 7USA, 8 USA, 20 USA, 26 USA Y 17 GUATEMALA, irradiada a 9 y 12 Kilorroengen son diferentes a las cantidades que posee la semilla no irradiada.
2. En base a los resultados estadísticos se obtiene que: Únicamente la semilla de amaranto irradiada a 9 Kilorroengen, de la variedad 17 GUATEMALA presenta diferencia significativa en el contenido de grasa, con relación a la semilla de amaranto no irradiada.
3. En cuanto a las cantidades de proteína, existentes en la semilla de amaranto irradiada a 9 y 12 Kilorroengen se puede generalizar que: en ninguna variedad existe diferencia significativa.
4. Con respecto a los contenidos de lisina solo la variedad de la semilla 26 USA irradiada a 12 Kilorroengen posee diferencia significativa.
5. En general se puede concluir que: los objetivos específicos planteados en el presente trabajo se

cumplieron en su totalidad; mientras que la hipótesis se cumplió solo parcialmente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que a futuro se puedan utilizar otras variedades de amaranto, para determinar la cantidad de aminoácidos como la lisina.
2. Buscar otra alternativa para poder irradiar la semilla de amaranto ya que en nuestro país no existe por el momento este tipo de tecnología.

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. (1975) "Official Methods of the AOAC, 12th edition; Washington, D.C. 20044; 882-883.
2. BONILLA GILBERTO (1988) "Métodos Prácticos de Inferencia Estadística" Ed. UCA editores 1^a edición. El Salvador pág. 98-150.
3. BRESSANI, RICARDO (1990) "Efecto de la Suplementación de Harinas de algunos Cereales con Harinas de Amaranto. "El Amaranto y su Potencial "Marzo, Boletín N° 1 Estados Unidos.
4. BRESSANI, RICARDO (1987) "Guía para el Cultivo de Amaranto de Grano"; El Amaranto y su Potencial. Diciembre. N° 4 Guatemala.
5. BRESSANI, RICARDO (1989) "Efecto del Procesamiento sobre el Valor Nutritivo del Amaranto de grano"; El Amaranto y su Potencial. Diciembre N°2 Guatemala.
6. BRESSANI, RICARDO (1967) "Distribución del Amaranto en Nepal". El Amaranto y su Potencial. Septiembre N° 3 Guatemala
7. BRESSANI, RICARDO.(1989) "Evaluación de tres Especies de Amaranto Spp, para tres Épocas de Siembra". El amaranto y su potencial. Marzo N° 1 Guatemala.

8. BRESSANI, RICARDO (1989) "Investigaciones en la Genética del Amaranto". El Amaranto y su Potencial. Septiembre N°3 Guatemala.
9. BRESANI, RICARDO (1988) "Potencial y Composición Química del Amaranto". El Amaranto y su Potencial. Septiembre N°3 Guatemala.
10. DELALOMA, JOSE LUIS (1963) "Genética General y Aplicada" 3ª ed., Unión Tipográfica Editorial Hispanoamérica, México pp. 72-84, 286-304.
11. GARDNER ELOON J. (1967) "Principios de Genética" 1ª ed. Editorial Limusa-Willey; México pp. 201.
12. GRANADOS VASQUEZ, RAFAEL (1996) "Efecto de la irradiación gamma en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) TESIS. Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador; facultad de Ciencias Agronómicas. PP. 4-9, 11-12, 23-27.
13. HURREL ETAL (1979) "Reactive Lysine and Foodstuffs measured by a rapid dye-binding procedure.
14. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (1987-1988): Recopilación de trabajos científicos. Oficina editorial e informes del INCAP N° 22, Guatemala, Guatemala.
15. Instituto de Nutrición de centro América y Panamá (1961) Tabla de composición de alimentos para uso de América Latina. Guatemala.
16. KIRK-OTHMER. (1962), "Enciclopedia de Tecnología Química; 1ª ed. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamérica. México, Tomo VIII; pp. 936-941. Tomo II pp. 192-202.
17. MARTINEZ DE MARTELL, E.C. 1988. Evaluación en los adultos humanos de la calidad proteínica del grano de amaranto sometido a diferentes procesos tecnológicos. Facultad de Química y Farmacia
- INCAP CESNA. Curso de Postgrado de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad San Carlos. Guatemala (Tesis Magister Scientifcae) pp1-3, 6-14, 19-21.
18. Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1992) Manual sobre Utilización de3 los Cultivos Andinos sub explotados en la alimentación. Octubre (I) Santiago de Chile, Chile.
19. Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, (1992). Prueba regional de cultivos de Amaranto. Perú, Santiago de Chile.
20. OSBERNE S. THOMAS. "Experimentos con radiaciones en las semillas". Comisión de Energía Atómica de la Universidad de Tennessee. N° 2 Estados Unidos.
21. POEHLMAN JHON MILTON (1965) "Mejoramiento Genético de las cosechas.; 1ª ed. Editorial Limusa-Willey México D.F. pp. 22-27, 56-60, 91-92, 132, 183, 250.

**CUANTIFICACION DEL ESCUALENO EN EL ACEITE DEL GRANO DE AMARANTO,
CULTIVADO EN TRES LOCALIDADES A DIFERENTES ALTITUDES DE LA ZONA
OCCIDENTAL DE EL SALVADOR.**

Morán Morán, A.W., Rodríguez Melara, G., Coto N.M.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

1995

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se muestra el rendimiento obtenido del hidrocarburo insaturado conocido como escualeno, a partir del aceite de la semilla de amaranto ***Amaranthus cruentus***.

Para su desarrollo se utilizó la semilla de amaranto cultivado en la zona occidental de El Salvador. La variable que se evaluó fue el efecto de la altitud contra el rendimiento del hidrocarburo, estas altitudes están comprendidas entre los 50 y 1464 msnm.

El objetivo principal fue establecer el efecto de la altitud (50 y 1464 msnm) de las localidades en donde se cultivó el amaranto sobre el contenido del escualeno presente en el aceite de la semilla. Para su cultivo se aplicó un diseño experimental de bloques al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Después de recolectar la semilla se procedió a la selección de las muestras y posteriormente se realizó la extracción y la cuantificación del aceite y escualeno. Los datos obtenidos demuestran que el contenido de aceite está en el rango de 5.9 a 7.1 %, mientras que el escualeno está en el rango de 2.3 a 5.9%. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico conocido como prueba de varianza, demostrando que con relación a la altitud contra el porcentaje de aceite y ácidos grasos no existe diferencia significativa entre localidades de acuerdo a su altura sobre el nivel del mar.

INTRODUCCION

Actualmente se están implementando en El Salvador los cultivos no tradicionales con el fin de impulsar el desarrollo industrial y mejorar las condiciones socioeconómicas y nutricionales de la población.

El amaranto ha respondido a las condiciones de nuestro país, razón por la cual su cultivo se está desarrollando, respondiendo a las consideraciones de interés agroindustrial de las que ya se hizo referencia; el grano de la planta tiene alto contenido de proteína y de aceite convirtiéndolo en una fuente calórico-proteica para consumo humano y/o animal. Además, existe un gran interés en la utilización de los subproductos para el desarrollo de agroindustrias rurales que sirvan como incentivos económicos para los productores de amaranto.

Varios aceites vegetales contienen pequeñas cantidades de escualeno; sin embargo, se ha encontrado que el aceite de la semilla de amaranto es una fuente relativamente buena de esta sustancia, la cual contiene entre 4.6 a 7.4% de escualeno por 100 g de aceite.

Esta investigación describe las etapas necesarias que determinan si la cantidad de escualeno presente en la materia no saponificable del aceite está influenciada por la altitud de la localidad donde se cultiva.

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó semilla de cinco variedades de la especie ***Amaranthus cruentus***, que se cultivó en tres localidades ubicadas a diferentes altitudes de la zona occidental de El Salvador.

El escualeno es un hidrocarburo insaturado que se utiliza como:

- Lubricante para discos de computadora.
- Materia prima en la elaboración de cosméticos finos.
- Como componente principal en soluciones para la piel.
- Como indicador.
- Como fase estacionaria en el análisis por cromatografía.

MATERIALES Y METODOS

Aceite

El contenido de aceite en el grano de amaranto varía desde 6% a 12%. La acidez del aceite es alta, 15% a 23%, en comparación con la de otros aceites como la del maíz, algodón y soya, que tiene una acidez entre el 1% y 5%.

Esto indica que tiene un gran porcentaje de ácidos grasos libres. Podemos observar que el contenido de ácido linoléico es alto en el aceite, con valores que oscilan desde el 43.4% en el *cruentus* hasta 51.4% en el *hypocondriacus*.

El contenido de ácido oleico es segundo en concentración con valores desde 21.3% para el *hybridus* a 31.9% del *cruentus*. El ácido palmítico se encuentra con una concentración que varía desde 18.6% a 21.3%.

Cuadro N°1 Contenido de ácidos grasos en el aceite del grano de amaranto

Ácido graso	A. caudatus	A. cruentus	A. hypocondriacus	A. hybridus
C14:0	TR	0.9	TR	0.2
C16:0	18.6	19.9	21.30	21.1
C18:0	2.3	3.6	2.90	5.4
C18:1	27.5	31.90	23.40	21.3
C18:2	48.6	43.4	51.40	50.4
C18:3	2.0	1.0	0.30	0.7
C20:0	--	--	--	0.8

Ref. Bressani, R "Grano de Amaranto. Su composición química y valor nutritivo" Amaranto: Perspectivas en la producción, procesamiento y mercadeo, Minnesota, agosto 1990.

La variabilidad sugiere diferencias entre las especies e igualmente entre las variedades de la misma especie. Otros lípidos incluidos los esteroides, de los cuales el espinesterol se encuentra en cantidades cercanas al 0.20% en el aceite crudo. Finalmente el índice de saponificación es muy bajo, oscilando entre 139 a 158 mg/g, esto puede ser debido a que en la fracción no saponificable se encuentra el isopreno del escualeno en cantidades relativamente grandes.

El Escualeno

El escualeno es un hidrocarburo insaturado de gran importancia industrial, el cual se obtiene en su mayor parte de los escualidos. Este compuesto es un triterpeno de fórmula general $C_{30}H_{50}$ se ha encontrado en la parte no saponificable del aceite del grano de amaranto, en cantidades que varían del 5% al 8%.

El escualeno, que de acuerdo a los radicales libres e insaturaciones que contiene se nombra 2,6,10,15,19,23 hexametil-2,6,10,14,18,22 icosaheptano.

Cuadro N°2 Contenido de escualeno en diversas grasas y aceites (g/100 g de grasa) (Según Fitelson)

Grasas	N° de muestras	Escualeno
Oliva	44	0.136-0.708
Algodón	12	0.004-0.012
Maíz	9	0.019-0.036
Cacahuete	11	0.013-0.049
Girasol	3	0.008-0.019
Sésamo	1	0.003
Mostaza	1	0.007
Mantequilla	1	0.007
Hígado de bacalao	1	0.031
Gallina	1	0.004
Manteca de cerdo	1	0.003
Manteca de vaca	1	0.010

Fuente Enciclopedia de la Química Industrial

Cuadro N°3 Contenido de escualeno en diversas grasas y aceites (g/100g grasa) (según Karnovsky y Rapson)

Grasas	N° Muestras	Escualeno
Hígado de tiburón 7 agallas	1	0.22
Hígado de tiburón 6 agallas	1	0.27
Hígado de anguila	1	0.18
Hígado de pez pescador	1	0.12
Hígado de bacalao	1	0.05
Hígado de tiburón soleado	1	43.61
Hígado de tiburón espinoso	1	80.8-90.4
Hígado de tiburón de aguas profundas	1	6.41

Fuente Enciclopedia de la Química Industrial

En el cuadro N°4 se muestra el contenido oleaginoso de las semillas de amaranto en las especies *paniculatus*, *polygamus* y *gracilis* también se presenta el contenido de escualeno para estas especies.

Cuadro N°4 Contenido de escualeno y características del aceite aislado de las semillas de amaranto.

Características	A. paniculares	A. Polygamus	A. gracilis
Contenido de aceite %	8.42	5.83	6.65
Valor de yodo	99.97	85.02	103.30
Valor de saponificación	217.12	185.22	206.40
Índice de refracción	1.470	1.470	1.469
Escualeno %	4.65	2.42	3.97

Ref. Singhal, R y Kukarni, P "Aceite de amaranto. Una nueva fuente de escualeno" "El Amaranto y su potencial" Bol N°3 Sept. 1988.

Cuadro N° 5 Características del escualeno

Índice de refracción	1.4965
Gravedad específica	0.8548
Valor de yodo	360-380
Punto de inflamación	± 200°C

Utilidades del Escualeno

Dentro de las utilidades que presenta el escualeno, en primer lugar comprende el origen de los productos necesarios para el desarrollo de otros seres vivos, entre los cuales tenemos la más interesante como es el de dar origen al esteroide lanosterol del cual se deriva el colesterol, esteroide de mayor importancia en el desarrollo de los animales.

En segundo lugar, está la utilidad de carácter industrial:

- Lubricante para discos de computadora.
- Materia prima en la elaboración de cosméticos finos.
- Como componente principal en soluciones para la piel.
- Como indicador.
- Como fase estacionaria en el análisis por cromatografía.

La obtención del escualeno a partir del aceite de amaranto, hace a este cultivo muy importante para ser una fuente generadora de ingreso que estimularía al agricultor a introducirlo en el sistema agrícola de El Salvador.

Las variedades que fueron sometidas a estudio son: 84S-K277, 84S-434, 82S-1011 y 17-GUATEMALA.

Otras variables a observar en cada área cultivada fueron: La temperatura ambiental y la precipitación pluvial.

Para determinar el rendimiento de escualeno en el aceite de amaranto se recolectaron 200 gramos de semillas, los cuales fueron sometidos a los procesos:

- Extracción de aceite con solvente (éter etílico).
- Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases.
- Determinación de índice de saponificación y aislamiento del escualeno en la materia no saponificable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La extracción del aceite se realizó utilizando 2 muestras de 100 gramos de semilla y se estableció que el contenido de aceite para todas las variedades está en el rango de 5.87 a 7.13 por ciento, siendo el rango teórico de 4.6 a 7.4 por ciento.

Los porcentajes de escualeno, oscilaron en el rango de 2.26 a 5.90 por ciento; siendo el rango teórico de 4.6 a 7.4 por ciento del peso de aceite.

Los datos de precipitación pluvial y temperatura ambiente promedios se recopilaron de la oficina del Centro Meteorológico Nacional.

Cuadro N° 6 Porcentaje de aceite de las variedades estudiadas

Variedades	Localidad		
	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
17-GUAT	6.08%	5.92%	5.88%
84SK-277	7.02%	6.58%	6.47%
82S-434	5.87%	5.83%	6.19%
84S-1175	6.28%	6.51%	6.70%
82S-1011	6.10%	6.08%	7.13%

Se puede ver que no hay una diferencia significativa entre el porcentaje de aceite obtenido en cada una de las localidades donde se cultivó el amaranto.

Cuadro N° 7 Porcentaje de escualeno obtenido en las tres localidades

Variedades	Localidad		
	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
17-GUAT	4.35%	5.67%	4.28%
84SK-277	3.20%	4.66%	4.72%
82S-434	4.38%	5.90%	5.10%
84S-1175	2.26%	5.55%	4.66%
82S-1011	3.78%	5.40%	4.84%

Se puede ver que existe una ligera variación del contenido de escualeno que se obtuvo en los especímenes estudiados respecto a las localidades de cultivo.

Cuadro N° 8 Porcentaje de ácidos grasos para la variedad 17-Guatemala

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
C16:0	17.06%	20.03%	20%
C18:0	3.75%	3.90%	3.52%
C18:1	20.26%	21.88%	29.26%
C18:2	43.38%	43.88%	39.89%

No existe diferencia significativa entre el porcentaje de ácidos grasos obtenidos en cada una de las localidades donde se sembró el amaranto.

Cuadro N° 9 Porcentaje de ácidos grasos para la variedad 84SK-277

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
C16:0	18.79%	19.75%	20.44%
C18:0	3.24%	3.27%	3.35%
C18:1	29.16%	31.53%	30.59%
C18:2	36.20%	34.99%	33.69%

No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de ácidos grasos obtenidos en cada una de las localidades donde se sembró el amaranto.

Cuadro N° 10 Porcentaje de ácidos grasos para la variedad 84S-1157

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
C16:0	20.42%	19.75%	20.36%
C18:0	3.37%	3.24%	3.40%
C18:1	31.59%	32.01%	31.55%
C18:2	37.03%	33.69%	33.61%

No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de ácidos grasos obtenidos en cada una de las localidades donde se sembró el amaranto.

Cuadro N° 11 Porcentaje de ácidos grasos para la variedad 82S-434

	Apaneca	Santa Ana
C16:0	18.21%	19.16%
C18:0	3.47%	3.10%
C18:1	28.01%	30.05%
C18:2	36.76%	35.72%

No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de ácidos grasos obtenidos en cada una de las localidades donde se sembró el amaranto.

Cuadro N° 12 Porcentaje de ácidos grasos para la variedad 82S-1011

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
C16:0	18.95%	21.35%	19.37%
C18:0	3.54%	3.05%	3.43%
C18:1	29.94%	30.71%	28.73%
C18:2	37.27%	36.54%	33.56%

No existe una diferencia significativa entre el porcentaje de ácidos grasos obtenidos en cada una de las localidades donde se sembró el amaranto.

Según los datos recabados en el Centro Meteorológico Nacional con respecto a la precipitación pluvial se encuentra que no existe diferencia significativa entre ellos y que los valores promedios de cada zona son mayores que el mínimo de lluvia requerido para el desarrollo del amaranto.

Cuadro N° 13 Precipitación pluvial en mm para cada zona donde se cultiva el amaranto.

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
Junio	332	337	422
Julio	300	293	335
Agosto	299	304	368
Septiembre	327	368	492
Octubre	188	288	237

Los datos de temperatura ambiente al igual que los datos de la lluvia se obtuvieron en la misma oficina. En ellos se nota la diferencia de temperatura en los diversos lugares de cultivo del amaranto.

Cuadro N° 14 Promedio de temperatura en (°C) para cada localidad donde se cultivó el amaranto.

	Apaneca	Santa Ana	Sonsonate
Junio	23.0	27.1	15.9
Julio	23.1	27.1	15.9
Agosto	23.0	26.9	16.0
Septiembre	22.6	26.4	15.8
Octubre	23.0	26.5	15.9

CONCLUSIONES

1. La altitud de la localidad donde se cultiva el amaranto no afecta el rendimiento del aceite del grano y ácidos grasos libres presentes en el aceite; pero sí afecta el contenido de escualeno.
2. De la especie *cruentus*, la variedad 82S-434 es la que presenta mayor rendimiento de escualeno en las tres localidades.
3. El amaranto es la especie vegetal que contiene la mayor cantidad de escualeno.
4. La mejor zona para obtener mayor rendimiento de escualeno es la comprendida entre 600 a 700 msnm, ya que es en ésta donde se obtuvo mayor rendimiento el hidrocarburo
5. La temperatura es una variable ambiental que presenta un efecto similar con la altitud sobre el contenido del escualeno en el aceite de amaranto.
6. La precipitación pluvial en las tres localidades donde se cultivó el amaranto, varió entre el rango óptimo para el desarrollo de la planta.
7. El pH del suelo en las tres localidades donde se cultivó el amaranto es ligeramente ácido, condición que no afecta al desarrollo de la planta ya que está en el rango de tolerancia de la misma.
8. Los suelos donde se cultivó el amaranto presentan deficiencia en el contenido de Nitrógeno.

RECOMENDACIONES

1. Estudiar la factibilidad técnica y económica de la extracción del Escualeno a partir de aceite del grano de amaranto para desarrollar la agroindustria del esteroide con fines de exportación.
2. Realizar la investigación en las diferentes zonas geográficas del

territorio nacional, a otras altitudes o diferentes tipos de suelo.

3. Efectuar un estudio para determinar la temperatura óptima para cultivar amaranto, con el fin de obtener mejores rendimientos en el contenido de Escualeno.
4. Realizar una investigación para determinar la existencia o no de otros hidrocarburos insaturados que puedan ser extraídos del aceite junto al Escualeno y que puedan interferir en la cuantificación de este.

BIBLIOGRAFIA

1. CARSON, JAMES "Química Orgánica Moderna". Editorial Urmo S.A Ediciones España 1975
2. DEVORE, G. "Química Orgánica" Traducida por Muñoz Mena Z. Publicaciones Cultural S.A México D.F.
3. MEHLENBACHER, V.C "análisis de grasas y aceites" Enciclopedia de la Química Industrial. Tomo 6 Ediciones Urmo España 1979.
4. MENDER FREDERICK M "Química Orgánica" Fondo Educativo Interamericano S.A
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemist.
6. WINGROVE, ALAN S Y CARET, ROBERT "Química Orgánica Editorial Harla México 1979
7. MARTÍNEZ DE MARTELL, C. (1988). Evaluación en adultos Humanos de la calidad proteínica del grano de amaranto sometido a varios procesos tecnológicos. Trabajo de graduación para optar al título de: Máster en Ciencias Químicas y Farmacias, Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. BRESSANI, R. "Grain Amaranth. Its Chemical composition and nutritive value" Amaranth Perspectives on Production, processing and marketing Minnesota. August 1990
9. ESPITIA, R.E., 1987 "Caracterización y evaluación preliminar de Germoplasma de Amaranthus" Inc. Memorias Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro, México. Instituto de Desarrollo Estatal Para la Acción Social.
10. LEHMAN, JAMES "The potential of grain amaranth in the 1990's and beyond" Amaranth Perspectives on Production, processing and marketing. Minnesota August 1990.
11. PULIDO M.L y TRINIDAD S.A "Efecto del nitrógeno y humedad en el rendimiento de grano. Materia seca y contenido de proteína de *Amaranthus hypocondriacus* y *Amaranthus cruentus*" Coloquio Nacional del Amaranto, Querétaro, México Agosto 1987.
12. REYNA R.G. Y FLORES, E. M. "Zonas climáticas potencialmente útiles para el cultivo del amaranto (*Amaranthus spp*) en el Estado de Guanajuato". Coloquio Nacional del Amaranto, Querétaro, México. Agosto de 1987.
13. SUÁREZ, R.G. Y CERVANTES S.J.M. "Estudio Morfológico y Evaluación del Rendimiento en *Amaranthus cruentus* bajo condiciones de Riesgo y Temporal en Querétaro" Coloquio Nacional del Amaranto, Querétaro, México. Agosto de 1987.
14. TURRIZA, E L. SOTO V.J ET AL "Investigación preliminar en el cultivo del amaranto *Amaranthus cruentus* bajo condiciones de riego y temporal en Querétaro, México. Agosto 1987.
15. VERA M. F y TRINIDAD S. A. "Producción de biomasa de *Amaranthus cruentus* y su aprovechamiento como recurso forrajero" Coloquio Nacional del Amaranto, Querétaro, México. Agosto de 1987.

16. AZURDIA PÉREZ, CESAR AUGUSTO y GONZÁLEZ GALÁN. Mex. "Riqueza genética en Guatemala *Amaranthus sp*" El amaranto y su potencial Bol. N°2, junio de 1986.
17. BRESSANI RICARDO "Valor nutritivo del cáliz de Amaranto conforme pruebas realizadas en pollos en crecimiento" El amaranto y su potencial Bol. N°1, marzo de 1986.
18. BRESSANI RICARDO. "Valor suplementario de las hojas de amaranto a dietas basadas en cereales" El amaranto y su potencial Bol. N°1, marzo de 1988.
19. DEVADAS, V.S ET AL "Variabilidad genética, correlación y análisis de coeficientes de casualidad en amarantos vegetales" El amaranto y su potencial Bol. N°2, junio de 1989.
20. GABI REYES, FRANCISCO ET AL "Efecto de las altas dosis de Nitrógeno y densidad de plantas sobre el rendimiento de *Amaranthus hypocondriacus* El amaranto y su potencial Bol. N°8, marzo de 1988.
21. GONZÁLEZ, J.M, Y BRESSANI, R "Una guía para el cultivo de Amaranto de Grano" Resumen de experiencias en la finca experimental del INCAP El amaranto y su potencial Bol. N°2, junio de 1987.
22. KUKALOW, P. A Y JAIN, S.K "Genética de los amarantos de grano V.I. Un estudio de 3 años sobre variación dentro de la población en las tasas de polinización externa" El amaranto y su potencial Bol. N°4, diciembre de 1988.
23. MARTINEAU, J.R "Resumen agronómico del amaranto de grano. Descripción Botánica." El amaranto y su potencial Bol. N°4, diciembre de 1985.
24. MARTÍNEZ, ANÍBAL y ESTRADA, M.R "Efecto de la poda sobre el rendimiento de semilla de amaranto. (*Amaranthus spp*) Bol N°3 septiembre de 1988.

ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO INFANTIL DE ALTO VALOR NUTRICIONAL A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus*) – ARROZ (*Oriza sativa*) Y AMARANTO (*Amaranthus cruentus*) – MAÍZ (*Zea mays*).

López Araya, C. I. López Godoy P. M. Núñez Rivas M. J.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

1998

RESUMEN

Esta investigación consideró el grano de amaranto (*Amaranthus cruentus*) como un cereal para la alimentación infantil: Su contenido relativamente alto de proteína y de aceite, y la calidad relativamente elevada de su proteína; comparado con el de otros cereales (arroz y maíz). Para tal propósito se procesaron tres lotes de **A Cruentus**; nixtamalizado, germinado y reventado, respectivamente, colocando cada tipo de amaranto en proporciones de 50% y 60% con maíz nixtamalizado – tostado y arroz tostado separadamente, con el fin de elaborar harinas compuestas, destinadas a ser consumidas en forma de atole.

Se determinó el contenido de proteína y alfa-amilasa en harinas individualizada, reportándose una mayor cantidad de proteína para amaranto nixtamalizado y el menor para amaranto reventado seguido de arroz tostado y maíz nixtamalizado-tostado. En cuanto a la actividad alfa-amilasa se determinó muy alta actividad tanto para el amaranto germinado y nixtamalizado como para el maíz, alta actividad para amaranto reventado y baja para arroz.

Los atoles se presentaron en un panel de prueba, obteniéndose por medio de análisis estadísticos que las mezclas amaranto-maíz tuvieron una aceptabilidad de 100% debido a las características presentadas (consistencia fluida así como aroma y color agradable) y 85% y las de amaranto- arroz. Así también la determinación del porcentaje de proteína seleccionado de la mezcla de amaranto nixtamalizado 60%-arroz 40% (M-4) y amaranto nixtamalizado 40%(M-10), que reportaron 15.79%y 15.10% respectivamente. A estas mezclas, se les agregó el 5% de harina de sorgo germinado como fuente de enzima aminolítica, constituyendo las formulas F-1 y F-2 respectivamente, estas se almacenaron durante tres meses, realizando los análisis: actividad alfa-amilasa, índice de acidez, microbiológico, sensorial y viscosidad con un intervalo de 0, 1, 2, 3 y 0 meses además se realizó el análisis proximal y digestibilidad para estimar el valor calórico y puntaje químico.

Con la finalidad de comparar la diferencia de la actividad alfa-amilasa y viscosidad de las formulas (F-1 y F-2) respecto a las mezclas (M-4 y M-10) se realizaron dichos análisis a estas últimas, mediante los cuales se pudo verificar que las mezclas, tenían una menor actividad alfa amilasa, así como una mayor viscosidad.

Los análisis realizados demuestran que la fórmula: amaranto nixtamalizado 57.14% + maíz nixtamalizado-tostado 38.10% + sorgo -germinado 4.76%: es la mejor calidad nutricional, por lo que puede ser usas para mejorar la dieta basal de la familia rural salvadoreña.

INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de los países en vías de desarrollo, los cereales constituyen su fuente principal de alimentos. Sin embargo, a pesar de que las dietas a base de cereales son adecuadas en calorías, tienen un bajo contenido de proteínas y no suplen todos los aminoácidos esenciales que el organismo necesita.

El grupo más vulnerable a la desnutrición lo constituye el de niños en edad pre-escolar; menores de cinco años ya que en esta etapa su crecimiento y desarrollo máximo, estableciéndose además, las bases de su patrón dietético para el futuro.

Por lo consiguiente, es fundamental satisfacer sus necesidades nutricionales y administrarles alimentos específicos en cantidad y calidad.

La complementación entre las proteínas de los granos de cereales podría ser utilizada con el fin de aliviar el grave problema de desnutrición proteínica de que adolecen la gran mayoría de los niños en El Salvador, elaborando harinas compuestas que ofrezcan una alternativa de alimentos con cantidad y calidad de proteínas y calorías necesarias para una buena salud y crecimiento.

El presente estudio plantea la alternativa de utilizar el amaranto en la alimentación infantil, particularmente durante el periodo de ablactación (introducción de alimentos diferentes a la leche) ya que en este, la leche materna se debe complementar adecuadamente para evitar una desnutrición severa en el niño, al mismo tiempo, elaborar un alimento infantil de alto nivel nutricional, bajo costo y buena aceptación.

El maíz y el arroz son cereales que se producen en toda el área centroamericana, se encuentran disponibles en cantidades apreciables y son un complemento primordial en la dieta de la población. Por lo tanto, el amaranto es un pseudocereal único en su género, cuyo cultivo se ha

incrementado en los últimos años, existiendo su disponibilidad en algunos países, entre ellos El Salvador. Los procesos de cocción húmeda, reventado, germinado y tostación llevados a cabo en el estudio, son sencillos y económicos para elaborar suplementos alimenticios a partir de cereales y Pseudocereales.

La cocción húmeda es un tratamiento hidrotécnico que transforma en digerible el almidón del cereal. El reventado es un proceso atractivo, ya que aumenta el área superficial de la semilla, lo que permite su mejor manejo, le introduce nuevas propiedades funcionales, es agradable al paladar e incrementa el valor nutricional de la proteína. El tostado es aceptado ya que reduce significativamente la mayor parte de los factores anti nutricionales y aumenta el sabor, olor y calidad nutricional de la formulación. El germinado, es un proceso antiguo que ofrece una alternativa para aumentar la calidad nutritiva de la semilla; realizándose posteriormente un proceso de molienda que contribuye a mejorar sus características físicas. Estas son balanceadas y presentadas como harinas compuestas.

El germinado del sorgo se lleva a cabo para aumentar su actividad alfa-amilasa y disminuir la viscosidad de la mezcla.

El alimento infantil será consumido en forma de atole, por niño en periodo de destete y edad pre-escolar.

MATERIALES Y METODOS

Las materias primas utilizadas son: Amaranto, Arroz, Maíz, Sorgo el cual se sometieron al siguiente procedimiento:

- 1.- Limpieza
- 2.- Pesado
- 3.-Tostado
4. Reventado
- 5.-Nixtamalizado
6. Germinado
- 7.- Molienda
- 8.- Tamizado
9. Pesado

Preparación de las mezclas. La elaboración del alimento para niños en periodo de destete y edad pre escolar se basó en la disponibilidad de alimentos locales y su adquisición a un costo relativamente bajo para la población Salvadoreña. Se señala al amaranto como una alternativa de las dietas a base de cereales, extendiendo así la posibilidad de aumentar la calidad y la cantidad de las proteínas en las dietas vegetarianas y por consiguiente, de reducir la incidencia de desnutrición proteico-energética a través de la mezcla de la semilla de amaranto con las dietas a base de cereales.(34)

La proporción de cada cereal se calculó basándose en el porcentaje de proteína de cada uno, de tal forma que la suma de estos, de acuerdo a su proporción reporte, en la mezcla un porcentaje de proteína mayor o igual al 12% a fin de aumentar al máximo la calidad del producto y de alcanzar un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales.

Se desarrollaron 12 diferentes mezclas, descritas en el siguiente cuadro:

TABLA N° 1 COMPOSICION DE LAS MEZCLAS

CODIGO	MEZCLA	PROPORCION (%)
M1	Amaranto reventado-arroz	50-50
M2	Amaranto reventado-arroz	60-40
M3	Amaranto nixtamalizado-arroz	50-50
M4	Amaranto nixtamalizado-arroz	60-40
M5	Amaranto germinado-arroz	50-50
M6	Amaranto germinado-arroz	60-40
M7	Amaranto reventado-maíz	50-50
M8	Amaranto reventado -maíz	60-40
M9	Amaranto nixtamalizado-maíz	50-50
M10	Amaranto nixtamalizado-maíz	60-40
M11	Amaranto Germinado -maíz	50-50
M12	Amaranto germinado- maíz	60-40

Preparación del alimento: Se hicieron pruebas en el laboratorio, ensayando condiciones caseras, se probaron varios niveles de azúcar de 3 a 5 g para endulzar el medio líquido que es el agua antes de disolver la mezcla.

Cuatro personas escogidas al azar degustaron las muestras y emitieron su opinión sobre cual preferían más. Con esta información se procedió a tratar a cada una de las mezclas como sigue. Se disolvieron 5g y 7g de mezcla amaranto - arroz, y amaranto – maíz respectivamente en 50 mL de agua, esta pre mezcla se agregó a 50ml de agua tibia endulzada con 5g de azúcar y se mantuvo a 95°C por cinco minutos.

Metodología estadística: Una vez preparado el alimento, se procedió a evaluar su aceptación, con la participación de una muestra indirecta constituida por 20 madres de niños en periodo de destete y edad pre-escolar, de diferentes estratos académicos con el fin de seleccionar a su criterio cual es la mejor mezcla de cada cereal para proporcionárselas a sus hijos.

La aceptación por parte de la madre es una variable de peso para realizar la interpretación del análisis puesto que ella es determinante en el momento de escoger el alimento adecuado para dar al niño.

La evaluación sensorial se llevo a cabo mediante una prueba hedónica contemplada dentro de las pruebas orientadas al consumidor.

El método estadístico que se usó para el análisis de los resultados es análisis de varianza doble, que permite establecer si hay o no diferencia significativa en las preparaciones. Si el análisis de varianza doble indica diferencia, se descartará la mezcla que contraste con las demás, sino se presenta diferencia significativa entre una preparación y la otra, se seleccionará la mezcla que reporte el mayor contenido de proteínas de cada cereal. A dicha fórmula también se le agregará harina de sorgo germinado en razón de 5% como se detalla a continuación: F-1 contendrá:

Amaranto x, arroz tostado y sorgo germinado en un porcentaje en peso de 50 ó 60 para el amaranto, 50 ó 40 para el arroz tostado y 5 para el sorgo germinado respectivamente. Así mismo la F-2 llevará amaranto x de 50 ó 60, maíz nixtamalizado-tostado 50 ó 40 y sorgo germinado 5.

Posteriormente se le dio seguimiento al almacenamiento de las formulas, evaluación de estas, y el análisis químico proximal que comprende: Humedad, extracto etéreo, proteína, fibra cruda, cenizas y carbohidratos.

Además a las fórmulas se les realizó los siguientes análisis: Minerales, estimación del valor calórico, digestibilidad, estimación del puntaje químico, estimación de la actividad alfa-amilasa, viscosidad, índice de acidez, análisis sensorial y su respectivo análisis microbiológico.

RESULTADOS Y DISCUSION

La actividad alfa-amilasa en grano y harina de amaranto, arroz, maíz y sorgo según el estudio presentan baja actividad alfa-amilasa a excepción del amaranto que la reporta alta.

La harina de amaranto reventado reporta un mayor valor de NF que el grano, debido a que el proceso de reventado se incrementa el volumen de la semilla, incremento que se atribuye a su bajo contenido de amilasa.

El valor de NF de las harinas de amaranto nixtamalizado, arroz y maíz disminuye considerablemente respecto al valor de NF reportado para los granos; cuyo valor no sugiere un aumento de actividad alfa amilasa, sino una ruptura o daños de almidón por el proceso térmico al cual se sometió al grano.

El grano de amaranto, experimenta un incremento en la actividad alfa-amilasa al ser germinado, pasando de un valor de NF en su estado natural de 69.4-62 seg.

Contenido de proteína en grano y harina de amaranto, arroz, maíz y sorgo.

El porcentaje de proteína de la harina de amaranto nixtamalizado es de 17.61% valor superior de las harinas de amaranto reventado, germinado y crudo, 15.59%, 15.89% y 15.53% respectivamente. Dicho aumento se debe a que el proceso de nixtamalización aumenta la proteína total por concentración, mientras que el contenido de proteína de harina de arroz, maíz y sorgo se mantiene similar al del grano aun después de ser procesado.

Pruebas de aceptabilidad de las mezclas amaranto- arroz, amaranto-maíz.

Una vez obtenida la harina de los cereales, se elaboraron 12 mezclas, las cuales se presentaron en forma de atole en dos secciones de 6 muestras a 20 panelistas no entrenadas (Madre de niños en periodo de destete y edad preescolar), para seleccionar por pruebas de aceptabilidad de harinas compuestas de mayor aceptación.

La aceptabilidad de los atoles de amaranto-arroz fue catalogada como "Gusta" ($x=4$) excepto para la mezcla amaranto germinado 50%- arroz 50% (M-5), cuya aceptabilidad fue catalogada como "Ni disgusta, ni gusta" ($X=3$). Se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) entre los 6 atoles de amaranto- arroz, estableciéndose que la muestra de menor preferencia es la constituida por amaranto germinado 50%-arroz 50% (M-5), ya que difiere significativamente de las otras por lo cual fue descartado. La aceptabilidad para los atoles de amaranto-maíz, fue catalogado como "Gusta" ($X=4$) además no se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) entre los 6 atoles de amaranto-maíz, por lo que todos fueron aceptadas.

El color que presentaban los atoles fue catalogado como agradable, el aroma se catalogó como desagradable, únicamente para los atoles de amaranto germinado 50%-arroz 50% (M-5) y amaranto germinado 60%- arroz 40% (M-6); este

rechazo se debe al aroma peculiar del grano de amaranto germinado. Además se puede observar que cuando se combina amaranto germinado con maíz, el aroma agradable se enmascara.

En la evaluación de consistencia se apreciaron diferencias debido a la actividad alfa-amilasa de los granos, así como los diversos procesos a que se sometieron. Los atoles de mezcla de amaranto reventado-arroz presentan carácter viscoso debido a la baja actividad alfa amilasa del arroz y al alto grado de gelatinización de harina y amaranto reventado. En contraste, con la consistencia de los atoles de amaranto reventado-maíz se catalogaron como líquidos debido al daño producido al almidón de maíz por el efecto de nixtamalización.

Por otro lado la consistencia de atol preparado con mezcla de amaranto nixtamalizado 50%-arroz 50% presentan carácter viscoso, en contrastes con los demás atoles preparados a partir de amaranto nixtamalizado, lo que se catalogaron como líquidos, debido a la muy alta actividad de alfa-amilasa del grano de amaranto, así como el daño térmico de su almidón, provocado por el tratamiento de nixtamalización.

La consistencia de los atoles preparados a partir de harina de amaranto germinado se catalogó como líquidos. Por lo tanto se confirma que el proceso de germinación hace que la viscosidad disminuya significativamente.

De acuerdo a los datos obtenidos significativamente, las mezclas de amaranto-maíz tuvieron una aceptabilidad el 100% debido a las características presentadas (aroma y color agradable así como su consistencia fluida) mientras que en las de amaranto-arroz fue de 85%. Por lo que la determinación del contenido de proteína, se tomó como segundo parámetro para la selección de la mezcla, escogiendo la M-4 y M-10 por reportar el mayor porcentaje de proteína.

CONCLUSIONES

1. Los cereales utilizados para la elaboración del alimento, después de ser procesados mejoran su actividad alfa-amilasa; no así la del grano de amaranto, que al ser sometida a un proceso térmico como el reventado, sufre una destrucción de actividad enzimática, incluyendo, la del alfa-amilasa.
2. El contenido de proteínas de las harinas de los cereales se mantiene similar al del grano, excepto el grano de amaranto que aumenta al ser procesado siendo más evidente su incremento al ser nixtamalizado.
3. A través del análisis sensorial no se pudo seleccionar cuál de las mezclas era la de mejor aceptabilidad, por lo que se seleccionó se hizo en base al contenido de proteína; tomando una de cada cereal, siendo estas: amaranto nixtamalizado 60%-arroz 40% (M-4) y amaranto nixtamalizado 60%-maíz 40% (M-10).
4. Los análisis realizados demuestran que la F-2 (amaranto nixtamalizado 57.14% + maíz nixtamalizado-tostado 38.10% + sorgo germinado 4.76%) es la de mejor calidad nutricional, por presentar mejores resultados en todos los parámetros evaluados, excepto en el contenido de proteína que es inferior al de la F-1 (amaranto nixtamalizado 57.14% + arroz tostado 38.10% + sorgo germinado 4.76%).
5. La viscosidad del alimento se reduce sustancialmente con la edición de no más de 5% de harina de sorgo germinado, como fuente de enzima amilolítica; lo que permite una mejor fluidez a través del biberón y a la vez ofrece un producto con una concentración de sólidos mayor a la normal en esta clase de alimentos, aumentando la densidad energética, de manera de

que aun el niño tenga un volumen estomacal pequeño, pueda consumir mayor cantidad de energía por mililitro de alimento.

6. La actividad alfa-amilasa del alimento que fue proporcionada por la adición de 5% de harina de sorgo germinado, se mantuvo estable el periodo de almacenamiento evaluado.
7. Las formulas F-1 y F-2 presentaron un bajo índice de acidez; siendo menor el de la F-2, debido al proceso de nixtamalización al que se sometieron los cereales que constituyen, ya que dicho proceso reduce la grasa total por la saponificación de los ácidos grasos libres.
8. El aminoácido limitante en ambas fórmulas fue la lisina, a pesar que el amaranto contribuyo en cierta medida a aumentar el contenido de este en el producto final.
9. La digestibilidad de la F-1 es menor que de la F-2 debido probablemente a que algunos aminoácidos del arroz como la treonina no se encuentran disponibles para ser asimilados por el organismo.
10. En cuanto a los resultados del análisis microbiológico se detectó que ambas fórmulas presentan una calidad microbiológica aceptable, que les da confiabilidad para ser incorporadas a la dieta de los niños en el periodo de destete y edad pre-escolar.

RECOMENDACIONES

1. Consumir el amaranto por su elevado contenido de proteínas y aminoácidos presentes.
2. Estas mezclas pueden ser incorporadas sin ningún problema a la dieta de los niños en periodos de destete y edad preescolar.

3. Al incorporar el producto en el biberón de los niños tratar de dejar bien fluida la mezcla y así disminuir la viscosidad significativamente.

BIBLIOGRAFIA:

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS. 1968. Physical chemical test. Ed. 7th. St Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists I.N.C. 56-91 B p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis Ed 40. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemists. 1141 p.
3. BEHRMAM, Richard; VAUGHAN, Victor. 1989. Nelson. Tratado de Pediatría. Díaz Blasco, José María; et; al. Ed. 13^a México D.F. Interamericana. Mc Graw-Hill 120-125 p.
4. BETA, T ET AL Malting Characteristics of sorgum cultivars Nomwheat. Grains and Products. Inc. Cereal Chemistry an International Journal since 19-24 USA A.A.C.C
5. BRESSANI. Ricardo. 1986 Amaranto: Una alternativa tecnológica para la alimentación infantil. Inc. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Guatemala, INCAP E-1215.
6. BRESSANI. Ricardo. 1991. El Amaranto. Inc. Avances en Alimentación y Nutrición Guatemala, C.A. I.N.C.A.P. Boletín 2 (II). 7-8p.
7. BRESSANI. Ricardo. 1992 El proceso de nixtamalización, Inc. Avances en Alimentación y Nutrición Guatemala C.A Coordinación de Información y Comunicación Vol. 3 N°1.
8. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. 1965 The Yearbook of Agriculture, Cosecha. La Agricultura como fuente de vida. Carlos Lomelí. México D.F. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).

9. COMPTON, L. Paul, et. Al. 1990. Agronomía del Sorgo. El salvador, C.A. Centro de Tecnología Agrícola (CENTA)
10. CHANDLER, Robert F. 1984. Arroz en los Trópicos, Guía para el Desarrollo de Programas Nacionales. Edilberto Camacho. San José, Costa Rica. Instituto Centroamericano de Cooperación para la Agricultura. ITCA. 304 p.
11. DUEÑAS, J. E.; IGLESIAS, R. B. 1985 Estudio experimental sobre la preparación de harina de maíz Precocida y Fortificada para la Elaboración de Tortillas y Alimentos Infantiles para condiciones de El Salvador. Tesis: Ing. Químico. San Salvador, facultad e Ingeniería UCA 169 p.
12. GARCIA, B.R. 1985. Elaboración de Alimentos infantiles de Alto valor Nutricional a base de Arroz (*Oriza sativa*) – Soya (*Glicine Max*). Tesis: Química agrícola. San salvador Facultad de Ingeniería UCA 138 p.
13. GARDNER, P.N. 1990 Comapny Incorporated, Florida USA Gardner Building.
14. GUPTA, C; SEHGAL, S. 1992 Utilización del Grano de Amaranto en el desarrollo de mezclas para el destete preparadas en el hogar. Inc. El amaranto y su Potencial. Guatemala, C.A. Universidad del Valle, Instituto de Investigaciones. Boletín No 3-4 11-13 p.
15. HODOSON DE JARAMILLO, E; ZURITZ C. Procesamiento y Conservación de Alimentos en América Latina y el Caribe. Vol. 1. Programa Nacional de Biotecnología. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. Francisco José de caldas. Santafé de Bogotá, Colombia. 302 p.
16. KAUFFMAN, C.S 1992 Realzinc The Potential of Grain Amaranth Inc. Food Reviews International. Production processing, acceptance, nutrition & health Vol.8 N°1 DEKKER
17. KENT, N.L 1971 Tecnología de los cereales. Zaragoza, España. Acribia.
18. LAZCANO, S.M; MORALES, L.J y RICO, N.N 1987 Aprovechamiento del Amaranto en la alimentación infantil. Inc. Memorias. Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro, México. Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social.
19. MARTINEZ DE MARTELL, E.C. 1988 Evaluación en adultos humanos de la calidad proteínica del grano de amaranto sometido a diferentes procesos tecnológicos. Tesis Master en ciencias Químicas y Farmacias, Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. MERTZ, E. ET AL 1983 Pepsin digestibility of proteins of sorghum and other major cereals. Inc. Processing Natural Academy of Sciences. USA Vol.81.
21. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA /CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA 1995 Guía Técnica. Programa de Granos Básicos. Cultivo de Arroz. San Andrés La Libertad, El Salvador. Unidad de Comunicaciones de la Gerencia de Servicios Técnicos del CENTA
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA /CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA 1995 Guía Técnica. Programa de Granos Básicos. Cultivo de Maíz. San Andrés La Libertad, El Salvador. Unidad de Comunicaciones de la Gerencia de Servicios Técnicos del CENTA
23. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA /CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA 1995 Guía Técnica. Programa de Granos Básicos. Cultivo de Sorgo. San Andrés La Libertad, El Salvador. Unidad de Comunicaciones de la Gerencia de Servicios Técnicos del CENTA

24. MINISTERIO DE PLANIFICACION Y COORDINACION DEL DESARROLLO ECONOMICO SOCIAL/MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL/MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1992 Problemas Nutricionales. Inc. La situación alimentaria y nutricional de El Salvador (1988-1990): Un desafío para todos San Salvador, El Salvador. INCAP/OPS, FAO, UNICEF.
25. MONTOYA, L.I 1987 Formulación de harinas compuestas de alto valor nutricional, utilizado en materias primas de producción nacional. Tesis Lic. En Ciencia Tecnología de Alimentos. San Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES
26. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El arroz en la nutrición humana Roma, Italia. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 26
27. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El maíz en la nutrición humana Roma, Italia. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 25
28. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El sorgo y el mijo en la nutrición humana Roma, Italia. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 27
29. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION/ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD 1982, Normas del Codex para alimentos para regímenes especiales, incluyendo alimentos para lactantes y niños. Roma Italia. CAC/ vol. IX
30. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION/ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD 1992 Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comisión del Codex Alimentarius. Roma, Italia. Barry L Smith.
31. PELLET, P.L; YOUNG, V.P 1980 Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos, Massachusetts USA, Universidad de las Naciones Unidas (Programa Mundial Contra el Hambre)
32. REFAI, M.K. Manuales para el control de calidad de alimentos. Vol. 4 Análisis Microbiológico. Roma, Italia.
33. SURAJET, K De Dalta. 1986 Producción de Arroz. Fundamentos y Prácticas. México. D.F. Limusa.
34. THOMAS, T y KRISHNA MURTHY, H 1988. Grano de Amaranto, Salvador de las dietas a base de cereales. Inc. El Amaranto y su Potencial. Guatemala, C.A. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Boletín No 4. 12-14p.
35. TINARELLI, A. 1989 El Arroz 2ª Edición Madrid, España Mandiprensa
36. WALL, J. S; ROSS, W. M. 1975, Producción y Uso del Sorgo. Andrés O Bottaro. Buenos Aires Argentina, Centro Nacional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (RTAC/AID)
37. WATTS, B M, et; al. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.
38. YUFERSA, E, P, CADRASCO, D. 1979. Química Agrícola: Alimentos Vol. III Madrid, España. Alhambra 683 pp.

**FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA EN LA PREPARACIÓN DE NACHOS Y CORN CHIPS
FORTIFICADOS CON AMARANTO (*Amaranthus Cruentus*)**

Argumedo Catota W. A. , Bernal Molina N. C., Valle Orellana V. E.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

1999

RESUMEN

Para llevar a cabo la fortificación de los productos fritos de Maíz (Nachos y Corn Chips), se eligió el Amaranto (*Amarathus cruentus*) por su alto contenido de proteínas (16% - 18%) que lo hace superior a otros cereales como el Maíz (7% - 10%).

Para tal propósito se elaboraron mezclas de harinas en los porcentajes: 33%, 50% y 67% Amaranto – Maíz, a las cuales se les determinó el contenido de proteína, grasa y humedad y posteriormente se procedió a la elaboración de los productos, tomando como base las técnicas de los productores regionales y adaptándolas a las condiciones de laboratorio que resultaron más factibles.

A los productos finales se les determinó el porcentaje de proteína y grasa, y una prueba sensorial donde se evaluó, a través de un panel de prueba, que las muestras de Nachos que contenían 67% Amaranto – 33% Maíz (M-1) presentaron mejor aceptación por parte de los panelistas, en cambio para lo Corn Chips no fue posible establecer diferencia significativa por medio de esta, por lo que se optó por elegir al que contenía mayor porcentaje de proteína, en este caso, el de 67% Amaranto – 33% Maíz (M-2) se obtuvo un aumento de 3.72% y 5.19% para M-1 y M- 2 respectivamente, mientras que en el contenido de grasa se obtuvo una disminución considerable al compararlo con los productos comerciales.

Una vez elegidos los productos M-1 se procedió a determinarles humedad, digestibilidad y tiempo de almacenamiento (vida de anaquel) a cero meses y 2 años y también se les realizó determinaciones microbiológicas, así como la prueba también la prueba sensorial para conocer la aceptación de la formulas durante el periodo de almacenamiento, resultando que la formula M-2 tuvo mayor aceptación que M-1, posiblemente porque la M- 2 posee una dureza menor. Con esto se determinó a cuatro semanas los productos presentan buena estabilidad, a pesar de contar en la formulación con preservantes; pero sí almacenados en bolsas de papel aluminio herméticamente sellados para protegerlo de la humedad y del aire.

Los resultados obtenidos demuestran que es factible fortificar este tipo de productos con Amaranto, para lograr aumentar el contenido de proteína sin afectar la preferencia mostrada por los consumidores, ofreciendo productos que ayuden a aumentar el nivel nutricional de la población.

INTRODUCCION

Actualmente, existen en el mercado productos alimenticios a base de harina de Maíz: Nachos y Corn Chips, que son consumidos por la mayoría de la población en edad pre-escolar y escolar, de El Salvador. Estos son productos de gran

aceptación popular, pues la preferencia mostrada por los niños y adolescentes es evidente, y esta etapa de la vida la cantidad nutricional de proteína son importantes porque su función es esencial en el desarrollo físico y mental.

Los productos fritos de Maíz llamados frecuentemente “Calorías vacías”, podrían ser usados como vehículo para la incorporación de nutrientes. La introducción de nuevas fuentes de alimentos nutricionales y dentro de esta alternativa se enmarca la utilización del grano de Amaranto.

La importancia del grano de Amaranto radica en su contenido protéico y su contenido calórico que supera el de los cereales. Su contenido de proteína (16% - 18%) es mayor que la del Trigo (10%), Arroz (7%) y Maíz (10%), el contenido de aceite de 1.5% a 3% mayor que los cereales, siendo un buen patrón de ácidos grasos de tipos no saturados y sus carbohidratos son más fácilmente digeribles, además contiene mejor balance de aminoácidos indispensables, principalmente Lisina y Triptófano, aminoácidos que son deficientes en la proteína de los cereales. Razón por la cual al combinarse el Amaranto con estos cereales aumenta la calidad de la proteína de las mezclas.

La calidad de los Nachos y Corn Chips sería mejorada al enriquecerlos con Amaranto, mediante un proceso de nixtamalización ya que la textura de la masa mejora, la digestibilidad aumenta de 75% a 80%, la calidad protéica se aproxima a la de la caseína, aumenta el contenido de calcio y grasa; generando así aumento de valor nutritivo. Además, cereales como el Maíz son deficientes en Lisina y aminoácidos azufrados pero combinados con el Amaranto son más adecuados al patrón de la FAO/OMS.

Estudios realizados han demostrado que los granos sometidos a tratamiento térmico controlados (Nixtamalización) mejoran las condiciones de digestibilidad de la proteína.

En base a lo anterior, el objetivo de este trabajo es suplementar los productos a base de Maíz, con Amaranto, para mejorar su valor nutritivo, balance de aminoácidos y contenido calórico. Para lograr estos se proponen los niveles siguientes de

Amaranto, 33%, 50% y 67%, los que serían incorporados a una harina de Maíz nixtamalizado. Mezclas que se acondicionarán a los porcentajes de humedad adecuados para la elaboración de Corn Chips y Nachos. Además, estos productos terminados se someterán a un estudio de vida de anaquel.

MATERIALES Y METODOS

Materias primas a emplear:

- a) Amaranto (*Amaranthus cruentus*)
- b) Maíz (*Zea mays*)

Preparación previa de los granos: Al grano de amaranto se le paso una corriente de aire para eliminar las impurezas, luego se lavó con una solución de bicarbonato de sodio al 5% y suficiente agua para neutralizar la acidez y complementar su limpieza. Los granos secos y limpios se pesaron en balanzas por separado y en las cantidades necesarias para ser sometidas al proceso de Nixtamalizado.

Nixtamalizado del amaranto: Se colocó en una olla de uso común se colocó agua en relación de 1:3 con respecto al peso del grano y se llevó a ebullición, posteriormente se le agregó hidróxido de calcio en proporción de 0.4g /100g de Amaranto y se mantuvo a ebullición durante un tiempo de 7 minutos revolviéndolo constantemente; finalizado el tiempo el grano Nixtamalizado se lavó para retirar los restos de cal y el perispermo (cáscara) y se extendió sobre un lienzo de tela para que se secase a la luz del sol por varias horas. Este proceso es el mismo para la elaboración de ambos productos (Nachos y Corn Chips).

Nixtamalización del grano de Maíz: Se llevó a cabo utilizando una olla común donde se colocó el grano de maíz en proporción de 1:3 con respecto al peso del grano, se llevó a ebullición y se adicionó hidróxido de calcio en proporción de 1.2g /100g de maíz, por 40 min. Para el maíz destinado a la preparación de Corn Chips y de 25 minutos para el grano de maíz utilizado para la preparación de Nachos.

Finalizado el tiempo de cocción se lavó varias veces para retirar el pericarpio (Cascara o salvado) y los residuos de cal; posteriormente el maíz se extendió sobre un lienzo de tela, y se dejó a la exposición del sol para que se deshidrate.

Obtención de las harinas: Una vez secos los granos se sometieron al proceso de molienda, cada uno por separado, utilizando un molino de piedras, hasta obtener las harinas de Amaranto y de Maíz con un tamaño de partículas de ± 70 mallas.

Elaboración de los productos, nachos y Corn Chips. El proceso de elaboración de ambos productos es similar, variando únicamente en algunos pasos los cuales son especificados en su debido momento:

Se prepararon tres mezclas para cada uno de los productos, en los porcentajes de 33, 50, y 67 % Amaranto-Maíz. Las harinas junto con el 1.5% de sal, fueron mezcladas manualmente de acuerdo a las formulaciones predeterminadas; a estas se les determinó la humedad que sería utilizada para su acondicionamiento, así como también proteínas y grasa.

Posteriormente se pasó al amasado manualmente por 5 minutos aproximadamente, se lamino con lo cual se permitió la obtención de láminas de ± 3 mm de espesor, para poder ser cortadas en forma de triángulos para los Nachos y en rectangulares para los Corn Chips. Después se pasaron al secado; este proceso solo se realizó para los Nachos para bajarles la humedad haciéndoles pasar una corriente de aire caliente a 60°C por dos minutos y medio.

Obtenido Los nachos y los Corn Chips se pasó a freírlos con abundante aceite a una temperatura de $175 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un minuto de tiempo para los nachos y $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un minuto y medio para los Corn Chips, luego se saborizaron mezclándolos por un tiempo de 5 minutos. Los saborizantes utilizados fueron: Ajo, cebolla, Chile, Achiote y Pimienta. En las mismas

proporciones para ambos a excepción del chile el cual en los nachos no se le agrego nada y a los Corn Chips sí en proporciones de 0 – 0.10 g.

Metodología estadística: Cuando se finalizó la preparación de Corn Chips y Nachos se procedió a una evaluación sensorial por parte de 30 personas para conocer la aceptación hacia el producto, y cuál era la mejor muestra tanto de nachos como de Corn Chips.

La evaluación sensorial se llevó a cabo utilizando un formulario donde están contenidas el código de las muestras y la descripción del producto como: me gusta mucho, me gusta poco, No me gusta ni me disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho. Estos resultados se realizaron por el análisis de varianza doble que permite ver si existe diferencia significativa entre las muestras de estudio.

Metodología de laboratorio: Las muestras seleccionadas M-1, M-2, de acuerdo al análisis estadístico se empacaron individualmente en bolsas de aluminio selladas térmicamente, y almacenándolas por 4 semanas para medir la estabilidad de los Nachos y los Corn Chips. Esta se midió realizando muestreos a 0, 2 y 4 semanas, mediante análisis como: Índice de acidez, análisis microbiológico, análisis sensorial. Se realizó además un análisis físico-químico de las fórmulas como: Humedad determinada con estufa con aire secado a 135°C , análisis de grasa, determinación de proteínas, y digestibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Obtención de harinas: Granulometría; las óptimas para la elaboración de los productos presentan un tamaño de partícula de ± 70 mallas. Resultados de Humedad, grasa, y proteínas: se observó un aumento de proteínas y grasa conforme aumento el porcentaje de amaranto en las mezclas de harinas, reportándose valores más altos en las mezclas que contienen 67% Amaranto, esto debido a que el Amaranto posee mayor cantidad de grasa y

proteína comparada con el Maíz. Esta determinación se realizó al producto final para ver cómo es afectada la proteína por el proceso térmico al que se someten y cuantificar el aumento del contenido de grasa, en cuanto a la humedad se observó el más alto porcentaje en las mezclas que contienen mayor porcentaje de maíz. Pero comparando con los valores de las mezclas N-1, N-2, N-3 con las C-1, C-2, y C-3 éstas últimas presentan mayores porcentajes de humedad que las primeras debido, posiblemente, a que el grano de maíz de su fórmula fue sometido a mayor tiempo de nixtamalización, sin embargo todas las mezclas poseen un porcentaje de humedad óptimo para su conservación ya que reportan valores inferiores al límite permitido de conservaciones de harinas que es el de 14%. Los resultados de humedad fueron utilizados para llevar a cabo el acondicionamiento de humedad de la masa con la que se prepararon los productos.

Mezcla	Composición Amaranto - Arroz	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteínas (%)
N-1	33-67%	10.84%	4.21%	10.56%
N-2	50-50%	10.32%	4.88%	10.75%
N-3	67-33%	10.50%	5.01%	13.61%
C-1	33-67%	11.17%	4.71%	12.82%
C-1	50-50%	10.50%	4.91%	13.58%
C-3	67-33%	10.62%	4.99%	14.69%

N= Nachos C= Corn Chips

El análisis estadístico se realizó por ANOVA el cual mostraron que entre los resultados obtenidos de dos muestras de Nachos eran diferentes entre si (N-1), (N-3) y que las muestras de Corn Chips no eran estadísticamente diferentes entre sí a un nivel de significancia del 59%. Al final no se pudo elegir por datos estadísticos cual Corn Chips era el mejor ya que los tres eran iguales así que se eligió el que tenía mayor cantidad de proteínas y la aceptación del mejor nacho se hizo por la aceptación que se tuvo por los panelistas y las muestras elegidas fueron M-1 y M-2.

CODIGO	HARINA	PORCENTAJE EN PESO
M-1	Amaranto Nixtamalizado	67%
	Maíz Nixtamalizado	33%
M-2	Amaranto Nixtamalizado	67%
	Maíz Nixtamalizado	33%

En cuanto el análisis sensorial sirvió para demostrar la aceptación de las formulas M-1 y M-2 durante el periodo de almacenamiento a 0, 2, y 4 semanas utilizando un grupo de panelistas voluntarios. De los periodos de almacenamiento la que tuvo más aceptación fue la M-2 debido a que tiene menos dureza lo cual queda demostrado en resultados obtenidos por el análisis sensorial.

Los resultados del análisis microbiológico consistió en el recuento Total de Hongos y Levaduras y Coliformes Totales, aplicados a la M-1 y M-2, en donde se observó que tanto como M-1 y M.2 presentaron ausencia de hongos y levaduras (<10) durante el periodo de almacenamiento, no así para el análisis de Coliformes totales (NMP) donde ese obtuvo un resultado de 11-15 NMP/g y de 12-16 NMP/g para M-1 y M-2 respectivamente.

CONCLUSIONES

1. La granulometría de la harina es una de las principales variables que hay que controlar durante el proceso, ya que de ello depende la textura adecuada de la masa y el escape del aire durante el freído, evitando que el producto aumente de volumen.
2. La humedad es un factor importante que hay que controlar, para poder obtener un buen laminado a fin que de que durante el intercambio de aceite por agua, que se da en el freído, no se ocluya grasa dentro de la hojuela pues darías al producto una textura blanda.

3. El espesor de la lámina influye al momento de freír, ya que es importante que el agua de la masa escape por volatilización, lo que no se lograría con una lámina muy gruesa.
4. A través de la prueba sensorial fue posible establecer que la muestra N-3 fue significativamente más aceptada que las muestras N-1 y N-2, lo cual puede comprobarse al observar las medias de cada muestra (N-1= 3.67, N-2= 4.07 y N-3= 4.27).
5. Por medio de la prueba sensorial no fue posible establecer cuál de las tres muestras de Corn Chips (C-1, C-2 y C-3) era la más aceptada, ya que no mostraron diferencia significativa, por lo que se eligió la que contiene mayor porcentaje de proteína (C-3 = 11.82%).
6. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente se determinó que la vida de anaquel de estos productos por un tiempo de cuatro semanas, en empaque de aluminio resistente a la luz y al aire y sin la adición de conservadores, se consideran aceptables ya que los productos mantuvieron estables sus características organolépticas.
7. La pérdida de humedad en los productos terminados es considerable, debido a que el proceso de fritura al que se sometieron, reduce la cantidad de agua por volatilización, además, parte de esta es intercambiada por aceite, lo que produce un ligero aumento en el contenido de grasa de los productos finales.
8. El contenido de proteína en los productos terminados se ve afectada por el proceso térmico al que fueron sometidos, ya que observa una disminución de esta al comprarla con los valores iniciales (en harinas) y además, los Nachos presentan un menor porcentaje de pérdida que los Corn Chips, debido a que estos últimos fueron fritos a una mayor temperatura.
9. La proteína de los productos, todo los elegidos (M-1 y M-2) presentaron valores de proteínas más altos que los productos comerciales lo que confirma que, al fortificar los “productos fritos de maíz” con Amaranto, aumenta la proteína y se suplementan los aminoácidos de Maíz.
10. El índice de acidez de la M-2 es menor que el de la M-1, debido a que el grano de maíz con el que se preparó la M-2 fue sometido a mayor tiempo de nixtamalización, proceso que produce la saponificación de ácidos grasos libres y como consecuencia de disminución de estos.
11. El porcentaje de digestibilidad de los productos indica, que tanto los aminoácidos del Amaranto como los del Maíz se encuentran disponibles para ser asimilados por el organismo.
12. Los productos elaborados, se consideran microbiológicamente aceptables, ya que no se detectó presencia de hongos ni de levaduras y el bajo recuento de Coliformes totales reflejan que el producto es apto para el consumo humano.
13. Los “Productos fritos fortificados Amaranto - Maíz”, pueden elaborarse sin alejarse mucho de la técnica de producción utilizada por los fabricantes de “Productos Fritos de Maíz”. La adición de Amaranto no es impedimento para obtener un producto con buena aceptación por parte de los consumidores.

RECOMENDACIONES

1. Para la elaboración de los diferentes productos como nachos y Corn chips es necesario siempre efectuar los procedimientos adecuados como limpieza, Nixtamalizado, molienda, así como

su análisis proximal para garantizar la calidad del producto.

2. El consumo de estos productos que lleven en su composición amaranto, son tan nutritivos que el organismo asimila muy bien los aminoácidos.
3. Los productos que son elaborados con amaranto pueden ser fortificados para aumentar la cantidad de proteínas, aminoácidos y vitaminas. Esta fortificación no afecta en lo mínimo para poder tener buena aceptación.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS. 1968, physic chemical test. Ed. 7^a. St. Paul, Minnesota. American Association of Cereal Chemists. I.N.C.
2. ANZUETO, Carlos Rafael. Vida de Anaquel de Productos Alimenticios Procesados. Metodología y Diseño de Estudio. Institución Osmosis. Guatemala.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis. Ed. 40. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemists.
4. BARTOLINI, Roberto. El Maíz. Madrid, España: Mandí – Prensa 1990, 276 pág.
5. BERGER, Joseph. Maize Production and the Manufacturing of maize. Centre d'Estude de L'azote, Zurich. Suisse, cl.
6. BRESSANI, Ricardo 1991. El Amaranto. Inc. Avances en Alimentación y Nutrición. Guatemala, C.A. INCAP Boletín 2.
7. BRESSANI, Ricardo 1992. El proceso de Nixtamalización. Inc. Avances en alimentación y Nutrición. Guatemala, C.A. Coordinación de Información y Comunicación Vol. 3.
8. DE LEON, Leonardo F. Procesamiento y Vida de Anaquel. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.
9. KAUFFMAN, C.S. 1992. Realizing the Potencial of Grain Amaranth. Inc. Food Reviews International. Production, Processing, Acceptance, Nutrition & Health. Vol. 8. N^o. 1 DEKKER.
10. LOPEZ A., Claudia I. Et. Al. 1998. Elaboracion de un alimento Infantil de Alto valor Nutricional a Base de Am,aranto- Arroz y Amaanto – maíz. El Salvador Facultad de Química y Farmacia. U.E.S.
11. MARTINEZ DE MARTELL Y E.C. 1998. Evaluacion en adultos Humanos de la Calidad Proteínica del grano de Amaranto Sometido a Diferentes procesos Tecnológicos. Tesis: master en Ciencias Químicas y Farmacias. Universidad de san Carlos Guatemala.
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA / CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA, 1995 Guia Tecnica Programa de Granos Basicos. Cultivo de Maiz. San Andres, La Libertad, El Salvador, Unidad de Comunicaciones de kla gerencia de Servicios técnicos del CENTA.
13. MORALES, Enrique, Et. Al. 1986 Nutritional Value for Young Children of Grain Amaranth and Maize – Amaranth Mixtures: Effect of processing. Instituto de Investigacion Nutricional Lima – 18, Perú.
14. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El maíz en la Nutrición Humana. Roma, Italia. Colección FAO: (Alimentación y Nutrición N^o 25).
15. PELLET, P.L.; YOUNG, V. P. 1980. Evaluacion Nutricional de Alimentos proteínicos. Massachusetts, USA. Universidad de las naciones Unidas (Programa Mundial Contra el Hambre), 178 pp.

16. REYES, Luis Eduardo. Empaque de Alimentos y Vida de Anaquel. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.
17. UNIVERSITY OF MINNESOTA. Agriculture 1990. Amaranth: Perspective on Production, Processing and Marketing.

FORTIFICACIÓN NUTRICIONAL DE BARQUILLOS MEDIANTE LA SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE AMARANTO.

Arévalo Rodríguez R.M., Martínez Menéndez L.B, Reyes Ponce J.L.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

2000

RESUMEN

Existen diferentes formas de productos tipo “barquillo” elaborados a base de harina de trigo suave que son muy conocidos en nuestro medio por su sabor característico y porque satisfacen los gustos de un alto porcentaje de la población.

En este estudio se evaluó la posibilidad de fortificar los barquillos con harina de amaranto (*Amaranthus cruentus*), que es considerado como una fuente de alimento tanto por su contenido energético como por la calidad de su proteína.

Para la fortificación se elaboraron diferentes muestras de harina compuestas (trigo: amaranto) en las proporciones 90:10, 80:20 y 70:30, determinándose a cada una el contenido de proteína, grasa, fibra cruda, humedad, ceniza y carbohidratos.

Se seleccionó el barquillo con la harina compuesta 80:20 (trigo: amaranto) por mantener las mismas características organolépticas (sabor, olor y color) con respecto al barquillo patrón (elaborado con harina de trigo suave), además se obtuvo un aumento significativo de la proteína. El barquillo seleccionado se sometió a una evaluación sensorial con un panel de degustadores teniendo como base un barquillo patrón, esta evaluación reveló que existe diferencia de aceptabilidad y se obtuvo resultados satisfactorios para el barquillo elaborado con la harina compuesta (trigo: amaranto).

Los resultados obtenidos demuestran que es factible fortificar este tipo de productos con amaranto elevando así, el valor nutricional sin cambiar las características organolépticas, ofreciendo a la población productos de mejor calidad nutricional.

INTRODUCCIÓN

El aumento demográfico en el país reclama cada día mayor cantidad y calidad de los cereales, que satisfagan las necesidades alimenticias de la población y las características industriales para su procesamiento.

Los productos elaborados a partir de harina de trigo son utilizados para una alimentación primaria y para la preparación de productos especiales como galletas y postres. Un ejemplo típico son los productos tipo “barquillo”, que son un complemento para servir helado, ya que un alto porcentaje de la población se deleita con este tipo de postre.

El presente estudio plantea la alternativa de sustituir parte de la harina de trigo por harina de amaranto en productos tipo

barquillo, elevando el valor nutricional, sin cambiar las características organolépticas (sabor, olor y color) de productos elaborados con harina de trigo únicamente.

El amaranto conocido en el país como “bledo” ha sido considerado nuevamente dentro de las fuentes de alimento de consumo no tradicional tanto por su contenido energético como por la calidad de su proteína.

El interés en la preparación de los alimentos a base de amaranto (como galletas, pan francés, pan dulce, horchata, tortillas, etc.), se debe al contenido de aceite y proteína en la semilla, siendo superior al maíz, arroz, sorgo y trigo.

MATERIALES Y METODOS

Harina de amaranto

Para la obtención de la harina se partió del grano de amaranto, siguiendo los pasos que se enumeran a continuación:

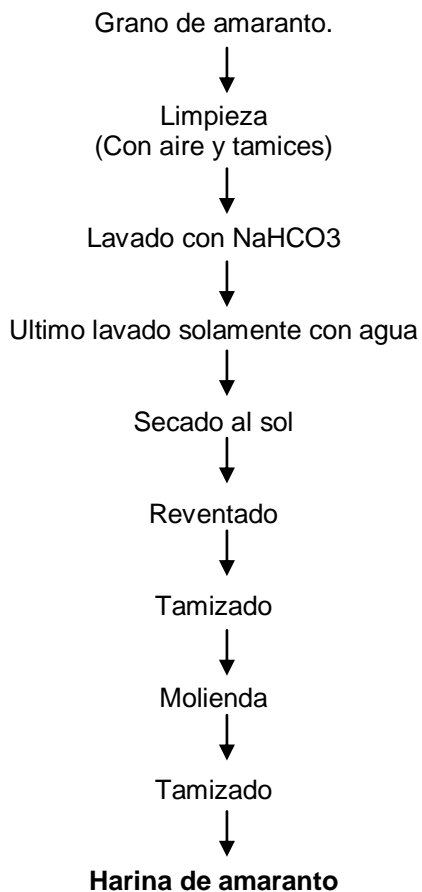


Figura N° 1 Procedimiento para la obtención de harina de amaranto

Harina de trigo

Se utilizó una harina de trigo suave de un productor nacional (Harinas de El Salvador, Harissa, S.A de grupo Famossa). Esta harina se evaluó mediante análisis químico próximo.

Preparación de mezclas de harina

Se elaboraron tres mezclas de harina de trigo y harina de amaranto, a fin de

aumentar al máximo la calidad del producto y lograr un equilibrio de los aminoácidos esenciales.

Cuadro N°1 Preparación de mezclas de harina

Código	Mezcla	Proporción
M1	Trigo suave-amaranto	90:10
M2	Trigo suave-amaranto	80:20
M3	Trigo suave-amaranto	70:30

Elaboración de productos tipo barquillo

Para la elaboración de productos tipo “barquillo” se utilizó una fórmula y técnica proporcionada por un productor nacional de helados y productos complementarios relacionados.

Cuadro N°2 Fórmula para la elaboración de productos tipo barquillo.

Materia prima	Porcentaje
Mezcla de harina de trigo suave-amaranto	40%
Azúcar refinada	18%
Aceite vegetal (de algodón)	0.2%
Polvo de horneado	0.1%
Vainilla en polvo	0.1%
Canela en polvo	0.1%
Agua	41.5%

Técnica de producción

- Pesar los ingredientes según fórmula.
- Agregar la mitad de la cantidad de agua a la batidora.
- Agregar el polvo de hornear, la vainilla en polvo y la canela en polvo.
- Agregar la mezcla de harina de trigo suave-amaranto y el azúcar.
- Agregar el aceite.
- Mezclar a velocidad “lenta” por 5 minutos.
- Mezclar a velocidad “rápida” por 10 minutos.
- Agregar el agua restante.

- i) Mezclar nuevamente a velocidad "lenta" por 5 minutos.
- j) Colocar en recipiente limpio.
- k) Calentar las planchas por 10 minutos.
- l) Colocar aproximadamente 20 gramos de mezcla en la plancha caliente.
- m) Cerrar el sistema de plancha y calentar aproximadamente 5 minutos hasta que la mezcla esté completamente deshidratada.
- n) Retirar las planchas y dar forma de acuerdo al tipo de producto (cono, canasta o taco).
- o) Colocar el producto terminado en un recipiente limpio y seco.

Procedimientos del Análisis Químico Proximal

Humedad

- a. Pulverizar y homogenizar la muestra.
- b. Pesar 2.0 g de muestra y colocarla dentro de una cápsula de porcelana previamente tarada, rotar hasta que el contenido se distribuya uniformemente.
- c. Colocar la cápsula de porcelana dentro de la estufa rápidamente y secar las muestras a 135°C por dos horas.
- d. Tapar la cápsula de porcelana y transferirla al desecador para enfriar.
- e. Calcular el % de Humedad, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{m} \times 100$$

Dónde: Pi: peso inicial en gramos del crisol más la muestra
 Pf: peso final en gramos del crisol más la muestra
 m: peso en gramos de la muestra

Extracto etéreo (Grasa cruda)

- a. Secar los balones de destilación, fondo plano por una hora a 105°C.
- b. Enfriar los balones en un desecador y luego pesar cada uno.

- c. Pesar 2.0 g de muestra, previamente secada en estufa a 105°C por más o menos 1 hora.
- d. Colocar la muestra en un dedal de malla de asbesto y tapar con algodón.
- e. Colocar el dedal y 200.0 mL de éter de petróleo en un destilador.
- f. Extraer durante 6 horas, de la siguiente manera: 1 hora a baja temperatura (aproximadamente 35°C) y 5 horas a alta temperatura (aproximadamente 75-80°C).
- g. Secar la muestra en estufa a 105°C.
- h. Recuperar el solvente, secar los balones a 105°C por 1 hora.
- i. Enfriar en desecador por 30 minutos y luego pesarlos.
- j. Calcular el % de grasa cruda, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Dónde: A: Peso del balón después de la extracción y secado
 B: Peso del balón antes de la extracción
 C: Peso de muestra

Proteína (Método Micro-Kjeldahl)

- a.- Pesar en balanza analítica, 0.10 g de muestra seca y colocarla en el balón de digestión, agregar 2.40 g de Sulfato de Sodio Anhidro, 0.32 g de Sulfato de Cobre penta hidratado, 4.0 mL de Ácido Sulfúrico concentrado y perlas de vidrio.
- b.- Colocar el balón en el micro-digestor, los primeros cinco minutos a baja temperatura y luego aumentarla. Agitar el balón constantemente.
- c.- Continuar la digestión. Cuando la solución vire el color a verde claro digerir la muestra media hora más, enfriar, agregar 5.0 mL de agua destilada para disolver sólidos remanentes.
- d.- Transferir lo digerido al aparato de destilación, lavar los residuos con 5.0 mL de agua destilada. Adicionar 16.0 mL de solución de NaOH al 50%.
- e. En un

erlenmeyer colocar 10.0 mL de solución de Ácido Bórico al 4%, 3-4 gotas de solución indicadora y destilar hasta obtener 50.0 mL de destilado.

f. - Titular el destilado con Ácido Clorhídrico 0.1 N hasta que vire el color

g.- Llevar un blanco, usando la misma cantidad de reactivos y el mismo tiempo de digestión.

h.- Calcular el % de Nitrógeno, con la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(mL.HCl - mL.B) \times 0.014007 \times N \times 100}{m}$$

$$P = \%N \times F$$

Donde: mL HCl: mililitros de Ácido clorhídrico utilizados en la titulación

mL B: mililitros de Ácido Clorhídrico gastados en el blanco

N: normalidad del Ácido Clorhídrico

m: peso de muestra en gramos

P: contenido proteico

F: 6.25 (Factor)

Fibra cruda

a.- Pesar 2.0 g de muestra desgrasada, trasladar a un beaker Berzelius de 600 mL, agregar 1.0 g de asbesto y 2-3 porciones de porcelana, agregar sobre la muestra 200.0 mL de Ácido Sulfúrico 0.25 N, precalentado.

b.- Colocar el beaker en una cocina precalentada del digestor, debe de iniciar la ebullición dentro de un minuto.

c.- Dejar por 30 minutos en el digestor y rotar ocasionalmente para evitar que la muestra se adhiera a las paredes del beaker. Filtrar a través de una manta exactamente a los 30 minutos de ebullición.

d.- Lavar con agua a ebullición, agregar indicador anaranjado de metilo, seguir lavando con 3 porciones de agua.

e.- Transferir el residuo al beaker. Agregar 200.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.313 N hirviendo. Luego de 40 minutos de ebullición, filtrar en manta, luego en Buchner.

f.- Lavar la manta con 3.0-15.0 mL de Alcohol Etílico.

g.- Succionar el tiempo suficiente para dejar el residuo completamente seco.

h.- Transferir a cápsulas de porcelana y cubrir con papel aluminio.

i.- Colocar en estufa precalentada a 105°C ± 2°C por una hora.

j.- Enfriar en desecador por 30 minutos y pesar.

k.- Colocar las cápsulas pesadas en la mufla a 600°C por una hora.

l.- Apagar la mufla y esperar que baje a 150-200°C.

m.- Sacar las cápsulas y dejar unos minutos a temperatura ambiente, luego colocarlos en desecador por media hora.

n.- Pesar las cápsulas en balanza analítica.

o.- Calcular el % de fibra cruda, con la siguiente fórmula:

$$\%Fibra Cruda = \frac{Pérdida de Peso \times 100}{Peso de Muestra}$$

Cenizas

a. Calentar los crisoles vacíos durante 2 horas a 600°C en una mufla.

b. Apagar la mufla y esperar que alcance unos 150-200°C.

c. Sacar los crisoles de la mufla, dejar por 30 minutos en desecador para enfriar.

d. Pesar los crisoles en la balanza analítica hasta peso constante.

e. Pesar aproximadamente 1.0 g de muestra en cada crisol.

f. Calentar los crisoles con la muestra a 600°C por 2 horas.

g. Apagar la mufla y esperar que llegue a unos 150-200°C.

h. Sacar los crisoles y colocarlos en el desecador por 30 minutos.

i. Pesar los crisoles en balanza analítica.

j. Calcular el % de cenizas, con la siguiente fórmula:

$$\% Cenizas = \frac{residuo}{Mx g} \times 100$$

Carbohidratos

$$\% Carbohidrato_{Base Seca} = 100 - (\% proteína + \% grasa + \% cenizas + \% fibra cruda)$$

$$\% \text{ Carbohidrato} = \frac{100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ humedad} + \% \text{ fibra cruda})}{\text{Base Humedad}}$$

Calorías

Las calorías son expresadas por 100 g de muestra y se calculan con la siguiente fórmula:

$$\text{Calorías} / 100\text{g} = (\% \text{ proteína} \times 4) + (\% \text{ grasa} \times 9) + (\% \text{ carbohidratos} \times 4)$$

Donde 4 y 9: son valores energéticos fisiológicos calculados a partir de la energía asimilada por el organismo.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo realizando una prueba hedónica con un panel de 50 degustadores de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, utilizando dos muestras para cada uno, debidamente codificadas.

A cada uno de ellos se les entregó un formulario para seleccionar la muestra de mejor preferencia, seguidamente se les proporcionó la primera muestra codificada como HTA que era la muestra patrón, luego se prepararon a los panelistas para tomar la segunda muestra codificada como HTB, que es el objeto en estudio.

Las muestras evaluadas estaban a las mismas condiciones de temperatura, además de estar servidos en la misma manera como se consume normalmente.

El objetivo de esta evaluación fue seleccionar entre dos muestras (barquillo patrón y barquillo en estudio). De acuerdo al criterio de cada persona, cuál era el barquillo que más le agradaba.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados del Análisis Químico Proximal en harina de trigo y harinas compuestas (trigo: amaranto)

Cuadro N° 3 Determinaciones de análisis químico proximal

Determinaciones	Harina de trigo suave	M1 90:10	M2 80:20	M3 70:30
Proteína %	7.34	11.19	12.00	12.48
Grasa%	1.18	1.73	2.23	2.72
Carbohidratos%	76.86	72.25	70.55	69.16
Fibra cruda %	0.04	0.14	0.37	0.64
Cenizas %	0.58	0.69	0.86	1.00
Humedad	12.78	12.42	11.45	11.34
Calorías/100 g	347	349	350	351

Análisis de proteína

El porcentaje de proteína de la harina de trigo suave es de 7.34%, Se puede ver el aumento de proteína en el Cuadro N°3.

En la mezcla 90:10 (trigo-amaranto M1) se da un aumento aproximado del 4% comparándola con la harina de trigo suave, después de este aumento significativo solo se mejora en promedio de un 0.6% por cada 10% de amaranto que se incorpora a la harina de trigo suave. Se debe a que el amaranto contiene un porcentaje superior de proteína al ser comparado con el trigo.

Grasa

El porcentaje de grasa en la harina de trigo suave es de 1.18%, por cada 10 % de amaranto que se adiciona a la harina de trigo suave se da un aumento aproximado de 0.5%, el amaranto tiene mayor porcentaje de grasa.

Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos en la harina de trigo suave es de 76.90%. El contenido de carbohidratos disminuye aproximadamente un 1.3% por cada 10% de amaranto que se incorpore a las mezclas. El trigo contiene una mayor cantidad de carbohidratos que el amaranto.

Fibra cruda

En cada una de las mezclas se da un aumento de 0.2 % por cada 10% que se incorpora de amaranto en cada mezcla comparándola con la harina de trigo, ya que el amaranto contiene mayor porcentaje de fibra cruda que el trigo.

Cenizas

El porcentaje de cenizas en la harina de trigo suave es de 0.58%; al incorporar amaranto en la harina de trigo suave se da un aumento aproximado en promedio del 0.15% por cada 10% de amaranto que se adiciona a cada una de las mezclas, esto se debe a que el amaranto contiene más cenizas que el trigo.

Humedad

El porcentaje de humedad de la harina de trigo suave es de 12.78%, en las diferentes mezclas de amaranto con la harina de trigo suave se ve disminuida porque en el proceso de reventado (en la preparación de la harina de amaranto) se somete a una pérdida de humedad afectando a la harina de trigo a medida se incorpore la harina de amaranto.

Calorías

Los valores obtenidos de calorías /100 g es que por cada 10% que se incorpore de harina de amaranto aumenta en una caloría en cada muestra (ver cuadro N°3).

Determinación de análisis químico proximal de los barquillos elaborados con harina de trigo suave y harinas compuestas (trigo: amaranto)

Cuadro N° 4 Resultados del análisis químico proximal de los barquillos

Determinación	Barquillo o trigo suave	Barquillo M1 90:10	Barquillo M2 80:20	Barquillo M3 70:30
Proteína %	6.21	8.77	9.35	10.02
Grasa %	0.43	0.80	1.17	1.60
Carbohidratos %	92.68	89.41	88.14	86.67
Fibra cruda %	0.00	0-20	0.32	0.56
Ceniza %	0-68	0-82	1.02	1.15
Humedad %	2.8	2.65	2.66	2.75
Calorías %	399	400	401	402

Análisis de resultados

Proteína

El porcentaje de proteína del barquillo elaborado con harina de trigo suave es de 6.21%; el barquillo elaborado con mezcla de 90:10 (trigo: amaranto) da un aumento de 2.5% comparándola con el barquillo elaborado con harina de trigo suave, en el que se ve un aumento del 0.6% en promedio en los otros barquillos, ya que el amaranto tiene un mayor porcentaje de proteína que el trigo.

Grasa

En cada uno de los barquillos elaborados con las mezclas de harinas compuestas dan un aumento del 0.4% por cada 10% de amaranto que se añade a las mezclas al compararlo con el barquillo elaborado con harina de trigo suave (el cual es de 0.43%); el aumento es debido a que el amaranto tiene un porcentaje más alto de grasa que el trigo.

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos en el barquillo elaborado con harina de trigo suave es de 92.68%. En los barquillos elaborados con mezcla de harinas hay una disminución promedio del 1.2% por cada 10% de amaranto que se adiciona a las mezclas, esto se debe a que el amaranto contiene menor porcentaje de carbohidratos.

Fibra cruda

En el barquillo elaborado con harina de trigo suave el porcentaje de fibra cruda es del 0.00% en cambio en los barquillos elaborados con las mezclas de harinas tiene un aumento promedio del 0.2% por cada 10% de aumento de amaranto, ya que el amaranto posee mayor cantidad de fibra que el trigo.

Cenizas

En cada uno de los barquillos elaborados con la mezcla de harinas se da un aumento en promedio del 0.15% comparándolo con el barquillo elaborado con la harina de trigo el cual es 0.68%

Humedad

El porcentaje de humedad, tanto en el barquillo elaborado con harina de trigo suave así como el elaborado con la mezcla de harinas, no tienen un valor constante ya que fueron elaborados artesanalmente y no se puede fijar dicho porcentaje.

Calorías

La comparación entre el barquillo elaborado con harina compuesta (90:10), y la de harina de trigo suave hay un aumento de 2 calorías, pero comparando entre las mezclas de harinas el aumento es de una caloría en cada uno de los barquillos.

Composición químico proximal de los barquillos elaborados con harina de trigo suave y harina compuesta 80:20 (trigo: amaranto)

Cuadro N° 5 Comparación de parámetros obtenidos del análisis proximal de los barquillos.

Determinación	Barquillo patrón	Barquillo mezcla 80:20
Proteína%	6.21	9.35
Grasa%	0.43	1.17
Carbohidratos%	92.68	88.46
Fibra cruda%	0.00	0.32
Ceniza%	0.68	1.02
Calorías	399	402

Después de la elaboración de los barquillos y observar los resultados del análisis químico proximal, el barquillo que se eligió para realizar la prueba sensorial es el de la mezcla 80:20, cuyas características de olor sabor, color y apariencia se mantienen similares al barquillo patrón y se ha logrado un aumento considerable de 3.14% en el porcentaje de proteína.

Resultados de Evaluación Sensorial

Cuadro N°6 Aceptación del barquillo patrón y barquillo en estudio

Categoría	Puntaje	Barquillo patrón		Barquillo muestra	
		Panelistas	%	Panelistas	%
Gusta mucho	5	16	32	29	58
Gusta moderadamente	4	34	68	21	42
Ni gusta, ni disgusta	3	0	0	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0	0	0
Disgusta mucho	1	0	0	0	0

Este análisis compara el barquillo patrón (código HTA) y el barquillo en estudio (código HTB) respecto a su aceptabilidad, aroma y color. Estos resultados provienen de la evaluación sensorial, realizada con una muestra de 50 panelistas.

Cuadro N° 7 Aceptación del aroma del barquillo patrón y en estudio

Categoría	Puntaje	Barquillo patrón		Barquillo muestra	
		Panelistas	%	Panelistas	%
Agradable	2	36	72	40	80
Desagradable	1	14	28	10	20

Cuadro N° 8 Aceptación del color del barquillo

Categoría	Puntaje	Barquillo patrón		Barquillo muestra	
		Panelistas	%	Panelistas	%
Agradable	2	20	40	35	70
Desagradable	1	30	60	15	30

Análisis de Resultado de la Evaluación Sensorial.

El 58% de los panelistas aseguró que el barquillo en estudio les gustaba mucho, comparándose con un 32% que prefería el barquillo patrón.

El 80% de los panelistas encuestados aseguró que el aroma del barquillo en estudio les era agradable comparándose con un 72% que prefería el aroma del barquillo patrón.

El 70% de los panelistas aseguraron que les era agradable el color del barquillo en estudio, manifestando que el color era más uniforme al ser comparado con el 40% del total de los panelistas preferían el color del barquillo patrón.

CONCLUSIONES

1. Por la sustitución parcial de la harina de trigo de amaranto se logró fortificar los productos tipo "barquillo", incrementando por ello la calidad nutricional. Por razón de que el amaranto contiene aminoácidos esenciales con cantidades relativamente altas de lisina, la cual es deficiente en la harina de trigo.
2. Por medio del análisis proximal se determinó aumento en cada uno de las harinas compuestas (trigo: amaranto) del porcentaje de proteína, grasa, fibra cruda y cenizas comparándola con la de harina suave de trigo. Esto se debe a que el amaranto contiene mayor porcentaje de cada uno de los anteriores constituyentes.
3. A través del análisis químico proximal se determinó el aumento del porcentaje de proteína, grasa, fibra cruda y ceniza de los productos tipo "barquillo" elaborados con harinas compuestas (trigo:amaranto), comparándolo con el barquillo elaborado con harina de trigo suave (barquillo patrón). Esto se debe a que el amaranto contiene mayor porcentaje de los componentes nutricionales que el trigo.
4. El porcentaje de humedad de las harinas compuestas es menor que el del trigo suave. Esto se debe a que la harina de amaranto, en el proceso de reventado al que se somete el grano, pierde humedad y al hacer las mezclas con la harina de trigo, la humedad disminuye.
5. Debido al proceso artesanal de elaboración de los "barquillos" en el que no se puede controlar la humedad residual, se observa tendencia lineal de los datos obtenidos.
6. Los resultados obtenidos muestran cómo el porcentaje de carbohidratos disminuye tanto en las harinas compuestas (trigo:amaranto) como en los "barquillos" elaborados con dichas harinas, comparándola con la harina de trigo suave y con el barquillo elaborado con dicha harina. Esto se debe a que el amaranto contiene menor porcentaje que el trigo.
7. Después de la elaboración de los "barquillos" con las diferentes harinas compuestas 90:10,80:20, 70:30 (trigo: amaranto), se seleccionó la mezcla 80:20 por que mantuvo las características de olor, sabor, color y apariencia similares a la del barquillo patrón, además se logró un aumento significativo del contenido protéico.
8. La prueba sensorial se realizó con los barquillos elaborados con la harina de trigo y la harina compuesta 80:20 (trigo: amaranto). Con dicha prueba se pudo establecer el grado de aceptabilidad de la muestra en estudio así como también la aceptación del color, olor y sabor.
9. Mediante los resultados de la prueba sensorial, se pudo establecer el grado de aceptabilidad de la muestra en estudio, así como también la aceptación del color, sabor y olor, el "barquillo" que tuvo mayor

aceptación fue el preparado con la mezcla de harina compuesta 80:20 (trigo: amaranto).

10. En la etapa de preparación de los barquillos se realizaron pruebas con harinas compuestas M4 y M5 con las proporciones de 60:40 y 50:50 (trigo:amaranto) respectivamente. Con estas mezclas no se logró obtener el barquillo, porque en el proceso térmico (durante la elaboración) se formó una masa de alta viscosidad que no permitía la formación del producto. Esto se debe a que el almidón es el carbohidrato más abundante y durante el proceso térmico hay una destrucción de este o se gelatiniza.

RECOMENDACIONES

1. Por la cantidad de proteína que contiene el amaranto, este puede usarse para fortificar la harina de trigo incrementando por ello la cantidad nutricional de los barquillos haciéndolo aceptable para la población salvadoreña.
2. Se recomienda la elaboración de barquillos con las harinas compuestas desarrolladas en esta investigación ya que estas no alteran las propiedades sensoriales como color, olor y sabor ya que con otras combinaciones puede afectar la elaboración producto. En esta investigación al realizar otras combinaciones como 60:40, 50:50 trigo amaranto respectivamente se formó una masa de alta viscosidad por lo que la elaboración de este se puede ver afectada.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS. 1168 "Physico chemical test" Ed 7a St. Paul, Minnessota Association of cereal chemists I.N.C. 56-81

2. Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 40 ed. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemist. 1141 p.
3. Avila, F I, Suárez, R G; y Caderón , M de C I " Estudio comparativo de oxalatos y nitratos en seis genotipos de amaranto en Pedro Escobedo, Querétaro. Departamento de Zootecnia. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro.
4. Becker et all, "El amaranto: su morfología, composición y usos como alimento y forraje" en: El amaranto y su potencial. Vol. N°1 Marzo 1984.
5. Becker R. et. al. "El amaranto su morfología, composición y usos como alimento y forraje" en : El amaranto y su potencial Vol. N° 1 marzo 1984
6. Bherman, Richard; Kliegman, Robert; Nelson, Waldo; Vaughan, Victor 1992 Nelson "Tratado de pediatría" ED. 14ª España Interamericana Mc-Graw-Hill. P 128, 130, 154-155.
7. Bourges, RH, "PerfilnBromatologico del amaranto" En memorias del primer Seminario Nacional sobre Amaranto. (c) Rodale press inc. Mexic 1984 pp. 252-270.
8. Bressani, R. Elias, Luis. "Development of 100% Amaranth Foods" en proc. Third Amaranth conference 11-13 (c) Rodale press Inc. 1984.
9. Bressani, R. 1991. El Amaranth. Inc. Avances en alimentación y nutrición. Guatemala, C.A. INCAP: Boletín 2 (II). p. 7-8
10. Bressani, R. 1990. El amaranto Inc. Avances en alimentación y nutrición, Guatemala C.A. INCAP: Boletin 2 (II). 7-8p
11. Calderón V., S. 1994. Calidad Sensorial. Capítulo III. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA).

12. Concejo Nacional de Ciencias y Tecnología. Norma Salvadoreña (CONACYT) NS 34083:95 denominada "Harina de Trigo". El Salvador 1995.
13. Espitia, R.E. 1987 "caracterización y evaluación Preliminar de germoplasma de *Amaranthus*" Inc. Memorias coloquio nacional del amaranto Queretaro, Mexico. Instituto de desarrollo estatal para la acción social. 113.126 p.
14. Espitia, R.E., 1987 "Caracterización y evaluación preliminar de Germoplasma de *Amaranthus*" Inc. Memorias Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro, México. Instituto de Desarrollo Estatal Para la Acción Social. 113-126p.
15. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), 1985 "Potencial del amaranto en sistemas de producción y alimentación", Revista INCAP informa, Guatemala C.A.
16. Iturbides G.A and gispert m "Grain *Amaranthus* (*Amaranthus* spp) web site:
<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/amaranthus.html>. On line 8/18/98
17. Kauffman, C.S.. 1992. Realizinc the Potencial of Grain Amaranth. Inc. Food Reviews International production, processing acceptance, nutrition and health. Vol. 8 No. 1 Dekker. p 5-7.
18. Lazcano, S. M. y otros. 1987. Aprovechamiento del Amaranto en la Alimentación Infantil. Inc. Memorias. Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro, México. Instituto de Desarrollo Estatal para la Unión Social. 278-288 p.
19. López Araya, C. y otros. 1998. Elaboración de un Alimento infantil de alto valor nutricional a base de Amaranto (*Amaranthus cruentus*) – Arroz (*Oriza sativas*) y Amaranto (*Amaranthus cruentus*) – Maíz (*Zea Mays*). Trabajo de Graduación. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador. 144 p.
20. Manuales para la Educacion Agropecuaria 1984, "trigo, cebada y avena" área: producción vegetal, volumen 9 editorial Trillas, mexico D.F.
21. Martínez, E.C. 1988. Evaluación en adultos humanos de la Calidad Proteínica del Grano de Amaranto sometida a diferentes Procesos Tecnológicos. Trabajo de Graduación. Master en Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. Universidad de San Carlos. 7-20 p.
22. Medenhall, Wiliam 1987. "Introduccion a la probabilidad y la estadística" universidad de Florida.
23. Mendez Dubon, M.M. Solano Chavez y Vigil Diaz D.N. "Determinacion de bromato de potasio en muestras de harina de trigo producidas en El Salvador." Trabajo de graduación, Facultad de Quimica y Farmacia, Universidad de El Salvador. 1998.
24. Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social 1992 "Lasituacion alimentaria y nutricional de El Salvador (1980-1989) un desafio para todos" San Salvador, El Salvador C.A. 1p.
25. Montoya, L.I. 1987 "Formulacion de harinas compuestas de alto valor nutricional, utilizando materias primas de producción nacional" Trabajo de graduación, Lic en ciencias y Tecnologia de alimentos. San salvador. Facultad de Ingenieria y Arquitectura, UES.
26. Myres, R.L. "Amaranthus: New crop oportunity" 1996 web site:
<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-207.html> online 8/18/98
27. Organización Panamericana de la Salud (OPS) e Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Amaranto Preparación de Alimentos. Artículo de El Centro Universitario de Occidente de la Universidad de El Salvador y El

- Centro de Tecnología Agrícola (CENTA).San Salvador, El Salvador. p 31.
28. Recetario Basico de Amaranto, usos, historia, archivo Latinoamericano, El Amaranto y su potencial, Boletin # 1. Marzo, 1998, 12p.
 29. Reyes Valiente L.A. 1993 "Utilizacion del grano de amaranto y elaboración de horchata atole y dulces" Ministerio de Agricultura y ganadería (MAG) Centro nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal. Departamento de Quimica y tecnología de Alimentos, San Salvador El Salvador C.A.
 30. Santamaría Chilín, M.A., Del Cid Ayala, J.W. "El amaranto: una alternativa para mejorar la nutrición de asentamientos de desplazados y del campesino pobre en El Salvador.
 31. Stall Knecht, G.F. and Schulz-Schaeffer, J.R. "Amaranth Rediscovered" Web site http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings_1993/V2-211.html on line 8/18/98
 32. Thomas T y Krishnamurthy H. 1998 "Grano de amaranto, salvador de dietas a base de cereales." Archivo Latinoamericano, El amaranto y su potencial, Boletín 34, 12p
 33. Vásquez C.M.G et all "Efecto de localidad, métodos de reventado y genotipo en el potencial de reventado y la calidad proteínica del amaranto" Inc. Memorias Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro. México. Instituto de Desarrollo Estatal Para la Acción Social. 242-245p.

**ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS DE HARINA BLANCA DE TRIGO
FORTIFICADAS CON AMARANTO (*Amaranthus Cruentus*).**

AREVALO PERAZA R. A., ORELLANA RAMIREZ M. A.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

2001

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se presenta una alternativa nutricional proponiendo la elaboración de una pasta alimenticia a base de harina de trigo y amaranto en diferentes porcentajes; dichas mezclas son clasificadas por el instituto nutricional de Centroamérica y Panamá (INCAP) como harinas compuestas con las cuales se mejora la calidad y contenido de proteína en el producto.

Las materias primas utilizadas son: Harinas de granos de Amaranto y Trigo: Para la obtención de la harina de amaranto es necesario el lavado del grano con bicarbonato de sodio y luego su secado, para después realizar los diferentes procesos los cuales se conocen como: reventado, nixtamalizado y hervido que se llevaron a cabo en los laboratorios de Química de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador; el molido directamente al igual que el extrusado se elaboraron en industrias Famosa.

La harina de trigo fue proporcionada generosamente por la industria Famosa la cual brindo su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de Investigación.

Elaborada la pasta a base de amaranto y trigo se procede a los análisis de proteína, microbiológicos, prueba de cocción, análisis sensorial y determinación de color, obteniéndose un producto con características organolépticas similares a las de pasta fama y cumplen con las especificaciones del mercado.

INTRODUCCIÓN

Siendo El Salvador un país sub desarrollado, la mayoría de su población sufre de una alta desnutrición, especialmente los niños menores de cinco años¹. Parte de la solución de este problema es buscar medidas alternativas para enriquecer el poder nutricional de los alimentos de mayor acceso a la población y mejorar su alimentación.

Considerando que el consumo regular de pastas alimenticias a base de trigo en el país, puede ser un alimento por medio del cual es posible administrar mayor cantidad de proteína a la población al ser enriquecida adecuadamente, incorporando harina de amaranto, con un contenido del 13% al 17% de proteína, mayor que la

harina de trigo que tiene un 10% de proteína. Además siendo sus carbohidratos fácilmente digeribles y con un mejor balance de aminoácidos esenciales, principalmente de lisina y harina de trigo, pero al combinar la harina de trigo con la de amaranto se mejorara la cantidad de la proteína en la mezcla.

La calidad nutricional de las pastas será mejorada fortificándolas con harina de amaranto, la cual se obtendrá de cuatro maneras diferentes: a) con amaranto reventado, b) amaranto nixtamalizado, c) amaranto hervido en agua, d) amaranto extrusado.

Niveles de 10%, 20%, 30% de harina de amaranto se incorporan a la harina de trigo para ver cuál nivel se adapta mejor a la

elaboración de la pasta propuesta, tomando en cuenta las normas, usadas en la industria de pastas alimenticias, sin perder sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutritivas.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración de las pastas alimenticias se realizaron los siguientes procesos como:

Obtención de harina de Amaranto reventado.

Se Lavó el grano de amaranto con bicarbonato de sodio al 5%, luego se secó al sol, para poder reventarlo de forma artesanal con una cacerola con cubierta de teflón, sobre un mechero bunsen, posteriormente se tamizó para poder separar los granos que no reventaron y los que se quemaron, para que así se pudieran moler, y nuevamente poder tamizarlo y de esta manera obtener harina de amaranto el cual se denominará como HR.

Obtención de harina de amaranto nixtamalizado.

De la misma manera que el anterior el grano de amaranto se lavó con bicarbonato de sodio al 5%, se secó al sol, se nixtamalizó con tiempos de 5,7 y 10 min. Para poder ser reventado, luego se tamizó para uniformizar las partículas y se pasó al molino, donde se tamizó nuevamente con el objetivo de obtener harina de amaranto el cual se denominará como: HN5, HN7 y HN10 respectivamente.

Obtención de harina de amaranto extrusado.

Después de la requisición del grano de amaranto se pasó a lavar con bicarbonato de sodio al 5%, secándolo al sol para poder ser quebrado y tamizado a 30 mesh, continuamente extrusado a 160° C y pasado por la molienda y nuevamente tamizarlo para obtener la harina de amaranto el cual se denominara como HE.

Obtención de harina de amaranto por molienda directa.

Se obtiene el amaranto, se lava con bicarbonato de sodio al 5%, se deja secar al sol, se muele directamente y se tamiza para obtener la harina de amaranto el cual se denominara como HD.

Elaboración de pasta de amaranto- trigo a nivel piloto.

Una vez obtenidas la harinas tanto de amaranto como de trigo se procede de la siguiente manera: Se mezclan las dos harinas que pueden ser la de los siguientes porcentajes de amaranto- trigo 10 - 90%, 20 - 80%, 30- 70%, respectivamente; homogeneizándolas constantemente y luego incorporando agua lentamente hasta amasarlas, una vez la mezcla este humectada se amolda manualmente, de tal manera que se pueda pre-secar al aire libre de 15 a 30 min. Suspendidas las pastas en una varilla de vidrio, para que posteriormente se seque, utilizando reflectores de 150 watts por un periodo de 4 a 6 hrs y así se obtenga la pasta alimenticia, se empaque en bolsas plásticas selladas manualmente y se almacene.

Terminado el proceso de elaboración de las pastas se procedió a su análisis al cual se le determinó la cantidad de Proteínas dando como resultado que la harina de amaranto nixtamalizado tenía un porcentaje de proteína en base seca de 17.20 (7min), 17.15 (5min) respectivamente y la de harina de amaranto hervido y reventado es de 17.24 y 17.10, la de amaranto extrusado es de 19.00 y 14 .88 respectivamente.

Además de la determinación de proteínas se procedió a realizarle un análisis microbiológico a 100g de pasta alimenticia que se mezclaría durante 3 min. De estos se incorporaría a un tubo de ensayo de rosca un gramo de harina más 9 mL de agua destilada estéril y denominarle como tubo n° 1 de concentración 1×10^{-1} y seguidamente se tomaría 1 mL de esta dilución anterior y realizar el mismo

procedimiento de dilución, para que los análisis sea representativos.

Realizándole después el Conteo bacteriano Total (CBT) a las diluciones correspondientes, así como el Número Más Probable (NMP) del que se le realizan 3 pruebas que son la presuntiva, confirmativa y la completada. También se le realizaron análisis a las pastas alimenticias para determinar la presencia de *E. coli* en dichas muestras que son la prueba de Indol, la de Voges y proskaver, prueba de rojo de metilo y la del citrato. También se realizó un Recuento Total de Hongos y levaduras.

Al producto terminado se le determinó el color que es una propiedad óptica de la materia, ya que su apariencia es importante para el consumidor de pastas, así como también el tamaño, espesor, superficie, humedad, diámetro y aspecto.

Una vez analizado todos los aspectos se pasó a comprobar su homogeneidad a través de la prueba de cocción para ver en realidad si los sólidos totales de estas pastas están dentro del rango de 0.5-0.6%. Y así proceder al análisis sensorial.

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto a la obtención de las harinas, con respecto a granulometría se tomó la que más se acerca y se utiliza en la elaboración de pastas alimenticias en la industria, ya que esta presenta una buena mezcla con otro tipo de harinas como la de amaranto y así poder ser más homogénea para el moldeado.

El porcentaje de humedad no fue un punto crítico en la elaboración de las pastas, así como tampoco el amasado, el laminado y moldeado de las cuales se hicieron en forma manual.

Por otra parte el contenido de proteína en el producto terminado se comparó con la pasta alimenticia patrón, y dieron resultados comparables con las demás mezclas de harinas.

La elección de la pasta a base de amaranto- trigo se hizo tomando las tres pastas alimenticias elaboradas con trigo-amaranto que presentaron mayor contenido de proteína comparada con la muestra patrón; tomando en cuenta los procesos industriales y la disposición del equipo con que cuenta la industria en nuestro país. Por tanto se eligió la pasta alimenticia a base de harina de amaranto extrusado a 160°C pues la industria FAMOSSA posee todo el equipo especial para realizar este proceso, en cuanto a la harina de amaranto hervido a 7 minutos y luego reventado era necesaria la compra de equipos para dichos fines.

Los análisis de proteína, humedad, análisis microbiológicos, cocción, color del producto terminado y pruebas sensoriales se le realizaron a las pastas largas elaboradas a base de harina de amaranto extrusado a 160°C (HE) al 30% con respecto al trigo.

Los resultados del análisis microbiológico que consistió en: Recuento total de hongos, levaduras, conteo bacteriano y presencia de *E. coli*, se compararon con el número más probable, y estos reflejaron datos que están dentro de los requisitos permitidos por la industria Salvadoreña.

La metodología estadística reflejó que dichos resultados analizados por Varianza doble a las pastas alimenticias a base de amaranto – trigo reflejaron que estas muestras de pastas alimenticias no eran estadísticamente diferentes entre sí, a un nivel de significancia del 95%.

CONCLUSIONES

1. La cantidad de agua empleada en el amasado de una mezcla, es provocado por la capacidad del amaranto que posee esta, todo este proceso es necesario para obtener un laminado apropiado para la elaboración de pastas, pues al final dicha humedad es reducida a un 12%, para evitar la proliferación de microorganismos.

2. La harina de amaranto en sus diferentes procesos de obtención es una alternativa para el fortalecimiento de harinas con un bajo porcentaje de proteína. Las pastas con mayor contenido de proteínas son: 30% de amaranto hervido por 7 minutos y reventado, con el 16.89% de proteína 20% de amaranto hervido por 7 minutos y reventado, con el 16.18% de proteína 30% de amaranto extrusado a 160°C con el 15.94% de proteína los cuales son mayores que la pasta elaborada a base de harina blanca de trigo, que posee un 14.12% de proteína. Se eligió la pasta elaborada con harina de amaranto extrusado a 160°C, porque esta industria salvadoreña cuenta con el equipo necesario para elaboración.
3. Las pruebas sensoriales demostraron que no existe diferencia significativa entre la pasta elaborada a base de harina blanca de trigo mezclada con harina de amaranto HE, comparada con la pasta que se encuentra en el mercado, lo cual nos indica que el producto es aceptado por el consumidor.
4. La granulometría es muy importante en la elaboración de harinas compuestas porque de ella depende que el amasado sea uniforme y producir así un laminado parejo, libre de manchas o grumos.
5. Las pastas son aptas para el consumo humano, se consideran microbiológicamente aceptables porque no se detectó presencia de *Escherichia coli*, hongos ni de levaduras y bajo recuento bacteriano total, el cual está dentro de los límites permisibles por la normativa salvadoreña.

RECOMENDACIONES

1. Para la elaboración de las pastas alimenticias es recomendable siempre llevar a cabo el

procedimiento como lavado, Nixtamalizado, hervido y molienda, además de realizarle el análisis proximal a la harina para obtener un producto con calidad.

2. Se recomienda que la pasta alimenticia de harina de trigo fortificada con harina de amaranto HE, es una alternativa alimenticia para el fortalecimiento de la dieta, deficiente en proteína, de la población salvadoreña.
3. A todas las pastas se les puede agregar amaranto ya que no modifica los aspectos sensoriales de la misma por lo que es muy recomendable por la cantidad de proteínas que aporta.

BIBLIOGRAFIA

1. "Agroindustrial Potencial of Amaranth in México". Inc. Proc. Sec. Amaranth Conference (c) Rodale Press Inc. 1980 95-105 p.
2. Bressani, R. "calidad proteica de la Semilla de Amaranth Cruda y Procesada" En: El Amaranth y su Potencial Bol. N° 3. 1983
3. Bressani, R. 1991. El Amaranth. Inc. Avances en alimentación y nutrición. Guatemala, C.A. I.N.C.A.P. Boletín 2 (II). 7-8 p
4. Bruinsma
5. Chandler, Robert F. 1984. Arroz en los trópicos, guía para el desarrollo de programas nacionales. Edilberto Camacho. San José, Costa Rica. Instituto Centro Americano de Cooperación para la Agricultura. ITCA 304 p.
6. Dueñas, J. E; IGLESIAS, R. B. 1985 Estudio experimental sobre la preparación de Harina de Maíz Precocida y Fortificada para la elaboración de tortilla y Alimentos infantiles para condiciones de El Salvador, Tesis: Ing. Químico. San Salvador, Facultad de Ingeniería UCA 160 p.
7. "Enriquecimiento del maíz con harina de Amaranth en la Elaboración de Tortilla" En Memoria

del primer seminario Nacional del Amaranto. Mexico (c) Rodale Press Inc. 1984 p. 11-27.

8. Fortificacion de Semolina con harina Integral de Amaranto” Mexico (c) Rodale Press Inc. 1984. P 49-67.

CUANTIFICACION DEL CONTENIDO DE ACIDO FITICO EN CUATRO HARINAS DEL GRANO DE AMARANTO OBTENIDAS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS Y EN EL GRANO SIN TRATAR

Solano Jiménez, R.P.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

2002

RESUMEN

La presente investigación se orienta en el estudio del contenido de ácido fítico y de hierro total en el grano entero y en el grano tratado de *Amaranthus cruentus*.

Se utilizó esta especie de amaranto debido a que es la que se cultiva en la región Centroamericana, el grano utilizado procedió de la misma cosecha. El grano se sometió a cuatro tratamientos: Reventado, extrusado, nixtamalizado y germinado, obteniéndose de ellos diferentes harinas a las cuales se les determinó el contenido de ácido fítico, debido a que esta sustancia es un potente inhibidor de la absorción de hierro.

Según los resultados de los tratamientos que disminuyeron el contenido de ácido fítico fueron el reventado y el germinado con respecto a los valores del grano crudo; debido a que el amaranto es una alternativa nutricional que se recomienda en estos tratamientos para la elaboración de alimentos infantiles, ya que en Centroamérica la deficiencia de hierro es uno de los principales problemas en la niñez, y se buscan las mejores alternativas para la nutrición; los demás tratamientos se recomiendan para la elaboración de otro tipo de alimentos. También se determinó el contenido de hierro total, el cual no sufre variación excepto en los tratamientos de nixtamalizado a 10 minutos porque en este tratamiento la cal se adsorbe sobre los granos y la cal contiene hierro, y también varía el contenido de hierro en el tratamiento de germinado.

INTRODUCCION

En la actualidad, la nutrición es un tema de mucho interés que ha motivado diversas investigaciones en la búsqueda de nuevas alternativas que satisfagan las necesidades alimenticias de la población, lo que lleva al estudio de granos como el amaranto que fue utilizado por nuestros antepasados y que en la actualidad se ha comprobado éste posee atributos dignos de una serie de estudios que han revelado en su composición química altos niveles de proteínas, fibra no fermentable lo cual puede bajar los niveles de colesterol, ácidos grasos insaturados en su mayor parte ácido linoléico que es un ácido graso esencial en la nutrición humana, almidón microcristalino de uso en la industria plástico biodegradable y cosmética; además tiene la capacidad de someterse a diferentes tratamientos como el germinado,

reventado, extrusado, nixtamalizado para preparar diversos alimentos; pero también se han encontrado factores antinutricionales como hemaglutininas, taninos, fitatos, estos últimos se han comprobado que interfieren en la biodisponibilidad del hierro, el cual es un mineral indispensable en el funcionamiento del organismo.

La investigación se orientó hacia el estudio específico del antinutriente ácido fítico (ácido hexafosfórico del inositol), sustancia que se encuentra en los granos en forma de fitatos sales minerales como Ca y Na, dicho antinutriente se evaluó en el grano previo y posteriormente al tratamiento de reventado, germinado, nixtamalizado, extrusado; para evaluar la capacidad de cada tratamiento de disminuir la cantidad de ácido fítico en el grano, así como también el contenido de hierro, ya que no se conoce la cantidad de hierro que poseen

las harinas después de los diferentes, y evaluar si hay algún cambio en el contenido respecto al grano sin tratar, además se reconoció los tratamientos que disminuyen más el contenido de ácido fítico para así recomendar su uso en la elaboración de alimentos infantiles.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El ácido fítico en la alimentación

El fósforo en los cereales sin refinar, leguminosas, semillas y tubérculos está presente en mayor proporción como ácido fítico (fitatos).

El ácido fítico es conocido comúnmente como fitatos, es un compuesto del inositol y ácido fosfórico, encontrado en los alimentos, bajo la forma de sal insoluble. Dado que el fitato es negativamente cargado sus complejos con iones como Fe^{+3} hacen disminuir la biodisponibilidad de éste mineral en el organismo.

Cuadro N° 1 Factores que influyen en la absorción del hierro

Estado físico (Biodisponibilidad)	Heme > Fe^{+2} > Fe^{+3}
Inhibidores	Frutos, (principal) taninos, plomo y antiácidos
Facilitadores	Ascorbato, citrato, aminoácidos, en el caso de existir diferencia de hierro en el organismo, esta deficiencia contribuye a facilitar la absorción de este.

Los fitatos representan una compleja clase de compuestos que tienen influencia funcional y nutricional en las propiedades de los alimentos.

El ácido fítico es comúnmente llamado myo-inositol ácido hexafosfórico o científicamente 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexacis (dihidrógeno fosfato) myo-inositol (IUPAC). Ha sido demostrada la existencia de compuestos con menor cantidad de grupos fosfatos, que pueden ser compuestos de degradación del hexafosfato por la acción de una enzima fosfatasa llamada comúnmente fitasa. (9)

Aunque el inositol hexafosfato es la principal forma del ácido fítico en los alimentos al procesarlos éste sufre degradación y se convierte en monofosfato, difosfato y trifosfatos de inositol, los cuales no son tan inhibitorios como la forma hexa y penta.

Factores que influyen en el contenido de ácido fítico

La cantidad de fósforo, con la que se abonan los terrenos donde provienen los alimentos se ha encontrado que tiene influencia en el contenido de ácido fítico ya que el fósforo especialmente en los granos se encuentra en forma de fitatos. Además el someter a los alimentos a diferentes procesamientos puede influenciar en el contenido de ácido fítico en ellos, se ha encontrado que los procesos de fermentación, germinación y tostado; son los que poseen mayor influencia en la disminución de los fitatos en los alimentos.

(3,9)

Cuadro N° 2 Concentración de ácido Fítico en algunas semillas (9)

Semilla	Ácido Fítico % p/p
Cebada	0.97-1.08
Frijoles	1.00
Semilla de algodón	2.86
Sésamo	1.44
Soya	1.00-1.47
Trigo	0.62-1.35
Avena	0.84-1.01

Determinación del ácido fítico (11, 12)

Principio:

El análisis consiste en la precipitación del ácido fítico como fitato férrico por medio del calentamiento de un extracto del producto en un baño de agua (90° C/1 hr mínimo) a fin de llevarlo a una solución ácida de hierro III con un contenido conocido de hierro. El contenido de hierro que no reacciona con el ácido fítico es el que se determina por un cambio colorimétrico con biperidina, la disminución en el contenido de hierro será la medida de la cantidad del ácido fítico. La cuantificación del fitato se obtiene a partir de la espectrofotometría, midiendo la

absorbancia a 519 nm de la solución tratada y comparándola con una curva de calibración (Concentración de fitato vrs. Absorbancia).

Procedimiento para la determinación del ácido fítico

- 1- Pesar aproximadamente 60mg de las cuatro harinas, y del grano crudo que han sido previamente trituradas en un mortero, colocar cada una en un tubo de ensayo con rosca y agregar 10.0 mL de ácido clorhídrico 0.2 N extraer por una hora. Colocar el extracto en tubos de centrifuga con tapón y centrifugar por 5 minutos para sedimentar la harina suspendida.
- 2- Pipetear 1.0mL del extracto en un tubo y adicionar 2.0 mL de solución férrica. Tapar el tubo y agitar.
- 3- Calentar el tubo en baño de agua hirviendo por una hora, en este punto se presenta una formación de una nube blanquecina que corresponde al fitato de hierro que ha precipitado.
- 4- Enfriar el tubo a temperatura ambiente.
- 5- Agitar las muestras y transferir 1.0mL de la solución a otro tubo. Adicionar 1.5 mL de biperidina y agitar, se desarrolla el color rosado del complejo formando por la biperidina y el hierro sobrenadante.
- 6- Realizar un blanco en el espectrofotómetro con agua destilada y calibrar a 0 de absorbancia después de leer las absorbancias de las muestras y soluciones de referencia a 519nm entre muestra y muestra, limpiar las celdas con agua destilada.
- 7- Se realizaron 3 muestras por proceso; llevándose por triplicado cada determinación

Procedimiento para la determinación de hierro total en harinas. (1)

- 1- Cuidadosamente pesar 5g de muestra en un crisol limpio.
- 2- Incinerar en mufla a 550°C por 7 horas.
- 3- Remover el crisol de la mufla y enfriar a temperatura ambiente.
- 4- Cuidadosamente agregar 5 mL de HCl concentrado, evaporar a sequedad en un baño de vapor.
- 5- Disolver el residuo al agregar 2.0 mL de HCl concentrado, cuidadosamente medido; cubrir con un vidrio de reloj y calentar 5 min. Sobre un baño de vapor.
- 6- Enjuagar el vidrio de reloj con agua destilada, filtrar en un balón volumétrico de 100.0 mL, diluir a volumen y mezclar.
- 7- Pipetear una alícuota de 10.0 mL de la solución anterior a un balón volumétrico de 25.0 mL y agregar 10.0 mL de cloruro de hidroxilamina. Mezclar.
- 8- Después de 5 min. Agregar 5.0 mL de solución buffer acetato y 1.0 mL de o-fenantrolina, diluir a volumen. Mezclar.
- 9- Dejar reposar por 30 min. Entonces medir las absorbancias de la muestra, estándar y blanco en un espectrofotómetro a 510nm.
- 10- A cada muestra se le tomaron 3 lecturas, se efectuaron 3 muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO N° 4 Características físicas de las harinas del grano de amaranto sometido a diferentes tratamientos

Tratamiento	Características físicas de la harina
Extrusado	Polvo grumoso color beige, inodoro sin sabor.
Nixtamalizado	Polvo fino de color beige, inodoro sin sabor
Reventado	Granulos blandos de color café claro con olor y sabor característico
Germinado	Polvo color café oscuro, sin olor ni sabor

Cada tratamiento le imparte a la harina características físicas propias, lo cual

permite diferenciarlas a simple vista, excepto en los tratamientos de nixtamalizado a 7.5 min., y 10 min., que ambas presentan similares características. El tratamiento de reventado es el que le imparte color, olor y sabor característico a la harina.

Cuadro N°5 % p/p de ácido fítico obtenidas para cada muestra en los diferentes tratamientos

Tratamiento	% ácido fítico p/p
Grano crudo	1.23±0.021
Nixtamalizado 7.5 min	1.11±0.045
Nixtamalizado 10 min	0.81±0.040
Extrusado	1.16±0.035
Reventado	0.069±0.024
Germinado	0.23±0.11

Las determinaciones se realizaron con grano de amaranto de la misma cosecha para que la muestra fuese representativa y que hubiese estado bajo las mismas condiciones de cultivo, ya que puede haber una variación en el contenido de ácido fítico en los cereales, para evaluar la disminución de éste después de someterlo a los diferentes tratamientos.

En base a los resultados se determinó que el contenido de ácido fítico en los tratamientos de nixtamalizado 7.5 min., y extrusado no tienen una disminución significativa.

El tratamiento de nixtamalizado por 10 min., muestra una disminución comparándose con el grano crudo y con el nixtamalizado 7.5 min., por lo cual se concluye que a mayor tiempo de cocción, disminuye el ácido fítico, atribuyéndose al contacto con la cal y los iones calcio que reaccionan con el ácido fítico.

El tratamiento de reventado muestra una disminución bastante significativa debido a los cambios químicos que ocurren dentro del grano con este proceso.

El tratamiento de germinado brinda mayores resultados porque en el proceso de germinación se activa la enzima fitasa debido a la humedad a la que es sometido el grano, esta enzima degrada el ácido fítico en inositol y fósforo dando como resultado las formas menos sustituidas del

ácido (trifosfato de inositol, difosfato de inositol y monofosfato de inositol), evidenciándose un descenso en el contenido de ácido fítico.

Resultados de la determinación de hierro total.

Cuadro N° 6 Resultados de la determinación de hierro total

Tratamiento	mg/100g
Grano crudo	9.86±0.32
Nixtamalizado 7.5 min	9.88±0.29
Nixtamalizado 10 min	16.87±0.45
Extrusado	9.90±0.30
Reventado	8.45±0.06
Germinado	20.28±0.45

El contenido de hierro determinado para el *Amaranthus cruentus*, se encuentra dentro de los valores teóricos (3.1-21,5 mg/100g). Con respecto a los tratamientos de nixtamalizado 7.5 min., extrusado y reventado, mantienen valores similares, por lo tanto dichos tratamientos no causan ninguna variación en el contenido de hierro. El tratamiento de germinado presenta un aumento considerable de hierro total, el cual se atribuye a la concentración de minerales debido a la eliminación de la parte vegetativa durante el proceso, al quitar la parte vegetativa queda el interior del grano por lo tanto la muestra se concentra.

En cuanto al proceso de nixtamalizado de 10 min., hubo un aumento del contenido de hierro con respecto al grano, atribuyéndose a que la cal utilizada posee hierro ya que se le hizo un análisis cualitativo para detectar la presencia de hierro y el resultado fue positivo.

CONCLUSIONES

1. En las harinas obtenidas por tratamientos de nixtamalizado 7.5 min., y extrusado el contenido de ácido fítico no tiene una disminución significativa, por lo que se puede decir que dichos tratamientos no disminuyen el ácido fítico.

2. El tratamiento de nixtamalizado 10min., muestra una disminución, comparándose con el grano crudo y con el nixtamalizado de 7.5min., por lo cual se puede concluir que a mayor tiempo de cocción reacciona el calcio sobrenadante de la cal, con el ácido fítico del grano disminuyéndose el contenido de éste.
3. El tiempo máximo de nixtamalización del grano de amaranto es de 10 minutos, porque se ha comprobado que a un tiempo mayor de cocimiento el grano se gelatiniza completamente perdiendo sus características y se convierte en una solución viscosa.
4. El tratamiento de reventado muestra una disminución bastante significativa de ácido fítico, corroborándose con lo expresado con la bibliografía ⁽¹⁰⁾
5. El tratamiento germinado es el que brinda mayor disminución del contenido de Ácido fítico con un valor de 81.3% y el que menor reducción presentó fue el tratamiento de extrusado con un porcentaje de reducción de 5.69%.
6. En cuanto al contenido de hierro, los tratamientos de nixtamalizado, extrusado y reventado mantienen valores similares, en cambio en el germinado hay un aumento de hierro que puede ser debido a concentración por que en este tratamiento se elimina la parte vegetativa del grano en el cual se encuentran los minerales.
7. En cuanto al nixtamalizado 10min., hubo un aumento de contenido de hierro con respecto al grano, por dos razones la primera la cal utilizada posee una cantidad detectable de hierro ya que se le hizo un análisis cualitativo y el resultado fue positivo, segundo que con un cocimiento de 10 minutos el grano de amaranto se gelatiniza adsorbiendo más cal en los granos

que en 7.5 minutos este no sufre de gelatinización.

8. Los mejores tratamientos para disminuir el Ácido fítico son el germinado y el reventado por lo cual las harinas obtenidas de estos tratamientos se recomiendan para la elaboración de los infantiles.
9. En base a resultados se concluye que la harina germinada es la que posee un contenido más alto de hierro, menos ácido fítico, y según otras investigaciones mayor contenido de proteína. (6)

RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos se recomienda la harina obtenida mediante el tratamiento de reventado para uso en la alimentación infantil, debido a su disminución en ácido fítico y a sus características organolépticas.
2. Para aumentar la absorción de hierro se recomienda ingerir alimentos con Vitamina C, debido a que es un facilitador en la absorción de este mineral.
3. Se recomienda el consumo de antiácidos antes de las comidas, así como infusiones de hierbas las cuales poseen taninos con lo cual se evita un bloqueo en la absorción
4. Se recomienda a las industrias alimenticias conocer además de los nutrientes en los alimentos los posibles anti nutrientes que poseen para mejorar la calidad nutricional de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS

1. ANDREWS J.S Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist 7th Edition. Published by American Association of Cereal Chemist, USA 1976.
2. BRENNER, D. "Cereals and Pseudocereals" International

- Consultant in Agricultural Research, Washington D.C., USA 1995.
3. CARRASCO, R "Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos Andinos" 1ª Edición, Perú: Edi-Agraria, 1998.
 4. GARCIA-PELAYO, R "Larousse Diccionario manual ilustrado" 10ª edición México 1998.
 5. OCEANO, GRUPO EDITORIAL, "Diccionario de medicina Océano Mosby", España, 1996
 6. SUÁREZ RAMOS, G. "Coloquio Nacional del Amaranto" 1ª Edición. Editorial Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social de Querétaro, México 1987.
 7. TAPIA, M. "Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustria 1ª edición. Perú 1990
 8. WEBER, L. 1990 Amaranth Perspectives on production, processing and marketing 1st edition University of Minnesota Agriculture, Minnesota USA
- PUBLICACIONES
9. Agricultural and Food Chemistry. January/February; "Phytate Its Chemistry, Occurrence, Food Interactions, Nutritional Significance and Methods of Analysis" Vol. 30, N°1 USA 1982.
 10. Food composition and analysis. January "Phytate degradation during traditional cooking: Significance of the Phytic Acid profile in cereal-based vegetarian meals". Vol. 12 N°1 USA 1999.
 11. Science of Food and Agricultural. "Sensitive Method for the Rapid determination of Phytate in Cereals and Cereal Products". February; Vol. 34 N°1 Deutschland, 1983.
 12. URIZAR, A.L, "Determinación de fitatos (ácido fítico) en maíz y productos derivados del maíz" Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP, Guatemala 199
- TESIS
13. López, C. "Elaboración de un alimento infantil de alto valor nutricional a base de amaranto-arroz y amaranto-maíz". El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El salvador 1998.
 14. Martínez de Martelli, E."Evaluación de adultos humanos, de la calidad proteica del grano de amaranto sometido a diferentes procesos tecnológicos", Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
- SITIOS CONSULTADOS EN INTERNET (RED INTERNACIONAL DE INVESTIGACION ELECTRONICA)
15. www.abctusalud.com
 16. www.albiom.com
 17. www.albionlabs.com

VARIABILIDAD EN EL CONTENIDO DE ACEITE Y ESCUALENO EN 21 VARIEDADES DE AMARANTO.

Barrientos Magaña J.P, Orellana Rivera M.A

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria de Occidente

2006

RESUMEN

El alto porcentaje de aceite y escualeno que se ha encontrado en el grano de amaranto, hace necesario estudiar las diferentes variedades y especies de amaranto con el fin de cuantificar el contenido de estos importantes compuestos relacionándolos con las variedades o especies que los poseen con mayor contenido. Es por eso que se investigaron 21 variedades de amaranto, de tres especies diferentes: 16 *Amaranthus cruentus*, 4 *Amaranthus hybridus* y 1 *Amaranthus sp*; todas ellas cultivadas en la zona occidental de El Salvador, específicamente en el departamento de Santa Ana a una altitud de 650 msnm.

El grano fue seleccionado y sometido a un proceso de molienda en un molino de grano fino de 80 Mesh para obtener una harina homogénea, de la cual se tomó una muestra para realizarle el proceso de extracción de aceite, por el método de disolvente, utilizándose Éter Etilico para este fin. Las harinas se refluaron por un período de 16 horas en un aparato soxhlet, para la extracción de los aceites. La cuantificación del aceite se realizó por diferencia de peso; al aceite obtenido se le realizó una saponificación metanólica y la extracción de la parte no saponificable por medio de una capa de Hexano para el análisis del escualeno por cromatografía de gases, aplicando el "Método Rápido para la Determinación de Escualeno en Aceites Vegetales".

Para el análisis cromatográfico se utilizaron patrones, tales como, Escualeno, que sirvió para el trazo de la curva patrón, y escualeno como patrón interno que ayuda a incrementar la exactitud de los resultados del escualeno en la muestra, el análisis cromatográfico se desarrolló con una columna no polar, la temperatura del horno del cromatografo de 280°C y el detector e inyector a 300°C. Los resultados fueron convertidos a porcentaje de Escualeno y de Aceite a los cuales se les aplico la prueba estadística del coeficiente de Variabilidad para determinar si existe variabilidad significativa entre los resultados obtenidos. Por último, se procedió a la determinación de las especies y variedades que presentaron mayor contenido de Aceite y Escualeno, observándose que la especie *A Cruentus* es la que presenta la mejor tendencia en ambos.

INTRODUCCION

Una especie vegetal que ha llamado la atención en los últimos años es el amaranto, se ha encontrado que el grano de amaranto presenta un alto contenido de aceite, así como, de escualeno por lo que podría ser una alternativa para la producción de escualeno.

En nuestro país el amaranto se utiliza como planta ornamental. Si se lograra demostrar un valor agregado que sea capaz de fomentar su cultivo se obtendrían algunas

ventajas de tipo económico, industrial, alimenticio, etc.

La presente investigación describe las etapas necesarias que permiten determinar si la cantidad de escualeno presente en la materia no saponificable del aceite de la semilla de amaranto, varía considerablemente en 21 variedades investigadas, así como, el establecer cuál de las variedades contiene la mayor cantidad de aceite y escualeno. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron semillas pertenecientes a las

especies ***Amaranthus cruentus*** y ***Amaranthus hybridus***.

Cabe mencionar que el aceite de amaranto como todos los aceites de origen vegetal posee una parte no saponificable de la cual forma parte el Escualeno. Estudios recientes al aceite de amaranto han encontrado un contenido relativamente alto de escualeno (aproximadamente 8% del aceite de la semilla). El escualeno es un excelente aceite para la piel, como lubricante y es precursor del colesterol que se obtiene comúnmente de animales como la ballena y el tiburón. Además de los beneficios que el aceite de amaranto tiene para la salud humana, tiene un prometedor potencial industrial ya que puede convertirse en una excelente fuente alternativa de escualeno que actualmente la industria lo utiliza como precursor de muchos productos de uso cotidiano en la sociedad, y que presentan una elevada demanda en el mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El escualeno

El escualeno es un hidrocarburo insaturado de gran importancia industrial, el cual se obtiene en su mayor parte de los escualidos. Este compuesto es un triterpeno de fórmula general $C_{30}H_{50}$, se ha encontrado en la parte no saponificable del aceite del grano de amaranto, en cantidades que varían desde el 5% a 8%. El escualeno, que de acuerdo a los radicales libres e insaturaciones que contiene se nombra 2,6,10,15,19,23 hexametil-2,6,10,14,18,22 icosaheptaeno.

Utilidades del escualeno

Dentro de las utilidades que presenta el escualeno, en primer lugar comprende el origen de los productos necesarios para el desarrollo de otros seres vivos, entre los cuales tenemos la más interesante como es el de dar origen al esteroide lanosterol del cual se deriva el colesterol, esteroide de mayor importancia en el desarrollo de los animales.

En segundo lugar, está la utilidad de carácter industrial:

- Lubricante para discos de computadora.
- Materia prima en la elaboración de cosméticos finos.
- Como componente principal en soluciones para la piel.
- Como indicador.
- Como fase estacionaria en el análisis por cromatografía.

La obtención del escualeno a partir del aceite de amaranto, hace a este cultivo muy importante para ser una fuente generadora de ingreso que estimularía al agricultor a introducirlo en el sistema agrícola de El Salvador.

Cuadro N° 1 Contenido de escualeno en diversas grasas y aceites

Grasas	Nº de Muestras	Escualeno
Oliva	44	0.136-0.708
Algodón	12	0.004-0.012
Maíz	9	0.019-0.036
Cacahuate	11	0.013-0.049
Girasol	3	0.008-0.019
Soya	9	0.007-0.017
Mostaza	1	0.007
Mantequilla	1	0.007
Hígado de Bacalao	1	0.031
Gallina	1	0.004
Manteca de cerdo	1	0.003
Manteca de vaca	1	0.010

En el presente trabajo se estudiaron 21 variedades de amaranto de las especies ***Amaranthus cruentus*** y ***Amaranthus hybridus***; así como una de la ***sp.***, todas ellas cultivables en la zona occidental de El Salvador, específicamente en el departamento de Santa Ana, a una altitud de 650 msnm.

Extracción del aceite

La extracción es un valioso método de separación que se puede emplear convenientemente lo mismo en el laboratorio que a escala industrial, en principio se pueden distinguir dos sistemas de extracción de aceite en semillas oleaginosas:

1. Extracción mecánica
2. Extracción con disolvente.

En la extracción mecánica, las semillas molidas pasan a un acondicionador para obtener un producto homogéneo que pasa por un tornillo en donde a elevadas presiones y en un solo paso se procede a la separación del aceite. La extracción con disolvente es una técnica mediante la cual en un extractor de aceites (aparato de reflujo soxhlet) la muestra que contiene el aceite, en nuestro caso la harina, se pone en contacto con el disolvente, Éter Etílico, para ser arrastrado por éste y luego ser separado por evaporación del disolvente. Este método de extracción con disolvente es un método sencillo, efectivo y fácil de realizar. El éter etílico tiene la característica de disolver completamente a los aceites vegetales, además de presentar una ventaja económica.

El método experimental consistió primeramente en la recolección de las 21 variedades de amaranto aclimatadas en El Salvador, específicamente en el departamento de Santa Ana. La extracción del aceite del grano se realizó por el método de extracción con disolvente, utilizándose éter etílico. El proceso consistió en colocar la harina en dedales con una cantidad de éter etílico como disolvente en un aparato de reflujo soxhlet, reflujiéndose la mezcla por 16 horas, este proceso se realizó para cada una de las 21 especies.

La identificación del escualeno en las muestras de aceite de harina de amaranto se realizó por comparación del tiempo de retención en el cromatograma del estándar de escualeno y el tiempo de retención en el cromatograma de la muestra, siendo para ambos el mismo, determinándose así la presencia del escualeno en la muestra de aceite.

Para el análisis cromatográfico se utilizaron patrones tales como Escualeno y Escualano, el primero sirvió para el trazo de la curva patrón, el segundo como patrón interno que tiene la función de disolver en forma homogénea la concentración de escualeno en la muestra de aceite a

analizar, incrementando así la exactitud de los resultados obtenidos de escualeno en la muestra, el análisis cromatográfico se desarrolló con una columna no polar, la temperatura del horno del cromatógrafo de 280°C y el detector e inyector a 300°C.

Cuadro N° 2 Variedades de amaranto y su especie.

N°	Variedad	Especie
1	D-136-1	<i>Amaranthus hybridus</i>
2	K-277	<i>Amaranthus hybridus</i>
3	K-432	<i>Amaranthus hybridus</i>
4	K-433	<i>Amaranthus hybridus</i>
5	K-343	<i>Amaranthus hybridus</i>
6	28 USA	<i>Amaranthus cruentus</i>
7	A-200D	<i>Amaranthus cruentus</i>
8	Montana	<i>Amaranthus cruentus</i>
9	K-283	<i>Amaranthus cruentus</i>
10	Don Armando	<i>Amaranthus cruentus</i>
11	USA 7	<i>Amaranthus cruentus</i>
12	Niqua Alegría	<i>Amaranthus cruentus</i>
13	CEN/IB/97/AMA OO	<i>Amaranthus cruentus</i>
14	Montana 5	<i>Amaranthus cruentus</i>
15	Montana 3	<i>Amaranthus cruentus</i>
16	RRC-1011	<i>Amaranthus cruentus</i>
17	RRC-416	<i>Amaranthus cruentus</i>
18	Alegría Disciplinada	<i>Amaranthus cruentus</i>
19	RRC-1041	<i>Amaranthus cruentus</i>
20	RRC-1012	<i>Amaranthus cruentus</i>
21	IC-42255-5	<i>Amaranthus Sp</i>

Parte experimental

De cada variedad seleccionada se tomó una muestra de 100 g para el proceso de análisis, se procedió a moler el grano en un molino de grano fino de 80 Mesh hasta lograr una consistencia de polvo fino homogéneo, luego se procedió a extraer el aceite para lo cual se utilizó éter etílico como disolvente, se colocaron las harinas en un equipo de reflujo Soxhlet y se reflujió por 16 horas, luego se destiló el disolvente hasta separar el aceite puro.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro N° 1 Porcentajes de aceite y escualeno en las harinas de amaranto

Muestra	Variiedad	Especie	% de aceite	% de Escualeno
1	Don Armando	<i>A cruentus</i>	8.57	6.76
2	K-283	<i>A cruentus</i>	7.52	6.51
3	Alegría Disciplinada	<i>A cruentus</i>	8.99	6.36
4	K-277	<i>A cruentus</i>	7.83	5.30
5	A-200D	<i>A cruentus</i>	7.99	5.82
6	Niqua Alegría	<i>A cruentus</i>	6.47	5.73
7	Montana 5	<i>A cruentus</i>	7.49	5.70
8	Montana 3	<i>A cruentus</i>	7.72	5.68
9	Montana	<i>A cruentus</i>	8.42	5.65
10	RRC-1011	<i>A cruentus</i>	8.33	5.49
11	USA 7	<i>A cruentus</i>	8.07	5.41
12	RRC-1012	<i>A cruentus</i>	8.25	5.40
13	RRC-1041	<i>A cruentus</i>	7.57	5.29
14	RRC-416	<i>A cruentus</i>	8.20	4.78
15	CEN/IB/97/AM A OO	<i>A cruentus</i>	6.05	4.36
16	28 USA	<i>A cruentus</i>	8.02	3.94
17	K-432	<i>A hybridus</i>	7.70	4.14
18	K-343	<i>A hybridus</i>	8.62	3.59
19	K-433	<i>A hybridus</i>	6.30	3.40
20	D-136-1	<i>A hybridus</i>	7.17	2.65
21	IC-422555	<i>Sp</i>	7.47	4.31

Se muestra en el cuadro N° 3 los porcentajes de aceites y escualeno obtenidos en cada variedad estudiada y su respectiva especie a la que pertenece. Observando los resultados obtenidos de los porcentajes de escualeno, se determina que las variedades de las especies *A cruentus* son las que poseen mayor cantidad de escualeno, siendo la variedad Don Armando la que posee mayor contenido. El contenido de aceite para las variedades estudiadas oscilan entre 6.05% a 8.99% y los porcentajes de escualeno oscilaron en el rango de 2,65% a 6.76 %. Se observa también que la variedad Don Armando es la que tiene mayor cantidad de aceite y escualeno.

Cuadro N° 4 Porcentajes de los aceites de las variedades estudiadas

Muestra	Variiedad	Especie	% de aceite
1	Don Armando	<i>A cruentus</i>	8.57
2	K-283	<i>A cruentus</i>	7.52
3	Alegría Disciplinada	<i>A cruentus</i>	8.99
4	K-277	<i>A cruentus</i>	7.83
5	A-200D	<i>A cruentus</i>	7.99
6	Niqua Alegría	<i>A cruentus</i>	6.47
7	Montana 5	<i>A cruentus</i>	7.49
8	Montana 3	<i>A cruentus</i>	7.72
9	Montana	<i>A cruentus</i>	8.42
10	RRC-1011	<i>A cruentus</i>	8.33
11	USA 7	<i>A cruentus</i>	8.07
12	RRC-1012	<i>A cruentus</i>	8.25
13	RRC-1041	<i>A cruentus</i>	7.57
14	RRC-416	<i>A cruentus</i>	8.20
15	CEN/IB/97/AM A OO	<i>A cruentus</i>	6.05
16	28 USA	<i>A cruentus</i>	8.02
17	K-432	<i>A hybridus</i>	7.70
18	K-343	<i>A hybridus</i>	8.62
19	K-433	<i>A hybridus</i>	6.30
20	D-136-1	<i>A hybridus</i>	7.17
21	IC-422555	<i>Sp</i>	7.47

Se observó que el mayor contenido de aceite no está determinado por la especie, ya que las variedades que poseen mayor cantidad de éste no pertenecen únicamente a una especie de las estudiadas sino a ambas aunque las variedades de *A cruentus* tienden a poseer mayor cantidad de aceite.

Cuadro N°5 Porcentaje de escualeno en las especies estudiadas.

Muestra	Variiedad	Especie	% de Escualeno
1	Don Armando	<i>A cruentus</i>	6.76
2	K-283	<i>A cruentus</i>	6.51
3	Alegría Disciplinada	<i>A cruentus</i>	6.36
4	K-277	<i>A cruentus</i>	5.30
5	A-200D	<i>A cruentus</i>	5.82
6	Niqua Alegría	<i>A cruentus</i>	5.73
7	Montana 5	<i>A cruentus</i>	5.70
8	Montana 3	<i>A cruentus</i>	5.68
9	Montana	<i>A cruentus</i>	5.65
10	RRC-1011	<i>A cruentus</i>	5.49
11	USA 7	<i>A cruentus</i>	5.41
12	RRC-1012	<i>A cruentus</i>	5.40
13	RRC-1041	<i>A cruentus</i>	5.29
14	RRC-416	<i>A cruentus</i>	4.78
15	CEN/IB/97/AM A OO	<i>A cruentus</i>	4.36
16	28 USA	<i>A cruentus</i>	3.94

Continuación cuadro N° 5

17	K-432	<i>A hybridus</i>	4.14
18	K-343	<i>A hybridus</i>	3.59
19	K-433	<i>A hybridus</i>	3.40
20	D-136-1	<i>A hybridus</i>	2.65
21	IC-422555	Sp	4.31

Por lo observado se puede establecer que existe una variabilidad significativa en la cantidad de escualeno presente en el aceite del grano de amaranto en al menos una de las 21 variedades de amaranto.

Se observan algunas variedades de amaranto con mayor porcentaje de aceite, lo que las convierte en excelente alternativa de producción del mismo; la variedad Alegría Disciplinada por su mayor contenido de aceite, 8.99%, y Don Armando por su porcentaje de aceite de 8.57% y un alto porcentaje de escualeno de 6.76%.

En base a los resultados de porcentaje de escualeno tiene una tendencia mayor en la especie de ***A cruentus*** ya que la especie ***A hybridus*** presenta una tendencia baja en el contenido de Escualeno, lo anterior ocasiona una variabilidad significativa tanto entre especies como entre las variedades, teniéndose así la especie ***A cruentus*** como una alternativa para la obtención del Escualeno.

CONCLUSIONES

1. La variedad que posee la mayor cantidad de aceite de grano de amaranto es la Alegría Disciplinada, con un contenido del 8.99% superando a las demás variedades.
2. De las variedades estudiadas existen tres que presentan un mayor contenido de aceite en sus harinas, las cuales son recomendadas para su cultivo como fuente de aceite: Alegría Disciplinada, Don Armando y Montana.
3. La variedad que posee la mayor cantidad de Escualeno en el aceite del grano de Amaranto es la

variedad Don Armando con un contenido de 6.76%.

4. Existen tres variedades que presentan un porcentaje alto de escualeno en el aceite del grano de amaranto, y siendo recomendadas como fuente de extracción de escualeno: Don Armando, K283 y alegría disciplinada.
5. La variedad Don armando posee alto contenido de aceite y de escualeno, por lo que se constituye en una fuente alternativa de producción de dichos compuestos.
6. Si se toma en cuenta el contenido de aceite y el contenido de escualeno se logró determinar que una sola variedad como la mejor para producir estos dos productos importantes la variedad Don Armando, con un contenido de 8.57% del peso de su harina y un contenido de 6.76% de escualeno, la otra variedad que puede utilizarse como alternativa es la Alegría Disciplinada con un contenido de aceite de 8.99% y de escualeno de 6.36%.

RECOMENDACIONES

1. Por la cantidad de aceite y Escualeno que posee el amaranto se recomienda seguir su investigación en todas las variedades existentes ya que estas solo son algunas de las que existen.
2. Además se recomienda se investiguen solo las variedades producidas en nuestro país y comparar la cantidad de Escualeno que poseen las otras especies no cultivadas en nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Ianzon, A. Guinda. T. Albi y C de la Osa. 1995 Metodo rápido para la determinación de escualeno en aceites vegetales. Sdevilla España. CSIC, Instituto de la Grasa.

- Consultado el 15 de enero del 2004. Disponible en <http://www.ig.csic.es/revis/fas46/Res46/res46f4-58.html>.
2. BARAHONA J.S., Determinación y Comparación de los Contenidos de Grasa, Proteína y Lisina, en la semilla de Amarantho (*Amaranthus Cruentus* Sp) sometida a Tratamiento Radiológico, Obtenida en la primera Generación con relación a la Semilla Irradiada. El Salvador, 1995, 100 Pag. Irreg.
 3. Bressani R., "Grain Amaranth IT's Chemical Composition and Nutritive Value". Amaranth Perspectives on Production, Processing and Marketing Minnesota USA Agosto 1990. Pag. 19-32
 4. Devadas, V S et al "Variabilidad genética, correlación y análisis de coeficientes de casualidad en amarantos vegetales" El Amarantho y su potencial. Bol. N°2 Junio 1989.
 5. E. Sandoval, M.C. Valdivia Lopez 2004. Influencia de la variedad en la concentración de escualeno de las semillas de Amarantho nacionales. Mexico. RESPIN. Consultado el 14 de junio de 2004 Disponible en: <http://www.respin.uanl.mx/especials/ee-6-2004/resúmenes/juany72.html>.
 6. E, Delgado Lebron 2006. Efectos para la salud de los componentes secundarios del aceite de oliva, Córdoba, España. HOJIBLANCA Y CORDOLIVA. Consultado el 1 de enero del 2006 Disponible en: http://wwwsupercable.es/fracasoescolar/investigacio/2%BA_parte.html.
 7. Funes Figueroa I.I; Determinación de la composición química proximal y evaluación sensorial, de productos elaborados utilizando amaranto cultivado en la zona occidental de El Salvador. El Salvador 1995, 100 pag Irreg.
 8. FRANSON. M.A., Standard Methods, Oil and Grease, Soxhlet Extraction Method, Washington DC, 20th Edition 1998.
 9. J.A. Pinto Montanillo, J.R. Martínez Álvarez. 2005. El aceite de Oliva y la Dieta Mediterránea. Madrid España, Instituto de la salud Pública. Consultado el 16 de Febrero de 2005. Disponible en <http://www.publicaciones-isp.org/productos/t047.pd>.
 10. Lanzón, A., Método rápido para la determinación de escualeno en aceites vegetales, Instituto de la Grasa y Sus Derivados, Sevilla España vol. 46, 1995.
 11. Menjivar Rodríguez M.O., 1991, Extracción del aceite de semilla de madre cacao (*Gliricidia Septium*) a nivel de laboratorio y su aplicación en la Elaboración de jabones. El Salvador, 106, pag. Irreg.
 12. Méndez M.F; Uller, AMC; Pessoa FLP, Simulación y modelos termodinámicos de la extracción de Tocoferoles de una mezcla sintética de tocoferoles, escualeno y CO2 Ciudad Universitaria Río de Janeiro, Brasil. Scielo consultado en 20 de enero de 2004. Disponible en <http://www.worldlingo.com/wl/Intran/slate/UP61481/es/traductor.html>
 13. WEBB F.C., Ingeniería Bioquímica, Traducción. Celso Gutierrez, España, Zaragoza, Iaso, 1966. Pp 566-575.

**ELABORACIÓN DE UNA FORMULA DE HARINA PARA HORCHATA QUE
SUSTITUYA EN SU COMPOSICION UN PORCENTAJE DE GRANO DE
Oryza sativa (ARROZ) POR *Amaranthus cruentus* (AMARANTO)**

Ayala Arévalo, L. G. López Avilés C. A.

Universidad de El Salvador

Facultad de Química y Farmacia

2006

RESUMEN

Existe una diversa cantidad de bebidas tradicionales salvadoreñas entre las que se encuentra la Horchata, elaborada a partir de semillas y especies de distintas variedades vegetales, siendo la semilla de morro el principal componente utilizado para su elaboración, junto con la utilización de otras diferentes semillas y especies; el conjunto de todas sus materias primas le proporcionan el sabor característico a la bebida.

El presente trabajo de investigación muestra la alternativa de aumentar el contenido proteico de la Harina para Horchata, incorporando Amaranto en los componentes de la fórmula, ya que el Amaranto es una mayor fuente de proteína, además proporciona aminoácidos esenciales (Lisina y Metionina) importantes para la alimentación humana. Para dicho estudio se realizó la preparación de harinas con mezclas de Arroz-Amaranto (80:20, 50:50, 20:80 y 0:100 respectivamente) junto al resto de componentes (morro, maní, ajonjolí, canela y culantro); para luego determinar el contenido de proteína, humedad, cenizas, grasa, fibra cruda y carbohidratos. Las muestras de las mezclas elaboradas se sometieron a una evaluación sensorial teniendo como referencia una harina para horchata comercial, para determinar su grado de aceptabilidad. Una vez realizados los análisis y con los resultados obtenidos se determinó que la muestra con mayor cantidad de Amaranto presentó el mayor porcentajes de proteína; además se estableció que con la adición del Amaranto no se altera el sabor a la bebida, pero también es importante destacar que a porcentajes altos de Amaranto existe una mínima variación del sabor, comprobándose con la evaluación sensorial.

INTRODUCCIÓN

La Horchata es considerada una bebida con mucha aceptación entre la población salvadoreña. Los componentes que la horchata contiene le proporcionan una cantidad adecuada de grasa, proteínas y carbohidratos, importante en la alimentación de las personas, la cual requiere una buena y mejor calidad nutricional en los productos que consume diariamente; ya que el patrón alimentario de los salvadoreños va cambiando con el pasar de los años, ahora se consumen alimentos y bebidas que antes no eran parte de la dieta, esto debido a la transculturación que en el país está percibiendo.

Para la fabricación de harinas para horchata la mayoría de materias primas son semillas, tales como: morro, ajonjolí, cacao, arroz, maní y entre otras; así también algunas especies como culantro y canela ⁽²⁰⁾, las cuales proporcionan el sabor y apariencia característica a la bebida de Horchata.

El propósito que se pretende con este trabajo de investigación, es la propuesta de una alternativa para el mejoramiento de la calidad nutricional en cuanto a proteína de la harina para horchata, modificando la composición de la formulación, específicamente cambiando cierto porcentaje del contenido de arroz adicionando un porcentaje de grano de

amaranto. El trabajo de investigación comprendió el análisis químico proximal de harinas para horchata comerciales que se fabrican y distribuyen en el país, como un parámetro de la calidad nutricional proteico de dichas harinas; luego se realizaron los ensayos para obtener pre-formulaciones de harinas para horchata modificadas. Una vez obtenidas las muestras de las harinas para horchata modificadas se efectuó el análisis químico proximal a dichas muestras, para luego realizar una evaluación sensorial por medio de una comparación entre la harina para horchata mejor evaluada en la determinación de proteína obtenida de los resultados del análisis químico proximal (denominada patrón) y todas las muestras de harinas para horchata modificadas con la adición de amaranto, para determinar la aceptabilidad del producto elaborado. La calidad nutricional de la harina para horchata al adicionar el amaranto, se incrementa a un mayor porcentaje de proteína en comparación con las muestras de harinas para horchata comerciales (que no contienen amaranto), lo cual se evidencia en estudios anteriores con la elaboración de otros productos (2, 3, 4), los cuales demuestran el aumento de contenido proteínico en cada producto y se comprueba con el debido análisis químico proximal.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las Diferentes Harinas para Horchata

Materias primas empleadas

- Semilla de morro (*Crescentia alata*)
- Ajonjolí (*Sesamun indicum*)
- Cacahuete o Maní (*Arachis hypogaea*)
- Canela (*Cinnamomum zeylanicum*)
- Culantro (*Coriandrum sativum*)
- Arroz (*Oryza sativa*)
- Amaranto (*Amaranthus cruentus*)

Proceso de Fabricación de las Diferentes Harinas para Horchata

- Limpiar cada una de las materias primas; primero por inspección visual para eliminar partículas extrañas (hojas, piedras, cáscaras, etc.), y luego pasar por tamiz para eliminar partículas de menor tamaño.
- Tostar cada materia prima individualmente a una temperatura entre 75- 95 °C (fuego moderado) de 5-20 minutos y remover constantemente.
- Pesar cada materia prima de acuerdo al porcentaje cada una de las formulaciones (cuadro No. 1), en balanza granataria.
- Mezclar todas las materias primas pesadas de menor a mayor proporción en un recipiente plástico, por 15 minutos.
- Moler las materias primas en molino de nixtamal hasta obtener un polvo fino.
- Empacar la harina en bolsa plástica, rotular debidamente cada formulación y almacenar en un lugar seco.

Cuadro N° 1 Porcentajes de cada materia prima para cada preformulación para horchata.

Materia prima	Mezcla de arroz - Amaranto			
	80-20%	50-50%	20-80%	0-100%
	%	%	%	%
Semilla de morro	16	16	16	16
Ajonjolí	8	8	8	8
Cacahuete	16	16	16	16
Canela	8	8	8	8
Culantro	4	4	4	4
Arroz	38.4	24	9.6	0
Amaranto	9.6	24	38.4	48

Procedimientos del Análisis Químico Proximal

Determinación de Humedad

- Pulverizar y homogenizar la muestra.
- Pesar 2.0 g de muestra y colocarla dentro de una cápsulas de porcelana previamente tarada, rotar hasta que el contenido se distribuya uniformemente.
- Colocar la cápsula de porcelana dentro de la estufa rápidamente y secar las muestras a 135oC por dos horas.
- Tapar la cápsula de porcelana y transferirla al desecador para enfriar.

e. Calcular el % de Humedad, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{m} \times 100$$

Dónde: Pi: peso inicial en gramos del crisol más la muestra

Pf: peso final en gramos del crisol más la muestra

m: peso en gramos de la muestra

Determinación de Proteína (Método Micro-Kjeldahl)

a. Pesar en balanza analítica, 0.10 g de muestra seca y colocarla en el balón de digestión, agregar 2.40 g de Sulfato de Sodio Anhidro, 0.32 g de Sulfato de Cobre penta hidratado, 4.0 mL de Ácido Sulfúrico concentrado y perlas de vidrio.

b. Colocar el balón en el micro-digestor, los primeros cinco minutos a baja temperatura y luego aumentarla. Agitar el balón constantemente.

c. Continuar la digestión. Cuando la solución vire el color a verde claro digerir la muestra media hora más, enfriar, agregar 5.0 mL de agua destilada para disolver sólidos remanentes.

d. Transferir lo digerido al aparato de destilación, lavar los residuos con 5.0 mL de agua destilada. Adicionar 16.0 mL de solución de NaOH al 50%. e. En un erlenmeyer colocar 10.0 mL de solución de Ácido Bórico al 4%, 3-4 gotas de solución indicadora y destilar hasta obtener 50.0 mL de destilado.

f. Titular el destilado con Ácido Clorhídrico 0.1 N hasta que vire el color

g. Llevar un blanco, usando la misma cantidad de reactivos y el mismo tiempo de digestión.

h. Calcular el % de Nitrógeno, con la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(mL.HCl - mL.B) \times 0.014007 \times N \times 100}{m}$$

$$P = \%N \times F$$

Donde: mL HCl: mililitros de Ácido clorhídrico utilizados en la titulación

mL B: mililitros de Ácido Clorhídrico gastados en el blanco

N: normalidad del Ácido Clorhídrico

m: peso de muestra en gramos

P: contenido proteico

F: 6.25 (Factor)

Determinación de Cenizas

a. Calentar los crisoles vacíos durante 2 horas a 600°C en una mufla.

b. Apagar la mufla y esperar que alcance unos 150-200°C.

c. Sacar los crisoles de la mufla, dejar por 30 minutos en desecador para enfriar.

d. Pesar los crisoles en la balanza analítica hasta peso constante.

e. Pesar aproximadamente 1.0 g de muestra en cada crisol.

f. Calentar los crisoles con la muestra a 600°C por 2 horas.

g. Apagar la mufla y esperar que llegue a unos 150-200°C.

h. Sacar los crisoles y colocarlos en el desecador por 30 minutos.

i. Pesar los crisoles en balanza analítica.

j. Calcular el % de cenizas, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{residuo} \times 100}{g \text{ muestra}}$$

Determinación de Extracto etéreo (Grasa cruda)

a. Secar los balones de destilación, fondo plano por una hora a 105°C.

b. Enfriar los balones en un desecador y luego pesar cada uno.

c. Pesar 2.0 g de muestra, previamente secada en estufa a 105°C por más o menos 1 hora.

d. Colocar la muestra en un dedal de malla de asbesto y tapar con algodón.

e. Colocar el dedal y 200.0 mL de éter de petróleo en un destilador.

f. Extraer durante 6 horas, de la siguiente manera: 1 hora a baja temperatura (aproximadamente 35°C) y 5 horas a alta temperatura (aproximadamente 75-80°C).

g. Secar la muestra en estufa a 105°C.

- h. Recuperar el solvente, secar los balones a 105°C por 1 hora.
 i. Enfriar en desecador por 30 minutos y luego pesarlos.
 j. Calcular el % de grasa cruda, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{A-B}{C} \times 100$$

Donde: A: Peso del balón después de la extracción y secado
 B: Peso del balón antes de la extracción
 C: Peso de muestra

Determinación de Fibra cruda

- Pesar 2.0 g de muestra desgrasada, trasladar a un beaker Berzelius de 600 mL, agregar 1.0 g de asbesto y 2-3 porciones de porcelana, agregar sobre la muestra 200.0 mL de Ácido Sulfúrico 0.25 N, precalentado.
- Colocar el beaker en una cocina precalentada del digestor, debe de iniciar la ebullición dentro de un minuto.
- Dejar por 30 minutos en el digestor y rotar ocasionalmente para evitar que la muestra se adhiera a las paredes del beaker. Filtrar a través de una manta exactamente a los 30 minutos de ebullición.
- Lavar con agua a ebullición, agregar indicador anaranjado de metilo, seguir lavando con 3 porciones de agua a ebullición.
- Transferir el residuo al beaker. Agregar 200.0 mL de Hidróxido de Sodio 0.313 N hirviendo. Luego de 40 minutos de ebullición, filtrar en manta, luego en Buchner.
- Lavar la manta con 3.0-15.0 mL de Alcohol Etilico.
- Succionar el tiempo suficiente para dejar el residuo completamente seco.
- Transferir a cápsulas de porcelana y cubrir con papel aluminio.
- Colocar en estufa precalentada a 105°C ± 2°C por una hora.
- Enfriar en desecador por 30 minutos y pesar.
- Colocar las cápsulas pesadas en la mufla a 600°C por una hora.

- Apagar la mufla y esperar que baje a 150-200°C.
- Sacar las cápsulas y dejar unos minutos a temperatura ambiente, luego colocarlos en desecador por media hora.
- Pesar las cápsulas en balanza analítica.
- Calcular el % de fibra cruda, con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{Pérdida de Peso}}{\text{Peso de Muestra}} \times 100$$

Determinación de Carbohidratos

$$\% \text{ Carbohidrato}_{\text{Base Seca}} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra cruda})$$

$$\% \text{ Carbohidrato}_{\text{Base Húmeda}} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ humedad} + \% \text{ fibra cruda})$$

Determinación de Calorías

Las calorías son expresadas por 100 g de muestra y se calculan con la siguiente fórmula:

$$\text{Calorías} / 100\text{g} = (\% \text{ proteína} \times 4) + (\% \text{ grasa} \times 9) + (\% \text{ carbohidratos} \times 4)$$

Donde 4 y 9: son valores energéticos fisiológicos calculados a partir de la energía asimilada por el organismo.

Metodología de Evaluación Sensorial

El análisis sensorial se realizó por medio de una prueba de ordenamiento de preferencia entre las horchatas a diferentes porcentajes de Arroz – Amaranto y la Horchata patrón, para seleccionar la de mejor aceptabilidad al gusto de los evaluadores. El análisis se efectuó con un panel de 30 degustadores que fueron divididos en grupos de 5 degustadores, a los cuales se les dio instrucciones previas, las cuales se detallan:

- Los degustadores se abstuvieron de fumar, masticar chicle, comer o beber durante un tiempo previo a la prueba (lapso de 30 minutos), al igual que durante la prueba

- Durante la prueba no se permitió ninguna conversación o discusión (para que el juicio fuera imparcial)
- Debían registrar sus repuestas en el formulario que les fue proporcionado
- Debía respetarse el orden de degustación de las muestras proporcionadas (cada una con su respectivo código)
- Entre una muestra y otra debían emplear agua (a temperatura ambiente) para enjuagarse la boca.

Una vez fueron dadas las instrucciones para realizar el análisis sensorial, a cada uno de los panelistas se le hizo entrega de un formulario en el cual debía registrar su evaluación del producto, para luego proporcionarle una a una las muestras debidamente codificadas (cuadro No. 2) en intervalos de tiempo para que cada panelista deguste cada una de las muestras (la muestra debía ser bebida por los degustadores) y de acuerdo a su preferencia el panelista ordene de mayor a menor gusto las muestras, anotando su resultado en el respectivo formulario.

Cuadro N° 2 Códigos de productos sometidos al Análisis Sensorial.

Producto	Código de producto
Horchata comercial patrón	HCP
Horchata arroz (80%)- Amaranto (20%)	HMP
Horchata arroz (50%)- Amaranto (50%)	HRS
Horchata arroz (20%)- Amaranto (80%)	HNT
Horchata arroz (0%)- Amaranto (100%)	HTC

Preparación y Presentación de las Muestras para la Evaluación

Sensorial

Para la elaboración de las muestras de horchata se utilizó: agua purificada, azúcar, las harinas para horchata pre-formuladas a los porcentajes de arroz-amaranto y la harina patrón; y para preparar cada una de las muestras de horchatas se realizó, disolviendo 227 g. de harina para horchata en 4 L de agua, luego se coló a través de

una manta de poro fino y se agregó 454 g. de azúcar.

Las muestras evaluadas debieron mantenerse a las mismas condiciones de temperatura a las que generalmente se consumen, para ello las muestras se proporcionaron frías con fragmentos de hielo; además debían estar servidas en recipientes limpios, incoloros y sin ningún sabor (para el caso se utilizaron vasos desechables transparentes).

RESULTADOS Y DISCUSION.

Resultados del Análisis Químico Proximal y la Cantidad de calorías/100g de las cinco muestras de Harina para Horchata comerciales

Los contenidos de proteína, cenizas, grasa, fibra cruda y carbohidratos, así como también el aporte de calorías de las muestras de harinas para horchata seleccionadas (por medio del muestreo no probabilístico), se puede observar en el cuadro No. 3, que son reportados en base seca, donde el material seco es la relación del 100% de los componentes de cada muestra menos el porcentaje de humedad en la misma. Los resultados obtenidos de estas muestras reportándose en base seca, representan mayor diferencia significativa para establecer la muestra con mayor porcentaje de proteína y seleccionarla para ser utilizada en el análisis sensorial.

Cuadro N° 3 Resultados de Análisis Químico Proximal y la Cantidad de calorías/100g de las cinco muestras de Harinas para Horchatas comerciales (Base seca)

Muestra Pruebas	Proes al	Sarisa	Proin ca	Doña Lisa	La canast a
Proteínas	5.37%	11.01 %	12.58 %	12.78 %	8.66%
Cenizas	0.68%	1.09%	0.59%	0.50%	0.12%
Grasa	5.03%	10.20 %	10.66 %	8.74%	5.42%
Fibra cruda	1.62%	3.05%	3.87%	2.76%	1.18%
Carbohidra tos	87.30 %	74.67 %	72.30 %	75.22 %	84.62 %
Calorías/10 0g	415.9 5	434.5 2	435.4 6	430.6 6	421.9 0

Análisis de Resultados de cada determinación del Análisis Químico Proximal y la Cantidad de Calorías/100 g de las cinco muestras de Harina para Horchata comerciales

a) Humedad

Los porcentajes de humedad de las cinco harinas para horchata comerciales se muestran en la figura No. 1, este valor evalúa el contenido de agua y de las sustancias volátiles que acompañan al producto en análisis. Dicho contenido de agua es importante, puesto que es un parámetro crítico que puede favorecer el crecimiento de bacterias y especialmente hongos, que producen sustancias tóxicas. El contenido de humedad presente en las muestras de harinas para horchata posee un porcentaje de humedad óptimo para su conservación, ya que registran valores inferiores al límite permitido de conservación de harinas que es de 14%.

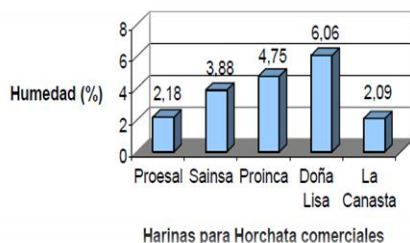


Figura N° 1 Grafico de Porcentaje de Humedad de las muestras de harinas para horchata comerciales.

b) Proteína

El porcentaje de proteína de las muestras Sainsa, Proinca y Doña Lisa son los más altos observados en la figura N° 2, vale destacar que con un alto porcentaje de proteína hay un mayor aporte de aminoácidos entre estos los aminoácidos esenciales importantes en la alimentación para garantizar la construcción y renovación de tejidos del cuerpo humano. Con los resultados obtenidos en base seca, plasmados en el gráfico, se seleccionó la muestra Doña Lisa para ser utilizada en el análisis sensorial (como muestra denominada patrón) por ser la que contiene

el mayor porcentaje protéico de todas las muestras comerciales.

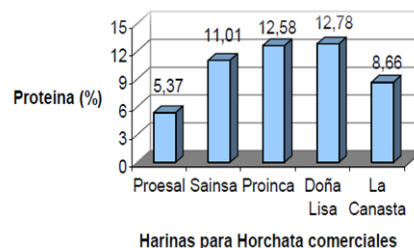


Figura N° 2 Grafico de Porcentaje de proteína de las muestras de Harinas para Horchata comerciales.

c) Cenizas

El porcentaje de cenizas es mayor en la muestra Sainsa, y menor en las muestras de La Canasta y Doña Lisa, estos resultados se muestran en la figura No.3, por lo que tenemos a la muestra Sainsa que posee mayor cantidad de materia no digerible en forma de carbonatos originados de la materia orgánica, y que se encuentran en menor porcentaje en las muestras de Doña Lisa y La Canasta con respecto a estas sustancias.

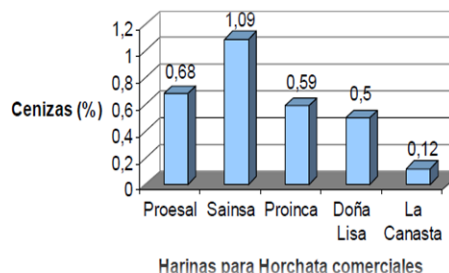


Figura N° 3 Grafico de Porcentaje de Cenizas de las muestras de Harinas para horchata comerciales.

c) Grasa

El porcentaje de grasa en la muestra de Proinca, Sainsa y Doña Lisa son los que presentan los valores más altos reportados en la figura No. 4, esto indica que dichas muestras poseen una mayor cantidad de lípidos, ácidos grasos, vitaminas liposolubles entre otras y que proporcionan la mayor fuente de energía al organismo;

comparados con los valores de grasa reportados por las muestras de Proesal y La Canasta.

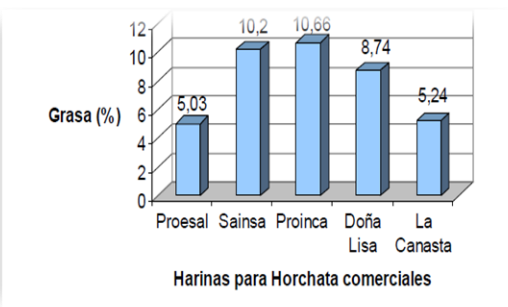


Figura N°4 Grafico de Porcentaje de Grasa de las muestras de Harinas para horchata comerciales.

f) Fibra cruda

Los porcentajes mayores de fibra cruda lo presentan las muestras de Proinca Sainsa y Doña Lisa, de mayor a menor respectivamente, reflejados en la figura No. 5; de acuerdo con los resultados, la muestra Proinca posee la más alta cantidad de fibra, por lo que aporta más celulosa, lignina, pectina entre otras, todas estas necesarias en el tracto digestivo para aumentar el volumen de la materia nutritiva y estimular el peristaltismo intestinal; y la muestra que aporta una menor cantidad de estas fibras es La Canasta.

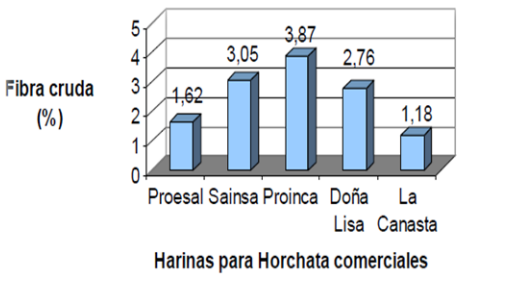


Figura N° 5 Grafico de porcentaje de Fibra cruda de las muestras de harinas para Horchata comerciales.

g) Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos en las muestras de Proesal y La Canasta son de los más altos observados en la figura No. 6,

sin embargo todas las muestras evidencian que el contenido en carbohidratos es considerablemente alto, lo que demuestra un alto contenido en azúcares existente en las muestras de harinas para horchata comerciales, por lo tanto estas aportan valores elevados de energía al organismo.

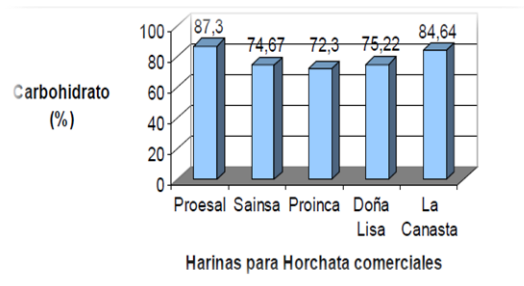


Figura N° 6 Grafico de Porcentaje de carbohidratos de las muestras de harinas para horchatas comerciales. Calorías

Los valores obtenidos de calorías /100 g de las cinco muestras comerciales evaluadas registran datos que oscilan entre 415 y 435 calorías/100g, por lo que todas las muestras proporcionan altos niveles de energía principalmente aportada por los carbohidratos, además de la cantidad de las proteínas y grasas.

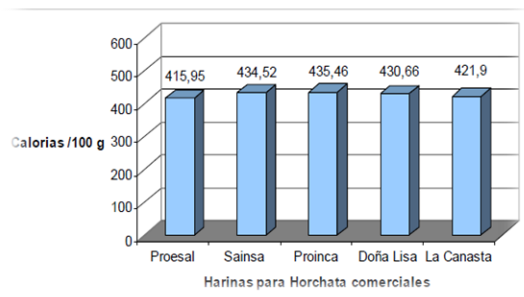


Figura N°7 Grafico de Valores de la cantidad de Calorías / 100g de las muestras de Harinas para horchata comerciales.

Resultados del Análisis Químico Proximal y la Cantidad de Calorías/100g de las Harinas para Horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz-Amaranto

Los contenidos de proteína, cenizas, grasa, fibra cruda y carbohidratos, así también el aporte de calorías/100 g de las muestras pre-formuladas de harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz-Amaranto se pueden observar en el cuadro No. 4, son reportados en base seca, donde el material seco es la relación del 100% de los componentes de cada muestra menos el porcentaje de humedad en la misma. Con los resultados obtenidos reportados en base seca, los cuales representan una diferencia significativa entre sí, para establecer la muestra con mayor porcentaje de proteína y determinar la muestra que con la adición de amaranto le aporta mayor porcentaje de proteína.

Cuadro N° 4 Resultados de Análisis Químico Proximal y la Cantidad de Calorías /100 g de las harinas para Horchatas a los porcentajes seleccionados de Arroz-Amaranto (Base seca)

Muestra / Pruebas	80% arroz 20 % amaranto	80% arroz 20 % amaranto
Proteínas	25.69%	25.26
Cenizas	1.85%	2.48%
Grasa	21.55%	22.65%
Fibra cruda	10.73%	11.06%
Carbohidratos	40.18%	38.55%
Calorías/100g	457.43	459.09
Muestras / Pruebas	20% arroz 80 % amaranto	0% arroz 100 % amaranto
Proteínas	26.46%	27.61%
Cenizas	2.19%	2.56%
Grasa	23.43%	25.15%
Fibra cruda	13.05%	11.38%
Carbohidratos	38.87%	33.28%
Calorías/100g	456.19	469.91

Análisis de Resultados de cada determinación del Análisis Químico proximal y la Cantidad de calorías/100g de las muestras pre-formuladas de Harina para Horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz -

Amaranto.

a) Humedad

El porcentaje de humedad reportado proporciona el contenido de agua y las sustancias volátiles que acompañan al producto en análisis (harinas para horchata). El contenido de agua es importante, ya que es un valor crítico para favorecer el crecimiento de bacterias y hongos productores de sustancias tóxicas para el cuerpo humano. Los valores obtenidos de humedad en las muestras de harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz- Amaranto que se muestran en la figura No. 8, presentan un porcentaje de humedad óptimo para su conservación, por que registran valores inferiores al limite permitido de conservación de harinas que es de 14%; de las cuales la de menor porcentaje es la 0% Arroz- 100% Amaranto (HNT) y la de más alto valor de humedad es la 80% Arroz – 20% Amaranto (HMP).

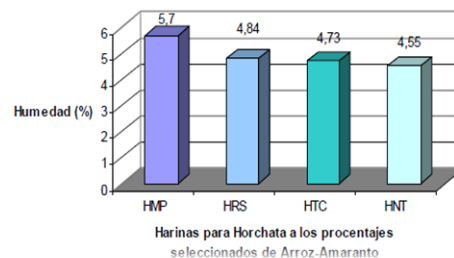


Figura N° 8 Gráfico de Porcentaje de Humedad de las Harinas para Horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto

b) Proteína

El porcentaje de proteína que presentan las muestras no va en aumento con respecto a la cantidad de amaranto contenido. La muestra que presenta el más alto valor en cuanto a proteína se refiere es la 0% Arroz – 100% Amaranto (HNT) observado en la figura No. 9, aunque cabe mencionar que todas las muestras presentan alto contenido en proteína; al establecer la comparación con los datos obtenidos de las muestras de harinas comerciales se

observa que al adicionar el grano de amaranto se aumenta el contenido proteico en las harinas para horchata y con ello un aporte de aminoácidos importantes para la nutrición.

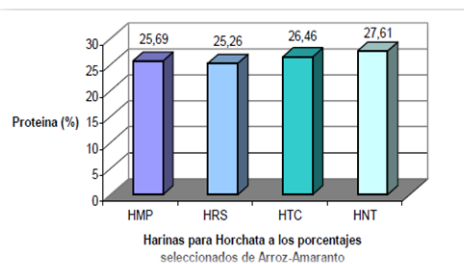


Figura N° 9 Grafico de Porcentaje de Proteína de las Harinas para Horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

c) Cenizas

La muestra que presenta mayor porcentaje de cenizas es la 0% Arroz – 100% Amaranto (HNT) observado en la figura No. 10, por lo que posee más contenido de materia no digerible al contener más cantidad de grano de amaranto y la de menos cantidad de materia no digerible es la muestra 80% Arroz – 20% Amaranto (HMP); aunque la relación del porcentaje de cenizas según los datos no es directamente proporcional al elevar la cantidad de amaranto en las muestras elaboradas.

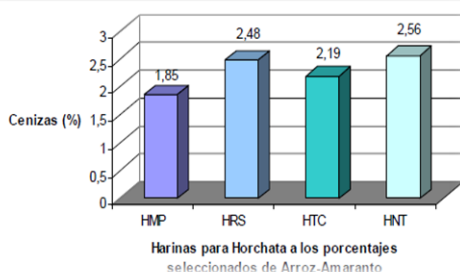


Figura N° 10 Grafico de porcentajes de las Harinas para Horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

d) Grasa

Los valores de los porcentajes de grasa de las muestras de harinas para horchata elaboradas, van en aumento directo con la adición de amaranto a la fórmula, siendo la de menor cantidad de grasa la mezcla 20% Arroz-80% Amaranto (HTC) y la de mayor porcentaje de grasa la de 0% Arroz-100% Amaranto (HNT), esto se debe a que el amaranto posee un 17% de grasa de su aporte calórico total. Además todas las muestras de harinas con amaranto al ser comparadas con las muestras comerciales contienen una mayor cantidad de grasa, proporcionando así más energía proveniente de los lípidos.

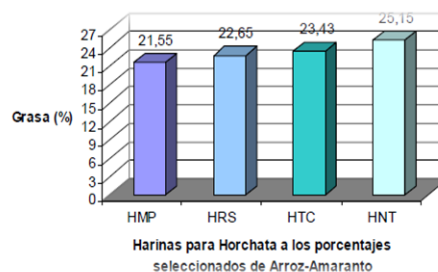


Figura N° 11 Grafico de porcentaje de Grasa de las harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

e) Fibra cruda

El porcentaje de fibra cruda que presenta el valor más elevado es la muestra 20% Arroz – 80% Amaranto (HTC) observado en la figura No. 12. Aunque el aumento de fibra cruda no va directamente proporcional a la cantidad de amaranto, al establecer una comparación con las muestras comerciales se observa un aumento significativo en los porcentajes de fibra cruda, por lo que hay mayor aporte de celulosa, hemicelulosa, gomas, pectina entre otras, necesarias para ayudar a la limpieza interna del organismo al regular el peristaltismo del intestino; por parte de las muestras con amaranto.

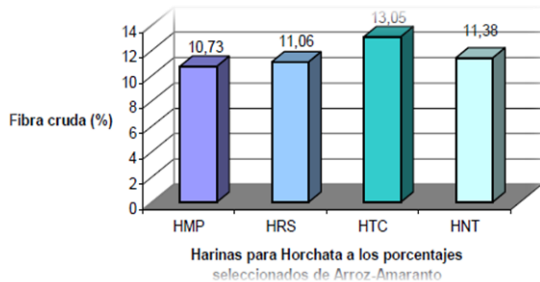


Figura N° 12 Grafico de porcentaje de fibra cruda de las harinas a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

f) Carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos presente en las muestras con amaranto va disminuyendo con la adición del grano, por lo que se establece que la cantidad de carbohidratos es inversamente proporcional a la cantidad de amaranto presente en las muestras, debido a que el amaranto además de proporcionar proteínas a la formulación también proporciona grasas y fibra cruda. Por tal motivo la cantidad de energía aportada por la presencia de azúcares disminuye.

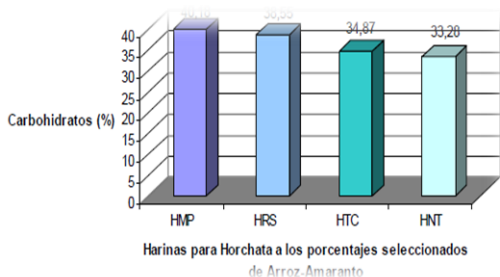


Figura N° 13 Grafico de Porcentaje de Carbohidratos de las harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

g) Calorías

La muestra con la menor cantidad de calorías por 100 g es la de 80% Arroz –

20% Amaranto (HMP) y la de mayor cantidad de calorías es la de 0% Arroz – 100% Amaranto (HNT) observado en la figura No. 14. Esto se debe a que en la muestra de 0% Arroz - 100% Amaranto (HNT) hay mayor cantidad de grasa y proteínas, además del contenido de carbohidratos, y en las otras muestras que contiene amaranto y las muestras comerciales el porcentaje proteína y grasa es menor, por lo cual aumenta la cantidad de calorías por 100g.

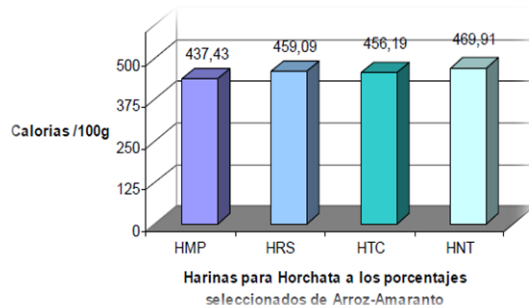


Figura N° 14 Grafico de la cantidad de Calorías /100 g de las harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

Resultados de Evaluación Sensorial

Por medio de esta evaluación se efectuó la comparación del producto elaborado (Harina para Horchata) en estudio, respecto a su aceptabilidad enfatizada al sabor. Los resultados se presentan a continuación, los cuales provienen de la evaluación sensorial realizada con una muestra de 30 panelistas en la prueba, divididos en grupos de 5 personas para facilitar la atención de los panelistas en el desarrollo de la ejecución de la evaluación sensorial.

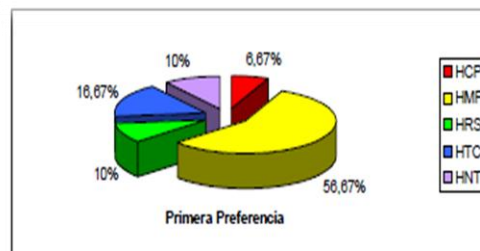
Cuadro N° 5 Resultados de Análisis Sensorial entre la Horchata Patrón y las Horchatas a los porcentajes seleccionados de Arroz Amaranto.

Orden de preferencia / Muestras		1°	2°	3°	4°	5°
HCP	N° de panelistas	2	5	5	4	14
	%	6.67	16.67	16.67	13.32	46.67
HMP	N° de panelistas	17	7	3	3	0
	%	56.67	23.33	10.0	10.0	0
HRS	N° de panelistas	3	1	9	8	7
	%	10.0	3.33	30.0	26.66	23.33
HTC	N° de panelistas	5	9	5	6	6
	%	16.67	30.0	16.67	20	20
HNT	N° de panelistas	3	8	8	9	3
	%	10.0	26.66	26.66	30.0	10.0

Análisis de Resultado de la Evaluación Sensorial

Por medio de la evaluación sensorial realizada, se recopilaron los datos obtenidos en el cuadro No. 5, en el cual se observa que la muestra de mayor preferencia (mayor aceptabilidad de sabor), es la Horchata Arroz 80% - Amaranto 20% (HMP) y la de menor preferencia (menor aceptabilidad de sabor) es la Horchata comercial (mejor evaluada en el análisis químico proximal, tomada como patrón) lo que se refleja en la figura No. 28. Según los resultados presentes en el cuadro No. 5 (referido al más alto porcentaje obtenido en cada lugar de preferencia o aceptabilidad) y que se observan en la figura No.14, con respecto al orden del sabor de preferencia se determina que la muestra de horchata Arroz 20% - Amaranto 80% (HTC) se encuentra en 2° lugar de preferencia, la muestra de horchata Arroz 0% - Amaranto 100% (HNT) el 3° lugar, la muestra de horchata Arroz 50% - Amaranto 50% (HRS) el 4° lugar y el 5° lugar de preferencia en la evaluación realizada fue la horchata comercial (HCP). Con estos resultados podemos establecer que al aumentar el

porcentaje de grano de Amaranto hay una mínima variación en el sabor, porque la muestra Arroz 0% - Amaranto 100% (HNT) no fue seleccionada como 1° en preferencia; pero también es evidente que con la adición del Amaranto no modifica de manera desagradable el sabor de la horchata, ya que la muestra patrón (HCP) se encuentra por debajo de las muestras que contienen Amaranto.



HCP: Horchata Comercial (patrón)

HMP: Horchata Arroz 80% - Amaranto 20%

HRS: Horchata Arroz 50% - Amaranto 50%

HTC: Horchata Arroz 20% - Amaranto 80%

HNT: Horchata Arroz 0% - Amaranto 100%

Figura N° 14 Gráfico del Porcentaje de primera preferencia en la prueba de evaluación sensorial.

CONCLUSIONES

1. La harina para horchata comercial con mayor porcentaje protéico, obtenida de los resultados del análisis químico proximal fue la marca Doña Lisa.
2. Al analizar los resultados del estudio químico proximal, la harina para horchata modificada que presentó el mayor porcentaje de proteína fue la selección de 0% Arroz – 100% Amaranto.
3. Los resultados obtenidos de los análisis químicos proximales de las muestras de harinas para horchata a los porcentajes seleccionados de Arroz-Amaranto demuestran que el contenido de proteína en el producto aumentó en comparación con el contenido de proteínas reportados por las muestras de harinas para horchata comerciales.
4. Las harinas para horchata comerciales contienen menor

porcentaje en proteínas comparando con las preformulaciones de harinas para horchatas que contenían Amaranto, especialmente la muestra de harina para horchata con 100% de Amaranto.

5. Al analizar y comparar los resultados de las determinaciones de cenizas, grasa, fibra cruda y además la cantidad de calorías/100g, los porcentajes en las muestras que contiene Amaranto es mayor al que presentan las muestras comerciales.
6. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial demuestran que la horchata con mayor aceptabilidad para la muestra de 30 panelistas fue la formulación de 80% Arroz – 20% Amaranto.
7. El análisis de resultados de la evaluación sensorial demuestra que al aumentar el porcentaje de grano de Amaranto presenta una mínimo variación en el sabor, porque la muestra con 0% Arroz - 100% Amaranto no fue seleccionada como la primera preferencia.
8. El orden de preferencia no es directamente proporcional al porcentaje de Amaranto añadido, porque hay influencia de los demás componentes de la formulación.
9. Al adicionar el grano de Amaranto en la formulación de la harina para horchata, no proporciona sabor desagradable a la bebida; ya que la muestra patrón utilizada se encuentra en el 5º lugar de preferencia por debajo de las muestras que contiene Amaranto.

RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer la importancia de promover el cultivo del Amaranto entre los agricultores, con el fin de diversificar e industrializar los productos derivados del grano de Amaranto.

2. Realizar otras investigaciones con otros métodos diferentes de obtención de harina de Amaranto.
3. Desarrollar otras formulaciones en porcentajes de Arroz –Amaranto, diferentes a las de esta investigación para determinar y cuantificar los cambios en los porcentajes de proteínas de cada formulación.
4. Elaborar estudios de sedimentación y granulometría para poder obtener una horchata con una mejor suspensión de partículas.
5. Adicionar en proporciones adecuadas un saborizante que resalte y/o enmascare el sabor en las formulaciones con altos porcentajes de amaranto.
6. Efectuar análisis microbiológicos de las harinas para horchata comercializadas para su control de calidad.
7. Determinar el tiempo de vida en anaquel del producto envasado así como también su tiempo de vencimiento en estantería, para un mejor aprovechamiento y para que cumpla con la normativa de etiquetado de este tipo de producto

BIBLIOGRAFIA

1. Arboleda Angulo, A.C. 2002. Alimentación Sana Fuente de Vida. Bogotá, Colombia. Panamericana Editorial. p. 38 y 49
2. Arévalo Peraza, R. y otros. 2001. Elaboración de Pastas Alimenticias de Harina blanca de Trigo fortificadas con Amaranto. Trabajo de Graduación. Facultad e Química y Farmacia. El salvador. Universidad de El Salvador. 105 p.
3. Arévalo Rodríguez, R. y otros. 2000. Fortificación Nutricional de

- Barquillos mediante la sustitución parcial de Harina de trigo por Harina de Amaranto. Trabajo de Graduación. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador. 117 p.
4. Argumedo Catota, W. y otros. 1999. Factibilidad Tecnológica en la Preparación de Nachos y Corn chips fortificados con Amaranto (*Amaranthus cruentus*). Trabajo de Graduación. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador. 117 p.
 5. Arnau, J. V. El Amaranto. (en línea). España. Consultado 26-Agosto- 2004. Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=946>
 6. Arpide, J. L. La Canela. (en línea) Ecuador. Consultado 14-October-2004. Disponible en: www.sica.gov.ec/comext/docs/import/m2000/mpais_352000.htm - 10k
 7. Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 40 ed. Arlington, Virginia. Association of Official Analytical Chemist. 1141 p.
 8. de Blas, C., y otros. 2003. Harina de Cacahuete. (en línea). Madrid, España. Consultado 6-October-2004. Disponible en: http://www.etsia.upm.es/fedna/conc_prot_vegetal/harina_cacahuete52.htm#val
 9. Barroeta París, A. Tipos de Cultivo, Sésamo. (en línea) Paraguay. Consultado 4 – Octubre – 2004. Disponible en: <http://www.agronegocios.com.py/rural/agricultura/sesamo.html>
 10. Bernal de Ramírez, I. 1993. Análisis de Alimentos. 1° ed. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia. Capítulo 1. p. 1-11.
 11. Bressani, R. 1991. El Amaranto. Inc. Avances en alimentación y nutrición. Guatemala, C.A. INCAP: Boletín 2 (II). p. 7-8
 12. Bressani, R. y otros. 2000. Recursos Alimenticios vegetales con potencial de Explotación Agroindustrial de Guatemala. Elaboración de leche vegetal a partir de la Semilla del fruto de Morro (*Crescentia alata*). (en línea) Universidad del Valle, Guatemala. Consultado 4-Septiembre-2004. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000200009&lng=es&nrm=iso
 13. Calderón V., S. 1994. Calidad Sensorial. Capítulo III. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA).
 14. Carreño, E. 2001. Canela, Colección de Plantas Aromáticas y Medicinales. (en línea). Colombia. Consultado 15-October-2004. Disponible en: http://webpubli.com/recetas/print/pri_can.html
 15. Desrosier, N.W. 1987. Elementos de Tecnología de Alimentos. 1° ed. México. p 21-28.
 16. Everest Editores. 1974. Diccionario Corona de la Lengua Española. 6° ed. León, España. Editorial Everest.
 17. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 2003. Sésamo (*Sesamum indicum L.*). (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 13-October-2004. Disponible en: http://www.agro.uba.ar/catedras/cul_indus/galeria/sesamo.htm
 18. Franco Baires, G y otro. 2003. Elaboración de una Guía Practica para la Preparación de Reactivos Químicos y Estándares de uso frecuente en el Análisis Químico. Trabajo de Graduación. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador. 150 p.
 19. González Ayala, J. 1991. El Morro. Pankia Boletín Informativo JBLL. Año X Numero 3: 3-6.
 20. González Ayala, J. 1994. Bebidas Tradicionales Salvadoreñas. Pankia

- Boletín Informativo JBLL. Año XIII Numero 4: 7-9.
21. González, M. Producción vegetal: Amarantho (Alegría / Quelite) (en línea)
 22. Monterrey, México. Consultado 22-Agosto-2004. Disponible en: <http://www.qro.itesm.mx/agronomia/2/extensivos/CAmarantoIndicedecultivo.html>
 23. Kauffman, C.S.. 1992. Realizing the Potential of Grain Amaranth. Inc. Food Reviews International production, processing acceptance, nutrition and health. Vol. 8 No. 1 Dekker. p 5-7.
 24. Lazcano, S. M. y otros. 1987. Aprovechamiento del Amarantho en la Alimentación Infantil. Inc. Memorias. Coloquio Nacional del Amarantho. Querétaro, México. Instituto de Desarrollo Estatal para la Unión Social. 278-288 p.
 25. López Araya, C. y otros. 1998. Elaboración de un Alimento infantil de alto valor nutricional a base de Amarantho (**Amaranthus cruentus**) – Arroz (**Oriza sativas**) y Amarantho (**Amaranthus cruentus**) – Maíz (**Zea Mays**). Trabajo de Graduación. Facultad de Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador. 144 p.
 26. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) – CENTA (Centro de Tecnología Agrícola). 1995. Guía Técnica, Programa de Granos Básicos Cultivo de Arroz, San Andrés, La Libertad. El Salvador. Unidad de Comunicaciones de la Gerencia de Servicio Técnico del CENTA.
 27. Martínez, E.C. 1988. Evaluación en adultos humanos de la Calidad Proteínica del Grano de Amarantho sometida a diferentes Procesos Tecnológicos. Trabajo de Graduación. Master en Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. Universidad de San Carlos. 7-20 p.
 28. Océano grupo editorial. 1994. Gran Enciclopedia de la Ciencia y de la Tecnología. 1º ed. España. Editorial Océano. v.1, 929 p.
 29. OPS (Organización Panamericana de la Salud) e INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá). Amarantho Preparación de Alimentos. Artículo de El Centro Universitario de Occidente de la Universidad de El Salvador y El Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). San Salvador, El Salvador. p 31.
 30. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El Arroz en la Nutrición Humana. Roma, Italia. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. Vol. 26. 176 p.
 31. Salamanca Grosso, G. 2004. Criterios Relativos al Análisis Sensorial. (en línea). Colombia. Consultado 20-Noviembre-2004. Disponible en: http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/analisis_sensorial_miele s.doc
 32. Sampiere Hernández, R. y otros. 1998. Metodología de la Investigación. 2º ed. México. Mc Graw-Hill. Capitulo 8. p. 207, 226-228. Tinarelli, A. 1989. El Arroz. 2º ed. Madrid, España. Mandi-Prensa. p. 575
 33. Trinidad Santos, A. 2003. El Cultivo de Amarantho y su Productividad.(en línea) Consultado 21- Agosto-2004. Disponible en: <http://www.colpos.mx/pprinc/port.htm>
 34. Vallejo, M. 2004. El Morro posee Potencial Comercial. (en línea). El Salvador. Consultado 13-Septiembre-2004. Disponible en: <http://www.elsalvador.com/DIARIO S/ORIENTE/2004/09/10/actualidad.as p#>
 35. Whitten, K. W. y otros. 1998. Química general. 5º ed. España. McGraw-Hill. Apéndice C. p. 1064.
 36. www.agroconnection.com. El cultivo de Maní. (en línea) Buenos Aires, Argentina. Consultado 6 – Octubre-

2004. Disponible en:
<http://www.agroconnection.com.ar/secciones/cultivos/mani/S057A00011.Htm>
37. www.apuntes.rincondelvago.com. Hierbas y Especies. (en línea). Salamanca, España. Consulta 15- Octubre-2004. Disponible en: <http://www.apuntes.rincondelvago.com/hierbas-y-especies.html>
- www.fanmania.net. Plantas Aromáticas, Cilantro Coriandro. (en línea). España. Consultado 15- Octubre-2004. Disponible en: <http://www.fanmania.net/cilantro.htm>
38. www.herbotecnia.com. Coriandro. (en línea). Argentina. Consultado 3- Octubre-2004. Disponible en: <http://www.herbotecnia.com.ar/exo-coriandro.html>
39. www.infoagro.com. El Cultivo del Cacahuete. (en línea). México. Consultado 4- Octubre-2004. Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/cacahuete.asp
40. www.natura.com. Amaranto: Nuestro Alimento del Futuro. (en línea). México. Consultado 26- Agosto-2004. Disponible en: <http://www.natura.com.mx/articulos/ranto.html>
41. www.proinca.net. La Horchata. (en línea). San Salvador, El Salvador. Consulta 25- Agosto-2004. Disponible en: <http://www.proinca.net/lahorchata.htm>
42. www.webcolombia.com. Plantas Curativas, Canela. (en línea) Colombia. Consultado 14 - Octubre- 2004. Disponible en: <http://www.webcolombia.com/plantascurativas/Canela.htm>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*)

CARPIO ESCOBAR, J M S.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

2009

RESUMEN

Por poseer la semilla de amaranto un alto valor nutritivo (17% de proteína) y alto contenido de lisina, es un buen suplemento a los cereales, los cuales son deficientes en este aminoácido esencial; razón por la cual se evaluaron los contenidos de proteína que posee la harina de amaranto partiendo del grano crudo y tostado, el contenido de proteína para cada tipo de harina fue del 16.42 y del 14.1 % p/p respectivamente. Y por su alto contenido en ceniza se cataloga como harina integral (2.98 y 2.6 % p/p respectivamente).

Se procedió a realizar mezclas balanceadas de harina de trigo con harina de amaranto para la preparación de pan dulce, integral y palitos de pan integral, los cuales se evaluaron sensorialmente para conocer la existencia de diferencias significativas en las propiedades organolépticas de sabor y aroma entre las muestras en estudio y patrones preparados con harina de Trigo; obteniendo resultados satisfactorios de aceptación de las muestras en estudio, en especial las muestras con harina de amaranto tostado, a pesar de existir diferencias de sabor y aroma entre las muestras en estudio y las patrón.

Este proyecto es técnicamente factible desarrollarlo a una escala de gran industria de harina de amaranto ya que las tasas de retorno antes de impuestos para la escala industrial y mediana resultaron del 12 % y (6%) respectivamente después del tercer año de operación

INTRODUCCION

El amaranto es un alimento rico en proteína que se utilizó en la época pre colombina como cultivo más importante junto al maíz; pero por ser su inflorescencia de color rojo los españoles en la conquista erradicaron el cultivo por considerar que se le rendía culto al diablo, esta es la razón por la que en El Salvador se ha reducido a consumo alternativo y cultivo silvestre dado el desconocimiento a nivel general de sus propiedades.

En El Salvador a través de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, de la Universidad de El Salvador se han desarrollado diversos estudios del cultivo del *amaranthus cruentus*, sobre su calidad nutricional y varias alternativas de consumo en mezclas balanceadas de

alimentos, para consumo humano y animal. Su mayor consumo es como harina y actualmente es producido de manera artesanal y técnicamente es factible producirlo como harina bajo un modelo combinado de producción de harina de trigo y torrefacción de amaranto.

MATERIALES Y METODOS

Materias primas empleadas.

- a) Amaranto
- b) Harina de trigo

Obtención de Harina de Amaranto

Para la obtención de harina de amaranto se partió del grano de amaranto, siguiendo los pasos que se enumeran a continuación

Cuadro N°1 Características de las materias primas utilizadas.

Nombre	Nombre científico	Muestra vegetal	Variedad	Lugar de obtención
Amaranto	<i>Amaranthus cruentus</i>	Semilla	K-277	Centro Kulbalib Quiche Guatemala
Trigo	<i>Triticum Sativum</i>	Harina fuerte	Triumph Scout Centurk Tagle parker	Molsa San Salvador
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Harina suave	Monon, Knox y Red Coat	Molsa El Salvador

a) Limpieza y Lavado

Se utilizó coladores para cernir y aire, con la finalidad de eliminar todas las impurezas y cualquier cuerpo extraño que pudiera existir en la materia prima, sometiendo el grano a una corriente de aire creada por un ventilador de mesa. Posteriormente se lavó con solución de bicarbonato de sodio al 5% y suficiente agua, removiendo continuamente de 5 a 7 minutos, para eliminar la astringencia de la semilla. A continuación se lavo con agua y se colocó en lienzos de tela y se secó al sol.

b) Reventado

Una vez seco el grano, se reventó en una cacerola de teflón, donde el grano de amaranto está en contacto directo con la superficie de 10 a 25 segundos, a una temperatura entre los 175 a 195 °C, removiendo constantemente hasta que los granos se revienten. El grano reventado se tamizó para remover los granos tostados que no reventaron.

c) Molienda

Después del reventado se procedió a moler la materia prima, utilizando un molino de discos con el objeto de triturar y obtener la harina.

Al moler la semilla sin tostar fue necesario molerla 2 veces no así con el tostado.

d) Tamizado

El proceso de tamizado se llevó a cabo para uniformar el tamaño de la partícula en las harinas y así poder homogenizar la granulometría a un tamaño de partículas que sobrepasen el 100% las 170 micras (malla 80)

e) Empacado

La harina posteriormente se empacó en bolsas de polietileno para conservarlas para su posterior uso.

Harina de Trigo

Se utilizó harina de trigo fuerte, suave e integral de un productor nacional (Molinos de El Salvador) la cual es de uso común y de gran aceptación por los panificadores y mercado en general.

Preparación de mezclas de harina

Tomando de base que la harina se considera el 100% en las formulaciones de pan las mezclas para los productos formulados fueron los siguientes:

- Salpor de amaranto 50 % p/p harina de trigo y 50 % p/p harina de amaranto.
- Pan Integral 80 % p/p harina de trigo y 20 % p/p harina de amaranto.
- Palitos de amaranto 50 % p/p harina de trigo y 50 % p/p harina de amaranto.

Se consideraron las mezclas anteriores como resultado de la evaluación previa de la cantidad óptima de amaranto que puede mezclarse con trigo, para los productos aquí desarrollados; y se aplicaron mezclas para la harina de amaranto tostado y harina de amaranto crudo. (Molsa, 2009).

Cuadro N°2 Receta de salpor de amaranto

Ingredientes	%p/p	Lbs	Onz	gramos
Harina Molsa Suave	50	0.5	8	227
Harina de amaranto	50	0.5	8	227
Azúcar	30	-	4 ¾	135
Manteca	27.5	-	4 ¼	128
Agua	31.25	-	5	142
Polvo de hornear	1.5	-	¼	7
Sal	1.5	-	¼	7
Huevos	3	-	¼	14.25

Rendimiento: 26 salpores de 42.75 gramos (1 ½ onza).

Procedimiento:

1. Pesar correctamente todos los ingredientes.
2. Cernir la harina y colocar al centro.
3. Hacer una corona con la harina y colocar al centro, agua, azúcar, huevos y sal, deshacerla bien y luego agregar maneca.
4. Incorporar la harina en forma envolvente.
5. Hacer figuras con la harina, colocar en una lata semiengrasada.
6. Hornear a 350 °F (176.67° C) por 20 a 25 minutos.

Nota: Las unidades de medición utilizadas corresponden a las de uso común en las panaderías de microempresarios que utilizan equipo de medición con estas escalas.

Pan Integral.

Cuadro N° 3 Receta de pan integral de amaranto

Ingredientes	%p/p	Lbs	Onz	gramos
Harina	100	2	32	912
Harina fuerte	40%		12 ¾	364.8
Harina integral	40%		12 ¾	364.8
Harina de Amaranto	20%		6 ½	182.4
Azúcar	3	-	1	28.5
Manteca	2	-	½	14.25
Agua	51.6	-	16 ½	470
Sal	1.5	-	½	14.25
Levadura	1	-	¼	7

Rendimiento: 17 panes de 28.5 gramos (1 onza); 1 pan de 285 gramos (10 onzas) y uno de 342 gramos (12 onzas).

Procedimiento:

1. Pesar correctamente todos los ingredientes.

2. Cernir la harina y colocar al centro.
3. Incorporar la harina y el resto de los ingredientes en una batidora casera o industrial.
4. Hacer figuras, colocar en una lata semiengrasada.
5. Dejar reposar por 1 hora para que fermente.
6. Hornear a 392 °F (200.0° C) por 20 minutos.

Evaluación Sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo realizando una prueba hedónica con un panel de 17 degustadores de una empresa, utilizando dos muestras por producto para cada uno, debidamente clasificados, se les proporcionó las siguientes muestras:

- Salpor: muestra patrón (base de trigo), seguido de los que contiene amaranto.
- Pan Integral: muestra patrón (base de trigo), seguido de los que contiene amaranto.
- Palitos: muestra patrón (base de trigo), seguido de los que contiene amaranto.

Las muestras evaluadas estaban a las mismas condiciones de temperatura, además de estar servidos de la misma manera como se consume normalmente.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante la prueba de chi cuadrado la cual permite establecer si existe o no diferencia significativa entre las muestras de pan sometidas a dicha evaluación.

Si existe diferencia significativa entre las muestras se descartará la que haya tenido menor cantidad de proteínas.

Si los resultados indican que no existen diferencia significativa entre las muestras analizadas se seleccionará la muestra que haya tenido mayor aceptación o que reporte un mayor contenido de proteínas.

Resultados del análisis

Este análisis compara el pan patrón y el pan de estudio, respecto a su sabor y aroma. Los resultados se muestran en los

siguientes cuadros, con sus respectivos gráficos.

Cuadro Nº4 Aceptación del sabor del salpor patrón y los de estudio

		Salpor patrón	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	9	53
Gusta moderadamente	4	8	47
Ni gusta ni gusta	3	0	0
Disgusta Moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0
		Salpor de amaranto c	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	4	24
Gusta moderadamente	4	13	76
Ni gusta ni gusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0

Continuación Cuadro Nº 4

Disgusta mucho	1	0	0
		Salpor amaranto T	
Categoría	Puntaje	N° de Panelistas	%
Gusta mucho	5	6	35
Gusta moderadamente	4	11	65
Ni gusta ni gusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0

Cuadro Nº 5 Aceptación del pan integral patrón y los de estudio

		Pan integral patrón	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	5	29
Gusta moderadamente	4	2	71
Ni gusta ni gusta	3	0	0
Disgusta Moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0
		Pan integral amaranto c	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	5	29
Gusta moderadamente	4	12	71

Ni gusta ni disgusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0
		Pan integral amaranto T	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	6	35
Gusta moderadamente	4	11	65
Ni gusta ni disgusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0

Cuadro Nº6 Aceptación de los palitos de pan patrón y los del estudio

		Palitos patrón	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	8	47
Gusta moderadamente	4	9	53
Ni gusta ni gusta	3	0	0
Disgusta Moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0
		Palitos de amaranto c	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%

Continuación de cuadro Nº6

Gusta mucho	5	3	18
Gusta moderadamente	4	14	82
Ni gusta ni disgusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0
		Palitos de Amaranto T	
Categoría	Puntaje	N° de panelistas	%
Gusta mucho	5	7	41
Gusta moderadamente	4	10	59
Ni gusta ni disgusta	3	0	0
Disgusta moderadamente	2	0	0
Disgusta mucho	1	0	0

CONCLUSION DE LA ACEPTACIÓN DE SABOR

Los productos en estudio con mayor aceptabilidad fueron los preparados con amaranto tostado, lo cual demuestra que al

tostar el amaranto mejora sus características organolépticas.

Se concluye que el introducir Harina de Amaranto en la formulación de productos de panificación, mejorará la cantidad de proteína de los panes preparados y si la harina de amaranto es tostada mejorara el sabor y aroma de los productos de panificación; a excepción del pan integral que bien puede ser utilizado con harina de amaranto crudo

Cuadro N°7 Aceptación o rechazo de las hipótesis

Tipo de pan	Ho
Salpor de amaranto crudo	Rechazada
Salpor de amaranto Tostado	Rechazada
Pan integral Amaranto Crudo	Aceptada
Pan integral amaranto tostado	Rechazada
Palito de amaranto	Rechazada
Palitos de amaranto tostado	Rechazada

En definitiva Sí existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre cada muestra en estudio y el patrón, a excepción del pan Integral con harina de Amaranto crudo.

Análisis Químico Proximal.

El análisis proximal se define como el esquema del análisis químico, mediante el cual se determina la composición de un alimento en término de sus principales grupos de nutrientes; y consta de las siguientes determinaciones:

- Humedad
- Proteína
- Cenizas
- Grasa
- Carbohidratos
- Fibra cruda

Para efectos de esta investigación se consideró solamente el análisis de las harinas en estudio. Los análisis obtenidos de cada muestra fueron desarrollados bajo el método de la AOAC (Association of Official Analytical Chemist 1984)

Cuadro N° 8 Resultado de las harinas en estudio

Composición g/100g	Harina de trigo suave	Harina de trigo fuerte	Harina de amaranto crudo
Humedad	12.78	14	7.7
Proteína	7.44	10.5	16.42
Grasa	1.26	1.40	7.1
Ceniza	0.59	0.62	2.98
Carbohidratos	75.32	77.58	67.8
Fibra	2.23	2.9	5.0
Composición g/100g	Harina de amaranto tostado	Mezcla 50% trigo 50% amaranto	Mezcla 80% trigo 20% amaranto
Humedad	5.2	9.04	12.26
Proteína	14.1	13.3	11.22
Grasa	6.7	3.48	1.64
Ceniza	2.6	1.60	1.02
Carbohidratos	63.2	69.26	74.7
Fibra	3.5	2.87	3.02

CONCLUSIONES

1. El amaranto es un recurso agrícola que, en el contexto de la economía globalizada puede realizar enormes beneficios económicos y agroindustriales para que El Salvador se consolide a la vanguardia de su desarrollo y aprovechamiento.
2. Desde la perspectiva social, el amaranto constituye una herramienta valiosa para incidir simultáneamente y de manera integral en el binomio desnutrición-pobreza.
3. Los agricultores pueden cultivar de manera alternada con el maíz para aprovechar ambos ciclos de cultivo y mejorar el rendimiento del suelo.
4. El mercado responde a la harina de soya para elaboración de mezclas de harina balanceadas, pero no conoce el amaranto.
5. El costo de la harina de soya es de 2.5 USD / Kg. en México (2009), lo que da un margen para que el amaranto pueda competir.

6. El proyecto es técnicamente viable, pero para llevarlo a la práctica requiere la intervención de varios sectores:
 - a. Gubernamental: Incentivos productivos.
 - b. Agrícola: Desarrollo de amplias zonas de cultivo.
 - c. Empresa Privada: Desarrollo de cadena de suministro.
 - d. Financiero: Mejorar las tasas de intereses.
 - e. Instituciones Educativas: Desarrollo de cultura de consumo.
7. El Salvador posee la superficie de cultivo requerida por la planta Industrial aquí propuesta, lo que permitirá que el costo de la materia prima se disminuya en un 18%, dándole margen al amaranto de competir agresivamente con la harina de soya.
8. Los agricultores pueden cultivar de manera alternada con el maíz para aprovechar ambos ciclos de cultivo y mejorar el rendimiento del suelo.
9. Se puede aprovechar la infraestructura actual de los molinos rurales de maíz y frijol para acondicionarlos con el fin de procesar la harina de amaranto, por el bajo costo de inversión y una tasa de retorno del 12 % después de 3 años de operación.

RECOMENDACIONES

1. Promover el cultivo de amaranto por muchas razones, tanto por el valor nutritivo como por su valor económico.
2. Para realizar este tipo de proyectos es necesario buscar la colaboración de diferentes entidades tanto gubernamentales como privadas que apoyen la iniciativa del cultivo de amaranto.
3. Aprovechar el cultivo de amaranto ya que las condiciones climáticas de nuestro país permite que los costos de cultivo de este se vean disminuidos.

BIBLIOGRAFIA

1. AMARANTH INSTITUTE (1987). "The amaranth" USA.
2. ARÉVALO, R. REYES, J. MARTÍNEZ, L. (2000). Fortificación Nutricional de Barquillos Mediante La Sustitución Parcial de Harina de Trigo Por Harina de Amaranto. Trabajo de graduación para optar al título de: Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad De El Salvador.
3. ARGUMEDO, W. ET AL (1999). Factibilidad tecnológica en la preparación de nachos y Corn chips fortificados con amaranto (*amaranthus cruentus*). Trabajo de graduación para optar al título de: Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad De El Salvador.
4. BAASEL, W. (1979) Preliminary Chemical Engineering Plant Design. Publicado por El Sevier, New York.
5. BIODIVERSITAS, (2008). Extracción parcial del boletín bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México.
6. BLANK – TARQUIN, (1999). Ingeniería Económica, 4a Edición. Mac. Graw Hill. USA.
7. BRESSANI, R. (1991). El amaranto, Inc, Avances en alimentación y nutrición. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Boletín 2 (II). 7-8p. Guatemala, C.A.
8. BRESSANI, R. (1991). Revista técnica "El Amaranto y su potencial" Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, C.A
9. BRESSANI, R, (1991). Artículo "Propiedades de la harina de amaranto y "Efectos de la temperatura en la harina de amaranto" Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, C.A

10. ESCOBAR, R. VALENCIA, T. (1993). Efecto de la fecha de siembra en cinco variedades de Amarantho, sobre el desarrollo de la planta, rendimiento y calidad de la semilla durante la estación lluviosa en San Andrés La Libertad. Trabajo de graduación para optar al título de: Ingeniero Agrónomo, Universidad De El Salvador.
11. ENCUESTAS DE INTENCIONES DE SIEMBRA DE GRANOS BÁSICOS. (2005/2006). Ministerio de Agricultura y Ganadería División de Estadísticas Agropecuarias.
12. ESTUDIOS Y DISEÑOS AGROINDUSTRIALES (2007). Ingeniería para molineros, www.quiminet.com
13. INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CEREALES Y DE GRANOS ANDINOS. (1998). Lima, Perú. [www.fao.org/cultivos andinos](http://www.fao.org/cultivos-andinos)
14. JENSEN, J. (2006) Introducción a la producción de alimentos balanceados. Skiold. www.losseibos.com
15. LA EMPRESA SAN MIGUEL DE PROYECTOS AGROPECUARIOS S.P.R. de R.S., (2008). www.sanmiguel.com.mx
16. LÓPEZ, A. ET AL (1998). Elaboración de un Alimento Infantil de Alto Valor Nutricional a Base de Amarantho-Arroz y Amarantho – Maíz. Trabajo de graduación para optar al título de: Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad De El Salvador.
17. MARTÍNEZ DE MARTELL, C. (1988). Evaluación en adultos Humanos de la calidad proteínica del grano de amarantho sometido a varios procesos tecnológicos. Trabajo de graduación para optar al título de: Máster en Ciencias Químicas y Farmacias, Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. MC CABE- SMITH (1995), Operaciones Unitarias en Ingeniería Química 4ª Edición. Mc. Graw Hill. USA.
19. MUÑOZ, F. GAYTÁN, G. (2005). Fabricación de una máquina para reventar granos de Amarantho, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Universidad Agraria de la Habana Cuba.
20. NIETO, J. (1990), El cultivo de amarantho una alternativa agronómica para Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Publicación Miscelánea N°52. Quito, Ecuador.
21. ROBERTSON, K.R. (1981). The General of Amaranthaceae in the south eastern United States. Journal of The Arnold Arboretum 62 (3): 267-314.
22. SANTAMARÍA, M. BERGANZA, B. (1989). Revista Técnica “El amarantho y su uso en las panaderías rurales de El Salvador”. Facultad Multidisciplinaria de Occidente. Universidad de El Salvador.
23. SOLANO, R. (2002). Cuantificación del ácido fólico en cuatro harinas del grano de amarantho obtenidas con diferentes tratamientos y el grano sin tratar. Trabajo de graduación para optar al título de: Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad De El Salvador.
24. SEMINARIO TALLER (2009). “Tecnología del Pan”. Escuela de panificación Alfonso Álvarez Lemus MOLINOS DE EL SALVADOR S.A DE C.V
25. TAPIA, M. (1997). Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. 2a Edición. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Oficina Regional para América Latina y el caribe. Santiago, Chile.
26. THOMAS y KRISHNAMURTHY. (1988), Grano de Amarantho, Salvador de las dietas a base de cereales. Archivo latinoamericano,

El amaranto y su potencial, Boletín
34, 12p.

27. UES – CENTA (1991) Amaranto
Preparación de Alimentos.
Investigación desarrollada por la
Facultad Multidisciplinaria de
Occidente, Universidad De El
Salvador y el Centro de Tecnología
Agrícola (CENTA). Publicación
apoyada por el Instituto de Nutrición
de Centro América y Panamá
(INCAP) y (OMS).

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Se encontraron 14 trabajos de graduación en la Universidad de El Salvador comprendidos en el periodo de 1990 a 2010, que tienen como objeto de estudio alimentos para consumo humano elaborados con base en amaranto y sus mezclas.
2. Basados en las investigaciones revisadas, se evidencia que hay muchos alimentos con base en amaranto que son aceptados por la población y tienen contenidos nutricionales elevados. Algunos de los productos de mayor aceptación y calidad nutricional reportados en los trabajos de graduación recopilados fueron: Pan dulce, Pastelitos, Pan tostado, Pan de amaranto crudo, Salpores, Galletas de trigo-amaranto, Pasta amaranto - trigo, Barquillo Trigo - amaranto, Dulce de amaranto, Nachos amaranto – arroz, Cornchips de Amaranto – arroz, Horchatas de amaranto, Atol de amaranto Nixtamalizado - arroz, Atol de amaranto Nixtamalizado – maíz y pastas alimenticias.
3. Los cereales que han predominado para realizar las mezclas más nutritivas con el grano de amaranto son arroz y trigo. Encontrándose que las mejores mezclas son: Amaranto – arroz, Amaranto - Trigo, y se utilizan al 30% de amaranto y el Arroz o Trigo al 70%.
4. La Facultad que más trabajos de investigación ha realizado en la Universidad de El Salvador de productos alimenticios para consumo humano elaborados con base en *Amaranthus spp* (amaranto) y sus mezclas en el periodo investigado, fue la Facultad de Química y Farmacia.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Apoyar la investigación nutricional como la agronómica sobre el *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypocondriacus* (amaranto) ya que son muy importantes como alimento humano.
2. A los docentes de las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador, que continúen con este tipo de investigaciones y realicen trabajos de recopilación de otros periodos con otros granos o alimentos que tengan gran potencial agronómico y nutricional.
3. Dar a conocer a través de la Universidad de El Salvador, a todas las personas que elaboran productos de panificación, bebidas etc.; la importancia económica y nutricional que este cereal tiene, para que lo incorporen en sus productos.
4. Incentivar mediante las instituciones relacionadas con la Agroindustria el cultivo y la producción del grano de amaranto para ayudar a que la población supere deficiencias nutricionales marcadas en los sectores más vulnerables.
5. Proponer a la Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de El Salvador (COSAN-UES) que se dé a conocer esta investigación para favorecer la Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Comunidad Universitaria.

BIBLIOGRAFIA

1. Alas Marín 1992. L.E. Elaboración de productos a base de amaranto y su aceptación en niños de edad preescolar en la guardería “Armin Mattli” de San Salvador. Universidad de El salvador, Facultad de Medicina.
2. Arévalo Peraza R. A. 2001. Elaboración de Pastas Alimenticias de Harina Blanca de Trigo Fortificadas con Amaranto (*Amaranthus cruentus*). Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
3. Arévalo Rodríguez. R.M 2000. Fortificación Nutricional de Barquillos Mediante la Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Amaranto. Universidad de el Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
4. Argumedo Catota. W.A. 1999. “Factibilidad Tecnológica en la Preparación de Nachos y Corn Chips Fortificados con Amaranto (*Amaranthus cruentus*)”. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
5. Ayala Arévalo L. G. 2006. Elaboración de una Formula de Harina para Horchata que Sustituya en su Composición un Porcentaje de Grano de *Oryza sativa* (Arroz) por *Amaranthus cruentus* (Amaranto). Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
6. Barahona. J.S. 1995. Determinación y Comparación de los Contenidos de Grasa, Proteínas y Lisina, en la Semilla de Amaranto (*Amaranthus cruentus sp*) Sometida a Tratamiento Radiológico, Obtenida en la

Primera Generación con Relación a la Semilla no Irradiada. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.

7. Barrientos Magaña J. P. 2006. Variabilidad en el Contenido de Aceite y Escualeno en 21 variedades de Amaranto. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
8. Carpio Escobar J M S. 2009. Estudio de Factibilidad Técnica para la Producción de Harina de Amaranto (*Amaranthus spp.*) Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería Agronómica.
9. Diccionario de la Lengua Española, 23 edición 2014, Madrid España.
10. Escobar Lechuga R.A. 1993. Efecto de la Fecha de Siembra en Cinco Variedades, 7 Usa, 8 Usa, 20 Usa y 17 Guatemala “Amaranto” *Amaranthus cruentus*, Sobre el Desarrollo de la Planta, Rendimiento y Calidad de la Semilla Durante la Estación Lluviosa en San Andrés, La Libertad. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
11. Funes Figueroa I.I. 1992. Determinación de la Composición Química Proximal y Evaluación sensorial, de productos Alimenticios elaborados utilizando amaranto, cultivado en la zona occidental de El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
12. López Araya C. I., 1998. Elaboración de un alimento infantil de alto valor nutricional a base de amaranto (*amaranthus cruentus*) – arroz (*Oriza sativa*) y amaranto (*amaranthus cruentus*) – maíz (*Zea mays*). Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.

13. Moran Moran A.W. 1995. Cuantificación del Escualeno en el Aceite del Grano de Amaranto, Cultivado en Tres Localidades a Diferentes Universidades de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
14. Reyes Valiente L.A. 1993. Utilización del Grano de Amaranto y Elaboración de Horchata, Atole y Dulce. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
15. Seguridad Alimentaria y Nutricional Conceptos básicos [citado 22 de abril de 2014] Disponible en: www.fao.org
16. Solano Jiménez, R.P. 2002. Cuantificación del Contenido de Ácido Fitico en Cuatro Harinas del Grano de Amaranto Obtenidas con Diferentes Tratamientos y en el Grano sin Tratar. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia.
17. Universidad de El Salvador. Altitudes de la zona Occidental de El Salvador. 1995.

GLOSARIO ⁽¹⁰⁾

1. **Alegrías:** Dulce fabricado con semillas de amaranto y miel o azúcar y otro tipo de semillas como maní, ajonjolí entre otros.
2. **Granola:** Alimento formado por nueces, amaranto copos de avena mezclados con miel y otros ingredientes naturales.
3. **Hojuelas:** Dulce que se elabora con una hoja fina de masa de harina frita en aceite.
4. **Tortillas:** Preparación alimenticia hecha con masa de maíz Nixtamalizado u otro tipo de harina. Tiene forma circular y aplanada.
5. **Horchata:** Horchata es una bebida azucarada que, dependiendo de los productos utilizados para su elaboración, puede denominarse como: horchata de morro, arroz, ajonjolí, de coco, de amaranto etc.
6. **Formula 16-20-0:** Numeración hace referencia a la concentración de nitrógeno, fosforo y potasio (NPK) necesarios para que la planta se desarrolle.
7. **Pulgones:** Familia de insectos homópteros encuadrada en el suborden Sternorrhyncha. Pequeños y de morfología poco variada, son universalmente conocidos como pulgones.
8. **Lisina:** Aminoácido componente de las proteínas sintetizadas por los seres vivos. Es uno de los 10 aminoácidos esenciales para los seres humanos.
9. **SAN:** Seguridad Alimentaria y Nutricional.
10. **Postcosecha:** Conocimiento de los procesos adecuados que se le hacen a un producto cosechado y la tecnología de manejo necesario que se le hace en estado natural y fresco.
11. **Vía campesina:** Movimiento internacional que coordina organizaciones campesinas, pequeños y medianos productores, mujeres rurales, comunidades indígenas, gente sin tierra, jóvenes rurales y trabajadores agrícolas migrantes.

12. Dumping: Practica donde una empresa establece un precio inferior para los bienes exportados que para los costos de producción que tiene la empresa desde el país donde se importan esos bienes sacando de competencia a la empresa local.

ANEXOS

ANEXO N° 1

**PROCEDIMIENTO ARTESANAL PARA LA ELABORACIÓN DE LA HARINA
DE AMARANTO ⁽¹⁵⁾**

HARINA DE AMARANTO

METODO 1:

Se lleva a cabo en dos etapas:

- Preparación del grano
- Reventado

PREPARACION DEL GRANO:

1. Se limpia el grano
2. Si está muy sucio se lava con agua caliente.
3. Luego se expone al sol hasta que se seque.

REVENTADO DEL GRANO:

El procedimiento es el siguiente:

1. Se enciende el fuego y se pone a calentar un comal (o cacerola)
2. Una vez caliente el comal (o cacerola) se procede a reventar el grano en pequeñas cantidades; el grano debe estar regado por toda la superficie caliente, son aproximadamente de 20 a 25 segundos, suficientes para que reviente la mayor parte.
3. Se retira del fuego inmediatamente después de que ha reventado utilizando una tusa o escobilla.
4. Recoger el amaranto ya reventado en un recipiente limpio y seco.
5. El grano reventado se pasa por un colador fino, para separar los granitos que no reventaron y los que se quemaron, obteniéndose una harina más clara.
6. El grano reventado se pasa por un molino hasta obtener una harina fina.

METODO 2

Se lleva a cabo en cuatro partes:

1. El grano se hierva por 10 minutos en agua con cal. Para una libra de grano se puede usar una y media cucharadita de cal.
2. Una vez pasados los 10 minutos, se retira del fuego y se lava con abundante agua sobre un colador fino.
3. Se deja escurrir y se pone a secar al sol.
4. Una vez seco se muele y se obtiene una harina fina; la ventaja de este proceso de nixtamalización del grano es que se obtiene una harina con mayor estabilidad y mejor vida de anaquel.

ANEXO N° 2

RECETAS DE GRANO DE AMARANTO ⁽¹⁵⁾

SALPOR DE AMARANTO 1

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	25.0 g
Harina de trigo	75.0 g
Azúcar	42.0 g
Grasa (Mantequilla o margarina)	40.0 g
Polvo para hornear	1.0 g
Agua	16.0 mL
Vainilla	2.0 mL

PROCEDIMIENTO:

1. En un recipiente se mezclan los componentes secos.
2. Se añade la margarina y se mezclan bien hasta quedar una mezcla homogénea.
3. Se incorpora el agua lo más disperso posible (Agua + vainilla) se amasa y se deja reposar por unos segundos.
4. Extender la masa con un rodillo a una altura de 4mm.
5. Se cortan los salpores con un molde y se colocan en una bandeja previamente engrasados y luego enharinada
6. Hornear a 350°C por aproximadamente 20 minutos.

Composición química del salpor con 25% de amaranto:

Humedad	2.1 %
Proteína	11.0 %
Grasa	17.5 %
Fibra cruda	0.6 %
Cenizas	1.4 %
Carbohidratos	68 %

SALPOR DE AMARANTO 2

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	50.0 g
Harina de trigo	50.0 g
Azúcar	42.0 g
Grasa (Mantequilla o margarina)	40.0 g
Polvo para hornear	1.0 g
Agua	16.0 mL
Vainilla	2.0 mL

PROCEDIMIENTO:

1. En un recipiente se mezclan los componentes secos.
2. Se añade la margarina y se mezclan bien hasta quedar una mezcla homogénea.
3. Se incorpora el agua lo más disperso posible (Agua + vainilla) se amasa y se deja reposar por unos segundos.
4. Extender la masa con un rodillo a una altura de 4mm.
5. Se cortan los salpores con un molde y se colocan en una bandeja previamente engrasados y luego enharinada
6. Hornear a 350°C por aproximadamente 20 minutos.

Composición química del salpor con 25% de amaranto:

Humedad	2.9 %
Proteína	8.9 %
Grasa	18.2 %
Fibra cruda	1.3 %
Cenizas	1.6 %
Carbohidratos	68.4 %

HORCHATA DE AMARANTO 1

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	15.0 g
Harina de ajonjolí	40.0 g
Harina de arroz	45.0 g
Canela	12.0 g
Nuez moscada	4.0 g

PROCEDIMIENTO:

1. Se prepara la harina de amaranto reventado (ver método de preparación de harina)
2. Tostar las semillas de ajonjolí y arroz por separado, con el cuidado de que el arroz quede bien tostado y el ajonjolí ligeramente tostado.
3. Luego se pesan las cantidades requeridas y se muelen en un molino de disco (nixtamal).

PREPARACION:

- Agregar agua y azúcar al gusto, y si lo prefiere helado agregue hielo.

Composición química de la Horchata de Amaranto 1

Humedad	0.8	%
Proteína	16.8	%
Grasa	21.7	%
Fibra cruda	4.1	%
Cenizas	2.9	%
Carbohidratos (Por diferencia)	57.8	%

HORCHATA DE AMARANTO 2

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	25.0	g
Harina de ajonjolí	40.0	g
Harina de arroz	35.0	g
Canela	12.0	g
Nuez moscada	4.0	g

PROCEDIMIENTO:

1. Se prepara la harina de amaranto reventado (ver método de preparación de harina)
2. Tostar las semillas de ajonjolí y arroz por separado, con el cuidado de que el arroz quede bien tostado y el ajonjolí ligeramente tostado.
3. Luego se pesan las cantidades requeridas y se muelen en un molino de disco (nixtamal).

PREPARACION:

- Agregar agua y azúcar al gusto, y si lo prefiere helado agregue hielo.

Composición química de la Horchata de Amaranto 2

Humedad	1.1	%
Proteína	16.9	%
Grasa	23.8	%
Fibra cruda	2.5	%
Cenizas	3.1	%
Carbohidratos (Por diferencia)	55.1	%

HORCHATA DE AMARANTO 3

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	35.0	g
Harina de ajonjolí	40.0	g
Harina de arroz	25.0	g
Canela	12.0	g
Nuez moscada	4.0	g

PROCEDIMIENTO:

1. Se prepara la harina de amaranto reventado (ver método de preparación de harina)
2. Tostar las semillas de ajonjolí y arroz por separado, con el cuidado de que el arroz quede bien tostado y el ajonjolí ligeramente tostado.
3. Luego se pesan las cantidades requeridas y se muelen en un molino de disco (nixtamal).

PREPARACION:

- Agregar agua y azúcar al gusto, y si lo prefiere helado agregue hielo.

Composición química de la Horchata de Amaranto 3

Humedad	1.2	%
Proteína	18.0	%
Grasa	24.9	%
Fibra cruda	2.6	%
Cenizas	3.4	%
Carbohidratos (Por diferencia)	52.5	%

HORCHATA DE AMARANTO 4

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	3	libras
Semilla de morro	½	libra
Ajonjolí	3	libras
Arroz	1 ½	libras
Cacahuete	1	libra
Canela en rama	½	libra
Nuez moscada	2	nueces
Semilla de ayote	½	libra
Culantro	½	libra

PROCEDIMIENTO:

1. Limpiar las materias primas.
2. Tostar materias primas individuales a fuego moderado (de 5 a 10 min.).
3. Mezclar materiales.
4. Moler hasta obtener polvo fino.
5. Empacar.
6. Almacenar.

ELABORACION DEL REFRESCO:

- Diluir 3 cucharadas de horchata en un vaso de agua y agregar azúcar al gusto. Servir con hielo. Agregar agua y azúcar al gusto, y si lo prefiere helado agregue hielo.

Composición química de la Horchata de Amaranto 4

Humedad	2.0 %
Proteína	19.7 %
Grasa	27.4 %
Fibra cruda	7.4 %
Cenizas	3.3 %
Carbohidratos (Por diferencia)	47.6 %

QUIEBRADIENTES (Dulce típico salvadoreño)

INGREDIENTES:

Semilla de amaranto reventado	40.0 g
Semilla de ajonjolí (tostado)	40.0 g
Semilla de cacahuete (Tostado)	40.0 g
Dulce de panela	280.0 g
Agua	50.0 mL

PROCEDIMIENTO:

1. En una olla, pulverizar la panela y agregar agua hasta disolver.
2. Colocar la olla en la cocina y calentar a fuego lento agitándola constantemente, y al comenzar a hervir se mantiene durante 3 minutos.
3. Retirar del fuego.

4. Agregar las semillas previamente mezcladas, con agitación constante.
5. Colocar en un molde plano (Bandeja) y se cortan en trozos (Prueba para determinar el punto de la miel: en un recipiente con agua, se deja caer gotas de miel; si se solidifican como caramelo, ese es el punto adecuado.)

Composición química del Dulce Quebradientes de Amaranto (%):

Humedad	7.8 %
Proteína	9.0 %
Grasa	10.6 %
Fibra cruda	0.7 %
Cenizas	1.8 %
Carbohidratos (Por diferencia)	70.8 %

ATOLE DE AMARANTO

INGREDIENTES:

Harina de amaranto	46.0 g
Harina de maíz	96.0 g

PROCEDIMIENTO:

1. Limpiar el maíz y el amaranto
2. Tostar el maíz a fuego lento y moler hasta obtener un polvo fino.
3. Preparar aparte la harina de amaranto (Revisar procedimiento de elaboración de harina)
4. Luego mezclar las harinas, empacar y almacenar.

ELABORACION:

1. Agregar 2 cucharadas de harina compuesta (atole) en un vaso de agua.
2. Poner a fuego lento hasta hervir.
3. Agregar azúcar al gusto y canela.

Composición química del Atole de Amaranto (%):

Humedad	6.5 %
Proteína	13.7 %
Grasa	4.9 %
Fibra cruda	2.8 %
Cenizas	1.9 %
Carbohidratos (Por diferencia)	73.0 %

ANEXO N° 3

RECETAS DE HOJAS DE AMARANTO ⁽¹⁵⁾

AMARANTO SUDADO

INGREDIENTES:

- 1 mazo de hojas tiernas de amaranto
- 1 cebolla mediana
- 1 tomate mediano
- 1 cucharadita de sal
- ½ barra de margarina o aceite
- Agua

EQUIPO:

- 1 guacal pequeño.
- 1 cuchillo.
- 1 tabla de picar.
- 1 cacerola
- 1 cuchara.

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar las hojas, cebolla y tomate.
2. Picar las hojas, cebolla y tomate lo mas fino posible.
3. Colocar un recipiente al fuego y fundir la margarina.
4. Agregar las hojas, cebolla y tomate picado, sal y agua, dejar que se cuezan, taparlos, remover de vez en cuando, bajar hasta que ablanden.
5. Puede dejar las hojas con poquito jugo o bien secas según se prefiera.
6. Consumirlas solas o acompañadas con frijol, arroz frito, macarrones etc.
Fríos o calientes.

Composición química del amaranto sudado:

La preparación del amaranto sudado tiene 14.3% de proteína, 34.25 de grasa y 16% de minerales.

TORTA DE AMARANTO (hoja tierna)

INGREDIENTES:

- 1 mazo de hojas de amaranto
- 1 cebolla mediana
- 1 tomate mediano
- 5 masas para tortilla ó 2 tazas de okara* (Soya)
- 3 cucharadas de harina de trigo
- 2 huevos grandes
- 1 cucharada de sal
- ¼ de botella de aceite

(*) Masa resultante después de extraer la leche de soya.

EQUIPO:

- 1 guacal pequeño
- 1 cuchillo
- 1 tabla de picar
- 1 cacerola
- 1 cuchara
- 1 plato pacho

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar las hojas, cebolla y tomate.
2. Picar las hojas, cebolla y tomate lo más fino posible.
3. En un recipiente colocar la masa para tortilla ó la okara de soya, las verduras, las hojas picadas, la harina de trigo, sal y huevos.
4. Calentar el aceite.

5. Hacer tortas y sumergir en el aceite caliente, y esperar a que doren ambos lados.
6. Servir con queso rallado o con salsa de tomate, puede usarse como relleno para panes.

Composición química de la torta de amaranto (%):

Humedad	4.4	%
Proteína	18.4	%
Grasa	21.5	%
Fibra cruda	5.3	%
Cenizas	4.8	%
Carbohidratos (Por diferencia)	50.9	%

PUPUSAS DE AMARANTO (hojas tiernas)

INGREDIENTES:

- 1 mazo de hojas más cogollos tiernos
- 1 cebolla mediana
- 1 tomate mediano
- ½ barra de margarina
- 1 cucharadita de sal
- 2 cubitos o sazónador
- 10 masas para tortillas

EQUIPO:

- 1 guacal mediano
- 1 cuchillo
- 1 tabla de picar
- 1 cacerola
- 1 cuchillo
- 1 comal
- 1 fogón o cocina
- 1 bolsa plástica

PROCEDIMIENTO:

1. Lavar las hojas y cogollos, tomate y cebolla.
2. Picar bien las hojas, cebolla y tomate lo más fino posible.
3. En una cacerola sofreír en margarina las hojas, cebolla y tomate, hasta que se suavicen las hojas. Agregar sazónador y sal.
4. Hacer la tortilla con el relleno, colocar en el comal caliente hasta que se cuezan ambos lados. Colocar en manta y plásticos.
5. Servir calientitas, con chilito y encurtido de repollo.

Composición química de la pupusa de Amaranto (%):

Humedad	4.8	%
Proteína	16.3	%
Grasa	22.2	%
Fibra cruda	3.7	%
Cenizas	4.3	%
Carbohidratos (Por diferencia)	52.4	%

ANEXO N° 4

**CARTA DE RECEPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, ENTREGADO
A LA COMISIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (COSAN-UES).**

Ciudad Universitaria, 30 de junio de 2016

Maestro
Reynaldo López Carrillo
Coordinador
Comisión de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Universidad de El Salvador

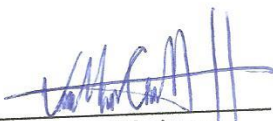
Presente

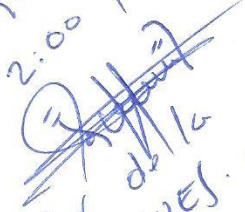
Estimado Maestro López Carrillo:

Le saludo cordialmente deseando éxitos en sus labores diarias. Por medio de la presente se le hace entrega de un ejemplar de la investigación bibliográfica denominada: **Recopilación de Investigaciones que se han Desarrollado en la Universidad de El Salvador de Productos Alimenticios para Consumo Humano Elaborados con Base en *Amaranthus spp* (Amaranto) y sus Mezclas**, con el objeto que como comisión valoren dar a conocer dicha investigación a la Comunidad Universitaria para favorecer la Seguridad Alimentaria y Nutricional en nuestra población.

Sin más que agregar, quedo agradecido con su persona.

Atentamente:


Víctor Córdova

13/07/16
Recibido
2:00 PM

Coordinador de la
COSALVOES. -