

21
29/

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE QUIMICA

**AMARANTO: SU IMPORTANCIA EN LA
ALIMENTACION EN MEXICO**

**TRABAJO MONOGRAFICO DE
ACTUALIZACION
PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA EN ALIMENTOS
PRESENTA:
JURADO RENTERIA ROSA ADRIANA**

ASESOR DE TESIS: I.Q. ERNESTO PEREZ SANTANA.

MEXICO, D. F.

1998.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

268148



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE

ERNESTO PEREZ SANTANA

VOCAL

ANTONIO TORRES TELLO DE MENESES

SECRETARIO

FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ

1er. SUPLENTE

MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES

2do. SUPLENTE

ALFREDO SALAZAR ZAZUETA

Lugar en donde se desarrollo el tema:

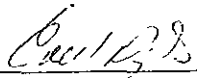
Biblioteca de la Facultad de Química

Biblioteca Central

Biblioteca del Instituto Nacional de la Nutrición


ASESOR

I.Q. ERENESTO PEREZ SANTANA



SUSTENTANTE

JURADO RENTERIA ROSA ADRIANA



AGRADECIMIENTOS

A ti Señor por este amor tan intenso que nos mantiene vivos y por enseñarme a encontrar la verdad, te dedico este trabajo tan humilde, hecho con gran amor para ti.

*A las personas que más quiero y por tener la gran fortuna de ser su hija.....Gracias
Papá y Mάma.*

Con cariño a mis hermanos Araceli y Alejandro.

A todos mis amigos por compartir junto conmigo esta aventura, que a través de este viaje tenemos la fortuna de conocernos.

Al Dr. Alfredo Sanchez-Marroquín, por tener la suerte de conocerlo y por su amable ayuda.

Al I.Q. Ernesto Pérez Santana por sus enseñanzas y la oportunidad de realizar este trabajo.

Gracias a todos, esperando que este trabajo sea de gran utilidad, para los que quieran conocer algo más que el dulce "alegría".

INDICE

INDICE DE TABLAS.....	4
INDICE DE GRAFICAS.....	5
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	6
INTRODUCCION.....	7
OBJETIVOS.....	9
RESUMEN.....	10
I. GENERALIDADES DEL AMARANTO	
1.1 ASPECTOS HISTORICOS.....	13
1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AMARANTO.....	18
1.2.1. ASPECTOS BOTANICOS DEL AMARANTO.....	19
1.2.2. DESCRIPCION DE LA SEMILLA DEL AMARANTO.....	20
1.2.3. ORIGEN.....	21
1.2.4. CULTIVO.....	22
1.2.5. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS.....	25
1.2.5.1. CLIMA.....	25
1.2.5.2. SUELO.....	25
1.2.6. PLAGAS.....	26
1.3. PRODUCCION.....	27
1.4. COMPARACION DE LA SEMILLA DEL AMARANTO CON LOS CEREALES.....	32
2. PERFIL BROMATOLOGICO DEL AMARANTO.....	35
2.1. SEMILLAS.....	35
2.2. PROTEINAS.....	36
2.2.1. FRACCIONES PROTEINICAS.....	38
2.3. AMINOACIDOS.....	40
2.3.1. CONTENIDO DE LISINA.....	43

2.4. HIDRATOS DE CARBONO.....	45
2.4.1. ALMIDON.....	45
2.5. LIPIDOS.....	46
2.6. VITAMINAS.....	46
2.7. MINERALES.....	48
2.8. HARINA DE AMARANTO.....	49
2.9. HOJAS Y TALLOS DE LA PLANTA DEL AMARANTO.....	50
2.11. FACTORES ANTINUTRITIVOS.....	52
2.12. TRATAMIENTO TERMICO QUE MODIFICA LA COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO.....	54
3. LA ALIMENTACION EN MEXICO.....	57
3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL REGIMEN ALIMENTARIO.....	58
3.2. PROBLEMAS DE FALTA DE DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS ALIMENTOS.....	58
3.3. CONSUMO FAMILIAR DE ALIMENTOS EN MEXICO EN LA ZONA METROPOLITANA.....	59
3.3.1. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN LA ZONA METROPOLITANA.....	60
3.4. CONSUMO FAMILIAR DE ALIMENTOS EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL.....	61
3.4.1. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL.....	63
3.5. SUMARIO DE LA NUTRICION EN MEXICO.....	63
4. ALTERNATIVAS EN EL USO DEL AMARANTO.....	68
4.1. MEJORAMIENTO PROTEICO EN LOS ALIMENTOS.....	69
4.2. USOS DEL AMARANTO.....	70
4.2.1. AMARANTO COMO VERDURA.....	72
4.2.2. AMARANTO COMO CEREAL.....	72
4.2.3. HARINA DE AMARANTO.....	73
4.2.4. DIVERSOS USOS DEL AMARANTO.....	74
4.3. ENRIQUECIMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DE LA TORTILLA.....	75

4.4. PRODUCTOS DE PANADERIA A BASE DE AMARANTO.....	76
4.5. UTILIZACION DE LA HARINA DE AMARANTO PARA CELIACOS.....	78
4.6. AMARANTO: COMO AGENTE ESPESANTE.....	79
4.7. PRODUCTOS COMERCIALES DE AMARANTO.....	80
4.8. EL AMARANTO PARTE DE LA ALIMENTACION EN MEXICO.....	82
4.8.1. AMARANTO RICO EN LISINA.....	89
4.9. EL AMARANTO EN LA DISMINUCION DE LA DESNUTRICION.....	91
CONCLUSIONES.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	96

INDICE DE TABLAS

No.1. PRODUCCION AGRICOLA DEL AMARANTO 1996 y 1997.....	27
No.2. COSTOS DE PRODUCCION DEL MUNICIPIO DE XOCHIMILCO.....	28
No.3. CALIFICACION QUIMICA Y VALOR CALORICO DE ALGUNOS CEREALES Y DEL AMARANTO.....	33
No.4. COMPOSICION GENERAL DE LAS SEMILLAS DEL AMARANTO.....	35
No.5. COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DEL AMARANTO Y OTRAS SEMILLAS.....	37
No.6. PROPORCION DE FRACCIONES PROTEINICAS DE DIFERENTES SEMILLAS EXTRAIDAS DE ACUERDO A SU COMPOSICION.....	39
No.7. CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL AMARANTO Y OTRAS SEMILLAS.....	41
No.8. AMINOGRAMA COMPLETO DE LA SEMILLA DEL AMARANTO.....	41
No.9. COMPOSICION DE HIDRATOS DE CARBONO EN LA SEMILLAS DE AMARANTO.....	45
No.10. CARACTERISTICAS DEL GRANULO DEL ALMIDON DEL AMARANTO Y DE DIFERENTES PROCEDENCIAS.....	46
No.11. CONTENIDO DE LIPIDOS EN LA SEMILLA DE AMARANTO.....	47
No.12. CONCENTRACION MEDIA DE ALGUNAS VITAMINAS EN LAS SEMILLAS DE AMARANTO.....	47
No.13. CONCENTRACION DE ALGUNOS ELEMENTOS INORGANICOS EN SEMILLAS DE AMARANTO.....	48

No.14 ANALISIS DE HARINAS INTEGRALES.....	49
No.15. ANALISIS PROXIMAL DE LAS HOJAS Y DEL TALLO DE AMARANTO.....	51
No.16. VALOR NUTRICIONAL DEL AMARANTO EN RELACION CON OTRAS HORTALIZAS.....	51
No.17. ALGUNAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA PROTEINA DE A. CAUDATUS SOMETIDA A DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS..	54
No.18 CONTRIBUCION DE NUEVE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS AL APORTE ENERGETICO Y PROTEINICO DIARIO MEDIO.....	64
No.19 PRECIO DE 100 KILOCALORIAS Y DE UN GRAMO DE PROTEINA DE ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONSUMIDOS EN LA CIUDAD DE MEXICO, COMPARADOS CON EL AMARANTO.....	88

INDICE DE GRAFICAS

No.1. ESTRUCTURA DEL COSTO DE PRODUCCION POR ACTIVIDAD DEL AMARANTO.....	30
No.2. ESTRUCTURA DEL COSTO DEL PRODUCCION DEL AMARANTO POR INSUMO Y MANO DE OBRA	30
No.3. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE AMARANTO EN MEXICO.....	31
No.4. PRODUCCION AGRICOLA DE LAS PRINCIPALES SEMILLAS EN MEXICO.....	31
No.5. PORCENTAJE DE PROTEINA.....	44
No.6. PORCENTAJE DE LISINA.....	44

No.14 ANALISIS DE HARINAS INTEGRALES.....	49
No.15 ANALISIS PROXIMAL DE LAS HOJAS Y DEL TALLO DE AMARANTO.....	51
No.16. VALOR NUTRICIONAL DEL AMARANTO EN RELACION CON OTRAS HORTALIZAS.....	51
No.17. ALGUNAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA PROTEINA DE A. CAUDATUS SOMETIDA A DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS	54
No.18 CONTRIBUCION DE NUEVE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS AL APORTE ENERGETICO Y PROTEINICO DIARIO MEDIO.. ..	64
No.19. PRECIO DE 100 KILOCALORIAS Y DE UN GRAMO DE PROTEINA DE ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONSUMIDOS EN LA CIUDAD DE MEXICO. COMPARADOS CON EL AMARANTO	88

INDICE DE GRAFICAS

No.1 ESTRUCTURA DEL COSTO DE PRODUCCION POR ACTIVIDAD DEL AMARANTO.....	30
No.2. ESTRUCTURA DEL COSTO DEL PRODUCCION DEL AMARANTO POR INSUMO Y MANO DE OBRA.....	30
No.3. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE AMARANTO EN MEXICO.....	31
No.4. PRODUCCION AGRICOLA DE LAS PRINCIPALES SEMILLAS EN MEXICO.. ..	31
No.5. PORCENTAJE DE PROTEINA.	44
No 6. PORCENTAJE DE LISINA.....	44

No.7 PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN LA ZONA METROPOLITANA EN LA CIUDAD DE MEXICO (ESTRATO ALTO).....	66
No.8. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN LA ZONA METROPOLITANA EN LA CIUDAD DE MEXICO (ESTRATO BAJO).....	66
No.9. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS A NIVEL NACIONAL EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL.....	66
No.10. COMPLEMENTACION DEL MAIZ / AMARANTO.....	77
No.11. COMPLEMENTACION DE LA HARINA DE TRIGO / AMARANTO.....	77
No.12. PRESENTACION GRAFICA DE LOS GRUPOS DE ALIMENTACION PARA LA ORIENTACION ALIMENTARIA Y PROPORCION QUE DEBEN APORTAR LA ENERGIA TOTAL DE LA DIETA.....	82

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

No.1 AREAS DE ORIGEN Y USOS DEL AMARANTO.....	21
No.2. RECOMENDACIONES Y CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES DE AMARANTO.....	23
No. 3 COMPONENTES NUTRITIVOS DE AMARANTO.....	87

FIGURAS

No.1. USOS DEL AMARANTO.....	71
No.2. BALANCE DE AMINOACIDOS ESENCIALES.....	90

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas actuales que afectan a los países en vías de desarrollo es la desnutrición. Esta afecta principalmente a los grupos más vulnerables como son: los niños, mujeres embarazadas y en lactancia, siendo la causa de diversas enfermedades e incluso la muerte.

Para evitar la desnutrición es necesario tener una dieta completa; los cereales son la principal fuente de energía y proteína, no porque sean ricos en ella, sino porque se consumen en mayor proporción que otros alimentos, estos deben complementarse para cubrir sus deficiencias de ciertos aminoácidos, lo que permite tener una nutrición completa, y así contenga todos los nutrimentos en las cantidades necesarias para que el organismo se encuentre saludable, sin embargo en nuestro país existen grupos poblacionales, que no tienen una dieta completa debido a que en su alimentación básica, esta dada sólo por los cereales y el análisis nutricional de los cereales ha demostrado que sus proteínas no cubren los requerimientos necesarios de ciertos aminoácidos esenciales y no contienen la cantidad apropiada de proteína que debe aportar un alimento nutritivo.

Por otra parte el continuo incremento de la población mundial y el aumento de los costos en los alimentos, llevan a la búsqueda de proteínas derivadas de otras fuentes, siendo una alternativa viable. En nuestro país donde los cereales son la principal fuente de alimentación, el amaranto por ser una excelente fuente proteínica de origen vegetal, este puede llegar a ser un complemento alimenticio que nos dé una alimentación que tenga todos los nutrientes necesarios evitando así la desnutrición y los malos hábitos de alimentación, y así se tengamos una dieta, que sea completa y variada, incrementando la calidad y cantidad de proteína de los cereales.

Este trabajo pretende ser una pequeña contribución que lleve a la búsqueda y conocimiento del amaranto como una alternativa en la alimentación, como recurso vegetal de grandes potencialidades, siendo sobre todo una fuente proteínica de gran valor, lo que ayudaría a disminuir los problemas de mala alimentación y desnutrición.

Actualmente en México el amaranto se usa exclusivamente en la elaboración de dulces tradicionales conocidos como "alegrías", ya que las potencialidades nutritivas del cultivo son hasta ahora un poco desconocidas por la mayoría de la población, por lo que se creé conveniente investigar el valor potencial del amaranto, y dar una visión general lo que es la alimentación en México y como el amaranto puede llegar a formar parte de la dieta mexicana, enriqueciendo el valor nutritivo de esta, a un bajo costo.

OBJETIVO GENERAL:

Demostrar que el amaranto es una alternativa en la alimentación con un excelente valor nutricional, lo cual puede influir en la disminución de la desnutrición y en los malos hábitos de alimentación en nuestro país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Conocer las características y cualidades que presenta el amaranto para su mejor aprovechamiento.

Dar una visión general de la situación actual de la alimentación en nuestro país y como el amaranto puede formar parte de nuestra dieta.

Proponer algunas formas de utilización del amaranto, que lleven al conocimiento de esta planta, buscando que trascienda su empleo hasta ahora limitado.

RESUMEN

El amaranto fue de gran importancia en la economía de los primeros habitantes del continente americano, así como en la elaboración de diversos productos que eran usados en las ceremonias de carácter religioso de aquellos tiempos. Debido a la adoración que le profesaban, su cultivo fue prohibido por los españoles, sin embargo no consiguieron hacer desaparecer a la semilla, pero sí disminuir notablemente su producción.

El amaranto es un alimento de primera calidad que contiene sustancias nutritivas suficientes para una dieta correcta, aporta lisina que es el primer aminoácido limitante en las proteínas vegetales y también proporciona vitaminas, calcio, hierro y fósforo, además de su alta digestibilidad en sus semillas, harinas y fracciones proteicas y amiláceas (80 a 90 %); la gran rusticidad del amaranto y su adaptación a suelos pobres y climas adversos, lo convierte en un cultivo de fácil desarrollo y resulta altamente recomendable para su industrialización y consumo humano, también puede ser un excelente alimento para uso animal. Sus hojas se pueden utilizar para cualquier platillo culinario, sólo es necesario tener interés e imaginación para prepararlo, ya que adicionalmente sus hojas tiene una alta calidad nutritiva y un agradable sabor.

La calidad de su proteína es comparable con la de soya, caseína y la carne, presentando un perfil de aminoácidos aproximados a los estándares de los valores ideales recomendados por la Organización Mundial de la Salud, permitiendo complementar dietas con los cereales y las leguminosas y así obtener una buena nutrición, siendo esto una alternativa para la alimentación de la población de bajos ingresos.

De acuerdo a las propiedades del amaranto y estudios realizados demuestran que se puede combatir la desnutrición leve y la moderada, con el amaranto, si a todos los niños se les proporciona diariamente 13 gramos de amaranto dentro de su alimentación como mínimo, se recuperarían en un año 73 niños de cada 100 niños con estos tipo de desnutrición.

El objetivo de este trabajo fue dar un panorama de las características del amaranto, así como su excelente valor nutricional de su proteína, sus usos, sus propiedades de su almidón, lo que puede originar una diversidad de productos alimenticios, todo esto si se le promueve y si se persiste en su cultivo, puede formar parte de nuestra alimentación complementándolo con otros alimentos enriqueciendo nuestra dieta. Por otra parte la desnutrición en nuestro país se debe principalmente a la escasez de alimentos, a la pobre calidad de la dieta, y a la alimentación mal complementada que afectan a los grupos vulnerables, que esta da como resultado enfermedades.

CAPITULO 1

I.GENERALIDADES DEL AMARANTO

I.1. ASPECTOS HISTORICOS

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de América, siendo cultivado por nuestros antepasados, el amaranto se relacionó con leyendas y ritos.

Ha tenido importancia en la alimentación desde la época prehispánica, tal como se manifiesta en diversos códices, entre ellos el Florentino ^{11,23)}

El huauhtli como lo llamaban los aztecas llegó a ser uno de los cuatro cultivos más importantes junto con el maíz, el frijol y la chia⁴¹. El huauhtli se encontraba íntimamente vinculado a los ritos religiosos, pues se sembraba para protegerse contra los espíritus malignos: las mujeres usaban la semilla para elaborar el zoale, alimento religioso que se ofrecía al dios del fuego en el mes de enero y para celebrar el rito Teoqualo (comer al Dios). Trituraban la semilla y la mezclaban con miel o sangre humana, a esta masa teñida de rojo le daban forma de serpientes, aves, montañas, perros y dioses, que comían en los templos durante la ceremonia de ofrendas humanas.

En la alimentación de los aztecas no acostumbraban el "desayuno"; más bien, después de varias horas de trabajo y alrededor de las diez de la mañana, tomaban el primer alimento del día, que consistía en un tazón de atolli, pasta de maíz o de huauhtli más o menos espesa, azucarada con miel o condimentada con chile.⁴² En esta zona del país las semillas de amaranto se consumían en especial en forma de atoles y tamales. Los productos más comunes eran unas esferas de masa de amaranto llamadas tzoalli o zoale. Para preparar las semillas de amaranto las molían y mezclaban con miel de maguey. Para convertir la semilla en dulce sólo se condimentaba del primero de diciembre al primero de junio, ya que la estación de aguas no permitía la conservación de los panecillos.

La planta tierna llamada huauhquilitl o quintonilli, servía como verdura; los tallos y hojas verdes ya maduros, se comían cocidos con sal o tequexquite y eran conocidos también con el nombre de huauhtli.

En el Códice Florentino, Fray Bernardino de Sahagún (1576), Libro Octavo de las Comidas, menciona que comían tamales hecho de bledos (amaranto) llamados oauquiltamalli. En este Códice aparecen los siguientes bledos, clasificados a partir de sus colores:¹⁹

nexoauhtli: bledo cenizo

iztaccoauhtli: bledo blanco

tlapaloautli: bledo rojo

El amaranto ocupó un sitio importante en las fiestas ceremoniales y religiosas. Se sabe que los indios hopi de Arizona y los suñiz de Nuevo México utilizaban en sus ceremonias las semillas de amaranto, a semejanza de otros pueblos autóctonos de la parte central de México que usaban el huauhtli, para formar ídolos pequeños. Estos servían como amuletos para asegurar el éxito de las siembras y cosechas. Algunos grupos indígenas sembraban el amaranto como fuente de pigmento para colorear la hostias ceremoniales de pan de maíz que personificaban a sus dioses y que distribuían a las personas a manera de comunión durante sus danzas tradicionales.

Los tarascos festejaban a la diosa de la tierra confeccionando panes de amaranto con figuras de animales, a los que llamaban tuycen.

Entre los mixtecos la semilla tenía también gran importancia. La famosa tumba 7 de Monte Albán contenía un cráneo humano con un mosaico de turquesas. Para la incrustación se utilizó un amasijo que en un principio se creyó goma de copal; los análisis subsiguientes demostraron que se trataba masa de tzoale.

Los tarahumaras y mayas, tepehuanos, yaquis y otros grupos indígenas también sembraban este tipo de semilla y preparaban un producto llamado we'e.

Los huicholes llamaban wa-ve a la semilla y la utilizaban en la elaboración de galletas con formas de animales, también con fines religiosos.

El huauhtli estaba también muy asociado con rituales paganos y sacrificios humanos. Cuando los aztecas efectuaban el principal festival del año, dedicado a Huitzilopochtli (dios de la guerra), el centro de la ceremonia consistía en un enorme ídolo de dios confeccionado con masa de huauhtli, miel y sangre humana, que se paseaba por la ciudad y los suburbios en una tarima, para ser finalmente despedazado y comido por la gente. La parte vegetativa de la planta también tenía un lugar importante en las ceremonias religiosas. Con ella se elaboraban tamales denominados huauhquiltamalli para ofrecerlos al dios del fuego ¹⁶¹

El huauhtli era la planta ceremonial más importante de los aztecas y otros pueblos de México. Según Viemeyer (1982)

"... en tiempos de Colón uno de los alimentos fundamentales del pueblo mexicano era el amaranto, miles de hectáreas de tierras aztecas se hallaban bajo la sombra de la alta y frondosa planta purpúrea del amaranto, la cual daba un alimento tan importante como el maíz y los frijoles; los labradores provenientes de 20 provincias traían 20,000 toneladas de grano de amaranto cada año al palacio de Tenochtitlan en homenaje a su emperador Moctezuma"

Cuando Hernán Cortés invadió Tenochtitlan en 1519 inmediatamente comenzó a abolir estas ceremonias religiosas por considerarlas paganas y con la finalidad de destruir esa religión ligada a sacrificios humanos que no eran bien vistos por la Iglesia. Pero la magnífica adaptación de esta planta a nuestros climas, y su gran resistencia a las heladas y plagas y el sentido tradicionalista de nuestro pueblo impidieron su desaparición.

Al amaranto se le conocía también con los siguientes nombres, de acuerdo a la terminología náhuatl: ⁽¹⁾

Bledo: Del latín blitum. Planta anual de la familia Amaranthaceas.

Tlapalhuauhtli: De tlapalli color, pintura, colorido, teñido, y huauhtli semilla del bledo.

Michihuauhtli: Quelita blanco. De michin, pescado, pez y huauhtli.

Tzoale: Semilla comestible que era utilizada para hacer la estatua del dios Huitzilopochtli.

Uauquilitl: Quelites que se comían hervidos, sé hacían con ellos panes y tamales. De huauhtli y quilit, verdura, hierba comestible, quelite

Amaranto, el nombre deriva del griego: a = negación, maraíno =marchitarse, que alude a su resistencia a la sequía

El nombre actual de la semilla y la planta misma es "alegría", que en realidad es también el del dulce preparado con ella. El nombre de "alegría" se adjudicó en el siglo XVI al dulce que se fabrica con la semilla reventada y luego, por extensión a la planta entera.

La especie *Amaranthus cruentus* tiene una antigüedad de mil años a.C. y sus semillas fueron halladas en grietas de la cueva de Coxcatlán, en Tehuacán, Puebla. Las muestras arqueobotánicas de la *A. hypochondriacus*, otra variedad de amaranto, son de 500 años del descubrimiento de América. Es muy probable que especies de estas plantas, originarias de América, se cultivaran en una zona mucho más extensa que abarcó desde los actuales estados de Arizona y Nuevo México hasta Perú. ^(5,6)

Fue necesario, sin embargo, que se atrajera el interés de la Academia de Ciencias de Estados Unidos en 1979 para ser estudiado en el ámbito internacional para que esta planta, tan tradicional para tantos pueblos del mundo, reviviera como objeto de estudio

A partir de esto, se han hecho una serie de investigaciones en lo referente al amaranto, las investigaciones realizadas buscan la incorporación del amaranto a la dieta de las nuevas civilizaciones en donde es cada vez más necesario obtener alternativas de alimentación, el Colegio de Postgraduados de la SAGAR, la Universidad Autónoma de Chapingo, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Unidad Querétaro), así como otras instituciones de investigación están interesadas en la incorporación del amaranto a la alimentación humana y animal, y a la adaptabilidad de variedades mejoradas de dicho cultivo.¹¹⁷⁾

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos de América, siendo cultivado por los aztecas, mayas e incas. De lo cual se deduce que el amaranto (cosecha tan importante como del maíz y frijol), jugo un papel importante para nuestro antepasados ya que era uno de los más apreciados alimentos, el hecho de germinar antes que el maíz (las mazorcas maduran de 3 a 5 meses), lo convirtieron aún mas importante ya que los salvaba del hambre en las zonas semiáridas, además de tener un excelente valor nutricional.¹⁸⁾ Si como semilla casi desapareció sus hojas siguieron por fortuna, como parte de la dieta mesoamericana.

El futuro del amaranto en nuestra dieta es muy prometedor ya que se puede aprovechar de diversas formas al igual que se hizo en el pasado.

1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AMARANTO

La familia de las Amaranthaceas, constituye un interesante grupo de plantas que comprende el género *Amaranthus* L. con más de 60 géneros y alrededor de 800 especies. Estas plantas en general están matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina; algunas formas cultivadas son muy coloridas. Las flores presentan diversos olores y por ello se utilizan como plantas de ornato, mientras que el color de las semillas pueden ser blancas, beige, rojo y negro^[1,9]

Las especies del género *Amaranthus* están ampliamente distribuidas en el mundo, en particular en las regiones tropicales, subtropicales y de clima templado.

Las especies mexicanas de Amarantho tienen un sabor propio que es agradable y que le permite competir con otras plantas, incluyendo las actualmente en uso, además no depende estrictamente de la disponibilidad de sistemas de riego, ni de fertilización abundante o uso masivo de insecticidas y fungicidas. Su cultivo concuerda exactamente con las condiciones que prevalecen en el mundo subdesarrollado y lo cual lo distingue particularmente de otros cultivos intensivos de capital y con exigencias tecnológicas más estrictas.

Es interesante mencionar que el huahuzontle planta con la que se elabora exquisitos platillos con la cocina mexicana, pertenece también a la familia de la amarantáceas, y que las quenopodiáceas (ej Epazote) y las amarantáceas son familias botánicas muy cercas entre sí.

La selección artificial ha dado origen a plantas de mayor tamaño con inflorescencias conspicuas y mayor producción de semillas, aunque el tamaño de ésta no ha sido modificado pues es pequeña como la del ajonjolí. Estas especies, sobrevivieron mediante la colonización en suelos poco aptos para el cultivo, abundante luz solar y poca competencia.

Las semillas de todas ellas son en general comestible y tienen un sabor semejante al de los cereales; algunas especies se emplean como hortalizas.

Aún cuando probablemente fueron domesticadas inicialmente para emplear su pigmento rojo como colorante, tanto la semilla como la vegetación joven son fuentes de excelente proteína

En términos de proteína las semillas de amaranto se encuentran entre los cereales y las leguminosas, no solo en cantidad (12 a 16.5 g/100g en los amarantos, 7 a 12 % en los cereales y 16 a 37 % en las leguminosas), sino también en su contenido de aminoácidos. El amaranto es rico en lisina que es un aminoácido limitante en los cereales y en los aminoácidos azufrados que son limitante en las leguminosas por lo que puede combinarse con unos y otros complementariamente.^[9]

1.2.1. ASPECTOS BOTANICOS DEL AMARANTO

En la semilla del amaranto como en los cereales predomina el almidón, lo que aunado a sus características agronómicas también semejantes, han llevado a considerarlo como un "seudo cereal", debido a que su sabor es parecido al de ellos y porque produce grano o semilla del tipo de los cereales, pero esto es incorrecto ya que el amaranto pertenece a otra familia del reino vegetal, se trata de una planta dicotiledónea con mayor cantidad de proteína que la mayoría de los cereales.

El amaranto de grano comestible es una planta dicotiledónea orden Caryophyllales, de la familia Amaranthaceas, su género es *Amaranthus*, tres son actualmente las especies que se distinguen como productoras de grano comestible *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*

Son plantas anuales herbáceas, monoicas (tienen flores machos y hembras en la misma cabeza de la planta), tallo ramificado desde la base marcado, con estrías longitudinales, hojas largamente pecioladas y ovaladas de 15 a 18 cm de largo por 10 cm de ancho, inflorescencia terminales o axiales de aproximadamente 50 cm de largo, las plantas se reproducen por medio de la autopolinización (los amarantos son polinizados principalmente por el viento).¹⁹¹

Las variedades criollas tienen una gran variabilidad genética. en la forma de la inflorescencia, en el color de las semillas, en el color del tallo y de las hojas, las plantas de amaranto pueden crecer a distintas alturas, algunas son de dos metros y medio, otras de un metro, toda esta variabilidad baja el rendimiento por hectárea y disminuye la calidad nutritiva de los cultivos.

Son plantas de rápido crecimiento con buena eficiencia de fijación de carbono a temperaturas elevadas, en lugares soleados, ambientes secos y poca agua, esto se atribuye a que el amaranto tiene una alta eficiencia fotosintética (convierte mayor cantidad de carbón en azúcar por unidades de agua perdida). Comúnmente esta planta llevan a cabo la fotosíntesis a través de la ruta C₄, representando esto una mayor eficiencia y la fijación del CO₂, el cual al no ser eliminado se aprovecha completamente en el ciclo de Calvin. Todo esto permite que las células de las hojas de la planta fijen más energía, produzcan más glucosa y por lo tanto más biomasa.^{19,101}

1.2.2. DESCRIPCION DE LA SEMILLA DE AMARANTO

Los granos del amaranto presentan formas lenticulares. Sus dimensiones varían de 1.1-1.4 mm de largo por 1.0 a 1.3 mm de ancho y un peso de 0.6 a 1.0 mg.¹²⁷¹

El tamaño es pequeño si se comparan con semillas de interés comercial como el trigo (7 mm de largo x 3.8 mm de ancho).^{18,431}

1.2.3. ORIGEN

Existen evidencias arqueológicas que indican que la semilla del amaranto es originaria de América y que fue uno de los alimentos más importantes en el México prehispánico. Sin embargo otros datos acerca de su origen dan pauta para aseverar que algunas especies son nativas de Europa, Asia, Africa y Australia.(Cuadro No.1)

CUADRO No.1

AREAS DE ORIGEN Y USOS DEL AMARANTO

ESPECIES	ORIGEN	COMO SE ENCUENTRA	USOS
A blitum	Asia	Cultivado	Vegetal, ornamental
A. caudatus	Sudamérica (Los Andes)	Cultivado	Grano, vegetal, ornamental
A. cruentus	Guatemala	Cultivado	Grano, vegetal
A dubius	Sudamérica	Maleza, cultivado	Vegetal
A. hybridus	Sudamérica	Maleza	Vegetal
A. hypochondriacus	México	Cultivado	Grano, vegetal
A. retroflexus	Norteamérica	Maleza	Vegetal
A. spinosus	Asia	Maleza	Vegetal
A. tricolor	Asia	Cultivado	Vegetal, ornamental
A viridis	Africa	Maleza	Vegetal

La evidencia arqueológica más antigua de las semillas de amaranto se refiere al *A. cruentus* y fue encontrada en Tehuacán, Puebla en México y data de mil años a.C Se tiene noticias posteriores de su cultivo en Alemania (siglo XVI), en la India y Ceilán (siglo XVIII), en el interior de China y Siberia Oriental a fines del siglo XIX.

Cualquiera que sea el origen de esta planta, debe reconocerse que la *A. hypochondriacus* creció en México en tiempos precolombinos y que las formas de cultivo y uso, son asombrosamente similares entre el viejo y el nuevo mundo; en ambas áreas, el cultivo se practica en las regiones altas; muchas especies para grano son muy cultivadas como ornamentales hasta el nivel del mar; en las dos regiones las plantas generalmente se cultivan en pequeña escala, mezcladas con plantíos de maíz o de otros cultivos; el grano es para autoconsumo en muchas partes.^[5,6,9]

1.2.4. CULTIVO

El amaranto es uno de los pocos cultivos con gran potencial como cereal, las especies existentes del grano del amaranto son *A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*, solo los 2 últimos se cultivan en México.

El amaranto se adapta muy bien a las altas temperaturas y grandes altitudes. Es resistente a la sequía, su crecimiento es rápido durante la época calurosa y requiere mucha menos agua que el maíz. En su totalidad, las siembras comerciales en México, se realizan con variedades criollas distinguidas en tipos como Mercado, Azteca, Mixteco, Nepal y Picos son las más importantes para la producción de grano de la especie *A. hypochondriacus*, mientras que Mexicano, Guatemalteco y Africano son los tipos para grano en la especie *A. cruentus*, y la variedad mejorada Revancha, pertenece al tipo Mercado, rendimiento de grano es de 1,000 a 3,000 k/ha.(Cuadro No.2).^[11]

CUADRO No.2 RECOMENDACIONES Y CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES DE AMARANTO

ESPECIES/ VARIEDADES	Altitud (msmn)	Temperatura media anual (°C)	Madurez (días)	Altura de planta (cm)
A cruentus (pertenece a la variedad mejorada Revancha)	1200-2400	15-20	120-140	120-180
A hypochondriacus (Azteca criollos de Tlaxcala y Distrito Federal)	1800-2400	15-18	160-200	160-250
A. cruentus (Mexicano criollos de Morelos y Puebla)	1000-1800	18-24	110-130	140-190

La mejor fecha de siembra la señala el establecimiento de las lluvias, sin embargo se ha observado que en regiones templadas se tiene la facilidad de dar dos o tres riegos, la fecha óptima de siembra es del 15 de abril al 15 de mayo y cuando se depende únicamente del temporal se lograrán mejores resultados si se siembra del 30 de mayo al 15 de junio.

En regiones de clima, más caliente, sin riesgos de heladas, las siembras pueden ser tanto de primavera-verano como de otoño - invierno; en el caso, las siembras de temporal pueden realizarse del 1° de junio al 10 de julio; mientras que en las siembras de otoño - invierno la fecha óptima de siembra es de 1° de diciembre al 15 de enero ¹¹¹

FERTILIZANTES: Resultados experimentales han demostrado que el amaranto responde favorablemente a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, ésta planta es particularmente sensible a la disponibilidad de fósforo y un adecuado balance de nitrógeno, P_2O_5 , bajo condiciones de campo.

La fertilización se realiza con productos químicos o con estiércol dependiendo de la capacidad económica del agricultor.

Absorbe gran cantidad de nitrógeno y de otros nutrientes incrementándose el rendimiento. El porcentaje de proteína se eleva conforme aumenta la fertilización nitrogenada y puede alcanzar valores de 27 % en las hojas y 16 % en las plantas completas hasta antes de la formación de la panoja¹⁹⁾

COSECHA: Debido a que en ocasiones, la planta todavía está muy verde al madurar, lo mejor para fijar el momento de la cosecha es cuando al morder la semilla está muy dura y truena. Cuando la planta ha alcanzado su madurez y tiene una altura de alrededor de dos metros. Se realiza cortando las plantas muy cerca del suelo.

Luego se las deja secar en el campo durante dos o tres días. Después se separan las semillas mediante tamices o cribas. Una vez terminada la cosecha, el terreno tiene que adaptarse para una nueva siembra y nunca se utiliza para más de dos plantaciones consecutivas, ya que el cultivo empobrece mucho el suelo.

SECADO DEL GRANO: Cuando está limpio el grano es necesario secarlo antes de almacenarlo, para evitar pudriciones y desarrollo de sabores extraños por la humedad. La humedad más recomendable para el almacenado de la semilla es de 10 - 12 %, la cual se logra secando la semilla unos dos o tres días al sol¹¹¹⁾

1.2.5. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

El amaranto tiene ciertas ventajas además de sus riquezas proteínicas, necesita menos agua que otras cosechas de grano y resulta ideal en regiones semiáridas en donde el abastecimiento de agua es problemático, y tomando en cuenta el clima de México en la porción cultivable se puede decir que no habría problemas para el cultivo.

1.2.5.1. CLIMA

El grano del Amaranto obtiene su mejor crecimiento en temperaturas que oscilan entre los 21° C sin embargo los granos muestran una germinación óptima en temperaturas que varían entre los 15° C a los 29° C. El crecimiento de las plantas se detiene cuando la temperatura se encuentra abajo de los 8° C, y dañándose estas cuando la temperatura se encuentra por debajo de los 4° C.

1.2.5.2. SUELO

El amaranto al igual que otros vegetales y cereales, obtiene su mejor crecimiento en suelos ricos en nutrientes, para el caso de esta semilla se requiere de suelos con alto contenido de potasio y nitrógeno, así también se requiere de suelos drenados y un pH \approx 6 (el amaranto puede prosperar en un amplio rango de condiciones de suelos desde muy ácidos hasta muy alcalinos, de textura arcillosa hasta arenosa)

Puede crecer en áreas en donde la precipitación pluvial es de 100 mm anuales pero lo adecuado es en donde su crecimiento normal es en zonas donde la precipitación pluvial es de 300 mm anuales.

1.2.6. PLAGAS

Son varias las plagas y enfermedades que afectan al amaranto, algunas de ellas son de importancia económica, entre las plagas más importantes en tomar en cuenta son las siguientes:

Barrenadores del tallo (al menos dos especies no identificadas). Se encuentran en todas las zonas productoras de amaranto: la larva de este insecto hace una serie de galerías en el interior del tallo, lo que provoca un debilitamiento de la planta.

Chinche *Lygus lineolaris*. Se encuentra en todas las zonas productoras, el daño principal de este insecto es cuando se alimentan de los granos, provocando momificación, y consecuentemente al cosechar los granos momificados dan mala apariencia por su color negro

En cuando a enfermedades, podemos mencionar las siguientes:

Putridión del cuello *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*. Muy común en regiones templadas con alta humedad, ataca desde el estado de plántula hasta cuando la planta alcanza un metro de altura.

Mancha parda del tallo *Phoma longissima*. Ataca desde floración hasta madurez en regiones templadas.

En zonas cálidas la roya blanca (*Albugo blitti*) y el crecimiento secundario (posible disturbio fisiológico), son de las enfermedades más comunes.

La incidencia de plagas y enfermedades pueden disminuirse mediante la rotación de cultivos; el control químico se debe utilizar sólo en caso de ataques muy fuertes.^[11]

1.3. PRODUCCION

Cuando fue prohibido el amaranto durante la conquista, en su lugar se incrementó el cultivo del maíz y otros cereales. El amaranto llegó a constituir, según Sanford, el origen de la agricultura en el Nuevo Mundo y lo considera "un cereal olvidado de la América antigua".

El amaranto se consume principalmente a escala interna, su semilla es empleada fundamentalmente en la elaboración de dulces tradicionales. En México, el amaranto se encuentra distribuido tanto en zonas semiáridas como en regiones tropicales, lo cual indica una gran capacidad para adaptarse a diferentes ambientes, ciclos de luz, sequías y suelos salinos ^{19 121}

Su cultivo quedó restringido a muy pequeñas superficies, entre ellas varias localidades de la Cuenca de México: Tulyehualco, Milpa Alta, Mixquic y Chalco, en donde a decir de numerosos agricultores, su cultivo nunca se extinguió totalmente. Situación similar a la que se dio en otra de las regiones tradicionalmente productoras, y que comprende las actuales localidades de Huazulco y Amilcingo en Morelos. ¹³¹

TABLA No.1. PRODUCCION AGRICOLA DEL AMARANTO EN MEXICO 1996 -1997

Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Producción (ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural NS/Ton	Valor de la Producción (NS)
Total	Total	Total	Total	Total	Total
1996					
1,372	1,372	1,680	1.224	6,982.82	11,730,064
1997					
817	817	989	1.218	2,836.10	2,804,729

RENDIMIENTO POTENCIAL DEL AMARANTO: 2.0 ton/ ha

De acuerdo con los datos de la Subsecretaría de Desarrollo Rural⁽¹³⁾, en 1996 se registraron 1,372 hectáreas, que disminuyeron a 817 en 1997, esto puede deberse a los costos entre sembrar y vender no reditúa, lo que produce ganancias es la semilla transformada en dulce, también existen algunos problemas agronómicos con la industrialización del amaranto que son: las pérdidas de grano durante la cosecha mecánica, el ataque de algunas plagas y enfermedades que afectan a la calidad del grano y a las hojas, entre otros.(Tabla No.1)

En Xochimilco el amaranto se siembra por trasplante, sin embargo esta forma de siembra retrasa su ciclo de cultivo, en la tabla No. 2 se puede observar los costos de producción en esta región, la mayor parte de esta semilla cultivada es criolla, algunas pérdidas que se tuvieron fueron debido a las plagas que atacan el amaranto como: el barrenador de tallo, pulga saltona, chinche (lygus) y en cuanto a enfermedades se tuvieron: pudrición de cuello y enverdecimiento de la panoja o crecimiento secundario, en las gráficas No 1 y No.2 se pueden apreciar un desglose del costo de producción en esta región. ⁽¹⁴⁾

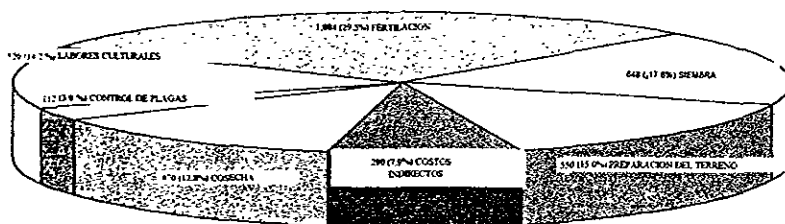
TABLA No.2. COSTO DE PRODUCCION DEL MUNICIPIO DE XOCHIMILCO EN 1998 DEL CULTIVO DE AMARANTO

EPOCA DE SIEMBRA 30 MAY - 30 JUN 1997	EPOCA DE COSECHA 15 -OCT-15 NOV 1997
COSTO DE PRODUCCION (\$/HA)	MANO DE OBRA UTILIZADA
COSTO DIRECTO	No. JORNALES
3,383	35
COSTO INDIRECTO	COSTO UNITARIO (\$)
290	40.00
COSTO TOTAL	COSTO TOTAL (\$)
3,674	1,400
PRECIO ESPERADO (\$/TON)	RENDIMIENTO ESPERADO (TON/HA)
13,000	0.96
SUP SEM. TEMPORAL (HAS)	ANALISIS ECONOMICO
222	UTILIDAD NETA (\$/HA)
	8,80
	RENTABILIDAD NETA
	240 %

El amaranto ofrece grandes posibilidades de industrialización sí, ante todo, se logra despertar el interés por la promoción de su cultivo a mayor escala, como se ha visto los niveles de producción son sumamente pequeños localizándose, en las regiones del centro del país (ver gráfica No.3)

El amaranto ha tenido algunos problemas de comercialización como ocurrió durante 1985-1987 en el Estado de Morelos se implementó un programa dirigido a la producción, comercialización e industrialización del amaranto obteniendo magníficos resultados en su primera etapa (producción) con lo cual el estado se configuró como el principal productor del cultivo en esos años, sin embargo se fracasó en el aspecto de comercialización ya que en el D.F se concentraban los compradores-acaparadores que de alguna manera influyen en el abasto del mercado interno, así mismo son los centros de producción y abastecimiento del dulce mencionado. En el estado de Morelos el programa tuvo en su inicio excelentes resultados y aceptación entre los campesinos y en la población en general, al grado de llegar a cultivarse en más de veinte municipios; las producciones fueron elevadas, aunque no del todo provechosas, ya que la semilla sólo se empleó en la elaboración de "pinole" que se distribuía en bolsitas, entre la población escolar tanto de escuelas rurales como urbanas, hasta llegar el momento en que la demanda superó la oferta.

Desgraciadamente el programa no tuvo continuidad y el cultivo que en su momento fue "innovador", pero perdió apoyo financiero e importancia, pero no se suspendió del todo. en la actualidad se sigue haciendo esfuerzo para impulsarlo principalmente en Amilcingo, Huazulco y Tecajec (tradicionalmente productores de amaranto) donde juega un importante papel social y económico, ya que da empleo (desde la producción, procesamiento y mercadeo) a un alto número de familias. ¹¹⁵¹



GRAFICA No.1. Estructura del costo de producción por actividad del amaranto (\$/Ha)
(Participación porcentual)

DESGLOCE DEL COSTO DE PRODUCCION

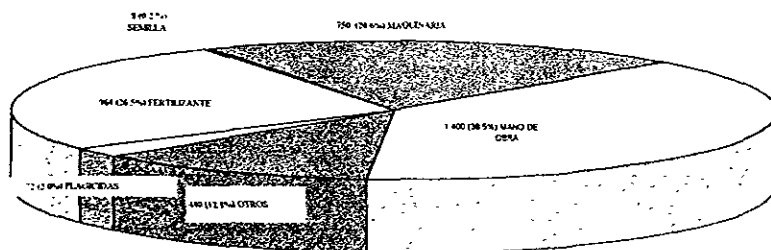
Preparación del terreno: Barbecho, Rastro y Surcado.

Siembra o Plantación: Semilla, Siembra, Eliminación de lodo, Construcción de cama, Rayado, Riegos, Acarreo de Chapines y Trasplante.

Fertilización: Fertilizante, y aplicación.

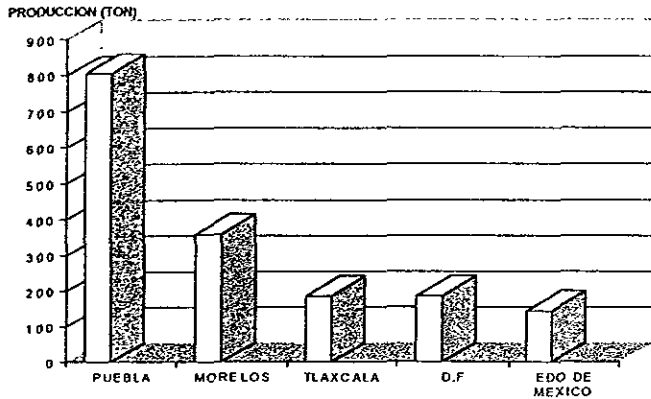
Labores culturales: Cultivo, deshierbe manual y aplicación.

Control de plagas y enfermedades: Insecticida y aplicación.

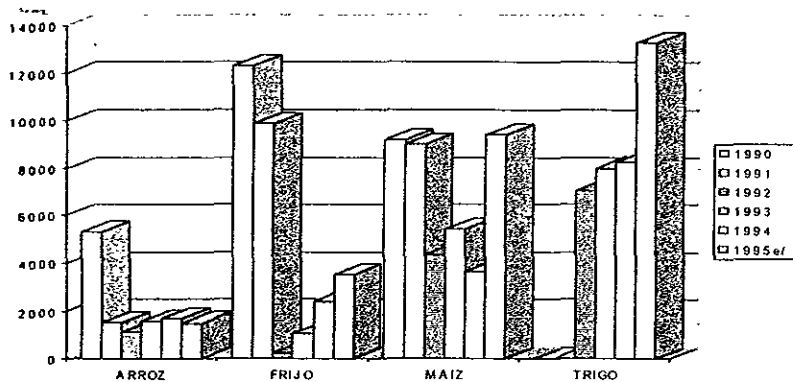


FUNTE:SAGAR 1998

GRAFICA No.2. Estructura del costo de producción por insumo y mano de obra del amaranto (\$/Ha)
(Participación porcentual)



GRAFICA No.3. Entre los cinco principales Estados productores de amaranto se encuentra. Puebla con 690 hectáreas y 806 (ton) de producción, Morelos con 235 (Ha) y 358 (ton) de producción, Tlaxcala con 175 (Ha) y 188 ton de producción, Distrito Federal con 192 (Ha) y 185 ton de producción y México con 80 (Ha) y 143 ton de producción



FUENTE SAGAR1997

GRAFICA No.4 La producción agrícola de las principales semillas en México se componen de maíz que es la principal fuente de calorías, seguido del trigo La producción de maíz registró un decremento como se observa en la grafica, mientras que el consumo global va en aumento.

1.4. COMPARACION DE LA SEMILLA DEL AMARANTO CON LOS CEREALES

El maíz, el trigo y el arroz constituyen la base de la alimentación de la mayoría de los seres humanos como en nuestro país (ver gráfica No.4), hoy en día estos tres cultivos son mundiales y se han adaptado a todos los climas. En casi todo el mundo los cereales representan la principal fuente de energía, proteína y de muchos nutrimentos; su análisis nutricional ha demostrado que sus proteínas no cubren el requerimiento necesario de ciertos aminoácidos esenciales y en la mayoría de los cereales, como el trigo, el maíz y el arroz, no contienen la cantidad apropiada de proteína que debe aportar un alimento balanceado. (Ver tabla No.3) En el maíz los aminoácidos limitantes son la lisina y el triptófano.^[16,17]

En México se cultivan la mayoría de los cereales, si bien el maíz tiene primacía sobre el trigo y éste sobre el arroz; la avena y la cebada se producen poco y esta última se dedica sobre todo a la producción de malta y cerveza.^[60]

Los cereales como grupo son un 75 % de hidratos de carbono, 10 % de proteínas, 1 a 2 % de grasa, 10 % de humedad y 1 a 2 % de cenizas aproximadamente. El principal hidrato de carbono en los cereales es el almidón. Un segundo lugar se encuentra la celulosa. El contenido mineral de los cereales es relativamente bajo. Los cereales contienen proteína de una calidad algo inferior. Estos como grupo son deficientes en lisina y bajos en triptófano y metionina. El nivel de estos aminoácidos esenciales pueden incrementarse en los cereales mediante la introducción de genes mutantes. Desafortunadamente, con estos avances en Ingeniería genética, que dan por resultado en mayor contenido de lisina, se puede obtener una menor cantidad de proteína total y por lo tanto, el rendimiento también será menor. El triticale, es un híbrido de la cruce del centeno con el trigo, contiene más lisina y proteínas que el trigo pero su rendimiento por acre es menor.^[16,24]

TABLA No.3 CALIFICACION QUIMICA Y VALOR CALORICO DE ALGUNOS CEREALES Y DEL AMARANTO

ORIGEN DE LA PROTEINA	AMINOACIDO LIMITANTE	CALIFICACION QUIMICA	PROTEINA	ENERGIA Kcal/g
Maiz	Lisina, triptófano	49 %	9.5 %	366
Arroz	lisina	77 %	7.5 %	364
Trigo	lisina	52 %	12.3 %	343
AMARANTO	leucina	73 % o 80 %	16.5 %	337

Una dieta de cereales satisface las necesidades proteínicas de los adultos y niños, siempre y cuando que se consuman en la cantidad suficiente para cubrir las necesidades energéticas, lo que probablemente explique por qué, en los países en vías de desarrollo es común la mala nutrición calórico - proteico.^[18]

El amaranto tiene ciertas ventajas en comparación con los cereales como; necesita menos agua que otras cosechas de granos y resulta ideal en regiones semiáridas en donde el abastecimiento de agua es problemático, contiene lisina (aminoácido limitante en los cereales), aminoácidos aromáticos y azufrados, tiene altos contenido de calcio como 6 o 7 veces más que el trigo y la cantidad de proteína de la semilla es mayor que la de los cereales. Parte del calcio de los cereales se encuentran en forma de fitato cálcico que es insoluble y por lo tanto inabsorbible.

Se han perdido cuatro siglos del conocimiento del amaranto y es muy difícil que compita con los cereales, pero si se le promueve más, podrá recuperar su lugar en la dieta mexicana. Tomando en consideración que al mezclar ambos granos se obtiene una mejor combinación de nutrientes, ya que la proteína de amaranto es rica en lisina pero deficiente en leucina y que el maíz (cereal ampliamente consumido en nuestro país) presenta deficiencia en lisina pero una proporción de leucina, es recomendable el consumo de estas dos semillas.

CAPITULO 2

2. PERFIL BROMATOLOGICO

Existen gran diversidad y abundancias de formas y de especies de *Amaranthus*, por lo que su composición química y su aporte nutricional son diferentes entre cada planta, la diferencia se debe: a la variedad genética, la región del cultivo y a los factores ambientales.

^[9]

2.1. SEMILLAS

Los nutrimentos se encuentran en toda la semilla, por lo que se recomienda su aprovechamiento integral. El principal componente del amaranto son los hidratos de carbono que van de un intervalo de 65 a 67 %, el segundo lugar lo tiene el contenido de proteína total, que es variable según la especie de amaranto al igual que su contenido de lípidos como se puede observar en la tabla No. 4. ^[9]

TABLA No. 4.

COMPOSICION GENERAL DE LAS SEMILLAS DE AMARANTOS (g/100g)

DETERMINACION	BASE HUMEDA	BASE SECA
Humedad	7-8	0
Extracto libre de nitrógeno	65-67	70-72
Proteína cruda (N x 5.85)	12-16.5	13-17.8
Extracto etéreo	4-6	4.4- 8.1
Fibra cruda	3-6	3.2-6.4
Cenizas	3-4	3.2-4.1
Energía (Kcal)	365-375	395-408

2.2. PROTEINAS

El valor nutritivo de un alimento como fuente proteínica refleja su aptitud para satisfacer las necesidades de nitrógeno y aminoácidos de las personas y para asegurar un crecimiento y un mantenimiento adecuado.

La proteína total del grano de amaranto es variable que va de 12 a 16.5 %, y es casi el doble que la proteína de los cereales (excepción en la avena), y de dos terceras partes de la proteína que se encuentra en las leguminosas, como puede apreciarse en la tabla No.5 y en la gráfica No.5.

La mayor parte de la proteína se encuentra en el germen y cáscara del grano; el endospermo del grano de amaranto contiene 35% de la proteína total del grano y la cáscara más el germen es de 65%.^[20,21]

TABLA No. 5 COMPOSICION QUIMICA DE SEMILLAS DE AMARANTO Y OTRAS SEMILLAS

SEMILLA	A.Spp	A. CAUDATUS	A HIPOCON- DRIACUS	MAIZ AMARILLO	AVENA	LENTEJA	SOYA
CALORIAS	382.8	358.0	391.0	361.0	390.0	340.0	403.0
HUMEDAD	11.3	12.3	9.4	10.6	8.3	11.1	10.0
PROTEINA %	14.5	12.9	15.3	9.4	14.02	3.4	34.1
GRASA % (g)	7.5	7.2	7.1	4.3	7.4	1.1	17.7
CARBOHIDRATOS	60.4	65.1	62.7	74.4	68.2	60.1	33.5
FIBRA % (g)	7.5	6.7	2.9	1.8	1.2	3.9	4.9
CENIZAS % (g)	2.9	2.5	2.6	1.3	1.9	3.0	4.7
TIAMINA % (mg)	0.14	0.14	-	0.43	0.60	0.37	1.10
RJVOFLAVINA mg	0.32	0.32	-	0.10	0.14	0.22	0.31
NIACINA mg	1.0	1.0	-	1.19	1.0	2.0	2.2
A. ASCORBICO %	3.0	3.0	-	TRAZAS	0	-	-

2.2.1.FRACCIONES PROTEINICAS

Osborne en 1907, clasificó a las proteínas de trigo en: albúminas y globulinas (solubles en agua y en soluciones salinas), prolaminas (solubles en soluciones alcohólicas al 70 %), glutelinas (solubles en agentes reductores o álcalis). Se puede hacer una clasificación semejante a la fracción proteica de todos los cereales.

La información sobre la solubilidad y tipo de fracciones de la proteína de amaranto es importante para la caracterización fisicoquímica y funcional de la macromolécula así como para determinar su valor nutricional.

Existen algunos estudios de las fracciones de las proteínas de la semillas del amaranto, de varias especies que proporcionan granos comestibles. Los resultados en la proporción de albúminas, globulinas, prolamina y glutelinas no han sido significativamente diferentes entre los distintos géneros y especies cuando se extraen en las mismas condiciones, las diferencias en la proporción de estas fracciones es cuando se utilizan métodos distintos incluso para la misma especie.^[22]

Las proteínas insolubles (glutelina y prolamina) se consideran de reserva. La planta almacena proteína de esta forma, para su utilización en la germinación, no poseen actividad enzimática pero tienen la facultad de formar una masa que retendrá gas y rendirá para productos homeados esponjosos.

TABLA No.6

PROPORCION DE FRACCIONES PROTEINICAS DE DIFERENTES SEMILLAS EXTRAIDAS DE ACUERDO CON SU SOLUBILIDAD*

	ALBUMINAS	GLOBULINAS	PROTAMINAS	GLUTELINA
DICOTILEDONEAS				
AMARANTO	52	16	2	31
Chicharo	21	66	-	12
Soya	10	90	-	0
MONOCOTILEDONEAS				
Trigo	3 - 5	10	69	16
Maiz	4	2	55	39
Avena	1	78	16	5

* Los resultados están dados en g/100 g del total de la proteína extraída.

Entre las cuatro fracciones proteínicas varían considerablemente en su composición de aminoácidos. La fracción de las albúminas corresponde a la mayor parte de las proteínas que presentan actividad biológica, como en el caso del amaranto presenta una cantidad superior en comparación a otras semillas como se puede observar en la tabla No. 6. Las prolaminas son la fracción más abundante de las proteínas de reserva de los cereales

De acuerdo a las fracciones proteínicas del amaranto, se ha visto que las albúminas presentan lo más altos contenidos de lisina (6.6 - 7.9 g/16 g de N) esta fracción proviene del embrión; las globulinas son ricas en leucina (6.8g/16 g de N) . Las albúminas y globulinas son fuente importante de aminoácidos azufrados y contienen según el patrón de referencia de la FAO/WHO, la fracción de glutelinas se caracteriza por bajos contenidos de leucina e isoleucina.^[22]

2.3. AMINOACIDOS

De los aminoácidos proteicos, el ser humano adulto sólo es capaz de sintetizar ocho, por lo que es indispensable que obtenga el resto a través de la dieta. Se denomina aminoácido esencial los que siendo fundamentales para el organismo no se sintetizan y solo se pueden adquirir a través de los alimentos, son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina

El análisis de aminoácidos de la proteína total de la semilla de amaranto si se compara con las recomendaciones del patrón FAO/OMS 1973 muestra un perfil balanceado de aminoácidos indispensables, siendo comparable con la caseína y la carne . (Ver tabla No. 7) ¹⁴²¹

El equilibrio de aminoácidos que presenta la proteína del amaranto la coloca como una de las mejores dentro de la proteínas de origen vegetal. La semilla de amaranto es rica en lisina (aminoácido indispensable en la dieta) y aminoácidos aromáticos azufrados, ligeramente pobre en valina, isoleucina y treonina y limitante en leucina, se tiene poca información sobre el triptófano, pero parece encontrarse en cantidades no limitantes.(tabla No.8)

TABLA No. 7. CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL AMARANTO Y OTROS ALIMENTOS (g/100 g de proteína)

AMINOACIDOS ESENCIALES	FAO/OMS 1973	CASEINA	MAIZ	TRIGO	SOYA	AMARANTO	CARNE	LEVADURA DE CERVEZA
Histidina**		2.5	3.1	2.3	2.5	3	2.6	1.3
Leucina*	7.0	9.9	14.6	6.7	7.8	6	4.3	3.3
Isoleucina*	4.0	6.3	4.2	4.1	4.8	4	4.6	2.7
Lisina*	5.5	7.8	3.9	1.6	6.1	5.5	6.6	3.4
Azufrados totales* (metionina+cisteína)	3.5	3.3	3.0	3.5	3.1	2	4.2	1.0
Cistina						2		0.6
Aromáticos* (fenilalanina+tirosina)	6.0	11.0	11.0	7.7	8.8	4	7.2	1.9
Treonina*	4.0	4.2	4.1	2.3	4.3	3.5	4.3	2.5
Triptofano*	1.0	1.3	0.7	0.9	1.5	1	1.7	0.8
Valina*	5.0	7.1	5.7	4.1	5.2	4.5	5.5	2.4
Arginina						9.5		2.2
Alanina						4		
Ac. Aspartico						8	* aminoácidos	
Ac. Glutámico						16	indispensable	
Prolina						4	** En niños pequeños la	
Serina						6	síntesis no es suficiente	
Glicina						7		

TABLA No. 8.

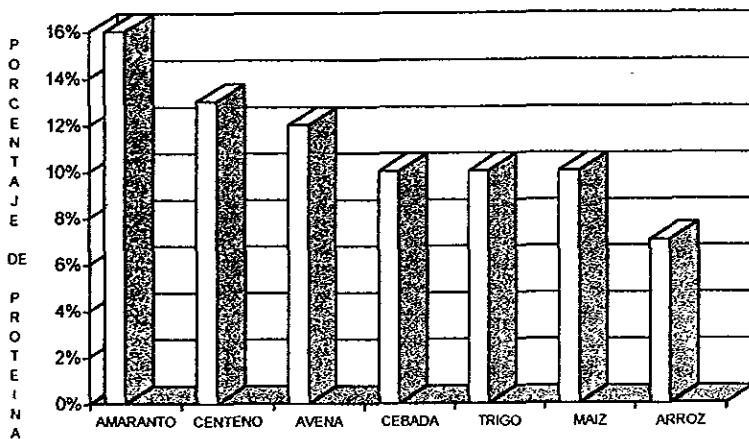
AMINOGRAMA COMPLETO DE LAS SEMILLAS DE AMARANTHUS

AMINOACIDOS	HARINA INTEGRAL%	GRANO%
Lisina	4.52	3.78
Histidina	2.37	1.71
Arginina	7.16	5.90
Acido aspártico	8.40	6.94
Treonina	3.23	2.72
Serina	4.50	5.04
Acido glutámico	12.30	11.22
Prolina	3.95	4.10
Glicina	5.94	6.36
Alanina	2.98	1.88
Cistina	1.06	1.22
Valina	2.98	2.43
Metionina	0.95	0.88
Isoleucina	2.22	1.83
Leucina	5.22	4.00
Tirosina	2.84	2.68
Fenilalanina	3.50	2.94
Proteína	13.50	11.00

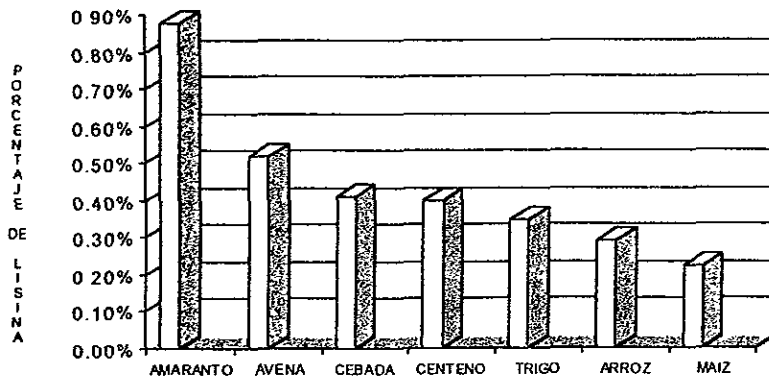
2.3.1. CONTENIDO DE LISINA

Es bien sabido que las dietas deficientes en uno o en varios aminoácidos esenciales no permiten un crecimiento adecuado y pueden conducir a un aumento en la mortalidad y a trastornos cerebrales, con dificultad en el aprendizaje en épocas tempranas de la vida.

La semilla de amaranto es muy pequeña, de aproximadamente 1 mm de diámetro, contiene lisina (abundante en las proteínas de origen animal, pero el primer aminoácido limitante en las proteínas vegetales), que forman gran parte de nuestro cerebro, y beneficia nuestro desarrollo mental y favorece la digestión. (Ver gráfica No.6)¹²¹



GRAFICA No.5: En esta grafica se observa que el porcentaje de proteína de amaranto es mayor que las proteínas de los cereales.



GRAFICA No.6. Se puede ver que el amaranto presenta un alto contenido de lisina que es el primer aminoácido limitante en las proteínas de los cereales.

2.4. HIDRATOS DE CARBONO

El principal hidrato de carbono en el amaranto es el almidón, con pequeñas cantidades de sacarosa y rafinosa (ver tabla No.9), cabe notar que la cantidad de sacarosa presente en el amaranto es mayor que en otros granos (cereales y leguminosas).^[6,9]

TABLA No. 9.

COMPOSICION DE HIDRATOS DE CARBONO EN LA SEMILAS DE AMARANTO (g/100g)

COMPUESTO	PROMEDIO	(Min. - Max.)
Almidón	65	62-69
Sacarosa	1.65	1.08-2.36
Maltosa	0.22	0.02-0.36
Rafinosa	0.84	0.45-1.23
Estaquinosa	0.06	0.02-0.15

2.4.1. ALMIDON

El almidón es el componente más abundante en el grano de amaranto (tabla No. 4), y está almacenado principalmente en el periospermo. El tamaño del granulo varía de 1 a 3 mm de diámetro, este tamaño es pequeño comparado con el maíz y trigo como se puede observar en la tabla No. 10^[25]

Se ha identificado al almidón de amaranto como tipo glutinoso o ceroso, con gránulos de almidón compuestos en un 95 a 98 % de amilopectina y el resto de amilosa^[23,26]. La amilosa es el componente que colabora a las características de gelación y retrogradación, mientras que la amilopectina es la fracción no gelificante que contribuye a la viscosidad dando consistencia a los alimentos debido a su alta solubilidad.^[20,18]

Los gránulos de almidón en la mayoría de plantas contienen alrededor de un 25 % de amilosa y un 75 % de amilopectina.^{116,18)}

TABLA No.10. CARACTERISTICAS DE GRANULOS DE ALMIDON DE DIVERSA PROCEDENCIAS

PROCEDENCIA	DIAMETRO PROMEDIO (mm)	TEMPERATURA DE GELATINIZACION (°C)
Amaranto	1-3	62-68
Maiz	15	61-72
Trigo	20-22	53-64
Patata blanca	33	62-68
Patata dulce	25-50	59-70
Arroz	5	65-73

2.5. LIPIDOS

El contenido total de lípidos se encuentra entre 4.4 y 8.1 % en base seca, dependiendo de la especie de amaranto.

En el aceite son principalmente triglicérido constituidos por ácidos insaturados (oleico y linoleico). El linoleico es un ácido graso indispensable, lo que constituye otra ventaja. (Ver tabla No. 11)¹⁹⁾

El aceite del amaranto es un líquido poco móvil transparente, de color amarillo rojizo, de sabor dulzón y de un olor agradable que recuerda al de la resina.¹²⁾

La mayor parte de esta grasa se encuentra en el embrión y la testa. En ninguna especie se ha detectado colesterol.

El aceite de la semilla de amaranto tiene antioxidantes naturales, formadas de la vitamina E, que regulan el colesterol del cuerpo. ¹⁶¹

TABLA No.11. CONTENIDO DE LIPIDOS EN LA SEMILLA DE AMARANTO

Triglicéridos	90%
Glicolípidos	6.4%
Fosfolípidos	3.6%
ACIDOS GRASOS	
Linoleico	44-58%
Oleico	19-29%
Palmitico	25%

2.6. VITAMINAS

En cuanto a las vitaminas, el amaranto contienen tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C en cantidades similares a las de los cereales, que se distribuyen principalmente en la cáscara. (Tabla No 12)

El amaranto es más rico en riboflavina y ácido ascórbico (vitamina C) que el maíz, arroz y el trigo, la niacina y la tiamina se encuentran en cantidades similares con estos cereales. ^{16,91}

TABLA No.12. CONCENTRACION MEDIA DE ALGUNAS VITAMINAS EN LAS SEMILLAS DE AMARANTO (mg/100g)

Tiamina	0.25-0.90
Riboflavina	0.03-0.29
Niacina	1.0-2.1
Vitamina C	1.7-2.8

2.7. MINERALES

La semilla contiene sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, níquel y hierro (ver tabla No.13), la cantidad de hierro encontrada es cinco veces mayor que el encontrado en el trigo, aunque esta cantidad de hierro en el amaranto probablemente es de baja digestibilidad por el contenido de fitatos, los fitatos son substancia que se encuentra en las plantas y que atrapa el hierro haciéndolo inaccesible al organismo (contenido de fitatos: 2.2 - 3.4 mg/100g en el amaranto). ^[6,9]

El contenido de sodio y el calcio es generalmente mayor en el amaranto que en los cereales.

TABLA No. 13. CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS INORGANICOS EN SEMILLAS DE AMARANTO (mg/kg. o ppm)

Calcio	2660-3700
Fósforo	3970-4910
Hierro	52-70
Magnesio	2700
Aluminio	41-44
Boro	9
Cobre	6-7
Estroncio	2-5
Manganeso	29-31
Plomo	3
Silicio	27-30
Zinc	35

En la testa y embrión están principalmente localizados los minerales y en mayor grado en el periospermo.

En la tabla No.5 se comparan la composición próxima de algunos granos de cereales y leguminosas con tres diferentes especies de Amaranthus, el contenido de grasa, fibra y cenizas del amaranto son mayores que los de maíz; en estas semillas como en la de cereales, predomina el almidón.

2.8. HARINA DE AMARANTO

Las harinas de amaranto contienen más proteína, grasa, fibra cruda y cenizas que otras harinas, y contiene menos carbohidratos, carece de gluten por lo que es necesario utilizarlas en mezclas con harina de trigo para la panificación.(tabla No. 14)

TABLA No 14

ANALISIS DE HARINAS INTEGRALES (g/100 g)

COMPONENTES	AMARANTO	TRITICALE	CEBADA DESNUDA	MAIZ	TRIGO
Humedad	10.0	11.0	11.0	11.72	10.10
Cenizas	2.50	2.06	2.07	1.56	1.05
Proteína	15.74	12.46	14.19	8.51	12.00
Extracto etéreo	7.03	1.46	4.18	5.51	1.80
Fibra cruda	4.94	2.38	2.18	1.75	1.20
Extracto no nitrogenado	60.82	70.6	66.37	70.95	76.60

La Relación de Eficiencia Proteínica (PER) y la utilización Neta de la Proteína (NPR) en la harina cruda de amaranto es de aproximadamente de 2.4 y 32.4 siendo el de la caseína 2.8 y 53.8 respectivamente. Esto demuestra que la proteína de la harina de amaranto puede considerarse como excelente alimento dentro de las de origen vegetal ^[21]

2.9. HOJAS Y TALLO DE LA PLANTA DE AMARANTO

Del 50 al 80 % total de la planta es comestible. en la mayoría de las especies las hojas contienen alrededor de 3.5% de proteínas y 5 gramos de lisina por cada 100 gramos de proteína.

El principal ácido graso insaturado en las hojas es el linoleico, que constituye el 42 % de la grasa total y su principal ácido graso saturado es el palmítico.

Las vitaminas C y A están presentes en abundancia. Sin embargo, pueden ocurrir cambios en el contenido de carotenos y vitamina C por efecto de la cocción de las hojas. Minerales como el potasio, el hierro, el magnesio y el calcio que existen también en concentraciones importantes.

Los tallos de algunas especies de amaranto de semilla oscura son poco fibrosos y de gran digestibilidad: 100 gramos de tallo contienen de 2.8 a 5.9 gramos de proteína además de calcio (350 miligramos), fósforo (30 miligramos) y hierro (2 miligramos). Su valor nutricional radica en su alto contenido de calcio. (ver tabla No.15)

TABLA No.15. ANALISIS PRÓXIMAL (%) DE LAS HOJAS Y DEL TALLO DE AMARANTO

ANALISIS	HOJAS	TALLO
Materia seca %	20.85	28.10
Sólidos totales %	3.71	2.66
Proteína bruta %	23.37	16.62
Proteína digerible	18.10	11.80
Grasa bruta %	1.21	1.24
Grasa digerible %	1.00	1.12
Fibra cruda %	10.76	17.70
Fibra digerible %	5.25	9.12
Cenizas %	17.85	22.63
Fósforo %	0.53	0.58
Calcio %	2.56	1.42
Hierro %	0.22	1.13
Beta caroteno ppm	920.00	660.00

Como se puede apreciar en el siguiente tabla No.16, las hojas de amaranto se pueden comparar con las acelgas, espinacas y coles en cuanto al contenido de proteína, calcio y vitaminas del complejo B, en cuanto a minerales muestra un mayor contenido de calcio en el amaranto en comparación con estas hortalizas.^{11,69)}

TABLA No.16 VALOR NUTRICIONAL DEL AMARANTO EN RELACION CON OTRAS HORTALIZAS (en 100 gramos)

DETERMINACION	AMARANTO (A hypochondriacus)	Acelga	Col	Espinaca
Humedad (gramos)	86.9	91.1	87.5	90.7
Proteína (gramos)	3.5	2.4	4.2	3.2
Calcio (miligramos)	267	88	179	93
Tiamina (miligramos)	0.08	0.06	-	0.10
Niacina (miligramos)	1.4	0.5	-	0.6
Riboflavina (miligramos)	0.16	0.17	-	0.2

2.10. FACTORES ANTINUTRITIVOS

A pesar de su excelente calidad química, las investigaciones realizadas concluyen que los aminoácidos de la proteína en la harina cruda de amaranto no se encuentra del todo disponible, o bien que la harina cruda contiene sustancias que interfieren con la utilización biológica de sus nutrientes. Tanto en las semillas como el follaje del amaranto se encuentran presentes algunas sustancias antinutricionales (estas sustancias nocivas pueden estar presentes de manera natural como resultado del metabolismo propio de la especie o bien como contaminantes accidentales), como saponinas, fenoles, oxalatos, inhibidores de tripsina, lectinas o fitohemaglutininas y nitratos. Estos últimos se pueden convertir en nitritos, causantes de toxicidad en los humanos y en los animales. ^[9,28]

Un aspecto muy importante en la evaluación de la calidad nutricional de especies vegetales lo constituyen el efecto del procesamiento térmico. Los tratamientos térmicos severos afectan la calidad nutricional de la proteína pero los calentamientos controlados incrementan el valor nutritivo la cual se representa en la tabla No.17. Ello se debe a la inactivación de factores antifisiológicos, o bien al incremento en la disponibilidad de aminoácidos. ^[29]

Algunas lectinas o fitohemaglutininas son proteínas extremadamente tóxicas para los animales, y en algunos casos (las lectinas) sólo constituyen uno de los factores que contribuyen al bajo valor nutricional de los alimentos. Cerca del 2 % de la proteína del *A. cruentus* es lectina. Cuando se someten a procesos térmicos estos factores antinutricionales tienden a disminuir, con el consecuente incremento en la calidad de proteína. ^[30]

Se han encontrado un promedio de 4.6 a 4.4 % de oxalatos en la planta, estos niveles no pueden considerarse tóxicos si se estima que un consumo de 100 g de materia verde estaría aportando aproximadamente 0.5 g de oxalatos, 40 % de lo cual se considera que es soluble y puede eliminarse con la cocción. Esta cantidad de oxalato ingerido no resultaría dañina para el humano, ya que no llega a cubrir la dosis letal, considerada como 2 a 5 gramos de ácido oxálico.

[29]

Investigaciones realizadas han encontrado valores promedio de 0.43 % y 0.54 % de nitratos en las hojas y 1.72 % en los tallos. Estos niveles son similares a los constatados en otras verduras, la presencia de esta sustancia no reduce significativamente la excelente calidad nutricional del amaranto, sobre todo en vista de que puede ser eliminada con el agua de cocción.

[29]

Efectos negativos se han encontrado en el crecimiento de ratas al ser alimentadas con la planta completa de *A. hypochondriacus*, lo que se atribuyó al contenido de saponinas en las semillas, presentes en la inflorescencia. Este efecto se redujo a través de la cocción, lo que sugiere la presencia de un factor tóxico que también se destruye por el calor.

2.12. TRATAMIENTOS TERMICOS QUE MODIFICAN LA COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO

Las investigaciones emprendidas para evaluar el efecto del tratamiento térmico en el amaranto han determinado que las semillas no tratadas son de baja calidad comparada con los controles de caseína utilizados. No obstante, el valor nutritivo del amaranto mejora notablemente con los tratamientos térmicos controlados^[9,19]

REVENTADO: El proceso de reventado es el comúnmente utilizado para preparar la golosina llamada alegría en nuestro país, este proceso le confiere al grano de amaranto ventajas nutricionales como: un incremento de volumen y mejoramiento de las propiedades sensoriales haciéndolo además atractivo y funcional. Si el proceso es de contacto directo entre el grano y la superficie caliente y hay una prolongación del tiempo de contacto se obtiene un producto de calidad nutritiva inferior. ^[46]

TOSTADO: Este proceso incrementa la calidad de la proteína y la digestibilidad, observando que los indicadores nutricionales mejoraron por los tratamientos térmicos, excepto el valor biológico que permaneció igual después del tostado. (Tabla 17)

EXTRUCCION: Este proceso mejora la calidad nutricional de la materia prima, ya que ataca algunos factores antinutricionales, algunos resultados obtenidos son: que la grasa aumentó al igual que la retención de agua, se incremento la relación neta de proteína (NPR), y se provoco un daño en el almidón.

TABLA No.17 ALGUNAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA PROTEINA DE AMARANTHUS CAUDATUS SOMETIDA A DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS

INDICE DE CALIDAD	CONTROL	TRATAMIENTO	
		REVENTADO	TOSTADO
Digestibilidad verdadera (%)	86.6	88.4	89.9
Valor biológico	85.4	86.0	85.5
Utilización neta de proteína	73.9	76.0	76.8
Relación neta de proteína	1.7	3.2	2.2

CAPITULO 3

3.LA ALIMENTACION EN MEXICO

Los hábitos alimentarios se han visto transformados de acuerdo como varían las necesidades de la población, se corre el riesgo de no saber seleccionar adecuadamente los alimentos y con ello tener hábitos negativos en la ingesta de nutrientes y en muchos casos llegar a tener problemas de salud. Los problemas de alimentación y nutrición en nuestro país se caracterizan por tres problemas fundamentales que son:

- En la infancia todavía se presentan algunos problemas de desnutrición, entre los 3 y 30 meses de edad, pero ya no es tan grave y la gran mayoría de estos niños sobreviven, sin embargo estos niños se desarrollan mal, en su cuerpo y en su mente o pueden tener diversos trastornos funcionales.
- Han aumentado muchas enfermedades crónicas, la aterosclerosis con sus consecuencias como los son; los infartos y las trombosis cerebrales, la diabetes, la hipertensión, la cirrosis del hígado y varios cánceres, que ahora se sabe tienen que ver con una alimentación desbalanceada, rica en grasa sobre todo saturadas y excesiva en calorías.
- Se han podido detectar muchas deficiencias en el consumo de micronutrientes; vitaminas, antioxidantes y minerales, que si bien no causan enfermedades graves, si están afectando a la salud

Los excesos pueden ser tan dañinos como las deficiencias sobre todo los excesos en el consumo de calorías totales de alimentos concentrados en energía (grasa y azúcares), de alimentos con alto contenido en ciertos tipos de grasa (las saturadas y el colesterol). [31,34]

En México desafortunadamente no tenemos una educación alimenticia que nos permita balancear nuestra dieta y a la vez esto nos limita a sólo comer sin alimentarnos adecuadamente, sin tomar en cuenta las alternativas existentes que tenemos a la mano.

3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL REGIMEN ALIMENTARIO

La caída del ingreso, el desempleo resultan una disminución en el consumo alimentario lo que originan, una notable disminución en la compra de los siguientes productos; carnes rojas, huevo, fruta, verdura y productos lácteos, debido a su costo y esto hace que se efectúe un aumento en el consumo de cereales, tortillas, pan blanco y pastas. ^[32,33]

Otro factor que afecta la alimentación, es la distorsión que ha sufrido la alimentación popular por la introducción de alimentos rápidos de preparar sin ningún valor nutricional, los cuales han empobrecido el valor nutritivo de la dieta del pueblo sin aportar una mejor calidad nutritiva a nuestras comidas. ^[31]

3.2. PROBLEMAS DE FALTA DE DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS ALIMENTOS

El 18 % del territorio total es cultivable, sin embargo se cultiva sólo el 14 %, el 4 % restante y una parte de tierra de riego se usa para ganadería. La erosión, contaminación, falta de agua, empobrecimiento de la tierra el uso inconveniente de fertilizantes y pesticidas, el monocultivo y la deforestación han dado como resultado escasez de los cultivos, con esto se alzan los precios, lo que originan cambios en la alimentación. ^[32]

Otro factor que altera la disponibilidad de los alimentos es la comercialización y distribución en zonas urbanas, de alimentos perecederos, dan como resultado intermediarios y transportistas que se benefician con márgenes significativos del valor final de los productos desplazando a los precios de los productores primarios e incrementándolos al distribuidor y al consumidor final, por lo que se ve favorecidos unos cuando, mientras que la economía de la población se ve afectada y no tiene otra opción que comprar o no comprarlo. ^[33,35]

3.3. CONSUMO FAMILIAR DE ALIMENTOS EN MEXICO EN LA ZONA METROPOLITANA

Estudios realizados en 1995 por el Instituto Nacional de Nutrición muestran que, en la Ciudad de México la población esta clasificada en varios estratos económicos, y estos se agrupan en tres y son: estrato alto, medio y bajo, siendo estos muy diferentes en su alimentación, explicando estas a continuación:¹⁹⁷⁾

En los estratos bajos la desnutrición si bien no alcanza niveles de alarma afecta a decenas de miles de niños. El problema de desnutrición observados en la Ciudad de México tienen su origen en las comunidades rurales marginales de donde proviene la población de las zonas urbanas pobres ya que su poder adquisitivo es bajo.

Es preocupante la aparición temprana de obesidad en los niños de los estratos altos e incluso menor medida en los estratos pobres.

Las fuentes de energías consumidas en la Ciudad de México, se puede observar en las gráficas No.7 y 8.

Alimentos más consumidos en la Ciudad de México:

FRUTAS Y VERDURAS: El jitomate y la cebolla se consumieron en mayor medida de un 50 al 80 %, las familias en la zona metropolitana las incluyeron en su alimentación.

En el estrato alto la naranja se consumió en mayor proporción 43.1%, 27.7% en el estrato medio y en el estrato bajo de un 13 a un 18 %.

El limón se consumió el 29.2 % en el estrato alto, 23.3 % en el estrato medio y un 18 % en los estratos bajo.

CEREALES Y GRANOS Y DERIVADOS: En el estrato bajo predomina el consumo de tortilla.

El arroz su consumo de un 38 % en el estrato alto y un 13.5 % en el estrato bajo

La sopa de pasta se consume un 15.4 % en el estrato alto y un 42.1% en el estrato bajo.

El pan de dulce se consume principalmente en el estrato medio con un 39.9 % y en menor porcentaje en el extracto bajo con un 27.6 %

ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL: La leche ocupa el 1° lugar de alimentos consumidos en el estrato alto, el 80 % de las familias de los estratos altos la consumen, al igual que el 86.2 % a un 71 % en el estrato bajo la incluyen en su alimentación.

El queso se consume en un 69.2 % a un 47.3 % en el estrato alto, el 35.4 % en el estrato medio, el 19.7 % a un 13.5 % en el estrato bajo.

El huevo va de un 66 % en los estratos alto, hacia un 62 % en el estrato medio , el estrato bajo presenta un consumo de 58 % a un 50 %.

3.3.1. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

En todos los estratos la población obtiene la energía principalmente a través del consumo de cereales. La fuente principal de fibra e hidratos de carbono para toda la población también son los cereales.

La obtención de proteína para todos los estratos es de un 29 al 31 % a través de productos cárnicos, entre el 20 y 27 % mediante productos lácteos, y entre el 16 y 23 % para los cereales.

En los estratos más bajos el huevo y las leguminosas aportan casi la cuarta parte de las proteínas, la contribución de pescado es muy baja en todos los estratos.

Los lípidos se obtienen a través de grasas y aceites entre un 25 y 30 %, de un 21 a un 31 % mediante productos cárnicos, y del 14 al 23.5 % a través de productos lácteos

Para el Ca la fuente principal es la leche para los estratos altos, siendo que para los estratos bajos son los cereales. La contribución porcentual de hierro es principalmente a través de los cereales del 36.5 al 49.5 %. Los cárnicos son la segunda fuente de hierro en los estratos altos alrededor de un 14 % y la cuarta en los estratos bajos del 7 al 9 %. Las leguminosas son la segunda fuente de hierro en los estratos bajos entre un 12 y 15 %.

La fuente principal de vitamina C son las frutas y verduras para toda la población.

3.4. CONSUMO FAMILIAR DE ALIMENTOS EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL

FRUTAS Y VERDURAS: El consumo promedio semanal de frutas y verduras es de 36.5 % en aquellos hogares que refieren su ingesta entre uno y dos días. Una quinta parte de estas familias las consumen en promedio cuatro días por semana y cerca de un 20 % casi diario. Aproximadamente el 20 % de la población prefirió no consumir frutas y verduras por razones de precio o falta de disponibilidad.

CEREALES Y GRANOS: En el ámbito nacional el consumo per cápita de frijol es de 54 g, reportando su consumo en por lo menos una vez por semana más del 98% de las familias.

El 60.3 % de las familias consume una o dos veces por semanas arroz, el escaso hábito de consumo de este alimento es debido a cuestiones de precio o motivos de gusto.

El consumo per cápita promedio de maíz es de 246.6 g. Respecto al consumo de trigo el 95 % de las familias prefirió consumirlo en algunas de sus formas por lo menos una vez por semana, el consumo per cápita de trigo es de 41.8 g.

AZUCARES: El consumo per cápita de azúcar es de 54 g a nivel nacional.

ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL: Entre el 36.5 y 25.7 % de las familias consumen huevo de tres a cinco y de seis a siete días por semana respectivamente. siendo su consumo per cápita de 43 %; el resto prefirió consumirlo únicamente el 10.6% manifestando que el precio es la razón por la cual no se consume este alimento en sus hogares con mayor frecuencia. Más de un tercio de las familias prefirieron consumir leche diariamente, la ingesta per cápita es de 125 mL. Dentro de las razones de escaso consumo el 28.5 % de las familias manifestó al precio como una limitante para su ingesta.

El consumo de pescado es muy bajo en todo el país, el 18.7 % de las familias lo consumen de una a dos veces por semana, teniendo un consumo per cápita de 16.2 g. Cabe destacar que más del 70 % que prefiere un consumo menor a dos días por semana la razón principal es por falta de disponibilidad.

En el 70 % de los hogares se consume pollo y carne de res o de cerdo en el 60 % de las familias una y dos veces por semana, con una ingesta por individuo de 35 g y 28 g respectivamente. El motivo de su bajo consumo en la mayoría de la población es por cuestiones de precio o porque no se consigue.

3.4.1. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL

En todas las zonas del país, obtienen su principal fuente de energía a través de los hidratos de carbono (63.9%), de los lípidos obtiene un 22.7% y de las proteínas un 12.1 % siendo este porcentaje el mínimo recomendado de consumo de proteínas.(gráfica No.9)^[98]

3.5 SUMARIO DE LA NUTRICION EN MEXICO

El maíz y los cereales son la fuente principal de obtención de calorías, hidratos de carbono y algunos minerales para la gran mayoría de los mexicanos sobre todo en la población de bajos ingresos y en la zona rural, el trigo se ha convertido en el 2 ° grano importante en la dieta.

Las características de la alimentación de la población, están determinadas por la cantidad, calidad y variedad de los alimentos disponibles (tanto a nivel nacional como regional), y por los hábitos y costumbres de cada grupo en particular, para la gran mayoría de la población la fuente principal de proteína son los cereales, en tanto que las carnes y las semillas de leguminosas son fuente secundaria de proteína. Esto obedece a las cantidades que se consumen de cada una de ellas. Para ilustrar lo anterior, en la tabla No.18 se detalla la contribución de diferentes alimentos al aporte promedio de energía y proteína de la dieta en México.

En el medio Rural sólo un alimento se ve no afectado por las variables económicas, como ya se menciono es el maíz. y en el medio Urbano bajo es un caso similar, pero el alimento que no se ve afectado son las tortillas, además que en el estrato bajo presenta en forma creciente el problema del consumo de alimentos fuera del hogar, ya que es el patrón de consumo más común en la Ciudad de México, la mayoría de las personas salen a trabajar o a estudiar lejos de su hogar, lo que se ve afectado su nutrición.

En el extremo de los excesos empieza a verse cada vez más sobre todo en las zonas urbanas, la presencia de obesidad y de enfermedades cardiovasculares como resultado de una modificación de la dieta hacia un mayor consumo de alimentos altamente refinados, carentes de fibra y abundantes en grasas y azúcares.

TABLA No.18
CONTRIBUCION DE NUEVE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS AL
APORTE ENERGETICO Y PROTEINICO DIARIO MEDIO

PRODUCTO	ENERGIA Kcal	PROTEINAS g
Tortillas	1363 (59.0 %)	29.0 (39.0 %)
Pan y pastas	512 (21.0 %)	16.0 (21.0 %)
Frijol	111 (5.0 %)	6.4 (8.5 %)
Arroz	43 (2.0 %)	0.9 (1.5 %)
Subtotal	2029 (87.0 %)	52.3 (70.0 %)
Leche	154 (6.7 %)	9.3 (12.5 %)
Huevo	49 (2.1 %)	3.7 (5.0 %)
Carne de res	53 (2.3 %)	4.9 (6.5 %)
Carne de puerco	34 (1.5 %)	3.2 (4.0 %)
Carne de pollo	10 (0.4 %)	1.2 (2.0 %)
Subtotal	300 (13.0 %)	22.3 (30.0 %)
Total	2329 (100 %)	74.6 (100 %)

La distribución de los alimentos perecederos, se caracteriza por una fuerte concentración en pocas manos y por un control sobre la fijación de los precios, por lo que afectan la economía de la mayoría de la población en la zona metropolitana.

Las deficiencias en el consumo de alimentos afectan más a los niños menores de 5 años, por lo que su desarrollo físico y mental se altera rápidamente, por que tienen mayores necesidades nutrimentales.

Algunos indicadores generales sobre la disminución del consumo de los alimentos son:

Nivel de ingreso familiar

aislamiento geográfico de algunas comunidades

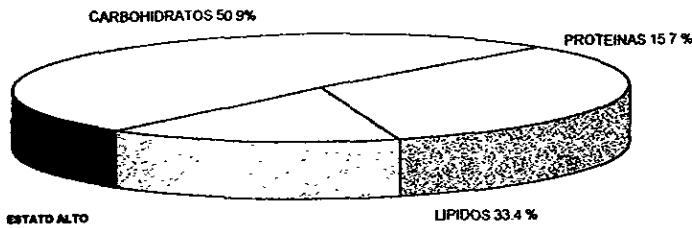
prácticas y hábitos alimenticios

la limitada posibilidad de algunos alimentos(precio, distribución y comercialización)

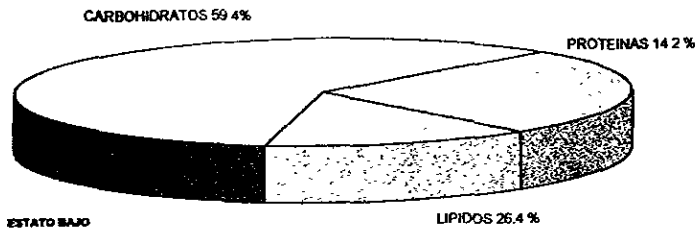
Medios de información: la población ha visto como ejemplo a seguir la dieta de los países industrializados (predominio de alimentos muy refinados con un alto contenidos de energía, proteína, azúcares, grasa saturada y colesterol, que constituye un símbolo de abundancia)

La dieta de la población en México en general va de lo monótono (que puede ser pobre e inadecuado), a los excesos pasando por los correcto y variado.

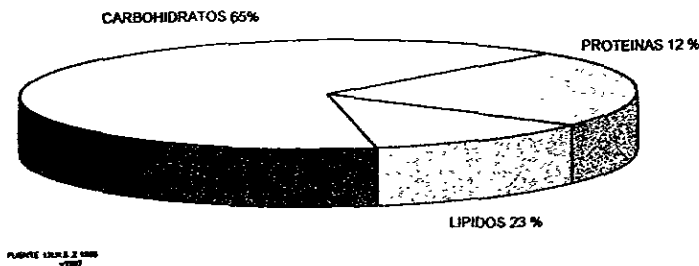
GRAFICA No.7. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN LA ZONA METROPOLITANA EN LA CIUDAD DE MEXICO (ESTRATO ALTO)



GRAFICA No.8. (ESTRATO BAJO)



GRAFICA No.9. PRINCIPALES FUENTES DE ENERGIA CONSUMIDAS EN MEXICO EN EL MEDIO RURAL



GRAFICAS No. 7,8 y 9 En estas gráficas podemos observar que los carbohidratos constituyen la mayor fuente de energía en la alimentación a nivel nacional. los lipidos en segundo lugar y en tercer lugar las proteínas.

CAPITULO 4

4. ALTERNATIVAS EN EL USO DEL AMARANTO

" Una dieta recomendable posibilita, la capacidad productiva de cada individuo siendo la principal fuente generadora de su fuerza de trabajo. De igual forma el desarrollo del potencial intelectual depende en alto grado del buen estado nutricional que se encuentra asociado al aprovechamiento y asimilación de conocimiento y habilidades."^[39]

El amaranto es un buen recurso alimenticio para los que quieran complementar su dieta o suplir la carestía o ausencia completa de productos básicos como la leche, carne y otros. El amaranto representa un alimento tradicional, que hay que rescatarlo así como revitalizar su consumo como su producción en el pueblo de México.

Las semillas del Amaranto contienen muchas proteínas y un aminoácido esencial, la lisina que no está contenida en el trigo, arroz ni maíz, combinando el amaranto con estos granos en harina o como cereales, cuyo balance de aminoácidos completa al de los estándares nutritivos de la Organización Mundial de la Salud.

4.1. MEJORAMIENTO PROTEICO EN LOS ALIMENTOS

Es cada vez mayor la preocupación de la población por su salud que ha motivado la demanda de alimentos más nutritivos. Existen dos técnicas que mejora el valor nutritivo de un alimento, mejorando principalmente las deficiencias de aminoácidos en alimentos, estos pueden ser corregidas por:

Fortificación: Uno de los más atractivos medios para una mejor nutrición es la fortificación, esta refuerza el valor nutritivo de aquellos alimentos procesados. Se lleva a cabo por adición de aminoácidos, vitaminas, minerales y proteínas sintéticos en cantidades apropiadas para llegar a los niveles requeridos, según los patrones establecidos.¹³⁹⁾

Complementación: En ciertos alimentos algunos aminoácidos se encuentran en concentraciones muy bajas en relación con las necesidades, la Complementación es cuando se mezclan más de dos alimentos, con los que se logra compensar el déficit de un aminoácido en cierto alimento con el exceso de ese mismo aminoácido en otro alimento.¹⁴⁰⁾

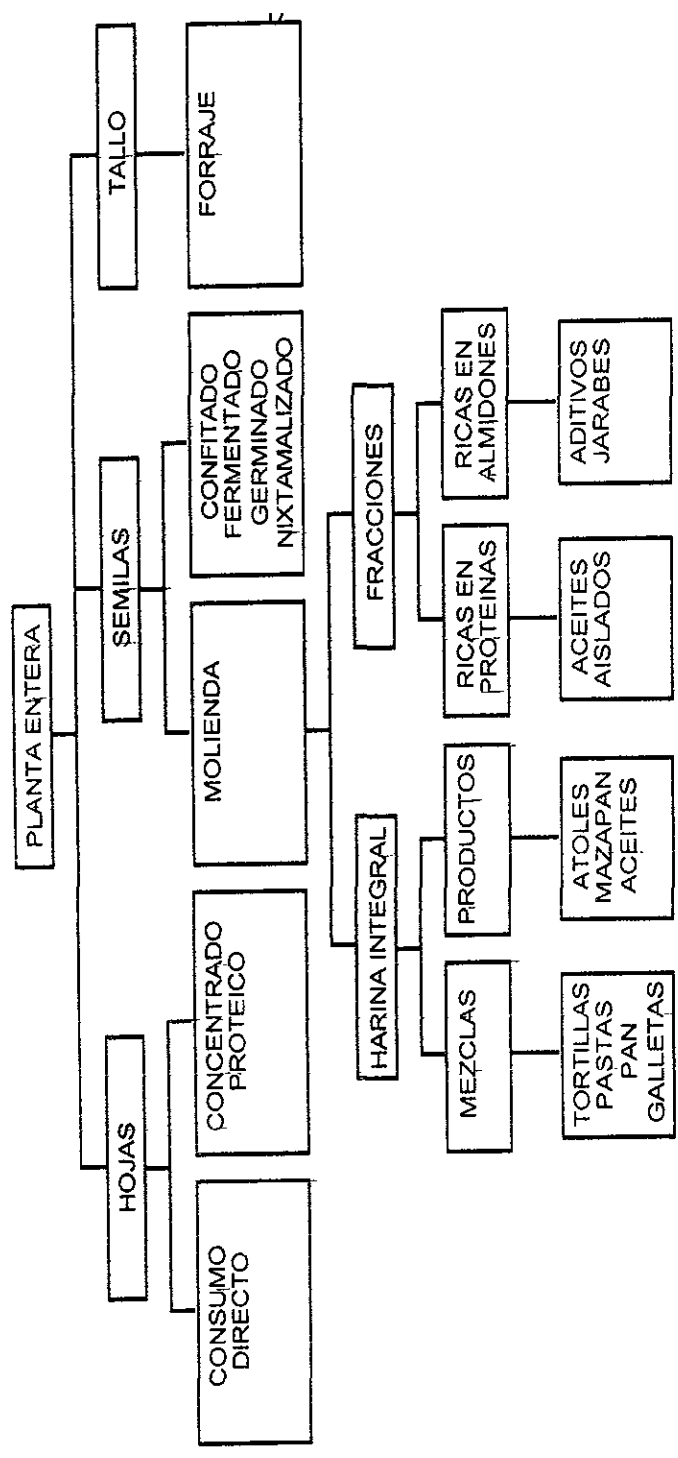
Las proteínas de las semillas de los cereales tienen mala reputación por su pobre utilización (alrededor de 50 %) cuando se ingieren solas, y al combinarse con otras proteínas, su utilización aumenta en forma considerable, lo cual es afortunado, ya que estas semillas son normalmente la fuente principal de proteínas en la dieta de casi todos los seres humanos. Al combinarse las semillas de amaranto con otros cereales, se obtiene un mejor equilibrio de aminoácidos que en el cereal solo, la proteína de los cereales es deficiente en lisina, mientras que en el amaranto tiene como aminoácido limitante la leucina. Al mezclar los cereales y el amaranto se logra una corrección de las limitaciones de uno, ya que los cereales tienen cierto exceso de aminoácidos azufrados y el amaranto tiene abundancia en lisina (contiene el doble de lisina que el trigo y el triple que el maíz), característica que hace del amaranto un alimento valioso para complementar las dietas basadas en cereales.

4.2. USOS DEL AMARANTO

Entre los aspectos más interesantes del amaranto está su buen sabor, sus notables propiedades alimenticias, su calidad proteínica comparable a la de la soya y levadura y semejante aún a la carne, su facilidad de mezclarse con otras harinas especialmente de cereales, con apreciable mejoría de las cualidades nutritivas de las mezclas. Además de todo esto, la planta puede almacenarse sin que sufra pérdidas notables como sucede con los cereales. ^(1,6)

Los diferentes usos del amaranto e incorporados a la dieta constituye una nueva alternativa en la alimentación. (ver figura No.1)

FIGURA No. 1 USOS DEL AMARANTO



4.2.1. AMARANTO COMO VERDURA

La finalidad del uso del amaranto principalmente es la obtención de la semilla, en muy pocas ocasiones se consume como verdura antes de la maduración de la planta. El consumo en verde se da cuando la planta es muy tierna y esto generalmente ocurre al principio de la temporada lluviosa.

Las hojas y los tallos tiernos son consumidos como verduras, a manera de acelgas o espinacas, con ellos se preparan sopas, ensaladas o bien se hacen tamales que pueden ser de harina de maíz y de amaranto y como relleno llevan las hojas y los tallos guisados con cebolla y salsas diversas. ^[3]

4.2.2. COMO CEREAL

La importancia del amaranto cultivado radica primordialmente en la obtención de los dulces conocidos genéricamente como "alegrías" y que se preparan mezclando las semillas reventadas con miel de pilocillo o de abeja.

Se ha ido haciendo común el uso de la semilla reventada como un cereal más, al cual se le agrega leche, fruta y miel, o bien la semilla se agrega también al yoghurt, a nieves y helados, a cócteles de frutas y ensaladas.

El proceso de reventado le confiere al grano ventajas nutricionales y mejoramiento de las propiedades sensoriales, haciéndolo además atractivo y funcional.

También se preparan obleas, que contienen semillas de ajonjolí, cacahuete y pepitas (semilla de calabaza), para hacerlas más atractivas. En los últimos años, la semilla mezclada con nueces, pasas, coco rayado, semillas de calabaza, algunas otras oleaginosas y miel se expende con una agradable presentación como "granola". ^[3]

4.2.3. HARINA DE AMARANTO

En los proyectos de investigación desarrollados, en donde se ha incorporado harina de amaranto en diferentes niveles de sustitución por otro tipo de harinas, se obtiene que al adicionar harinas de amaranto en altas proporciones al producto final, no se tienen las mismas características, debido a que posiblemente sean las propiedades reológicas de la harina de amaranto.^[9]

Por lo anterior no es posible una incorporación de más de 60 % en los productos y si sólo se quiere aumentar el contenido proteínico y cubrir las necesidades del aminoácido lisina (aminoácido deficiente en los cereales básicos), las sustituciones deben llegar a un nivel que se conserven las propiedades características del producto y lo hagan agradable al consumo.^[44]

La semilla reventada y tostada se obtiene harina, esta tiene una afinidad de usos, ya que con ella y con proporciones conocidas de harina de trigo y/o de maíz se preparan tamales, atoles, pasteles, galletas horchatas, pinole, etc. Para lograrlo se sustituye un 10% de la porción de harina de trigo por la harina de amaranto.

El amaranto a medio moler es especialmente adecuado como ingrediente predominante en la preparación de pan y cereales. Sin embargo, sólo es difícil su utilización, debido a que tienen una gran carencia de gluten.^[6]

En Atole el amaranto puede constituir una excelente alternativa, ya que el valor químico y nutricional es mayor que el de la leche, para prepararlo se pone en un recipiente a calentar agua con canela (o algún saborizante al gusto) y en el momento que hierve se le agrega la harina de amaranto agitando muy bien para que no se pegue o forme grumos. Después de haber hervido se le añade leche al gusto.^[2]

4.2.4. DIVERSOS USOS DEL AMARANTO

Las cenizas de las hojas se usan como colorante en embutidos, y la planta entera como forraje. Sin embargo el uso de las hojas y los tallos como forraje pueden ocasionar en el ganado efecto tóxicos en ciertos casos. ^[2,3]

La planta de amaranto se puede aprovechar de diversas formas; por ejemplo como ornato, gracias al hermosa follaje que presentan algunas especies. Las semillas en particular las oscuras se han utilizado para extraer colorantes de valor en diversas industrias. Con las inflorescencias de las semillas negras, que es de un color oscuro casi morado, esta es hervida con agua tomándola roja, este liquido es usado para dar color.

Algunas especies silvestres se usan para la disentería; en Jalisco los avicultores utilizan la variedad roja para pigmentar la yema del huevo de las aves ponedoras.

Algunos campesinos de Texcoco beben atole de amaranto como remedio para la disentería ^[10]

En Durango los tallos de amaranto son quemados y el potasio de las cenizas se usa para elaborar jabón

4.3. ENRIQUECIMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DE LA TORTILLA

La tortilla es un producto de consumo masivo en nuestro país y puesto que una gran parte de nuestra población padece deficiencias proteínicas y de energía en su alimentación, por esta razón es imprescindible enriquecer el valor nutritivo de la tortilla, se requiere además de elevar el valor proteico de la tortilla, que sea adecuado en el costo.

Los estudios sobre el valor nutritivo de la tortilla revelaron que el sistema de nixtamalización provoca cambios químicos en el maíz que hacen más asimilables ciertos aminoácidos que su consumo directo. Es el caso concretamente de la niacina y de las proteínas; pero también se vio que tiene carencia de lisina y triptófano, dos aminoácidos fundamentales, hace que la proteína de maíz sea de baja calidad; por eso la proteína de maíz se debe complementar con los aminoácidos que contengan lisina y triptófano, como es el caso del amaranto que contiene éstos aminoácidos. Es evidente que el factor primordial a tomar en cuenta al mezclarlos, es que no afecte el color y sabor, ni la textura de la tortilla, y que su costo no sea exagerado con respecto al precio de la tortilla. ¹⁴¹¹

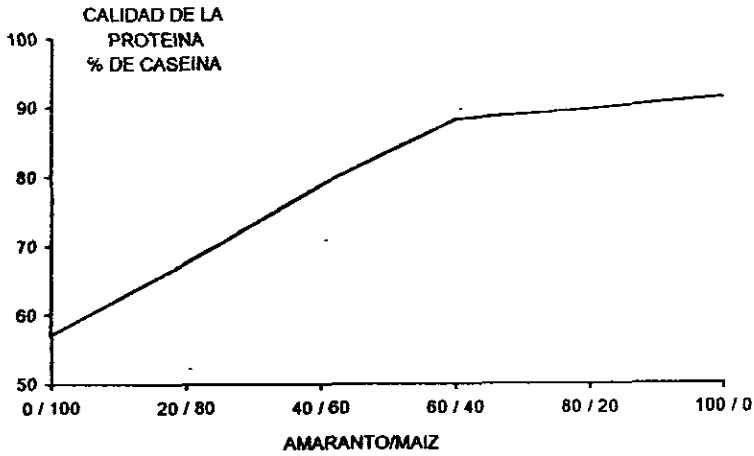
Estudios realizados demuestran que la adición de la harina del amaranto da un mejoramiento a la tortilla en minerales, en ácidos grasos y proteína (gráfica No.10) Los mejores resultados obtenidos es cuando se mezclan 90:10 (maíz / amaranto respectivamente) dando tortillas con un alto valor nutricional; su perfil de aminoácidos es excelente, estudios realizados demuestran que el sabor no se afecta seriamente y el costo del producto es casi el mismo. ^{19,191}

Para la elaboración de tortillas se utiliza harina de amaranto mezclada con masa de maíz nixtamalizado; luego se elaboran las tortillas en la forma tradicional, el valor nutritivo de las tortillas se incrementa. Este tipo de preparación se realizaba desde tiempos anteriores a la Conquista, existiendo incluso ciertas normas aplicadas a los mercaderes que vendían tortillas de maíz o de maíz y bledos. ¹²¹

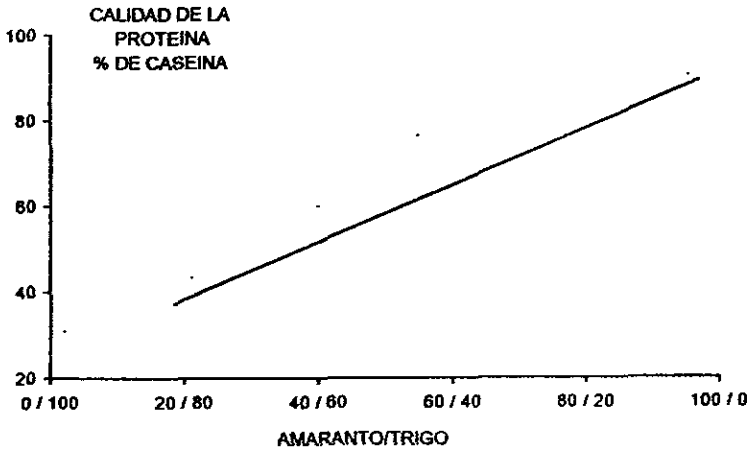
4.4. PRODUCTOS DE PANADERIA A BASE DE AMARANTO

En las investigaciones en las que se ha estudiado la incorporación de amaranto a productos de panadería se han reportado algunos problemas para que este material sea utilizado tales, como: diferencias en la calidad de la molienda debido al tamaño del grano (1.1 a 1.4 mm de largo por 1.0 a 1.3 mm de ancho), y al tamaño del gránulo del almidón del amaranto (1 a 3 μm de diámetro) que es mucho menor que el promedio de los de harina de trigo (tamaño de grano: 7 mm de largo x 3.8 mm de ancho), y en consecuencia más resistentes a la desintegración mecánica. Por otra parte los gránulos del almidón *A. hypochondriacus* consisten casi exclusivamente de amilopectina (es la fracción no gelificante), aunque algunos tipos contienen de 0 a 14 % de amilosa. El contenido de amilosa se considera menor que la de trigo, lo que influye en las propiedades fisicoquímicas de la harina, y a la sensibilidad a la acción enzimática de la harina de amaranto, la amilosa es el componente que colabora a las características de gelación y retrogradación en la harina. La sensibilidad a la actividad enzimática de la harina de amaranto es menor que en el caso de harinas de trigo y de maíz, aunque se han reportado que los gránulos de la *A. hypochondriacus* se digiere rápidamente por las enzimas: pancreática y glucomilasa.^[43]

Para lograrlo productos de panadería se sustituye un 10% de la porción de harina de trigo por la harina de amaranto, por lo que se obtiene un producto de excelente calidad protéica, en todas las mezclas realizadas presentan una Relación de Eficiencia Proteica (REP) y la Utilización Neta de la Proteína (UNP) superior con respecto a la caseína.(gráfica No.11)



GRAFICA No. 10. En esta mezcla amaranto / maiz se observa que alcanza un nivel valor similar a la proteína de la caseína, los mejores resultados se obtiene en proporciones de 90 / 10 (maiz / amaranto) en donde no cambia sus características organolepticas



GRAFICA No. 11. En todas las mezclas amaranto / trigo presentan un valor REP y UNP superior con respecto a la caseína, sin embargo al ir disminuyendo el porcentaje de trigo la cantidad de gluten se reduce, y el volumen del pan se ve afectado, ya que el gluten es el responsable de retener el gas formado durante la fermentación en la panificación.

4.5. UTILIZACION DE LA HARINA DE AMARANTO PARA CELIACOS

El uso de la harina de amaranto permitiría la sustitución de la harina de trigo en pan, galletas, pastas etc., productos que podrían ser consumidos por los celíacos.

La enfermedad celíaca es una dolencia intestinal debida a la susceptibilidad al gluten. Como consecuencia del daño producido por esta enfermedad en las microvellosidades intestinales, se reduce la adsorción de sustancias alimenticias. Este efecto de largo alcance puede llevar a la carencia de calcio y vitamina D, sumadas a la sintomatología general que se manifiesta con diarrea y dolores gastrointestinales.

Los niños son los más expuestos a la enfermedad celíaca, pero puede afectar a personas de cualquier edad.

Entre las numerosas causas imputadas a esta enfermedad existe una comprobable: la carencia de enzimas específicas responsables de la digestión de la gliadina, proteína que junto con la glutenina forma el gluten. Se ha considerado a la alfa-gliadina como el único componente tóxico y dentro de ésta una en particular, la gliadina codificada en los genes localizados en el cromosoma 6A del trigo. Recientes estudios genéticos han tratado de obtener trigo sin estos factores tóxicos^[44,47]. El camino es muy interesante, pero por el momento, el único medio utilizable es una dieta con alimentos libres de gluten.

Para que un alimento pueda ser consumido por los celíacos, debe de estar libre de gluten, es necesario que la concentración del mismo sea inferior a 0.01%. De tres variedades estudiadas de amaranto, las variedades mantegazzianus y cruentus poseen un nivel de gluten inferior al 0.01%, haciéndolos aptos para el consumo para celíacos. En cambio la variedad hypocondriacus contiene aproximadamente 0.02%.

4.6. AMARANTO: COMO AGENTE ESPESANTE

Se ha identificado al almidón de amaranto como glutinoso o ceroso, debido al tamaño del gránulo de almidón (1 a 3 μm de diámetro), existe la posibilidad de utilizarlo como espesante de algunos alimentos, como componente principal de polvos faciales, y para almidonar la ropa. Por su baja temperatura de gelatinización (entre 62 y 68 ° C) y estabilidad a la congelación-descongelación, es factible utilizarlo en la elaboración de salsas y sopas.

Los almidones céreos son buenos agentes espesantes, contribuyen a la viscosidad dando consistencia a los alimentos, poseen resistencia a la congelación, debido a su bajo contenido de amilosa (la amilosa es responsable de que ocurra el proceso de retrogradación el cual provoca turbidez, opacidad, precipitación, formación de películas y sinéresis), debido a sus características del almidón de amaranto puede ser aplicable en diversas áreas de la industria alimentaria como salsas, cremas, alimentos en polvo, productos de panificación y en la industria cárnica, ya que sus características principales de estos almidones, son que tienen buena claridad son translúcidos, estos almidones en los alimentos son atractivos a la vista.^[18]

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.7. PRODUCTOS COMERCIALES DE AMARANTO

En la actualidad existen nuevos productos comerciales de amaranto, la empresa San Miguel de Proyectos Agropecuarios de México elabora varios productos como;

COPRAM: (concentrado proteico de amaranto) que supera a los concentrados de proteína de soya en su mayor proporción de aminoácidos azufrados (metionina y cistina).

COPRAMYL: (concentrado amiláceo de amaranto) es un aditivo que sirve para mejorar las propiedades alimenticias de varios productos de panificación y repostería, tortillas de maíz y de trigo, pastas y diversos "snacks" e igualmente en confitería, se recomienda la incorporación de 10 a 20 % de este producto basándose en peso, a las recetas usuales empleadas en la elaboración de cualquier producto de panificación y repostería, así como tortillas de maíz y de trigo, se logra buenos resultados nutricionales sin alterar en absoluto el sabor del producto.

MYLAVEN: es una mezcla especial elaborada con concentrado amiloproteico de amaranto (COPRAMYL) y hojuelas de avena integral que equivalen a un excelente complemento alimenticio, además es un magnífico agente para enriquecer licuados, atoles, aguas frescas, sopas, hojuelas de cereales y otros alimentos, no contiene colesterol, no tiene gluten, sacarosa por lo que se recomienda a personas alérgicas a estos productos y aquellas que desean prevenir enfermedades cardíacas o diabetes, también es recomendable para dietas de conservación o de reducción de peso, por su bajo contenido de grasa, su buena proporción de proteína y su relativo bajo valor calórico.

AMA-NENE: cereal infantil lacteado enriquecido con proteína concentrada de amaranto.

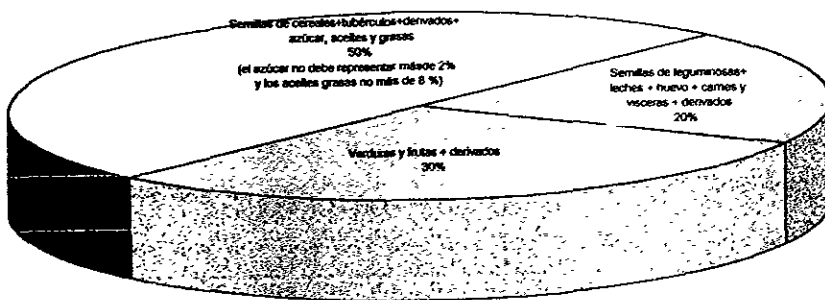
PROTAM: es un producto diseñado especialmente para mejorar la dieta de personas de desarrollen actividades intensas tales como ; niños en edad escolar, atletas diversos, mujeres embarazadas, etc., es para aquellas personas cuya dieta normal sea pobre en proteína, vitaminas y aminoácidos esenciales.

En la actualidad existen muchos productos comerciales a partir de amaranto de diversas marcas, permitiendo así que trascienda el empleo hasta ahora limitado de las "alegrías", todos estos productos están diseñados en las necesidades de la población. En la población es cada vez mayor la preocupación por su salud, que se ve incrementando la demanda del consumo de productos naturales que ayudan y previenen de algunas enfermedades o que se encuentran suplementados con vitaminas, proteínas y minerales que ayudan al buen funcionamiento del organismo.

El amaranto complementado con otros cereales, aditivos o solo, en productos comerciales, ayudan a tener una buena alimentación y con ello una buena salud, todos estos productos comerciales se distribuyen en campañas nutricionales de interés nacional, en la actualidad esta empresa tiene como objetivo " Potenciar el cumplimiento de los objetivos del Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA) y los objetivos del Consejo Consultivo de Ciencias (CCC) operando un programa de actividades a tres años, empleando el recurso Amaranto. ^[7,42]

4.8. EL AMARANTO PARTE DE LA ALIMENTACION EN MEXICO

En la grafica No.12, cada grupo se forma con base en la semejanza que existe en torno a alguna característica importante de los alimentos que lo integran. Tales alimentos no son idénticos pero sí parecidos lo suficiente para estar juntos y aceptar que son razonablemente equivalentes y por ello sustituibles entre sí. En cambio los alimentos que se encuentran en grupos diferentes y la única forma de integrar una dieta completa es combinando los alimentos de todos los grupos. La Complementación ocurre entre grupos, no dentro de ellos y la sustitución se da dentro de cada grupo y no entre ellos. [45,38]



GRAFICA No.12. Presentación grafica de los grupos de alimentos para la orientación y proporción que deben aportar la energía total de la dieta

El primer grupo se conforma con los alimentos que aportan la mayor parte de la energía y de las proteínas de la dieta media nacional, cereales y sus derivados, a los que se agregan las raíces feculentas y dos frutos: el plátano y el aguacate, que en ciertas poblaciones aportan una parte considerable de la energía. En este sentido vale la pena mencionar que el plátano y el aguacate, pese a ser frutas son pobres en vitamina C.

En el segundo grupo se unen las semillas maduras de las leguminosas con los alimentos de origen animal. Por una parte este grupo completa el aporte proteínico del primer grupo y lo complementa de manera cualitativa y por otra parte, reúne a las fuentes principales de hierro, zinc y varias vitaminas (de manera especial, A, B2, B6 y B12). Al colocar aquí las semillas de leguminosas, se favorece que aparezcan en la dieta aunadas a los cereales, con lo que las proteínas de ambos tipos de semillas se aprovechan mejor.

El tercer grupo está constituido por las frutas y las verduras, que representan la única fuente de vitamina C en la dieta. Además, aportan cantidades apreciables de fibra e hidratos de carbono. Su contribución de colores y textura a la dieta es una cualidad que no se debe dejar de lado.

El amaranto puede estar en los tres grupos, en el grupo de las semillas de los cereales (contenido de aminoácidos azufrados), como semilla madura de la planta, al igual que en el grupo de las leguminosas (contenido de lisina) y en el grupo de las verduras como son sus hojas y su tallo. El amaranto debe complementarse con cualquier grupo y llevar una dieta correcta y nutritiva. El contenido de lisina es mayor para la proteína de amaranto que para la de los cereales (trigo, maíz, y arroz), y posee una cantidad mayor de metionina que las leguminosas.

Las hojas del amaranto al igual que las hojas verdes contienen bastante fibra, más de la insoluble que la soluble, pero son la fuente de esta última, este grupo tienden a ser ricos en calcio, hierro, riboflavina, carotenos y vitamina C. Cabe destacar que, para fines prácticos, este grupo es la única fuente de vitamina C y carotenos. ^[33,48]

Cuando se consumen integral la semilla del amaranto o en harina estas proporcionan vitaminas y minerales y sobre todo son las fuentes más ricas en fibra que contribuyen a través de varios mecanismos, al control del colesterol circulante ayudando así a prevenir la astereosclerosis.

Resulta indispensable que la dieta contenga todos los nutrimentos (si faltara alguno, el organismo enfermaría y acabaría por morir), en las cantidades que cubran las necesidades del organismo, pero sin excesos que pudieran causar acumulaciones peligrosas o que pudieran generar interacciones antagónicas entre nutrimentos. Esto se puede resumir en tres palabras: la dieta debe ser completa, suficiente y equilibrada. ^[24]

Tomando en cuenta los requisitos de la dieta correcta y sea cual sea la agrupación del amaranto que se utilice, la regla central para lograr una buena alimentación es: incluir por lo menos un alimentos de cada grupo en cada comida y variar lo más posible los alimentos que se usan dentro de cada grupo, así como la forma de prepararlos.

El efecto de la alimentación no es inmediato y por ello pasa desapercibido para la mayoría de las personas, este proceso es al largo plazo, acumulativo y lo mismo las carencias que los excesos alteran los tejidos y los órganos en forma tal que con el tiempo se presentan deficiencias funcionales o enfermedades^[25]

La alimentación equilibrada debe apoyarse en tres normas fundamentales:

1a. La ración alimentaria debe aportar diariamente la cantidad de energía necesaria para el buen funcionamiento del organismo y la continuidad de la vida.

2a. Debe aportar también los nutrientes energéticos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) y no energéticos (vitaminas, minerales y agua) que permiten cubrir adecuadamente la función de una alimentación correcta.

3a. Los aportes nutricionales deben recibirse en proporciones adecuadas. Ellos implica que debe respetarse un cierto equilibrio entre los componentes de la ración alimentaria, es decir una dieta desequilibrada pone en peligro la salud y por ello la existencia.

CANTIDADES RECOMENDADAS: Todas las dietas deben proporcionar los nutrientes suficientes para conservar la salud, sin embargo es imposible dar cifras precisas de las necesidades nutritivas de cada persona, debido a la variación individual, es mejor que cada persona o familia lleve una dieta variada y natural, al llevar esta se asegura que su alimentación contenga todos los nutrientes necesarios para una buena alimentación. Los excesos como las deficiencias de ciertos aminoácidos pueden ocasionar ciertos desequilibrios o alguna alteración mayor, pero en general, los nutrientes que se encuentran normalmente en los alimentos naturales en raras ocasiones pueden causar perjuicio alguno.

El amaranto proporciona la mayoría de los nutrientes, y al combinarse con los cereales, leguminosas o cualquier otro alimento se logra una buena alimentación. El amaranto no tiene propiedades mágicas que hagan desaparecer la desnutrición o los malos hábitos de alimentación de la noche a la mañana, pero si en corto tiempo ayudaría a disminuir estos problemas. ^[9]

Como ya se menciona existen diversas formas de utilizar el amaranto, debemos utilizar este de acuerdo a nuestras necesidades (tabla No.19), con utilizar al menos unos 40 gramos como mínimo o máximo al día no afectaremos nuestra economía (Precio del amaranto es de \$ 15.00 el kilogramo, el precio puede variar según donde se adquiera, es mejor comprarlo en centros de abasto de mayoreo o menudeo donde los precios son accesibles), y si ocupamos esta cantidad nos rendirá para casi un mes, así favorecemos nuestra alimentación y la salud.

CUADRO NO.3 COMPONENTES NUTRITIVOS DEL AMARANTO

<p>Una taza de semillas reventadas de amaranto es igual a 40 gramos</p>	<p>Provee de los requerimientos diarios para un adulto: energía 7.2 % Proteína 8 % fibra 5 %</p>	<p>Los 40 gramos de la semilla de amaranto aportan 144 kilocalorías 20 g de grasa 4.8 g de proteína 1.5 gramos de fibra</p>
<p>Una taza de harina de semilla reventada de amaranto es igual a 60 gramos</p>	<p>Provee de los requerimientos diarios para un adulto: energía 11 % Proteína 15 % fibra 6 %</p>	<p>Los 60 gramos de la harina de semilla de amaranto reventada aportan 228 kilocalorías 4 g de grasa 8.9 g de proteína, 1.9 gramos de fibra</p>
<p>Una taza de hojas de amaranto es igual a 35 gramos</p>	<p>Provee de los requerimientos diarios para un adulto. energía 0.6 % Proteína 3 % fibra 7.5 % fósforo 3 % hierro 10 % vitamina A 26 % vitamina B1 4 % niacina 2.5% vitamina C 30 %</p>	<p>Los 35 gramos de hojas de amaranto aportan 12 kilocalorías 0.3 g de grasa 1.8 g de proteína 60 mg de calcio 24 mg de fósforo 1.6 mg de hierro 240 µgr. de Vit A 1.4 mg de carotenos 0.04 mg de Vit B1 0.08 mg de Vit B2 y 00.4 mg de Vit C</p>

PRECIO: En la Tabla No.19 se presentan los precios de algunos principales alimentos consumidos en nuestro país, comparados con el amaranto, en términos de costo de 100 kilocalorías y de un gramo de proteína.

TABLA No.19. PRECIO DE 100 KILOCALORIAS Y DE UN GRAMO DE PROTEINA DE ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONSUMIDOS EN LA CIUDAD DE MEXICO, COMPARADOS CON EL AMARANTO

ALIMENTO	ENERGIA (Kcal)*	PROTEINA (g)*	PRECIO (\$/kg.)**	PRECIO POR	
				g DE PROTEINA	POR 100 Kcal
Arroz (Pulido)	364	7.5	7.00	0.09	0.2
Frijol (Negro)	332	19.2	11.00	0.06	0.34
Tortillas	214	4.6	3.00	0.06	0.140
Carne de res	147	20.9	40.00	0.19	2.72
Leche entera	61	3.3	5.00	0.15	0.9
Huevo	158	12.1	7.80	0.06	0.50
Amaranto	366	16.5	15.00***	0.09	0.41

* Alimento en 100 g de peso neto

** Servicio Nacional de Información de Mercados 1998

*** SAGAR de Xochimilco 1998

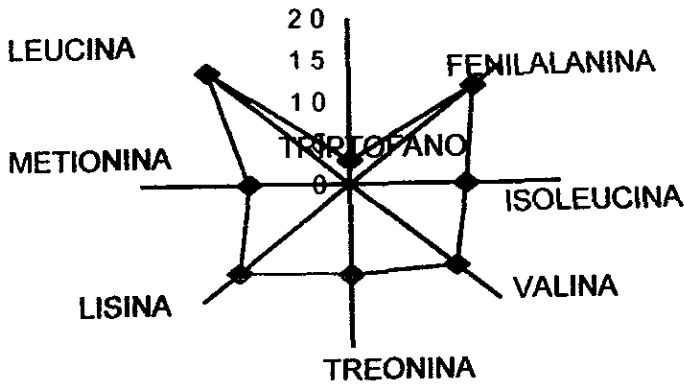
Como se puede observar el amaranto es comparable con algunos alimentos (arroz, frijol, tortilla y huevo) en el precio en un gramo de proteína y 100 Kcal de energía, y es más bajo que el de la carne y la leche, pero hay que tener en cuenta que el contenido de proteína en un alimento depende del tipo y de la cantidad de aminoácidos que contiene cada alimento: las proteínas de los cereales son deficientes en lisina y carecen en ocasiones de tripófano y treonina, las leguminosas lo son en aminoácidos azufrados. Las proteínas de origen animal suelen ser de calidad superior a las de origen vegetal, sin embargo su precio es elevado, y el amaranto presenta un precio intermedio comparado con estas proteínas, por lo que su precio por proteína y energía no es elevada, presentando un excelente valor nutricional lo que haría que nuestra dieta sea más balanceada sin afectar a nuestra economía.

4.8.1. AMARANTO RICO EN LISINA

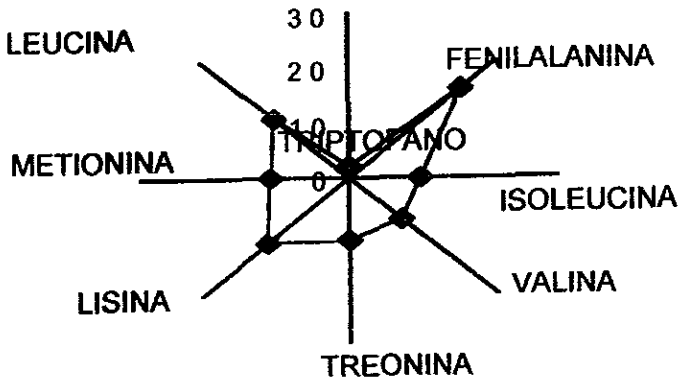
Mientras que la proteína total actúa como fuente de nitrógeno para la síntesis de los aminoácidos no esenciales, el bajo contenido de aminoácidos azufrados limita normalmente el valor nutricional de las proteínas. Por tanto con frecuencia es necesario considerar en primer lugar el contenido de los aminoácidos azufrados y después el de lisina y triptófano, para conocer el valor proteico de los alimentos ¹⁴⁸

Las proteínas de origen animal tienen alto contenido nutricional (ya que su contenido en los ocho aminoácidos esenciales es bueno) y se pueden obtener cantidades importantes de lisina y suficientes de metionina y triptófano, una de las desventajas que presenta la carne es su elevado costo, por lo que gran parte de la población no la consume. ¹⁵⁰ Las leguminosas son pobres en los aminoácidos azufrados (metionina y cistina) pero son ricas en lisina, además de estos aminoácidos, su digestibilidad es baja, por lo que las dietas con elevada proporción de leguminosas producen flatulencia. Los cereales son la base de la alimentación; sus análisis nutricionales han demostrado que sus proteínas no cubren el requerimiento necesario de ciertos aminoácidos esenciales y la gran mayoría de los cereales no contienen la cantidad apropiada de proteína que debe aportar un alimento balanceado. El análisis de aminoácidos de la proteína total del grano del amaranto, indica que esta es balanceada en la mayoría de los aminoácidos esenciales (ver figura No.2); tiene mayor contenido de lisina que la proteína total de los cereales (trigo, maíz y arroz), y también mayor contenido de metionina que las leguminosas. Por lo que convierte al amaranto en un alimento de mayor potencial, por su cantidad y calidad de proteína (alto contenido de aminoácidos azufrados y ricos en lisina y triptófano).

BALANCE DE AMINOACIDOS ESENCIALES



PROTEINA IDEAL



PROTEINA DE AMARANTO

(gramos por 100 gramos de aminoácidos esenciales)

FIGURA No.2. El equilibrio de aminoácidos que presenta la proteína de amaranto la coloca como una de las mejores dentro de las proteínas de origen vegetal, en esta figura los valores de aminoácido del amaranto son aproximados a la proteína ideal

4.9 EL AMARANTO EN LA DISMINUCION DE LA DESNUTRICION

Se realizó un proyecto en San Luis Potosí, para determinar la efectividad del concentrado amiloproteínico de amaranto en la disminución de la desnutrición. En el estado, según estudios 4 y 6 de cada 10 niños tienen algún grado de desnutrición y en más del 80 % prevalece la desnutrición leve, el grupo más afectado son los niños menores de 5 años de edad. Uno de los objetivos fue: el buscar una alternativa a un costo racional y de mayor impacto.

En el proyecto, se adicionó por primera vez el amaranto al paquete alimentario (maíz, frijol y aceite), se llevó a cabo durante 10 meses en 105 localidades indígenas, y donde se recuperaron el 52 % de 5410 niños con algún grado de desnutrición.

Las investigaciones anteriores mostraron que el impacto de la disminución de la desnutrición con el apoyo a familias de extrema pobreza con paquetes alimenticios, nunca rebasó el 8 % de recuperación de los niños, además del alto costo en la operación de estos programas. Específicamente la SSA y el DIF han ejecutado programas de apoyo a grupos vulnerables, los alimentos que se han utilizado en diferentes programas son: la leche en polvo, queso, harina de maíz, arroz, frijol, y aceite vegetal entre otros. Estos programas han sido muy caros, sobre todo en su operación, los impactos de estos programas en la disminución de la desnutrición han sido muy bajos.¹⁵¹

En un estudio, se realizó en 2 municipios cercanos a la ciudad capital del estado, Mexquitic de Carmona y Ahualulco, estos municipios tienen gran similitud en su perfil socioeconómico y de salud. En Mexquitic se llevó a cabo con 1542 niños menores de 5 años y de estos el 64.8 % (1000 niños) tenían algún grado de desnutrición, a los cuales se les proporcionó 400 gramos al mes durante un año de concentrado de amiloproteínico de amaranto, mezclando 13 gramos diarios en la comida habitual.

En Ahualulco se llevó un grupo control con 205 niños de los cuales el 66.8 % (137 niños), al igual tenían algún grado de desnutrición. En Mexquitic hubo una recuperación del 61.7 % de los niños de los y en Ahualulco un 15 % de recuperación.

Las conclusiones más importantes en esta investigación fueron:

El consumo de amaranto tiene una gran asociación en la disminución de la desnutrición leve y moderada.

Si a todos los niños se les proporciona diariamente 13 gramos como mínimo se recuperarían en un año 73 niños de cada 100 niños con desnutrición leve y moderada.

En la desnutrición severa, se deberá aumentar al doble de la ración o sea un mínimo de 26 gramos de amaranto diarios.

Si en las comunidades participan ampliamente, los éxitos son a menor plazo.

Si todos participáramos en fomentar la industrialización del amaranto tendríamos un alimento de alto contenido proteínico a un bajo costo lo que contribuiría a disminuir la desnutrición.

CONCLUSIONES

En nuestro país la mayoría de la población tiene problemas de alimentación, la solución viable es buscar nuevas alternativas en la alimentación, pero se deben al mismo tiempo resolver las necesidades actuales de la población. La actual situación de nuestro país en la alimentación está determinada por varios factores algunos de ellos son: prácticas y hábitos alimentarios, falta de conocimiento de algunos alimentos por lo que se limita a sólo lo conocido, nivel del ingreso familiar, falta de tecnología agrícola, y problemas de comercialización de algunos alimentos, estos factores afectan a los hábitos alimentarios los cuales se ven transformados en las necesidades de cada persona, es por esta razón que es necesario rescatar y revitalizar las tradiciones culturales en la producción y en el manejo de los recursos naturales que junto con el desarrollo de la tecnología adecuada se pueden ofrecer mejores alternativas en la alimentación, a través de los medios masivos de comunicación y otras técnicas educativas realizando campañas, para que la gente diversifique su alimentación, aprovechando todos los recursos que estén a la mano, y desarrollando técnicas para fortificar o complementar la alimentación tradicional, puesto que es difícil que la gente de escasos recursos modifique su hábitos alimentarios, es una tarea conjunta por parte del gobierno y de nosotros mismos que hagamos que disminuya la desnutrición.

Los problemas de alimentación afectan al sector rural y al resto de la población urbana, el maíz es la fuente principal de energía y proteína en nuestro país, el maíz junto con el amaranto se complementan proteicamente elevando su valor nutricional del maíz, pudiendo así constituir en general, la base de una buena alimentación. El maíz se consume principalmente en forma de tortilla que es un producto de consumo masivo en nuestro país, una de las alternativas que se proponen, es enriquecer las tortillas con harina de amaranto, una de las ventajas principales al tener esta mezcla: es que la tortilla sería el vehículo perfecto para el suministro de proteína para la población.

El amaranto era en México, tan importante como el maíz y tenía un lugar privilegiado en la cultura, pero su cultivo fue prohibido por los españoles que no consiguieron hacer desaparecer la semilla pero si disminuyó notablemente su producción, y sólo queda su uso para preparar el dulce llamado alegría, que es el principal producto conocido del amaranto. Afortunadamente desde los años 70s se ha considerado a la semilla del amaranto como una alternativa nutricional, por su contenido aceptable de aminoácidos esenciales y de proteína (12 - 16.5 %), el aprovechamiento de la proteína del amaranto es bastante alto, y combina bien con los cereales y leguminosas. El aceite por su parte es rico en ácidos grasos insaturados principalmente linoleico (42%).

El amaranto contiene sustancias nutritivas suficientes para una dieta correcta, aporta lisina que es el primer aminoácido limitante en las proteínas vegetales y sus propiedades únicas de su almidón lo convierten en un excelente alimento; la gran rusticidad del amaranto y su adaptación a suelos pobres y climas adversos, contribuyen a que su cultivo sea de fácil desarrollo. Puede constituir el amaranto una alternativa barata de obtener proteína de origen vegetal con una calidad similar a la de origen animal. Se puede preparar con él; guisados, golosinas, atoles, tamales, etc., además de tener un gran numero de productos en el mercado, que pueden ser también de sabrosos y nutritivos alimentos, sin apartarse de nuestra forma tradicional de comer, por lo tanto que el amaranto puede llegar a disminuir los problemas de una mala alimentación y desnutrición, lo que llevarían a ocupar de nuevo un lugar importante en la cultura alimentaria y de la salud.

Como otras semillas, el amaranto necesita cocerse, pues crudo no se digiere bien, ya que a pesar de su excelente calidad química, las investigaciones realizadas concluyen que los aminoácidos de la proteína cruda de amaranto no se encuentra del todo disponibles, o bien que la harina cruda contiene sustancias que interfieren con la utilización biológica de sus nutrientes, pero hay sustancias nocivas que dejan de serlo cuando se les somete a ciertos tratamientos y también sustancias nocivas que se pueden eliminar con cierta facilidad, como en el caso del amaranto.

Uno de los problemas más importantes que ha tenido el amaranto en su cultivo y que limitan su comercialización, es que se requiere de plantas que se puedan cosechar mecánicamente. Lo que demanda uniformidad en la altura de las plantas y de algunas características agronómicas tales como: color, madurez y tamaño del grano. Se requiere que el agricultor deba de contar con semilla seleccionadas genéticamente siendo esto un punto importante para una mayor producción del amaranto.

Han pasado casi 500 años, de los cuales se perdieron la costumbre y el conocimiento para cultivar el amaranto, cosecharlo y emplearlo en la cocina. Hoy en día se produce muy poco, su precio es un poco alto, pero su futuro es muy prometedor. Es difícil que el amaranto desplace al trigo o al maíz ya que son cereales con mucha tradición ya que forman parte de nuestra alimentación, el amaranto tiene las cualidades necesarias para ser un alimento de primera calidad ya que cuenta con un gran número de nutrimentos indispensables para el humano y si se le promueve con inteligencia, al amaranto será cada vez más abundante y barato, con lo que podrá recuperar su lugar en la dieta mexicana. Además como se demostró el amaranto haría nuestra dieta más completa sin salirse de nuestra economía y puede ser consumida por la población mexicana.

BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez - Marroquín, Alfredo. Potencial agroindustrial del amaranto. México. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 1980.
2. Alejandro, I. G., Gómez, L. F. Cultivo del Amaranto en México. Ed. México, Dirección de difusión cultural departamento de zonas áridas. UAC, 1986.
3. Reyna, T. T. Granjeno C. A., y Taboada, S. M. Boletín Notitec-Pual. 1995. 5 (2). 10-16.
4. Barros, C. y Buenrostro, M. Amaranto. Ed. Grijalbo, México 1997.
5. Velasco, L. M. L., y D., Heyden. El uso y la representación del Amaranto en la época del Prehispanica según las fuentes históricas y pictóricas. Memorias del Primer Seminario de Amaranto. Chapingo. México. 1984. 1. 205-255.
6. Cuadernos de nutrición. No.1. Enero-Febrero.1986
7. Sánchez - Marroquín, A. Miami 40, México, D, F., 03810
8. Paredes-López, O., Barba de la Rosa, A. P., y Carabez-Trejo, A. J. Food Sci. 1990. 54:1154.
9. Trinidad, S.A., Gómez, L.F., Suárez, R.G. El Amaranto (*Amaranthus spp*), Su cultivo y aprovechamiento. Colegio de Postgraduados. México. 1990
10. Yedra, V. R. El Ateneo de Coyoacan, 1994, 7 (2), 24-25.
11. Espitia, R. E. Guía para el cultivo de Amaranto. SAGAR. México. 1989.
12. Estrada, L.E. El huauhtli (*Amaranthus*) en el Códice Florentino. Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Mor. México. 1991.

- 13.SAGAR. Centro de Información Agropecuaria. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 1996 y 1997.
- 14.SAGAR. Subsecretaría de Agricultura y ganadería. Delegación Estatal en Xochimilco. (Resumen Ejecutivo). 1998.
- 15.SAGAR. Perfil del Amaranto. México.1985.
- 16.Charley, H. Preparación de alimentos. Ed. Limusa S. A., México 1990.
- 17.Chávez, A., Madrigal H., y Ríos, E. Guías de Alimentación. INNSZ, 1993.
- 18.Fennema, O, R., Química de Alimentos. Ed. Acribia, S, A., Zaragoza (España). 1993
- 19.Bressani, R., Sánchez - Marroquín, A., y Morales, E. Food Reviews International. 1992, 8 (1) : 23 -49.
- 20.Irvin, D. W., Betschart, A. A., y Saunders, R. M. J. Food Scie. 46:1170.
- 21.Alvarez, N. V., Genta, M. L. La Aliment. Latinoamer. 1993, 197, 36-39.
- 22.Bressani, R., y García - Vela, L. A. J. Agric. Food. Chem. 1990. 38: 1205-1209.
- 23.Paredes-López, O., y Mora - Escobedo, R. , A. J.Food Sci. 1989. 54:761.
- 24.Kent, N. L. Tecnología de los Cereales, Ed. Acribia, Zaragoza (España) 1971.
- 25.Teutónico, R.A., y Knorr, D. Food Technol. 1995. 39 (4) 49.
- 26.Luallen, T. E. Food Technol. 1988. 39:59.
- 27.Suarez - Ramos, G. Depósito de taninos en la testa de *Amaranthus hypochondriacus* L. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Chapingo. México. 1981.

28. Imeri, A., González, J. M., Flores, R., Elias, L. G. y Bressani, R. Arch. Latinoam. Nutri. 1987. [1]: 132-146
29. Alfaro, A., Martínez, A., Ramírez, R., y Bressani, R. Arch. Latinoamer. Nutri. 1987, 37 (1), 109-121.
30. Imeri, A., Flores, R., Elias, G. L., y Bressani, R. Arch. Latinoamer. Nutri. 1987, 37 (1), 161-173.
31. Rivera, M. A. Espinoza, C. L. y Ruíz, A. L. Agricultura, Alimentación y Nutrición en México década de los ochentas. INNSZ. México. 1996
32. Casanueva, E. Cuadernos de Nutrición, 1991, 14 (1), 18-32.
33. Casanueva, E. Cuadernos de Nutrición, 1987, 10 (6). 9-15.
34. Muller, H. G., y Tobin, G. Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza (España) 1992.
35. Chavez, A., Rordan, A. J. Muñoz de Chavez, M. La Nutrición en México y la transición epidemiológica. INNSZ. México. 1993
36. Sicart, R., Ballester, V., Infiesta, G., y Urgell. Manual Practico de Nutrición y Dietetica, Ed. Madrid Vicente . Madrid (España). 1993.
37. INNSZ. Encuestas Urbano de alimentación y Nutrición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1995.
38. INNSZ. Encuestas de alimentación y Nutrición en nivel Nacional en el Medio Rural. 1997.
39. Berg, Alan. Estudios sobre Nutrición. Ed. Limusa S. A., México 1983
40. Casanueva, E. Kaufer - Horwitz, M. Pérez - Lizaur. Nutriología Medica. Ed. Panamericana. 1995

41. Rubio, M. *Industria alimentaria*. 1993. México. 15(6), 9-19.
42. Sánchez - Marroquín, A. *Biotecnología*. México. 1991. 1 (6) : 3 -18.
43. Breene, W. M. *Cereal Foods World*. 1991. 36 (5) : 426.
44. Rico, N. *Tecnología alimentaria*. 1987. 22 : 19 -28
45. Fernández, L., Guerrero, L., y Vázquez, C. L. *Tecnol. Aliment*, 1994, 29 (5-6),
46. López, B. A., Díaz, O. A., Rodríguez, J. L., Fernández, C., y Borroto, M. *Alimentaria*, 1996, Nov, 36-42.
47. Tosí, E. A., Ciappini, M. C., y Misciarelli, R. *Alimentaria*, 1996, Ene-Feb, 49-51.
48. Cervera, P., Clapes, J., y Rigolfas, R. *Alimentación y dietoterapia*, Ed. Interamericana España 1993.
49. *Servicio Nacional de Información de Mercados*. Octubre. 1998.
50. Bender, E. A. *Nutrición y alimentos Dietético*, Ed. Acribia, Zaragoza (España) 1973.
51. Grey, C. S. y Leos, H. M. *El Amaranto en la disminución de la Desnutrición*. Servicios de Salud de San Luis Potosí. Septiembre 1997.