



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Trabajo Monográfico de actualización

Amaranto: Una alternativa de alimento para personas de edad avanzada

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA EN ALIMENTOS

PRESENTA

Verónica García Beltrán



MÉXICO D.F.

2010



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	Profa. LUCIA CORNEJO BARRERA
Vocal	Profa. KARLA MERCEDES DÍAS GUTIÉRREZ
Secretario	Profa. ARMANDO CONCA TORRES
1er Suplente	Profa. RODOLFO FONSECA LARIOS
2do Suplente	Profa. MA. DEL ROCÍO SANTILLANA HINOJOSA

ASESOR DEL TEMA:

Lucía Cornejo Barrera

SUSTENTANTE

Verónica García Beltrá

A mi Mamá que me ha ayudado a lo largo de mi vida, que me impulso a estudiar y a ser la persona que soy. Gracias por todo tu apoyo, fortaleza, amor y sobre todo paciencia para titularme, por escribir conmigo gran parte de la Tesis, por los lípidos y los carbohidratos. Te amo mami

A Sergio y Gerardo mis papás por ayudarme, escucharme y ser el apoyo incondicional de mi familia.

A Lucy Cornejo por sus consejos durante la carrera, ayuda y dedicación, por presionarme a titularme y ayudarme en todo.

A mis Maestros por su conocimiento, ayuda y preparación, no solo en la carrera si no en la vida.

A Lulú por conejear conmigo siempre, fantasear y contarme muy buenos chistes para el des-estrés.

A mi amado René por su apoyo y ayuda incondicional, por alentarme a titularme y desvelarse conmigo en esta escritura.

A mis Tios, Tias y Primos por sus comentarios de “Ya Titúlate”, Gracias por hacerme los días felicies.

A mi amiga “La Enana” por ayudarme durante toda la carrera, aguantarme y sobre todo cuidarme.

A Esteban por sus maravillosas aportaciones al capítulo de nutrición y a mis amigos por siempre estar ahí, por compartir momentos de orgullo, amor y tristeza.

A todos mil gracias y seguimos adelante.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	3
3. DESARROLLO DEL TRABAJO	4
3.1. ADULTO MAYOR Y SU NUTRICIÓN	4
3.1.1. EDAD AVANZADA.....	4
3.1.1.1. Los sentidos	7
3.1.1.2. Sistema gastrointestinal	8
3.1.1.3. Aspectos nutrimentales	10
3.1.1.4. Sistema cardiovascular	12
3.1.1.5. Procesos renales.....	13
3.1.1.6. Sistema del músculo esquelético	14
3.1.1.7. Procesos neurológicos	16
3.1.2. NUTRICIÓN EN LA EDAD AVANZADA.....	16
3.2 NUTRACÉUTICOS	19
AMARANTO:	22
3.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL AMARANTO	22
3.4 CARACTERERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	26
3.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.	27
3.4.1.1 Ubicación taxonómica	27
3.4.1.2 Producción	29
3.4.1.3 Análisis de las hojas de amaranto.....	33
3.4.1.4 Análisis de las semillas de amaranto.....	36
3.4.2 PROTEÍNAS	40
3.4.2.1 Contenido de aminoácidos	41
3.4.2.2 Valor nutrimental de la proteína del amaranto.....	44
3.4.2.3 Gluten.....	48
3.4.3 HIDRATOS DE CARBONO	49
3.4.3.1 Contenido de hidratos de carbono	49
3.4.4 LÍPIDOS.....	51
3.4.4.1 Contenido de lípidos.....	52
3.4.4.2 Ácido linoleico	53
3.4.4.3 Ácido oleico	54

3.4.5	FIBRA DIETÉTICA.....	57
3.4.5.1	Contenido de fibra	58
3.3.6	VITAMINAS Y MINERALES.....	60
3.3.6.1	Contenido de vitaminas y minerales.....	62
3.3.6.2	Vitamina C.....	63
3.3.6.3	Vitamina B ₁ o Tiamina.....	65
3.3.6.4	Vitamina B ₂ o Riboflavina.....	67
3.3.6.5	Vitamina B3 o Niacina.....	68
3.3.6.6	Vitamina B7 o Biotina.....	69
3.3.6.7	Vitamina B9 o Ácido fólico.....	70
3.3.7	HOJAS DE AMARANTO.....	72
3.3.7.1	Pro-vitamina A (β-caroteno).....	72
3.3.8	FUNCIONALIDAD Y METABOLISMO DE LOS MINERALES	74
3.3.8.1	Calcio.....	74
3.3.8.2	Fósforo.....	75
3.3.8.3	Potasio.....	76
3.3.8.4	Magnesio.....	77
3.3.8.6	Hierro.....	78
3.3.8.7	Cobre.....	79
3.3.8.8	Zinc.....	81
3.3.8.9	Manganeso.....	81
4.	CONCLUSIONES	83
5.	RECETAS PARA APROVECHAR LOS BENEFICIOS DEL AMARANTO..	84
5.1.	SOPAS.....	84
5.2.	PLATOS FUERTES	87
6.	BIBLIOGRAFÍA	95

1. INTRODUCCIÓN

El amaranto siempre se ha considerado un alimento importante en nuestra cultura por lo nutritivo que es, incluso se ha pensado que hasta lo empleaban de forma curativa los antiguos aztecas. Pero, ¿qué tanto es realidad y qué tanto es mito?

De acuerdo a escritos que se han encontrado, el amaranto reventado con miel se usaba para elaborar figuras en forma de calaveras y esqueletos para ritos en los cuales se hacían sacrificios a los dioses, por lo cual los conquistadores lo prohibieron y trataron de terminar con su cultivo. Pero no sólo se hacían ofrendas a los dioses con él, sino que también enriquecía la alimentación de los pueblos mesoamericanos. Actualmente es cultivado en América del sur, sobre todo en los países andinos, en los cuales se ha investigado más (a últimas fechas) sobre las propiedades que tiene. En cambio, en México su cultivo es de temporal, de mayo a octubre, y se realiza en pocas regiones.

Desde el punto de vista industrial, en la actualidad son muy pocas las empresas formales a nivel nacional que se dedican a la explotación del amaranto. Por lo general, lo que se encuentra es un mercado informal que provee a la población del dulce denominado **ALEGRÍA**. Este dulce es elaborado, en su receta básica, con miel y el grano reventado de amaranto. Algunas veces se le agregan: nueces, pasas y pepita. También en este mercado informal se puede encontrar a la venta el grano de diversas formas, ya sea reventado en forma de palomita, o para licuados, o bien, para la confección de cereales y granolas.

Sin embargo, por falta de conocimiento o costumbre, el amaranto en nuestro país no se explota de la manera correcta, a pesar de ser un pseudocereal^a muy nutritivo, característica que se va a discutir en este trabajo.

^a Un pseudocereal es una planta perteneciente a la familia de las dicotiledóneas.

Una explotación adecuada permitiría potencializar los nutrimentos que lo identifican y, de este modo, recomendar que sea incluido en la dieta de la población a nivel nacional.

También hay que mencionar que actualmente en México se pueden encontrar varias empresas que se dedican a la explotación del amaranto de forma artesanal ofreciendo productos como alegrías y palomitas, pero con marca registrada. Esto hace que el valor real del amaranto se eleve y se le vea como un cereal exclusivo en algunas tiendas naturistas. Sin embargo, la realidad es que existen pocas compañías que se dediquen a la explotación integral del amaranto, como lo es “San Miguel de Proyectos Agropecuarios®”. Esta compañía fue fundada en 1985 con el fin de hacer complementos alimenticios a base de amaranto para comercializarlos a precios muy bajos y accesibles, ya que el grupo comercial en el que se pensó fueron las comunidades rurales o población de bajos recursos. En este caso, lo que interesa destacar es el tipo de concentrados proteínicos que se obtienen, ya que su uso en forma extendida impactaría beneficiando a la nutrición de la población, sobre todo a la de personas de la tercera edad.

La importancia del amaranto como propuesta para la alimentación de adultos, es que está adentro de los alimentos funcionales, por su contenido proteínico (14 a 18%), tiene un contenido adecuado de lisina (4.8 – 6.4g/100g de proteína) de triptófano (1 a 4 g/100 de proteína) y de aminoácidos azufrados de (3.7 – 5.5g/100g de proteína) siendo mejor que otras proteínas de origen vegetal. Es importante también el hecho de ser libre de gluten pues se puede recomendar a las personas adultas mayores que padecen la enfermedad celiaquía por presentar hipersensibilidad las proteínas del gluten. Tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados indispensables como el ácido linoléico y el linolénico.

Por tal motivo este trabajo se enfoca en el estudio del amaranto como una fuente rica en nutracéuticos, que ayudan a la alimentación y mejora de la condición de vida del adulto mayor.

2. OBJETIVO

- ∞ Dar a conocer la importancia del amaranto para incorporarlo a la dieta de los adultos mayores, sabiendo que a algunos se les reduce el consumo de productos de origen animal.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. ADULTO MAYOR Y SU NUTRICIÓN

3.1.1. EDAD AVANZADA

Los adultos de edad avanzada se clasifican en 2 grupos dependiendo de las edades específicas. El primero abarca de 65 a 75 años, a cuyos integrantes se les denomina "viejos jóvenes" o "en envejecimiento", y el segundo es de los 75 años en adelante, a los cuales se les llama "viejos viejos" o "ancianos".^{6, 50}

El envejecimiento no se detiene. La pérdida gradual de las funciones es algo uniforme durante ocho o nueve décadas. Los ancianos pierden el nivel óptimo de sus funciones al mismo ritmo que los jóvenes las van adquiriendo.¹¹

La edad cronológica predice de manera poco confiable la capacidad funcional. Hay ancianos de 80 años que llevan una vida tan sana y dinámica, como personas de 40 años. Por el contrario, hay ancianos de 65 años a los que las enfermedades relacionadas con el sobrepeso, alcoholismo o tabaquismo, no les dan mucha esperanza de vida.^{6, 10, 33}

Dentro de la longevidad se tienen 2 términos centrales que con facilidad se confunden: uno es periodo de vida y el otro esperanza de vida. Sin embargo, definen cosas muy diferentes entre sí, aunque se complementan. El periodo de vida se define como el máximo tiempo posible que puede vivir un hombre o mujer. La esperanza de vida es el tiempo restante de vida media proyectado para una población de una edad determinada y depende de la influencia de factores ambientales, la nutrición y el tipo de vida que se ha llevado hasta ese momento.³⁰

El envejecimiento depende de cambios intrínsecos y extrínsecos. Los primeros están determinados por factores genéticos, mientras que los extrínsecos son debidos a fenómenos ambientales (como la exposición al sol o a los gases atmosféricos), **la nutrición**, el tipo de vida que se ha tenido durante

la edad madura, el estrés, si se ha vivido en ciudad o en provincia, etc. Todo ello provoca que el envejecimiento no sea igual entre una persona y otra. Por los cambios intrínsecos encontramos que las personas envejecen según su línea familiar. Por ejemplo, lo que se sabe actualmente es que si los padres son diabéticos, los hijos tendrán mayor propensión a ser diabéticos. Tomar en cuenta estas herencias, o bien no hacerlo, determinará la calidad de vida en las personas de edad avanzada.^{10, 17, 28, 30}

Lo anterior aunado a que la vejez es un proceso irreversible, como ya se mencionó, en la cual ocurren fenómenos como:^{9, 30}

- 1) El aprendizaje, la memoria, el tiempo de reacción y la solución de problemas, empiezan a deteriorarse.
- 2) Aminorada la densidad de los huesos.
- 3) La masa magra tiende a desaparecer y el tejido adiposo y el conectivo tienden a aumentar.
- 4) El bombeo de sangre por el corazón pierde eficacia. La corriente sanguínea disminuye por los depósitos arterioscleróticos de vasos y la disminución de elasticidad de la pared de los mismos.
- 5) Los ojos pierden la capacidad de enfocar a distancias cortas y suelen necesitar luz más brillante para leer así como anteojos.
- 6) Pérdida de la agudeza auditiva, sobre todo con respecto a los tonos agudos.
- 7) Disminuye la agudeza del olfato y del gusto.
- 8) Se presenta menor secreción de ácido clorhídrico por las células parietales y la reducción de la secreción biliar.

9) Disminución del 70% de agua corporal que existe en la etapa adulta a un 60% de agua corporal en la vejez, por lo que se forman arrugas por falta de hidratación.

10) Aumentan las concentraciones de glucosa en sangre.

11) Aumenta el colesterol de 1 a 3 g y el peso corporal.

12) Pérdida de motilidad intestinal. Puede sobrevenir el estreñimiento.

13) Pérdida de piezas dentales que dificultan la masticación.

Es muy importante distinguir el proceso de envejecimiento normal de la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles que se hacen presentes con la edad. Dentro de estas últimas se han descrito 56 síndromes patológicos. Entre los más conocidos están: la hipertensión, aterosclerosis, la diabetes, la obesidad, los dolores reumáticos, el cáncer, etc. Otros síndromes menos graves, y que no se deben sólo a la edad, son: las cataratas del cristalino, atrofia de la retina, los temblores y hasta el mal de Parkinson, muchas alteraciones digestivas como gastritis, estreñimiento, etc.

La diferencia entre estas enfermedades crónicas y el envejecimiento es que no siempre son paralelas, no todas las personas las sufren y, sobre todo, se deben a una acción combinada entre los genes (la herencia) y factores ambientales, como es la alimentación y el estrés, entre otros.^{10, 18, 33}

A continuación en la tabla 1 se explican los cambios en las funciones orgánicas durante el envejecimiento. En seguida se aborda la afectación que éste provoca en los sentidos, en el sistema gastrointestinal, en los procesos metabólicos, en el sistema cardiovascular, en los procesos renales, en el sistema músculo esquelético y en los procesos neurológicos.

TABLA 1 Cambios en la función orgánica durante el envejecimiento

Función orgánica	Cambio físico	Importancia para la nutrición
Gusto y olfato	*Menos papilas gustativas en la lengua. *Descenso en cantidad de terminaciones nerviosas, gustativas y olfativas. *Cambio en el umbral del gusto y del olfato	Pérdida de la capacidad para detectar sabores salados y dulces. Menor palatabilidad que conduce a la menor ingesta de alimentos.
Secreción de saliva	El flujo de saliva puede disminuir	
Función esofágica y deglución	Cambios menores que incluyen contracciones desordenadas	
Función hepática y biliar	Menor flujo sanguíneo. Cambios estructurales y bioquímicos mínimos Disminución en la actividad de enzimas que metabolizan fármacos	Tal vez disminuya la velocidad de síntesis de albúmina A veces es necesario disminuir la dosis de fármacos
Secreción pancreática	Gasto un poco menor de bicarbonato y enzimas	
Morfología y función intestinal	Cambios insignificantes en la morfología del intestino delgado	
Microflora intestinal	Crecimiento bacteriano excesivo en la parte proximal del intestino delgado cuando hay gastritis atrófica	Influye en el aporte de vitaminas hidrosolubles y vitamina K

Shils, M. E. et al. Nutrición en salud y enfermedad. 9ª edición. Ed. Mc Graw Hill. USA 1999 ⁴³

3.1.1.1. Los sentidos

Con la edad se ve una clara atrofia de las papilas gustativas, el oído, el olfato y por supuesto la vista. Éstos se deterioran por lo general alrededor de los 50 años de edad. El sentido del gusto tiene una disminución de más del 50% y, en consecuencia, también se pierde un poco del sentido del olfato ya que se encuentran íntimamente relacionados. La vista es otro sentido que disminuye o se atrofia por la edad. Por lo tanto, con frecuencia las personas mayores utilizan lentes para vista cansada. Sin embargo, el oído no siempre sufre deterioros tan severos. ^{30, 43}

Los problemas más comunes, que se llegan a presentar por atrofia de los sentidos son:

☞ **Presbicia:** Es la dificultad para enfocar objetos cercanos, por lo cual la mayor parte de los adultos mayores tienen la necesidad de usar lentes por prescripción médica.

☞ **Hipoacusia:** Pérdida de la habilidad para oír tonos agudos, esta enfermedad comienza a aparecer alrededor de los 40 años y se acentúa con la edad.³²

3.1.1.2. Sistema gastrointestinal

El sistema más importante que determina en realidad la capacidad de digestión y de absorción de los alimentos en la etapa de envejecimiento es el gastrointestinal.

Uno de los problemas más frecuentes es la disminución o falta de piezas dentales, por lo cual la mayoría de las personas de edad avanzada se ven forzadas a utilizar dentaduras postizas. Esto acarrea una serie de problemas **periodontales**^b, pues si tienen una dentadura mal ajustada tendrán problemas de masticación y, por lo tanto, problemas gástricos graves. En muchas ocasiones se presenta una falta de apetito para evitar el dolor de encías, infecciones o inflamación en las mismas. Esto provoca que se les sustituyan los alimentos duros y altos en fibra como granos, verduras y frutas, por papillas y alimentos blandos bajos en fibra de fácil deglución y masticación. Se presenta disminución de secreción salival, la cual reduce también la capacidad de masticación y deglución de la comida, lo cual se agrava ya que varios de los medicamentos en especial los que son antihipertensivos suelen causar *xerostomía* o boca seca.^{20, 33}

^b Problemas periodontales, enfermedad de naturaleza infecciosa (dientes o encías) que duplican el riesgo o peligro de accidentes vasculares cerebrales y enfermedad cardíaca⁴³

Con la edad se presentan muchas enfermedades gástricas. Una de las más frecuentes e importante es la **hipoclorhidria** (pérdida de células parietales^c) dado que ésta acarrea diversas enfermedades como son:

⌘ **Anemia ferropénica:** es la disminución en la absorción del hierro no-hemo, (la forma habitual que se encuentra en los alimentos). Al tener falta de ácido gástrico, el hierro no-hemo no se solubiliza. Por lo tanto, no es absorbido por el intestino y en consecuencia, la anemia.

⌘ **Anemia perniciosa:** Es la disminución en absorción de la vitamina B₁₂, producida por la deficiencia de una proteína denominada factor intrínseco que se encarga de esta absorción. Al no tener esta vitamina, la formación de glóbulos rojos se ve minada y se da una disminución de éstos.^{27, 43}

⌘ **Aclorhidria:** Es la disminución de ácido gástrico, lo cual impacta en la absorción de calcio. Este es uno de los factores determinantes para la pérdida de densidad cálcica o de hueso llamada osteoporosis. En esta enfermedad, al tener una baja producción de ácido gástrico se reduce la solubilidad de las sales de calcio como son los carbonatos de calcio, fosfatos de calcio, etc. y se provoca un vaciamiento gástrico rápido. Por lo tanto, se baja la capacidad de absorción por parte del intestino delgado y el calcio es excretado por heces.^{33, 32, 39}

⌘ Se da un crecimiento bacteriano excesivo por la disminución de secreción de ácido gástrico. También esta disminución provoca que las sales biliares no sean activadas en el intestino delgado. Estas últimas intervienen en el ciclo de absorción de las grasas

^c Células encargadas de la producción de ácido gástrico por medio de una bomba de membrana llamada H⁺, K⁺ ATPasa¹³

dado que las floculan. Por lo tanto, también se tiene una mala absorción de grasas y diarreas.

⌘ **Estreñimiento:** Este problema es muy común en personas de edad avanzada debido a la disminución de la motilidad del intestino grueso y el colon. Sin embargo, el intestino delgado no pierde motilidad lo que provoca que se junte el bolo fecal en el intestino grueso donde se absorbe la mayor parte de agua. Por esta razón disminuye drásticamente el contenido de agua en el bolo fecal provocando la obstrucción del intestino grueso. El aumento en el consumo de fibra dietética se relaciona con menores problemas de esta índole pues le da mayor consistencia al bolo fecal. La fibra evita que el bolo fecal pierda agua y de este modo ayuda a su evacuación.^{6, 17, 28}

3.1.1.3. Aspectos nutrimentales

El proceso de envejecimiento va acompañado por un descenso en las funciones orgánicas, sobre todo en el anciano mayor (mas de 80 años), y es normal que por estos cambios se vea afectado el metabolismo.

En cuanto al metabolismo energético se ve un claro descenso en las necesidades energéticas, ya que estas pueden disminuir a 2700 Kcal/día después de los 30 años y hasta 1900 kcal/día cerca de los 80 años. Dos tercios de esta disminución se atribuyen a la falta de ejercicio y a la disminución del metabolismo basal hasta en un 20% de los 30 a los 90 años de edad. Esto se debe a una reducción en la masa corporal magra.

Los adultos mayores tienen menos facilidad para digerir y absorber proteína de las dietas. Esto puede deberse a la mala absorción que se tiene en el intestino.

Hay trastornos metabólicos naturales, como una seria disminución en la tolerancia de la glucosa debido a un aumento de la misma en plasma del orden de 1.5mg/100ml por decenio. Dado el aumento en la actividad enzimática bacteriana en el intestino delgado, también se presenta una clara intolerancia a la lactosa que puede ocasionar molestias intestinales y diarrea.

Las calorías se **reducen** en un **10%** cada 10 años por encima de los 65 años de edad. Asimismo, la ingesta de proteínas debe reducirse por lo que el equilibrio calórico debe ser:

HIDRATOS DE CARBONO	=	50 % del total de calorías
PROTEÍNAS	=	25 % del total de calorías
LÍPIDOS	=	25 % del total de calorías ^{30, 33}

Además las fibras y los líquidos se requieren en cantidades suficientes para prevenir el estreñimiento. Se recomienda un mililitro de agua por cada kilocaloría de alimento ingerido.^{17, 30, 33}

Se debe reducir el consumo de azúcares que se encuentran en postres ricos en calorías como: pasteles, dulces, helados, etc. También se deberán reducir grasas, alcohol y, en caso de ser fumador, la cantidad de cigarrillos, o bien, dejar de fumar. La sal también debe reducirse, al igual que las carnes enlatadas, embutidos, cecina, alimentos fritos, mantequilla y crema.

Los cambios fisiológicos relacionados con el envejecimiento intestinal también afectan la absorción de vitaminas y minerales aumentándola o disminuyéndola. Por lo tanto, se debe hacer un estudio a los individuos para hacer las recomendaciones de ingesta de éstos.^{13, 36}

La mala absorción de grasas en el adulto mayor es debida al crecimiento bacteriano excesivo en el intestino delgado. Se recomienda una dieta con un

30% o menos de calorías provenientes de los lípidos. Esto puede prevenir o aminorar problemas cardiacos o enfermedades crónicas del corazón. ^{3, 8}

3.1.1.4. Sistema cardiovascular

Como es sabido el problema de enfermedades cardiovasculares causa aproximadamente el 70% de las muertes de personas mayores de 75 años. Esto se debe a que durante el envejecimiento los vasos sanguíneos se tornan menos elásticos y aumenta la resistencia periférica total, lo que da origen a un aumento de la prevalencia de la hipertensión, aunado a que la presión arterial aumenta en las mujeres a partir de los 80 años. También hay que mencionar que en los hombres a los 60 años se tiene el máximo de concentración de colesterol sérico, mientras que en las mujeres continua aumentado el colesterol total y la fracción de lipoproteínas de densidad baja (LDL) hasta los 70 años de edad ^{21, 41}. Todo ello puede acarrear diversos problemas y enfermedades, entre los cuales se encuentran:

🔗 **Arteriosclerosis:** Es una enfermedad de evolución crónica la cual se caracteriza por la adherencia de plaquetas y lípidos en la luz arterial con lo cual se va obstruyendo paulatinamente el paso de la sangre produciendo una insuficiencia en la irrigación sanguínea. Esta obstrucción puede ser parcial o completa.

🔗 **Aterogénesis:** Pérdida de células de la superficie endotelial, lo que expone a las células del músculo liso a los lípidos séricos y a las plaquetas. Esto permite el depósito de lípidos y la formación de estrías grasas. Este proceso es estimulado por las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y los factores de crecimiento derivados de las plaquetas. Las plaquetas se adhieren a la lesión endotelial y liberan tromboxano A₂(TXA₂), el cual es proagregante y vasoconstrictor. Simultáneamente, las plaquetas liberan

endoperóxidos que potencian la síntesis en la pared arterial de prostaciclina la cual tiene acción antiagregante y vasodilatadora. El desequilibrio entre factores pro y antiagregantes plaquetarios es un factor importante en el desarrollo de esta enfermedad.²¹

✎ **Cardiopatía isquémica:** Esta enfermedad también llamada angina de pecho, es provocada por un desequilibrio en el aporte de oxígeno y el consumo del mismo por el miocardio. Puede ser un padecimiento brusco o agudo como un infarto al miocardio así como un padecimiento crónico o angina de pecho estable. Los mecanismos por los cuales se produce isquemia miocárdica con mayor frecuencia son la aterosclerosis, el espasmo coronario, así como alteración de algunos factores de la regulación de la micro circulación coronaria.³²

3.1.1.5. Procesos renales

El cambio en funcionamiento de los riñones es una alteración muy común en los adultos mayores dado que la función renal puede llegar a reducirse hasta en un 50% entre los 30 y los 80 años. Por esta razón entre el 50 y el 75% de los adultos mayores padecen de alguna deficiencia renal.²⁰ Esto puede acarrear diversos problemas y enfermedades, entre los cuales se encuentran:

✎ **Insuficiencia renal:** Es una alteración en la función de los riñones en la cual éstos pierden la capacidad para excretar sustancias tóxicas del organismo en forma adecuada. Esto representa un problema toxicológico sanguíneo pues, al no poder ser expulsadas, las sustancias como la urea y los fármacos se acumulan en la sangre. Ésta enfermedad puede ser aguda o crónica. Se define como aguda cuando se pierde la capacidad de una manera abrupta o rápida y como crónica cuando ha sido

paulatina dicha pérdida de la función. La causa de la insuficiencia renal aguda puede deberse a varios factores entre los que se encuentran afecciones de cualquier índole de los riñones, la disminución del aporte sanguíneo a los mismos, obstrucción del flujo de orina o lesiones. La insuficiencia renal crónica, también conocida como uremia, es producida por enfermedades que afectan a los riñones de manera irreversible como hipertensión arterial, obstrucción del tracto urinario, diabetes mellitas y lupus.

✎ **Encefalopatía urémica:** Enfermedad causada por acumulo de sustancias tóxicas en la sangre que provocan un funcionamiento anormal del cerebro. En este caso es necesario comenzar una diálisis como método de control.

✎ **Acidosis:** Esta enfermedad es resultado de una insuficiencia renal aguda en la cual la sangre presenta una elevada cantidad de radicales libres los cuales reducen el pH de la sangre en un rango de 7.2 a 6.9.^{30, 32, 43}

3.1.1.6. Sistema del músculo esquelético

En el envejecimiento se da una sustitución progresiva de la masa corporal magra, por grasa y tejido conjuntivo. Aparentemente se pierde entre el 30 a 40% de las proteínas corporales en las cuales se incluyen las musculares y viscerales. Esto ocasiona alteraciones funcionales y metabólicas. Se da una disminución de la densidad ósea y esto ocasiona la aparición de la osteoporosis. Este es un problema mucho más acentuado en las mujeres que en los hombres debido a la descalcificación ocasionada por deficiencia hormonal al comienzo de la menopausia. El acortamiento de la columna raquídea origina una disminución de la estatura.^{33, 36, 39, 43} Esto puede acarrear diversos problemas y enfermedades, entre los cuales se encuentran:

☞ **Osteoporosis:** Existen dos tipos de osteoporosis: la posmenopáusica y la senil. La primera aparece entre los 50 y 75 años de edad en las mujeres una vez que no se produce la hormona sexual femenina llamada estrógeno que es la que ayuda a la fijación de calcio en los huesos. Sin embargo, no es una regla que todas las mujeres la padezcan. Esta enfermedad causa una disminución progresiva de la masa corporal ósea. El segundo tipo se da en la población de adultos mayores (70 años o más) y es una deficiencia de calcio por el desequilibrio entre la regeneración del tejido óseo y la regeneración del mismo. Ésta afecta tanto a hombres como a mujeres. Esta enfermedad provoca acortamiento de columna vertebral y por lo tanto pérdida de estatura.^{11, 30, 32, 39, 43}

☞ **Osteomalacia:** Reblandecimiento de los huesos por falta de Vitamina D, la cual es responsable de fijar el calcio en los huesos. Por lo tanto, se pueden tener grandes cantidades de hueso sin calcio lo que provoca que se pierda la rigidez de los huesos y su deformación consecuente. Esta enfermedad se relaciona con la deficiencia de vitamina D al igual que con una pobre absorción de calcio dietético. También se puede asociar la osteomalacia con ciertas enfermedades vasculares.

☞ **Artrosis:** Es la degradación del cartílago de las articulaciones y huesos adyacentes lo cual produce dolores. Esta enfermedad es progresiva y degenerativa por lo que en muchas ocasiones se deben suministrar a los pacientes analgésicos para los dolores.³²

3.1.1.7. Procesos neurológicos

Se observa en adultos mayores estados de confusión o demencia. Estos problemas son más agudos después de los 75 años de edad debido a una degeneración a nivel cerebral que, por lo general, afecta la memoria de las personas o los movimientos involuntarios de los músculos ³³. Esto puede acarrear diversos problemas y enfermedades, entre los cuales se encuentran:

- ☞ **Enfermedad de Alzheimer y otras demencias:** Trastornos del cerebro que provocan una pérdida progresiva de la memoria y otras actividades cognitivas del cerebro.
- ☞ **Ictus:** Obstrucción o ruptura de un vaso sanguíneo del cerebro lo cual provoca debilidad muscular, pérdida de la sensibilidad (tacto) o el habla, entre otros problemas neurológicos.
- ☞ **Hipotiroidismo:** Enfermedad que se da entre este sector de la población (Aquí debes hacer una acotación, porque también hay hipotiroidismo en los jóvenes). Es un problema que causa aumento de peso, desgano o pereza, depresión y, en muchas ocasiones, también provoca confusión en la persona lo cual tiende a confundirse con algún tipo de demencia. ³³

3.1.2. NUTRICIÓN EN LA EDAD AVANZADA

La nutrición adecuada durante toda la vida es un factor obvio que determina la calidad de vida que se puede esperar para la vejez.

Los cambios en la nutrición y en la alimentación pueden contribuir a controlar o retardar la serie de enfermedades mencionadas y, de este modo, mejorar la calidad de vida del anciano con lo cual el lema de "agregar no solo vida a los años sino también años a la vida" cobra una especial importancia. ^{9, 32}

De los cambios más importantes que se tienen con la edad son, sin duda, todos los sistemas que tienen alguna relación con la nutrición.

Para perseguir el objetivo de mejorar o retardar los problemas de la edad se requieren alimentos blandos adecuados al aparato digestivo para facilitar su ingesta. El adulto mayor tiene requerimientos diferentes en cuanto a proteínas, minerales y hidratos de carbono con respecto a un adulto. A continuación se presenta una tabla donde se dan las recomendaciones dietéticas para personas de edad avanzada.⁹

TABLA 2 Ingesta diaria recomendada para adulto mayor²⁵

	PROMEDIO
Energía (Kcal)	1900
Hidratos de Carbono (g)	286
Hidratos de Carbono (% total kcal)	60
Proteínas (g)	72
Proteínas (% total kcal)	15
Lípidos (g)	58
Lípidos (% total kcal)	25
Poliinsaturados (g)	5
Colesterol (mg)	300
Fibra (g)	21
Calcio (mg)	800
Hierro (mg)	15
Zinc (mg)	15
Vitamina A (mcg)	1000
Vitamina B1 (mg)	1.0
Vitamina B2 (mg)	1.3
Vitamina B6 (mg)	1.6
Vitamina B12 (mcg)	2.0
Acido Fólico (mcg)	200
Vitamina C (mg)	60

Durante el IV Congreso asiático de nutrición en 1991 en Kuala Lumpur, se presentó un trabajo en el que se recomiendan cinco puntos para reducir la vulnerabilidad nutricia de los ancianos del tercer mundo:³³

1. Mantener la productividad del anciano.
2. Dar atención a la mujer anciana como un grupo de mayor riesgo nutricional.
3. Asegurar el aporte nutrimental de la dieta considerando la reducción de la ingestión en el anciano.
4. Promover el apoyo familiar al anciano.
5. Apoyar el desarrollo de la geriatría como una especialidad de salud pública.

A niveles mundiales se ha perseguido el que las personas de edad avanzada o ancianos logren tener una legislación en derechos humanos que los proteja del abuso y maltrato de los que son objeto por su edad y estrato social. Por tanto, se pretende que a estas personas no se les rechace ni se les abandone ya que uno de los principales síntomas del abandono es la desnutrición. En muchas ocasiones estas personas necesitan cuidados especiales, mismos que la familia no está dispuesta a dar o a contratar. Por lo tanto, estas personas mayores se ven obligadas a entrar a instituciones de cuidados o a hospitales por enfermedades relacionadas con la desnutrición y el maltrato.¹⁰

Se debe considerar que en esta etapa de la vida muchas de las personas padecen enfermedades crónicas que se acentúan mucho más con la edad. La mayor parte de ellos toman varios medicamentos los cuales afectan su estado nutricional. Una causa secundaria de la toma de varios medicamentos conjuntos son los trastornos alimenticios como: la falta de apetito, la mala absorción de nutrimentos y la incapacidad renal de expulsar los residuos tóxicos por orina. Esto nos deja ver que el adulto mayor tendrá tendencia a la desnutrición.^{30, 43}

3.2 NUTRACÉUTICOS

Lo primero que se tiene que hacer es definir qué son los nutraceuticos, para qué sirven, si son complementos o suplementos alimenticios. Para tal fin hay que comenzar por mencionar los diferentes nombres que se les ha dado a lo largo de muchos años de investigación como son: alimentos funcionales, fitoquímicos, fitoalimentos o alimentos bioactivos.

Los **alimentos funcionales** (nutraceuticos) fueron llamados de este modo por primera vez en Japón a mediados de los 80's y se referían a comidas procesadas que tenían una acción curativa o de ayuda al organismo, además de ser nutritivos. Se conocen como FOSHU, (siglas en inglés de **Food for Specified Health Use**) y son alimentos regulados en Japón por el Ministerio de Salud. A la fecha ya son más de 100 los alimentos que pueden ostentar este término, que es un reconocimiento dado a los alimentos en ese país.¹⁹

De acuerdo a los japoneses los “alimentos funcionales” pueden clasificarse en tres categorías:

1. Alimentos a base de ingredientes naturales (alimentos naturistas).
2. Alimentos que deben consumirse como parte de la dieta diaria (pirámide nutricional).
3. Alimentos que al consumirse cumplen un papel específico en las funciones del cuerpo humano, incluyendo los 4 siguientes aspectos:
 - a) Mejoramiento de los mecanismos de defensa biológica.
 - b) Prevención o recuperación de alguna enfermedad específica.
 - c) Control de las condiciones físicas y mentales.
 - d) Retardo en el proceso de envejecimiento.

En los Estados Unidos la categoría de alimentos funcionales no está legalmente reconocida. A pesar de esto, muchas organizaciones han propuesto definiciones para esta nueva área de las ciencias de los alimentos y de la nutrición. El Directorio de Alimentos y Nutrición de Instituto de Medicina ha definido a los **alimentos funcionales** como "**cualquier alimento o ingrediente alimentario que pueda proporcionar beneficios de salud además de los tradicionalmente nutricionales**". En México se tomó esta definición.^{23, 47}

El primer término usado para este tipo de alimentos en los Estados Unidos fue el de "**alimentos diseñados**", utilizado en 1989 por el Dr. Herbert Pierson, Director del Programa de Alimentos Diseñados del Instituto Nacional del Cáncer, para describir aquellos alimentos que contienen naturalmente o que son enriquecidos con componentes químicos, biológicamente activos pero sin aporte nutricional al organismo, provenientes de plantas (fitoquímicos), efectivos en la reducción de los riesgos al cáncer. Ese mismo año, el Dr. Stephen De Felice, Director de la Fundación de Medicina Innovativa, crea el término "**nutracéutico**" para referirse a "**cualquier sustancia que pueda ser considerada como alimento o como parte de un alimento y que proporciona beneficios médicos o de salud, incluyendo la prevención o el tratamiento de una enfermedad**".

Los **alimentos funcionales** son componentes alimenticios, como nutrimentos esenciales para el mantenimiento de la vida y de la salud. También son compuestos no nutricionales que ayudan a la prevención de enfermedades o a retardarlas sobre todo en la edad madura.⁵¹

Los nutracéuticos son compuestos orgánicos útiles o necesarios para un buen funcionamiento del organismo como son: vitaminas, ácidos grasos indispensables, minerales necesarios y compuestos necesarios para el organismo. Estos compuestos orgánicos y químicos son más de 70, además de 36 nutrimentos que ya se conocen a los que se les ha denominado "fitoquímicos bioactivos".^{23, 46}

Los nutraceuticos son alimentos que contienen compuestos o sustancias fisiologicamente activas que, al igual que los nutrimentos esenciales, son necesarias para una vida saludable. Al combinarse los ingredientes de los alimentos funcionales con los nutrimentos y compuestos quimicos logran un efecto preventivo contra enfermedades.^{18, 19}

En general, se requieren cantidades mayores de estos micro- y macro-nutrimentos de las que frecuentemente se ingieren, pues todos ellos cumplen con otras funciones además de las ya establecidas. En estudios recientes se ha confirmado su valor como compuestos que previenen padecimientos que se presentan con la edad y envejecimiento prematuro. La principal función de los "nutraceuticos" es la de equilibrar la dieta y de este modo evitar el desgaste metabólico.⁵¹

El término "fitoquímicos" constituye la evolución mas reciente del término "alimentos funcionales" y enfatiza las fuentes vegetales de la mayoría de los compuestos preventivos de enfermedades.

También se conocen como "alimentos diseñados" los alimentos adicionados con nutraceuticos, en donde los componentes son eminentemente de origen vegetal o fitoquímico, aunque también están incluidos los suplementos prebiótico^d y probióticos^e. En general estos "alimentos funcionales" se pueden definir como **"cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contienen componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona"**⁵¹.

^d Hidratos de carbono no digeribles que estimulan el crecimiento y la actividad de bacterias benéficas para la flora intestinal.

^e Bacterias vivas y a menudo acopladas a sustancias que favorecen el crecimiento bacteriano en la flora intestinal. Son componentes en alimentos para obtener un efecto farmacológico⁴³.

AMARANTO:

3.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL AMARANTO

La familia de las amarantáceas, comprende el género *Amaranthus L.* con más de 60 especies. Su grano y sus hojas poseen valiosos componentes, por lo que se le considera un alimento de gran valor nutritivo. En los tiempos prehispánicos la semilla o grano de amaranto fue uno de los alimentos básicos de América, casi tan importante en la alimentación como lo eran el maíz y el frijol.

Se ha tenido al amaranto en la dieta de los mexicanos por más de 5 siglos, debido a que es una planta que soporta sequías. También por el color rojo de sus flores se relaciona a esta planta con el sol. Se cree que era un alimento ligado al carácter religioso y ceremonioso de los antiguos mayas, aztecas, zapotecas, incas, etc. por lo cual los conquistadores prohibieron su cultivo ya que vieron en este pseudocereal un adversario. Quien sembrara, cultivara, almacenara o comiera este rico pseudocereal era castigado por los españoles, incluso con la muerte.

Los evangelizadores respaldaron esta prohibición ya que los indígenas usaban el grano de amaranto combinado con sangre humana y miel para hacer ofrendas paganas a sus dioses, o bien, modelaban las figuras de los mismos que posteriormente comían en un rito muy parecido a la comunión cristiana. Esto escandalizó a los evangelistas dándole un matiz de herejía por lo cual el cultivo y todo lo relacionado con el cereal debía abolirse.

En el códice Mendocino, manuscrito elaborado por los indígenas a petición del Virrey de México Antonio de Mendoza, se destaca al amaranto como un alimento apreciado por los indígenas al cual llamaron “Bledo” o “huahutli”. Por otras investigaciones se cree que la abolición o prohibición del cultivo del amaranto tuvo que ver con tácticas militares ya que los guerreros

indígenas obtenían la mayor parte de sus proteínas de esta planta. Al no tener su principal fuente de energía o proteínas los guerreros se debilitarían y sería mucho más fácil la conquista debido a la falta de resistencia.⁴²

A su vez, Fray Diego de Durán relata en su Historia de las Indias de Nueva España e Islas de Tierra Firme, que los indios veneraban al volcán Popocatepetl, haciendo una ceremonia o rito en el cual colocaban cerros de amaranto (bledo o huahutli) en sus casas y a éstos les hacían caras o figuras para adornarlos, pero fue Fray Martín de la Valencia (1473-1534) a quien se le debe el tradicional dulce “alegría” ya que él fue al que se le ocurrió mezclarlo con miel y hacerlo un dulce.³

El amaranto poco a poco fue desapareciendo como uno de los alimentos principales de la dieta de los nativos de América y paso a ser uno de los cultivos más olvidados de éste continente. Pero la incesable búsqueda por alimentos alternativos y de bajo costo llevó a varios investigadores del siglo pasado a buscar nuevas plantas que aportaran nutrimentos de calidad a las dietas. De este modo se redescubrió el amaranto que, hasta la fecha, se seguía cultivando en algunos países del Sur, Centro y Norte del continente Americano como México, Argentina y Perú. En las investigaciones hechas a esta planta exótica se descubrió que es rica en varios aminoácidos y vitaminas esenciales para el ser humano, y su cultivo es muy generoso.²

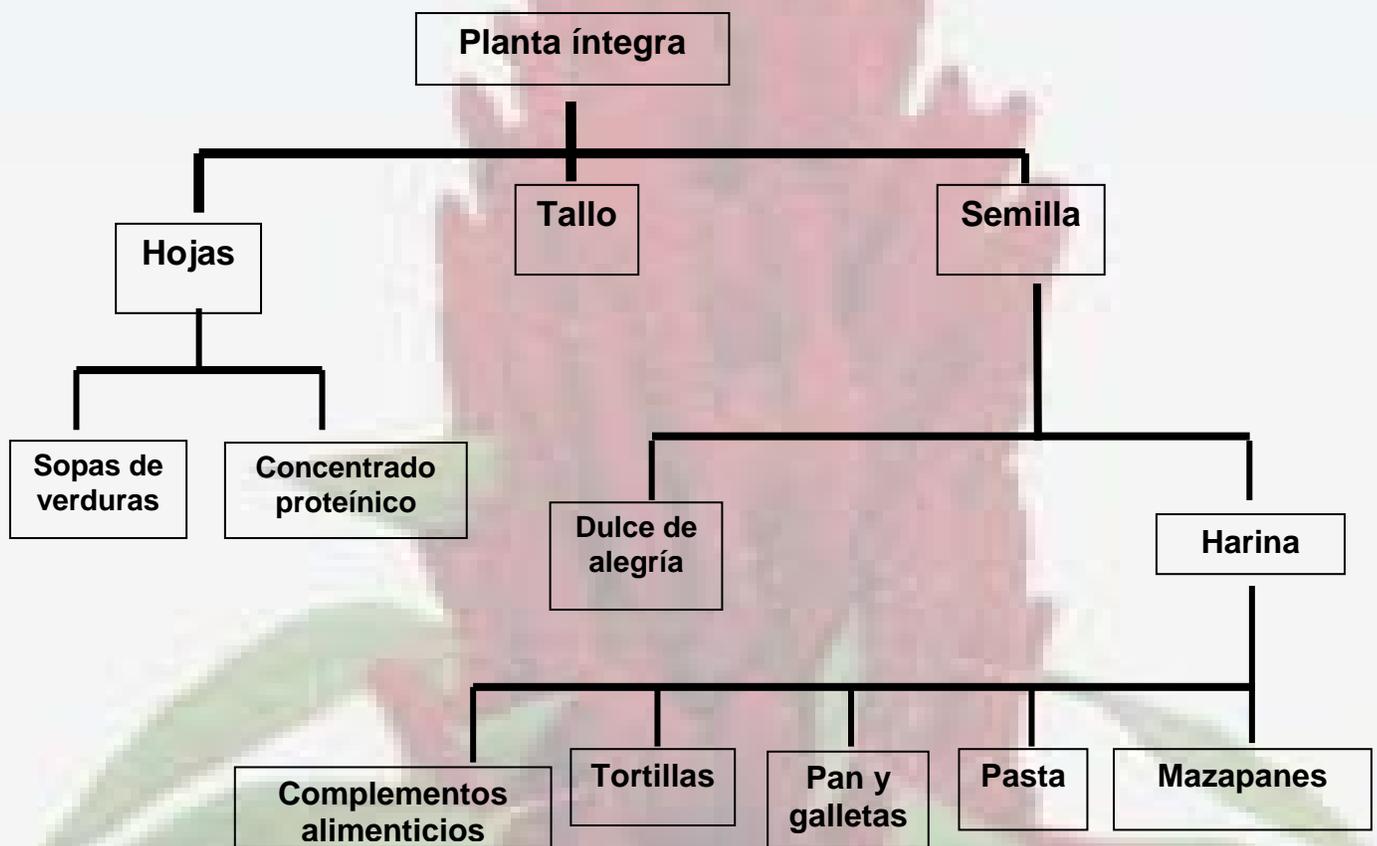
La mayor parte de la población mundial recibe ahora su energía y sus proteínas tan solo de 20 especies de cereales como: trigo, maíz, arroz, cebada y sorgo; tubérculos como: papa, camote y yuca; leguminosas como: frijol, haba, chícharos, cacahuate y soya; además del azúcar de caña y del betabel.⁹

Para diversificar la base de la alimentación es preciso que se reconozca la importancia de cultivos como el del amaranto, ya que puede llegar a alcanzar una muy buena posición a nivel mundial tanto en lo económico, como en lo social y nutricional.⁴²

El amaranto fue redescubierto por la ciencia e investigado en los años 50's aproximadamente. Pero no fue sino hasta los 70's donde se le describió como uno de los cereales más benéficos para la nutrición y en los 80's-90's se le dio la importancia debida a este cultivo.

Cabe aclarar que se han hecho innumerables investigaciones y desarrollos productivos para la industrialización de este cereal. Actualmente se cuenta con industrias que comercializan alimentos o suplementos alimenticios donde la base principal, o una parte del alimento, contiene amaranto como portador de los nutrientes básicos.⁴⁰

UTILIZACIÓN INTEGRAL DEL AMARANTO



3.4 CARACTERERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA



Figura 1. Fotografías de amaranto

El Amaranto es un pseudocereal muy rico en nutrientes esenciales para el ser humano. Es fuente de vitaminas y minerales tales como: provitamina A, complejo B y C, Calcio, Potasio, Magnesio y Hierro, además de que la proteína que proporciona es de muy buena calidad. Algunos de los minerales y vitaminas los contiene en cantidades mayores a las requeridas. Por lo anteriormente citado se le tratará como un nutraceutico.

La familia de las amarantáceas comprende más de 70 géneros, dentro de los cuales se encuentra el género ***Amaranthus* L** con más de 60 especies diferentes entre las cuales las más importantes son: *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypocondriacus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus tricolor*, *Amaranthus bitum*, *Amaranthus dubius*, *Amaranthus viriles*.²⁴ Estas variedades son las más comunes y resistentes, por lo cual son algunas de las más cultivadas.

Para diversificar la base de la alimentación, nacional y mundial, es preciso que se reconozca la importancia de cultivos como el del amaranto que puede llegar a alcanzar una muy buena posición en el ámbito mundial.^{40, 46}

3.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

3.4.1.1 Ubicación taxonómica



Reino: Vegetal

Subreino: Embriófitas

División: Magnoleophyta

Clase: Dicotiledonea

Subclase: Archyclamidae

Orden: Centrospermales

Familia: Amaranthaceae

Género: Amaranthus

Especies: *hypochondriacus*, *caudatus*,
cruentus, *edulis*, *tricolor*, *paniculatus*,
sanguineus, *blitoides*, *hybridus*, *leucocarpus*,
gangeticus.

Son plantas herbáceas de 1 a 1.5 metros, con hojas largamente pecioladas, oblongo-elípticas u ovals, angostadas en ambas extremidades y de color rojo morado. Las flores son pequeñas de color carmesí y se presentan en espigas muy apretadas o panículas. Esta es una planta tropical. Algunas especies poseen espinas en los tallos y peciolo por lo que se acentúa más esta coloración rojiza. Esta coloración se debe a la presencia de betalainas.^{38, 46, 53}

Las flores son escariosas, es decir sin corola, presentan 5 estambres, y toda la inflorescencia aparece en colores rojizos. Las semillas son lenticulares

o globosas, color miel y brillantes, con bastante endospermo. México es centro de origen de varias especies del género *Amaranthus*.²

El amaranto es una planta C4^f, al igual que el sorgo, el mijo y la caña de azúcar. Como se sabe, realizan la fotosíntesis eficientemente en condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad de agua. Esto le da al amaranto una excelente eficiencia en el uso de CO₂ bajo un rango amplio de estrés por agua y temperatura, lo que contribuye a su capacidad adaptativa en condiciones ambientales diversas. Por todo ello puede ser un buen cultivo alternativo para México.

El amaranto está ampliamente distribuido en el mundo y en particular en las regiones tropicales, subtropicales y de clima templado. Estas plantas en general están matizadas con un pigmento rojo llamado amarantina. Las flores son unisexuales, forman racimos imosos situados en las axilas de las hojas y en algunas especies en tirsos terminales, densos sin hojas. (Ver Figura 2).³⁷

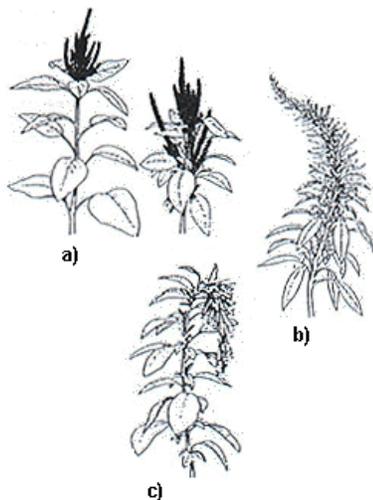


Figura 2 Planta e inflorescencia de
(a) *amaranthus hypochondriacus* L.
(b) *amaranthus cruentus* L.
(c) *a. caudatus* L.

^f Las plantas C4 son plantas que viven en climas secos y calurosos mantienen una baja concentración de oxígeno en sus hojas pues mantienen los estomas cerrados para evitar la pérdida de agua. Para alcanzar concentraciones de CO₂ adecuadas para la fotosíntesis, las plantas C4 han adaptado la fotorrespiración con una modificación del ciclo de Calvin-Benson⁴

El huahuzontle, planta con la que se elaboran exquisitos platillos en la cocina mexicana, pertenece también a la familia de las amarantáceas. Existen evidencias arqueológicas que indican que el grano de amaranto es originario de América. La evidencia más antigua se refiere a las semillas de la especie *A. cruentus*, (la cual se estima tiene más de 6500 años de antigüedad), que fue encontrada en Tehuacán, Puebla en México y data de mil años AC. ²

Tanto las hojas como las semillas del amaranto son comestibles. Sin embargo, se clasifica a éste como un “pseudocereal”, que son plantas donde los granos son dicotiledóneos, ricos en materia harinosa y aptos para la panificación y alimentación. Todos los pseudocereales pertenecen al género *Amaranthus* y *Chenopodium*. Los verdaderos cereales son gramíneas monocotiledóneas.

3.4.1.2 Producción

El amaranto se adapta muy bien a las altas temperaturas y a grandes altitudes. Históricamente se ha cultivado tanto en ambientes tropicales como semiáridos o al nivel del mar. Es resistente a la sequía, su crecimiento es rápido durante la época calurosa y requiere poca agua e incluso puede llegar a soportar sequías, como se ve en el tabla 3. En esta tabla también se pueden observar las regiones en las cuales se cultiva el amaranto, los requerimientos anuales de agua dados en precipitaciones anuales por mm, las temperaturas a las cuales es cultivado y la altitud. ⁴⁸

TABLA 3 Requerimientos climáticos del cultivo de *Amaranthus spp.* en México

	Altitud (m)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación total anual (mm)	% de Sequía Relativa
<u>DISTRITO FEDERAL</u>				
Milpa Alta	2.300	13.7	800	-----
San Gregorio Atlapulco	2.250	14	800	-----
Tulyehualco	2.280	14	700	-----
<u>EDO. DE MÉXICO</u>				
Cocotitlan	2.300	14	700	20
Chiconcuac	2.240	14	750	20
Tenancigo	2.040	16.8	1.290	20
Texcaltitlán	2.400	17	1.200	20
Tonatico	1.640	18	1.200	20
<u>MORELOS</u>				
Amilcingo	1.250	22	880	20
Huazulco	1.250	22	800	20
Huatzililla	1.200	23	800	20
<u>TLAXCALA</u>				
Apizaco	2.400	14	859	20
San Miguel del Milagro	2.250	16	800	20
Tlaxcala	2.552	16.2	802	-----
<u>GUERRERO</u>				
Altamirano	250	28	1.010	20
Atoyac	100	28.9	1.014	22
Chilapa	1.300	20.5	846	22
Tlacotepec	1.600	20	1.209	20
<u>PUEBLA</u>				
Acatlán	1.213	24.6	646	30
Atlixco	1.800	18	890	18
Calmecca	1.500	23	860	25
Huaquechula	1.600	22.1	863	25
Tepexco	1.500	23	800	25
<u>Oaxaca</u>				
Ixtlán de Juárez	1.886	16.1	1.06	5
Zimatlán	1.568	21.2	720	9
<u>MICHOACAN</u>				
Cherán	2.200	14	1.200	10
Chilchota	2.040	18	850	9
Tzintzuntzan	2.130	16	1.040	10
<u>JALISCO</u>				
Tlajomulco	1.350	21	770	----
Tlaquepaque	1.567	19.1	883	----
Tuzupan	1.280	22	1.000	----
Zocoalco	1.500	20	600	20
<u>CHIHUAHUA</u>				
Cusihuiríachic	1.985	16.4	469	----

Fuente Trujillo 1986⁴⁸

Para que las semillas germinen y establezcan sus raíces, las plantas de amaranto “de grano” requieren de suelos cuya textura varíe de media a gruesa⁹, con buena superficie y drenaje, para mantener suficiente humedad. Los suelos deben estar bien aireados, que tengan un adecuado equilibrio de fósforo y nitrógeno y cantidades suficientes de potasio, calcio y magnesio. Su desarrollo posterior se logra mejor en condiciones cálidas y secas, aunque los amarantos usados como verduras requieren bastante humedad en la siembra y durante su crecimiento.

La cosecha es de temporal, se lleva acabo a fines de octubre o principios de noviembre, justo cuando se termina la época de lluvias, tres meses después de la floración cuando la planta ha alcanzado su madurez y tiene una altura de alrededor de dos metros. Se cortan las plantas muy cerca del suelo. Luego se les 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 prepararse limpiándolo y removiendo para tener tierra fértil nueva. Se deben hacer surcos, fertilizar la tierra si es necesario (adicionar potasio y nitrógeno) y desbrozar para una nueva siembra ya que el cultivo empobrece mucho el suelo pues consume grandes cantidades de nitrógeno y potasio.^{46, 48}

En varios estudios se ha demostrado que se obtiene el mayor potencial de la planta en cuanto a nivel nutricional si se corta a los 25 días del primer brote o emergencia, obteniendo un contenido de proteína de 29.5 g, beta-carotenos 33.7 mg, calcio 2,356.1 mg, fósforo 759.1 mg, fibra 11.1 g. Se debe tomar en cuenta que en este rango de crecimiento se obtiene la menor cantidad de materia verde y materia seca.

⁹ Son suelos semiarenosos, y limosos con contenido de arcillas en algunos casos, dependiendo del estado donde se cultive.⁴⁸

TABLA 4 Análisis de la planta a 25 días de corte. ¹

	Promedio	Mínimo	Máximo
Materia seca (%)	11.06	10.7	12.6
Humedad en fresco (%)	88.4	87.3	89.3
Proteína (Nx6.25) g	29.5	28.3	30.6
Hidratos de carbono g	41.0	39.7	42.6
Extracto etéreo g	4.6	3.6	5.4
Fibra cruda g	11.1	9.8	11.9
Cenizas g	20.4	19.6	21.1
Calcio mg	2356.1	2095.5	2666.7
Fósforo mg	759.1	663.7	896.9
Hierro mg	45.8	36.3	66.2
Beta-carotenos mg	33.7	32.5	35.6
Oxalatos g	4.6	3.8	7.9

TABLA 5 Contenido de nitratos y oxalatos en diferentes especies de amaranto y espinaca (g/100 g) ^{38, 45}

Especie	Nitratos(g)	Oxalatos solubles(g)	Oxalatos después de la cocción (g)
<i>A. caudatus</i>	0,29	2,4	----
<i>A. cruentus</i>	0,74	7,8	3,0
<i>A. hypochondriacus</i>	0,65	1,7	----
<i>A. hybridus</i>	0,41	1,7	----
<i>A. retroflexus</i>	----	4,5	1,8
<i>A. dubius</i>	0,43	3,0	----
<i>Spinacea oleracea</i>	1,22	8,2	3,5

En la tabla 4 se pueden apreciar los contenidos de nutrimentos del arbusto o parte vegetativa del amaranto. En este caso también se ve el contenido de Oxalatos, los cuales son compuestos antinutrientales^h que interfieren en la absorción de los nutrimentos. En la tabla 5 se tienen varias especies de amarantos y las cantidades de nitratos y oxalatos en comparación con las espinacas. Al ver la comparación de estos, nos podemos dar cuenta que las espinacas tienen mayor cantidad tanto de nitratos como de oxalatos, tomando en cuenta que también después de la cocción es la que tiene el mayor contenido de oxalatos. Pero en este último caso, tanto para la espinaca como para el *A. cruentus* y *A. retroflexus*, los niveles de oxalatos no

^h Estos compuestos son conocidos de este modo dado que un contenido elevado en las hojas verdes provoca una deficiencia en la absorción de otros nutrimentos. ⁴⁵

son significativos, dado que en esas proporciones no influyen en la absorción de los nutrimentos. Por lo tanto, se recomienda que se cuezan las verduras o partes vegetativas antes de su ingestión.

3.4.1.3 Análisis de las hojas de amaranto

Las hojas contienen alrededor de 35% de proteínas y 5 gramos de lisina por cada 100 gramos de proteína. 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.

TABLA 6 Análisis bromatológico de las hojas del amaranto en comparación con otras hortalizas (g/100g en base seca) ³⁷

ANÁLISIS	AMARANTO	ESPINACA	ACELGA	COL
Proteína ^a	46.5	34.4	26.9	32.6
Grasa	6.8	3.2	3.4	5.4
Fibra	11.1	46.2	51.7	51.0
Cenizas	35.4	16.1	18.0	10.9

$$a = (N \times 6.25)^{24}$$

El contenido de nutrimentos de las hojas es mayor al contenido que se observa en las semillas. También es importante recalcar que las hojas de amaranto son mucho más ricas en nutrimentos que otras hortalizas (tabla 6). Mediante una tabla comparativa de las semillas y las hojas de amaranto (tabla 7), se puede observar que las hojas son de mayor contenido nutricional que las semillas.

TABLA 7 comparativo de hojas y semillas (g/100g de base seca) ^{7, 37, 38}

ANÁLISIS	Hojas	Semillas
Proteína ^a	46.5	17.9
Grasa	6.8	7.7
Fibra	11.1	2.2
Hidratos de carbono	4.11	66.17
Cenizas	35.4	4.1

$$A = (N \times 6.25)^{24}$$

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. Los carotenos y vitamina C se encuentran presentes en abundancia, al igual que minerales como potasio, hierro magnesio y calcio.³

Las hojas del amaranto tienen los nutrimentos que se muestran en la tabla 8. En éste se hace una comparación con la espinaca que ha sido uno de los vegetales de hoja verde de los que más se ha difundido su consumo por ser rica en minerales, en especial de hierro. Lo que se puede apreciar en este cuadro es que el contenido de hierro en la espinaca es menor al del amaranto. También se aprecia un alto contenido de fósforo, calcio y fibra.

En la tabla 9 se observa el contenido de oxalatos (que como ya se había comentado es un compuesto conocido como antinutricional) y de otros nutrimentos. Asimismo, se da una comparación de análisis antes y después de la cocción. Por otro lado, en el caso de los oxalatos, éstos son destruidos parcialmente con lo cual ya no representa ningún riesgo al comer las hojas, las cuales son ricas en riboflavina, vitamina A, vitamina C, potasio, hierro y calcio.^{37,}

40, 46

TABLA 8 Composición de las hojas frescas del amaranto comparado con la espinaca (nutrientes por 100 g de proporción comestible) ³⁷

Componente	Amaranto	Espinaca
Materia seca (g)	13,1	9,3
Energía (cal)	36	26
Proteína (g)	3,5	3,2
Grasa (g)	0,5	0,3
Hidratos de carbono Totales (g)	6,5	4,3
Fibra (g)	1,3	0,6
Cenizas (g)	2,6	1,5
Calcio (mg)	267	93
Fósforo (mg)	67	51
Hierro (mg)	3,9	3,1
Sodio (mg)	---	71
Potasio (mg)	411	470
Pro-Vitamina A (IU)	6100	8100
Tiamina (mg)	0,08	0,10
Riboflavina (mg)	0,16	0,20
Niacina (mg)	1,4	0,6
Vitamina C (mg)	80	51

TABLA 9 Composición química de hojas de *Amaranthus caudatus*, crudas y cocidas, a los 48 días (muestra de 100 g) ^{38, 45}

	Crudas	Cocidas
Humedad (%)	10,1	11,0
Fibra cruda (g)	13,9	14,9
Fibra neutro detergente (g)	42,6	38,0
Proteína (g)	23,7	24,5
Cenizas (%)	14,7	18,0
Calcio (mg)	2222	2322
Fósforo (mg)	584	669
Hierro (mg)	109	224
Carotenos (mg)	30	19
Oxalatos (g)	5,5	2,0

Como se aprecia en la tabla 9, en las hojas se ve una disminución de β -carotenos al ser sometidas a la cocción dado que este tipo de compuestos son termolábiles. Aún después de la cocción las hojas siguen siendo muy nutritivas, por su alto contenido de minerales y proteínas.^{38, 45}

3.4.1.4 Análisis de las semillas de amaranto

En los análisis bromotalógicos se muestran los nutrimentos del amaranto, tomando diferentes especies.

TABLA 10 Análisis nutricional de diferentes especies de semillas de amaranto (mg/100g base seca)^{37, 40, 46}

Análisis	Especies		
	A. cruentus	A. hypochondriacus	A. caudatus
Humedad (%)	6.23 – 6.71	11.1	9.3
Proteína N X 6.25	13.2-17.6	13.9-17.6	12.5
Lípidos totales ^a	6.3-8.1	4.8-7.7	7.1
Hidratos de carbono ^a	--	7.2	--
Fibra cruda ^a	3.4-5.3	--	7.2
Cenizas ^a	2.8-3.6	3.3-4.1	2.1
Sodio ^b	31.0	6.1-10.0	--
Potasio (K) ^b	290.0	--	--
Calcio (Ca) ^b	175.0	137-167	--
Magnesio (Mg) ^b	244	292-363	--
Hierro (Fe) ^b	17.4	9.1-2.7	--
Zinc (Zn) ^b	3.7	3.6-3.9	--
Cobre (Cu) ^b	1.2	0.6-0.8	--
Manganeso (Mn) ^b	4.6	1.9-2.9	--
Riboflavina ^b	0.19-0.23	0.29	--
Niacina ^b	1.17-1.45	1.15	--
Ac. Ascórbico ^b	4.5	2.8	--
Tiamina ^b	0.07-0.1	0.25	--
Ac. Fítico (%)	0.50-0.58	0.54-0.62	--
Taninos (equivalente de catequina)	0.053-0.13	0.054-0.62	--

Sánchez Marroquín (1980), Uzo & Okoria (1983)

a) % en base seca

b) mg/100 g en base seca

(--) No se realizó o no se encontró

TABLAS 11 Composición del grano entero de amaranto ^{38, 45}

Análisis	Amaranto grano entero
Humedad (%)	12.3
Proteína N X 6.25	12.9
Lípidos totales (g)	7.2
Fibra cruda (mg)	6.7
Cenizas (mg)	2.5
Calcio (Ca) (mg)	179
Fósforo (P) (mg)	454
Hierro (Fe) (mg)	5.3
Tiamina (mg)	0.20
Riboflavina (mg)	0.57
Niacina (mg)	0.95
Ac. Ascórbico (mg)	3.2

Las tablas anteriores reflejan varias cosas. Primero, que los análisis son diferentes. Al comparar los cuadros de los análisis bromatológicos (10 y 11) se aprecian diferencias con respecto a la humedad, al contenido de fibra y los minerales. Segundo, que no se cuentan con todos los datos reportados para la especie de *Amaranthus caudatus* en la tabla 10 por lo que es difícil hacer una comparación total con los valores reportados en la tabla 11. Tercero, es muy probable que la especie de la que se tienen los valores en la tabla 11 sea *Amaranthus cruentus* dado que es la especie más cultivada en Latinoamérica.

TABLA 12 Análisis bromatológico del amaranto, maíz, arroz y frijol
(g/100g) ³⁷

Análisis	Amaranto	Maíz	Arroz	Frijol
Humedad	11.1	13.8	11.7	12.5
Proteína cruda ^a	17.9	10.3	8.5	14.0
Hidratos de carbono ^b	57.0	67.7	75.4	66.9
Grasa	7.7	4.5	2.1	2.1
Fibra	2.2	2.3	0.9	2.6
Cenizas	4.1	1.4	1.4	1.9

a = amaranto (N x 5.85), maíz y arroz (N x 6.25) y frijol (N x 5.7)²⁴
b = por diferencia

TABLA 13 Comparación del amaranto con otros granos³¹

Análisis	Amaranto	Trigo	Maíz	Arroz	Avena
Proteína g	19	12.8	9.4	5.6	15.8
Fibra (cruda) g	5.6	2.3	3	0.3	3
Grasa (cruda) g	6	1.7	4.7	0.6	6.9
Hidratos de carbono g	69.4	71	74	79.4	66
Calcio mg	250	29.4	7	9	54
Hierro mg	15	4	2.7	4.4	5
Calorías (cal)	414	334	365	360	389

Base 100 g

Se encontró también otra tabla comparativa del amaranto con trigo (TABLA 14), en la cual los valores del amaranto son similares con respecto a la anterior.

TABLA 14 Análisis bromatológico del amaranto vs. Trigo (g/100g)⁴⁵

	Amaranto	Trigo
Humedad %	12.3	14.5
Proteínas	12.9	8.6
Hidratos de carbono ^a	65.1	73.7
Grasas	7.2	1.5
Fibra	6.7	3.0
Cenizas	2.5	1.7

a = por diferencia

En las tablas 13 y 14 se ven diferencias en cuanto al análisis bromatológico del amaranto. La diferencia más significativa entre estos análisis es en las proteínas y no tanto para los hidratos de carbono. Lo que se tiene que resaltar en este caso es la comparación entre los granos más consumidos y el amaranto. El trigo se ha tomado por mucho tiempo como un cereal completo pero en este trabajo se verá que no es tan completo y que el amaranto puede complementar perfectamente bien al trigo dentro de la alimentación diaria. En comparación, el amaranto da un mayor aporte de proteínas, fibra, lípidos y es el que da menor aporte de hidratos de carbono.

Ahora, al hacer la comparación de nutrimentos del amaranto con otras especies de cereales y leguminosas que son consideradas de alto valor nutritivo, se puede observar una diferencia significativa en la cantidad de proteínas. En este aspecto, el amaranto es superior al arroz, maíz y frijol. También se ve diferencia en el porcentaje de humedad de las semillas y los hidratos de carbono en donde las cantidades expresadas para el amaranto son menores que en el resto. Al comparar estos granos con el amaranto notamos que al ser todos de los cuadros básicos de nutrición, es posible complementar las dietas con el aporte nutritivo de cada uno de ellos.

En las semillas de amaranto se han reportado factores antinutricios o antinutricionales, los cuales bajan o interfieren con la absorción de los nutrimentos. Se encontraron taninos expresados como catequinas y hemaglutininas. En el caso de *A. cruentus*, estos factores antinutricios desaparecen con una cocción de 30 min o con calor seco. Las cantidades reportadas para catequinas son tan pequeñas que se puede considerar que no constituyen un factor para la reducción de la calidad de la proteína. En cuanto a las hemaglutininas que reaccionan con eritrocitos humanos, se tienen en mayor cantidad y son mucho más resistentes al calor que los encontrados para vaca y carnero, lo cual implica que sí es necesario hacer una cocción para evitar que este factor afecte la absorción de nutrimentos.²⁴

El amaranto es de excelente calidad por su balance de aminoácidos, entre los que incluye la lisina, que se encuentra en mayor cantidad que en otros granos.

3.4.2 PROTEÍNAS

Las proteínas son polímeros, cuyas unidades se llaman aminoácidos que se unen entre si mediante enlaces peptídicos. Las proteínas pueden estar formadas por más de una cadena de aminoácidos.

Existen aproximadamente 20 aminoácidos, los cuales se clasifican en varias formas, de acuerdo a su estructura molecular, sus propiedades, pero también de acuerdo a su obtención. En esta última clasificación se tienen los esenciales y los no esenciales. Los aminoácidos esenciales son aquellos que forzosamente debemos incluir en la dieta dado que nuestro organismo no es capaz de sintetizarlos y los no esenciales son los que el organismo puede sintetizar.

De acuerdo a la clasificación, tenemos que los aminoácidos esenciales son:

- Valina (Val)
- Leucina (Leu)
- Isoleucina (Ile)
- Fenilalanina (Phe)
- Metionina (Met)
- Treonina (Thr)
- Lisina (Lys)
- Triptófano (Trp)
- Histidina (His)
- Arginina (Arg)

Los no esenciales son:

- Alanina (Ala)
- Prolina (Pro)
- Glicina (Gly)
- Serina (Ser)
- Cisteina (Cys)
- Asparagina (Asn)
- Glutamina (Gln)
- Tirosina (Tyr)
- Ácido aspártico (Asp)

- Ácido glutámico (Glu)

Los aminoácidos más escasos son la lisina, metionina y triptofano. Se debe tener en cuenta que al no ingerir estos aminoácidos se dan diferentes tipos de desnutrición dependiendo del aminoácido faltante.⁵

3.4.2.1 Contenido de aminoácidos

Se ha determinado que la mayor cantidad de proteína del grano se encuentra en el embrión, un anillo que lo rodea el perispermo amiláceo diploide.

El contenido de aminoácidos esenciales en el Amaranto es el siguiente: fenilalanina, isoleucina, valina, treonina, lisina, metionina, leucina y triptofano. La proteína cruda en el grano de amaranto fluctúa entre 12.5 a 17.0% en base seca. La proteína en la semilla de Amaranto tiene la ventaja de que su balance de aminoácidos se acerca más al balance ideal requerido en la dieta humana, según la FAO / OMS. Los índices de eficiencia de la proteína (IEP) van de 1.2 a 1.5 (en comparación con la caseína) respecto del grano cocido. Su digestibilidad total es del 90%.^{37, 40, 46}

TABLA 15 Composición química y contenido de aminoácidos de la semilla de amaranto^{40a}

Componente	A. hypochondriacus	FAO/WHO/UNU
Composición química (% sobre peso seco)		
Proteína bruta ^a	14.0-18.0	NA
Grasa bruta	6.5-15.5	NA
Fibra bruta	3.9-17.8	NA
Cenizas	3.2-3.9	NA
Almidón	56.0-78.0	NA
Aminoácidos (g/100g de proteína)		
Esenciales		
Histidina	2.4-3.2	1.6
Isoleucina	3.5-4.1	1.3
Leucina	5.0-6.3	1.9
Lisina	4.8-6.4	1.6
Metionina + Cys	3.7-5.5	1.7

Fenilalanina + Tyr	7.1-9.1	1.9
Treonina	3.3-4.6	0.9
Triptófano	1.0-4.0	0.5
Valina	3.2-4.8	1.3
No Esenciales		
Alanina	3.4-3.9	
Arginina	6.9-9.2	
Ácido aspártico	7.9-8.6	
Ácido glutámico	13.9-17.1	
Glicina	6.4-8.6	
Prolina	3.6-4.6	
Serina	4.2-8.7	

^aLos factores de conversión a proteína (factor x %N) es 5.85
NA=No aplicable

TABLA 15a Perfil de aminoácidos del amaranto (mg/g N) y el patrón FAO/WHO 1973 ⁷

Aminoácido	A. hypochondriacus	FAO/WHO
Isoleucina	250	250
Leucina ^a	382	440
Lisina	374	340
Metionina ^a	131	220
Fenilalanina	328	380
Treonina ^a	268	250
Triptofano	84	60
Valina	304	310

a = Reportados como aminoácidos limitantes

TABLA 16 Contenido de lisina, metionina, treonina y triptofano de amaranto y trigo (g de monoácidos / 100g de proteína) ³⁸

Aminoácidos	Amaranto	Trigo
Lisina	6.7	2.9
Metionina	2.3	1.5
Treonina	5.1	2.9
Triptofano	1.1	1.1

En la tabla 16 se puede ver que los valores de aminoácidos esenciales del amaranto son mayores a los del trigo excepto para el triptofano. Estos aminoácidos también son aminoácidos limitantes en las dietas mixtas. ⁴⁵

Para el contenido de aminoácidos la tabla 17 es un poco mas fácil de seguir y además se hace la comparación con la proteína de referencia dada por la FAO/WHO en términos de mg de aminoácidos /g de proteína. Además, se toma en cuenta el cómputo de aminoácidos el cual determina los aminoácidos limitantes para el amaranto. Las proteínas que poseen aminoácidos limitantes (aminoácidos que se encuentran en menor proporción que en la proteína patrón establecida), se consideran biológicamente incompletas, pues al tener un aminoácido limitante no se utilizan completamente o totalmente. A esta relación entre el aminoácido de referencia o patrón y el aminoácido limitante se llama cómputo aminoacídico (CA).

$$CA = \frac{\text{mg de aminoácidos en 1g de proteína del alimento estudiado}}{\text{mg de aminoácido en 1 g de proteína de referencia}} \times 100$$

TABLA 17 Cómputo de aminoácidos de la proteína de amaranto en comparación con el patrón de aminoácidos FAO/WHO 1985^{38, 45}

Aminoácidos	Patrón de aminoácidos (mg/g)	Contenido de aminoácidos (mg/g de proteína)	Cómputo Aminoacídico %
		Amaranto	Amaranto
Isoleucina	28	52	185.7
Leucina	66	46	69.7
Lisina	58	67	115.5
Metionina + Cisteína	25	35	140
Fenilalanina + Tirosina	63	35	55.5
Treonina	34	51	150
Triptofano	11	11	100
Valina	35	45	128.6
Histidina	19	22	115.8

En el caso del amaranto, se encuentra que tiene como primer aminoácido limitante a la fenilalanina+tirosina el cual tiene un cómputo aminoacídico de 55.5% y el segundo aminoácido limitante es leucina con un

cómputo aminoacídico de 69.7%. El resto de los aminoácidos se encuentran en mayor o igual proporción a la proteína referencia. Cabe aclarar que las dietas se ven beneficiadas al tener una alimentación mixta donde los alimentos se complementan. De este modo los alimentos con aminoácidos limitantes se ven complementados por otros alimentos que contengan ese aminoácido en mayor cantidad. En este caso, por ejemplo, podría ser una buena combinación de maíz u otras leguminosas con amaranto. A este proceso se le llama complementación aminoacídica.^{38, 45}

Se ha demostrado que con el calor ya sea de cocción o calor seco (reventado) disminuye la biodisponibilidad del contenido de lisina (aminoácido esencial) en la semilla. Se debe de tener en cuenta que la lisina es un aminoácido termolábil. La cifra de lisina disponible en g/16g N es de 7.21 y después del tratamiento térmico en calor seco (reventado) es de 4.09, lo cual representa una pérdida de más del 50% de lisina en el grano. Esto se puede compensar al tener una dieta en la cual haya complementariedad entre los aminoácidos.⁴⁵

3.4.2.2 Valor nutrimental de la proteína del amaranto

El **Amaranto** contiene aminoácidos indispensables como isoleucina, leucina, lisina, valina, triptofano y treonina como aminoácidos no limitantes y metionina y fenilalanina como aminoácidos limitantes (cuadro 13). Esto demuestra que el amaranto puede cumplir con los requerimientos alimenticios por lo menos de 6 de los aminoácidos esenciales. Una dieta balanceada o combinada, puede hacer que el amaranto tenga una complementación aminoacídica y por lo tanto se complementan los 2 limitantes.

Funcionalidad

La funcionalidad de las semillas de amaranto está dada primordialmente por la biodisponibilidad de su proteína. Ésta es de muy buena calidad y absorción. En estudios realizados en ratas, se demostró que la proteína de amaranto en forma de harina integral y refinada, medida como Relación Neta de la Proteína (NPR), tiene un contenido de 3.04 a 3.20 en comparación con la caseína (proteína de la leche) que es de 4.08 (tabla 18), por lo que se puede ver es un valor alto.⁵³

La harina A es una muestra de *Amaranthus cruentus* cosechada en 1987 y la harina B es una muestra de *Amaranthus cruentus* cosechada en 1990.⁵³

TABLA 18 Resultados del estudio biológico de harinas de dos muestras de *Amaranthus cruentus*⁵³

Dietas	Variación de peso (g)	Ingesta (g)	NPR
Harinas:			
Integral A	9.5±3.7	81.3±8.1	3.04±0.5
Refinada A	8.3±4.0	75.4±10.0	3.17±0.3
Integral B	10.5±2.8	81.0±8.9	3.08±0.22
Refinada B	7.0±3.0	76.3±6.7	3.2±0.38
Caseína	29.8±6.7	111.3±10.2	4.08±0.36

Variación de peso grupo aprotéico: -14.7g

En la tabla 18 se ve la diferencia de la ingesta y la variación del peso de las ratas del estudio. En este caso la caseína es el grupo control de proteína y se tuvo un grupo control libre de nitrógeno. De este modo se ven las diferencias entre los controles y las dietas de ensayo. Lo que se observa es que las harinas refinadas dan un NPR superior a las harinas integrales, aunque no sean tan significativas las diferencias.

Al mezclar harina de amaranto y harina de trigo crudas se potencializa las proteínas de éstos cereales dando un aumento significativo en la Relación de Eficiencia Proteínica (PER), dependiendo de las combinaciones en porcentajes de las mismas (tabla 19).^{7, 53}

TABLA 19 Valoración biológica (PER) de proteínas de trigo y amaranto y mezclas de ellas vs. Caseína

Mezclas T : A	Peso inicial	Variación del peso	Ingesta total	PER
100 : 0	50.6±3.2	7.0±2.1	180.4±17.4	0.54±0.15
75 : 25	50.5±3.3	22.4±7.3	198.5±25.6	1.31±0.35
50 : 50	50.6±3.3	29.1±12.2	205.1±34.3	1.50±0.46
25 : 75	50.8±3.0	48.9±10.7	232.6±36.2	2.15±0.24
0 : 100	50.9±2.7	46.4±8.7	233.0±20.7	1.94±0.23
Caseína	50.9±3.3	74.1±13.5	263.4±29.8	2.77±0.24

T = TRIGO A = AMARANTO

Esta valoración se hizo con las harinas crudas, tanto la de amaranto como la de trigo. Se puede observar que la Relación de Eficiencia Proteínica (PER) va en aumento conforme se va agregando amaranto a la mezcla de harinas hasta que se encuentra la mejor eficiencia proteínica en la combinación 25:75 con un PER = 2.15 que es un resultado muy cercano a la caseína (proteína de la leche). Se puede ver también que el PER del trigo solo es de 0.54 mientras que el de amaranto solo es de 1.94, lo que denota la calidad de la proteína.

TABLA 20 CALIDAD BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA DE MEZCLAS DE AMARANTO Y MAÍZ (EXTRUDIDOS).⁵³

Mezclas M : A	Ingesta total (g)	Variación del peso (g)	Proteína ingerida (g)	PER
100 : 0	197.5±34.3	22.9±5.8	12.17±1.10	1.77±0.38
90 : 10	213.0±23.3	27.1±6.8	14.19±1.50	1.77±0.38
70 : 30	242.2±14.5	40.4±5.6	18.20±1.13	2.22±0.21
50 : 50	275.4±31.9	58.0±7.8	23.44±2.71	2.47±0.14

M = MAÍZ A = AMARANTO

TABLA 20a CALIDAD BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA DE MEZCLAS DE AMARANTO Y TRIGO (EXTRUDIDOS).⁵³

Mezclas T : A	Ingesta total (g)	Variación del peso (g)	Proteína ingerida (g)	PER
100 : 0	246.1±8.45	40.5±2.3	24.68±0.85	1.64±0.07
90 : 10	246.09±15.09	42.6±5.1	25.07±1.54	1.70±0.12
70 : 30	283.1±22.6	60.5±8.1	29.64±2.34	2.04±0.12
50 : 50	286.3±28.6	68.9±10.5	30.61±3.05	2.24±0.14

T = TRIGO A = AMARANTO

En los cuadros anteriores se observa que al incrementar la mezcla de amaranto con los cereales la Relación de Eficiencia Proteínica (PER) aumenta. En este caso se tienen las mezclas extrudidas lo que da un PER mayor que sin el tratamiento. Para ambos casos la mezcla 50:50 es la mejor mezcla de acuerdo a este estudio, aunque se puede recalcar que la mejor mezcla es la de maíz : amaranto, dado que se obtiene un PER de 2.47, mientras que en la de trigo es de 2.24.

Una vez demostrado que la proteína del amaranto es de buena calidad y superior a la de otros cereales, como es el caso del trigo, se puede concluir que es importante que se den dietas mixtas en la nutrición del adulto mayor en las cuales se de una complementación aminoacídica y de este modo se da un mayor aprovechamiento de las proteínas en la dieta.

3.4.2.3 Gluten

El gluten o prolamina es una proteína llamada compuesta de gliadina y gluteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales combinados con el almidón. En cereales como el trigo esta proteína representa el 80%, el gluten es responsable de la elasticidad de los almidones de las harinas.

Algunas personas tienen intolerancia al gluten, lo que se conoce como enfermedad celíaca. Esta enfermedad provoca una irritación en la mucosa del intestino. Como consecuencia de tal irritación se da una mala absorción de los nutrientes en esta parte del intestino. Se ha demostrado que la parte del gluten causante de la enfermedad es la gliadina.

Los síntomas de la enfermedad son: diarreas, pérdida de peso, inflamación abdominal, malnutrición y malestar general. Los más propensos a tener o manifestar esta enfermedad son los adultos y puede ser que nunca se haya dado indicios de la misma durante su niñez. También es común en mujeres embarazadas. Se ha demostrado que la enfermedad puede ser transmitida genéticamente propiciando una incidencia mayor de la enfermedad cuando alguno de los padres o abuelos la ha padecido.

La proteína del amaranto se encuentra libre de gluten o prolamina. Esto hace que personas con celiaquía puedan consumir el amaranto sin problemas de tipo intestinal y sin presentar problemas de absorción de nutrientes.^{14, 34}

3.4.3 HIDRATOS DE CARBONO

Los hidratos de carbono o también conocidos como azúcares, son en los organismos la principal fuente de energía. Éstos son de origen vegetal ya sea que se consuma como fruta o como azúcar de mesa.

Los hidratos de carbono desempeñan diversas funciones, siendo la de reserva energética y formación de estructuras como son el DNA y el RNA las dos más importantes. Por otro lado, mantienen la actividad muscular, la temperatura corporal, la tensión arterial, el correcto funcionamiento del intestino y la actividad neuronal.

3.4.3.1 Contenido de hidratos de carbono

En la semilla de amaranto se tiene como principal constituyente al almidón, ya que se encuentra en un rango de 48% para *A. cruentus* y alrededor del 62 a 69% para *A. hypochondriacus* del total de hidratos de carbono contenidos en la semilla. Se tiene considerablemente menor amilasa (5-7%) que en el trigo (20%), por lo que la elasticidad y la capacidad de formación de gelatina es menor en el amaranto. La temperatura de gelatinización del almidón de amaranto se encuentra en 68°C con características de gránulos poligonales de 1 a 3 µm de diámetro, aunque en algunas ocasiones pueden ser gránulos esféricos.³¹

El contenido de hidratos de carbono del amaranto con respecto a otros cereales es de 63g/100g, situándose así como el que menor contenido de azúcares tiene. Entre los hidratos de carbono de importancia que se reportan en el amaranto están: las amilopectinas que van de 4.8 a 7.2%, la sacarosa (1.08-2.26%), rafinosa (0.45-1.23%), estaquiosa (0.02-0.15%), maltosa (0.02-0.36%) e inositol (<0.02), los dos últimos contenidos en poca proporción.

Los hidratos de carbono existentes en el amaranto no le dan a la harina propiedades para panificación o elasticidad para fabricación de pastas. Por lo tanto, es frecuente que al procesar la harina de amaranto para este tipo de producción tenga que combinarse con algún tipo de cereal que generalmente es trigo. Éste le da a la harina la capacidad de absorción de agua y elasticidad, mientras que el amaranto se toma como fuente proteínica.

De los hidratos de carbono complejos contenidos en esta planta se encuentra el almidón, que es el más fino que se ha encontrado hasta el momento en la naturaleza, por lo cual es un componente usado en la tecnología de alimentos como materia prima de primera calidad para la fabricación de geles, repostería fina, etc, y por sus características puede ser usado en la industria en general.⁷

3.4.4 LÍPIDOS

Los lípidos son moléculas orgánicas de cadena larga o corta, que se encuentran en el organismo. Estas moléculas contienen carbono, hidrógeno y en algunas oxígeno. Son hidrofóbicas lo cual quiere decir que no se mezclan con el agua. Normalmente se les dice grasas, pero éstas sólo son un tipo de lípido que proviene de los animales.

Los lípidos se pueden clasificar en saponificables y no saponificables, simples y complejos, saturados e insaturados, entre otras. Los lípidos saturados son los que no cuentan con dobles enlaces dentro de la cadena lipídica teniendo enlaces simples entre carbono y carbono y los insaturados (no saturados) son los que cuentan con uno (monoinsaturados) o más dobles enlaces (poliinsaturados) entre carbono y carbono dentro de la cadena lipídica.

Dentro de los lípidos insaturados se tienen diferentes tipos de lípidos, pero los más importantes o los más destacados son los Omega-3 y Omega-6. Éstos son ácidos grasos poliinsaturados esenciales para el organismo ya que son parte de las estructuras metabólicas como membranas celulares, son usados en el proceso de obtención de energía y la síntesis de hormonas entre otras cosas. Son esenciales dado que el organismo no los puede sintetizar y su ausencia produce problemas metabólicos. La característica que los hace omega 3 y 6 es que presentan el doble enlace dentro de los últimos 7 carbonos a partir del metilo terminal ocupando las posiciones 3 (n-3, Omega-3) y 6 (n-6, Omega-6).

La principal fuente de ácidos Omega-3 son los aceites de pescado. En éstos se encuentra el ácido timnodónico (EPA, C20:5, n-3), ácido cervónico o clupanodónico (DHA, C22:6, n-3). El precursor de éstos es el ácido linolénico (ALN, ácido α -linolénico, C18:3, n-3) a partir del cual el organismo es capaz de sintetizar los demás.

La principal fuente de ácidos Omega-6 son los vegetales y semillas. En estos se encuentra principalmente el ácido linoleico (AL, C18:2, n-6) y su metabolito el ácido araquidónico (AA, C20:4, n-6). En este caso el precursor es el linolénico a partir del cual el organismo es capaz de sintetizar los demás. ¹²

3.4.4.1 Contenido de lípidos

La semilla de amaranto contiene en mayor cantidad 2 ácidos grasos importantes: el linoleico (omega-6) y el oleico. ^{8, 26, 40, 52}

Los lípidos totales contenidos en el grano del amaranto están en un rango de 5.4 a 17.0% en base seca. De esta composición se tienen triglicéridos hasta en un 90%, en un 6.4% por glicolípidos y en un 3.6% por fosfolípidos. Contiene ácidos grasos saturados en un 25%. En este caso el más importante es el linoleico, uno de los ácidos grasos indispensables (se llaman indispensables a los nutrimentos que el organismo no puede producir por sí solo y que es necesario ingerirlos de alguna fuente de alimento) ¹⁷. En las tablas 21 y 22 se pueden ver los contenidos de ácidos grasos que se tienen en el grano de amaranto. ⁷

TABLA 21 Contenido de ácidos grasos. ^{40, 46}

Ácido graso predominante:	Linoleico
Ácidos grasos secundarios:	Oleico y palmítico
Relación (saturados: insaturados)	0.26-0.31
Similitud nutricional:	Aceite de maíz /arroz
Esqualeno:	5.0-7.0% (del aceite)
Tocoferoles (vitamina E)	Efecto hipocolesterolémico
	Tocotrienoles
	(HMG-CoA) Reductasa
	Actividad Antioxidante

TABLA 22 Composición del aceite de la semilla del amaranto ^{7, 37, 53}

Ácidos grasos	Contenido(g/100g)
Ácido oleico	29,3
Ácido linoleico	44,0
Ácido palmítico	18,4
Ácido linolénico	1,3
Ácido mirístico	0,2
Ácido miristoleico	0,1
Ácido miristolénico	0,1
Ácido palmitoleico	0,8
Ácido palmitolénico	0,9
Ácido esteárico	3,8
Ácido no identificado	1,2

En el caso del ácido linoleico también llamado omega-6 (ω -6), se tienen valores que pueden variar de acuerdo a la especie y el lugar de siembra, pero los valores promedios se encuentran entre 43.4 a 51.4%. El ácido oleico, que es el segundo en importancia en el amaranto, se encuentra en rangos de 21.3 a 31.9%.⁷

Funcionalidad

3.4.4.2 Ácido linoleico

Es un ácido graso poliinsaturado, esencial para el ser humano, que ayuda a la eliminación de colesterol por hígado y a la disminución de lipoproteínas de baja densidad (LDL), así como al tratamiento de artritis y a la prevención de ataques cardiacos.^{10, 18, 26, 27, 30, 43, 44}

Las funciones principales del ácido linoleico son formación de membranas celulares, formación de hormonas, correcto funcionamiento del sistema inmunológico, correcta formación de la retina ya que conforma en casi un 30% la estructura lipídica de los conos y los bastones de la retina, correcto funcionamiento de las neuronas y las transmisiones químicas. Además ayuda a una buena estabilización del sistema circulatorio, previene la formación de

coágulos en las arterias al impedir la agregación plaquetaria por lo que ayuda a que la sangre sea mas fluida y esto hace que se puedan prevenir mas no evitar derrames cerebrales, trombosis. ¹²

Entre otras cosas, cabe aclarar que una dieta en la cual se tenga una deficiencia o carencia de ácido linoleico y ácido linolénico da como resultado falta de crecimiento, pérdida de tono muscular, lesiones cutáneas, menor pigmentación de la piel, pérdida de tono muscular, cambios degenerativos en el riñón, pulmón e hígado, aumento en el metabolismo basal, alteraciones en la permeabilidad de las células, trastornos en el balance de agua, aumento en la susceptibilidad a las infecciones y en cambios en el electroencefalograma y electrocardiograma. ¹²

Ácido linoleico



RDA: En el caso de los ácidos grasos omega-6 como el linoleico se recomienda una ingesta de 10 a 15% de la ingesta total de ácidos grasos, pero se recomienda que sea del 1 al 2% de la energía ingerida. A la fecha no se tiene una ingesta recomendada como tal para grasas, pero se da un estimado de ingesta que es de 15 a 20 g/día de ácidos grasos Omega-6 para personas adultas. ³⁰

El amaranto aporta 44g/100g de ácido linoleico, con una digestibilidad del 91.7 al 94.1% ⁷

3.4.4.3 Ácido oleico

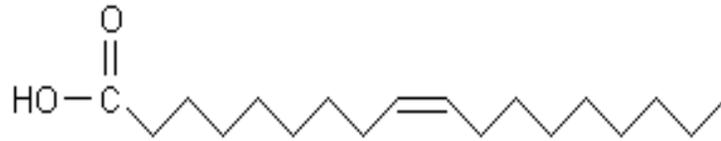
El ácido oleico es un ácido graso mono insaturado (C18:19). Tiene diversas propiedades pero dentro de las más importantes es que es antitumoral.

Estudios realizados por el Dr. L. Morales y el Dr. Timmerman lo constatan. En su trabajo "Third generation aromatase inhibitors may prevent endometrial growth and reverse tamoxifen-induced uterine changes in postmenopausal breast cancer patients" se demuestra que inhibe hasta en un 46% la expresión de una proteína promaligna (el oncogén erb B-2 o también llamado Her-2/neu) presente en aproximadamente entre el 20 a 30% de las pacientes con un cáncer de mama agresivo y de mal pronóstico. Se comprobó que además de inhibir la sobreproducción de este gen también duplica el antitumoral que ataca específicamente al gen Her-2/neu, lo cual ha ayudado a prolongar las vida a varias pacientes que sufren este padecimiento. Cabe aclarar que este estudio solo se ha hecho in vitro con células mamarias cancerígenas y cultivadas con ácido oleico puro, pero los investigadores confían en que sea posible transferir su experiencia de laboratorio a la práctica.³⁵

Otro estudio realizado por el Dr. Pablo Escribá y su grupo de Biomedicina Molecular y Celular de la UIB, demuestra que el ácido oleico se acopla a la membrana celular y ayuda a la señalización de las proteínas G mediante receptores acoplados a las mismas. Estas señales son las que regulan o controlan la presión arterial. De esta manera nos damos cuenta que este ácido es sumamente importante para la reducción de problemas cardiovasculares dado que regula la presión arterial. Además, regula la producción celular lo cual hace frente al cáncer y a la multiplicación celular excesiva.¹⁵

El ácido oleico contribuye al aumento en los niveles de lipoproteínas de alta densidad HDL (o "colesterol bueno"). Éstas a su vez se encargan principalmente de retirar el exceso de lipoproteínas de baja densidad LDL (o "colesterol malo") de tejidos y venas. Estas propiedades se traducen en un beneficio reduciendo el riesgo de padecer enfermedades coronarias. También ayuda a prevenir o evitar los radicales libres de los lípidos (oxidación) que ayudan a transportar el colesterol en la sangre, lo que ayuda a un mejor transporte de oxígeno.^{15, 35}

Ácido oleico



RDA: En el caso de los ácidos grasos omega-3 y omega-9 (oleico) se recomienda una ingesta en adulto del 1 al 3% de ácidos grasos o el equivalente a 0.3 a 1% de la energía. Se recomienda mantener un equilibrio entre los omega-6 y omega-3 igual a 3:1. Para este efecto el ácido oleico es considerado parte del los omega-3.

El amaranto contiene 33.0 a 34.2% de ácido oleico, con una digestibilidad de 93.8 a 94.1 ^{7, 53}

3.4.5 FIBRA DIETÉTICA

La fibra alimenticia, se puede obtener por medio de alimentos de origen vegetal como son cereales, frutas, leguminosas y verduras. La fibra es la celulosa o todas las partes vegetativas que el organismo no es capaz de digerir y obtener un provecho alimenticio, por lo cual pasa casi intacta a través del intestino.

Se tienen varios tipos de fibra dietética considerados hidratos de carbono complejos que no son posibles de romper por nuestro organismo, estos tipos de fibra se dividen por su composición química y los efectos que producen en el organismo.

- **Fibra soluble:** son sustancias como pectinas, gomas, inulina y fructooligosacáridos entre otras que son solubles en agua y que son capaces de formar gomas las cuales le dan volumen a las heces. Este tipo de fibra puede ser utilizado por los microorganismos del intestino “flora intestinal” absorbiendo y degradándolos. Esto ayuda a que sea posible regular la velocidad de absorción intestinal de los hidratos de carbono.
- **Fibra insoluble:** Son las sustancias como la celulosa, hemicelulosa, ligninas y algunos almidones complejos, entre otras, que no se disuelven en agua y resisten la acción de los microorganismos del intestino “flora intestinal”. Su principal función es la disminución del tránsito de los alimentos y heces fecales por el tubo digestivo.

3.4.5.1 Contenido de fibra

La fibra en los cereales ha recobrado una importancia muy especial. Para el análisis de los alimentos siempre ha sido importante marcar el contenido de ambos tipos. En el caso del amaranto se tienen contenidos altos de fibra. Esto puede deberse a que en el grano de amaranto una vez cosechado se mantiene la cascarilla, lo que aumenta la cantidad de fibra insoluble por lo que la fibra dietética también aumenta.

Fibra insoluble (g/% de materia seca)= 5.76 g/100g

Fibra soluble = 3.19 (g/100g)

Fibra Dietética Total (FDT) = 8.95 g/100g

Los valores varían de acuerdo a la especie y al tipo de suelo que se tenga, pero en promedio el amaranto tiene un contenido de fibra dietética que varía de 7.6 a 16.4%. Los valores son muy similares a los del maíz y el sorgo.
38, 45

La fibra del amaranto es insoluble en su mayoría por lo que su funcionalidad es principalmente en el barrido intestinal.

Funcionalidad

Se ha demostrado que el grano de amaranto contiene un porcentaje de 7.6 a 16.4% de fibra dietética dependiendo de la especie que se trate. Cabe mencionar que en la mayoría de los cereales este contenido es igual o menor. La FDA aconseja un consumo entre 30 y 40 g/día de fibra distribuida en un 30% de fibra insoluble y un 70% de fibra soluble para las personas adultas. A partir de esto se puede inferir que una parte de la fibra dietética recomendada podría ser aportada por el grano de amaranto.^{7, 27, 52}. En cuanto a las hojas, la cantidad de fibra es mucho mayor por lo cual también se recomienda que se incluya dentro de la alimentación del adulto mayor.

La fibra disminuye la reabsorción del colesterol (disminuye la cantidad de colesterol en sangre), ayuda a la motilidad intestinal y al barrido del colon. Por lo tanto evita enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon, estreñimiento y en algunos casos reduce la reabsorción de glucosa.^{28, 30, 36, 41}

El adulto mayor es propenso a problemas digestivos como la poca absorción de agua, el estreñimiento, diverticulosis, cáncer de colon, entre otros, por lo cual es recomendable incrementar la ingesta de fibra dietética. La fibra insoluble es efectiva al aumentar el volumen de las heces fecales. Esto disminuye el tiempo de tránsito intestinal y disminuye la presión colónica favoreciendo una mejor motilidad intestinal. La fibra soluble ayuda a una mejor absorción de agua en el intestino grueso con lo cual se da un bolo fecal adecuado y abundante. Por lo tanto, reduce el estreñimiento, tiene mayor efecto al reducir los niveles plasmáticos de colesterol, reduce la respuesta glicémica postprandial y promueve la motilidad del intestino delgado lo cual da un incremento significativo de nutrientes en el mismo y retarda el vaciamiento gástrico. En el caso de la fibra de amaranto ésta no produce dispepsia (reflujo y distensión abdominal), por lo cual no hay abultamiento del abdomen y se producen pocos gases intestinales (flatulencias).^{16, 22, 41, 52}

La fibra, en específico la celulosa, ha demostrado ser muy eficiente contra varias enfermedades del colon. Al no ser absorbida por el organismo, actúa en el colon para obtener un incremento en el volumen fecal por absorción de agua y adición de material no digerible. Por lo tanto, mejora la excreción de los alimentos no absorbidos, normalizando a las personas que son estreñidas (tránsito lento).⁴⁹

RDA: La ingesta recomendada de fibra para personas adultas es de 11 a 13 g/día o 6 g/1000Kcal ingeridas.^{28, 30}

El amaranto aporta 7.6 a 16.4% de fibra a la ingesta.

3.3.6 VITAMINAS Y MINERALES

Las vitaminas son muy importantes en la ingesta diaria. Son compuestos heterogéneos, relativamente sencillos y que no pueden ser sintetizados por el organismo animal por lo que es necesario agregarlos a nuestra dieta diaria por medio de los alimentos que consumimos. Tener una ingesta nula o baja en vitaminas (avitaminosis) o si la ingesta se excede (hipervitaminosis) ocasiona diversos problemas nutricionales, por lo cual es necesario ingerirlas en proporciones adecuadas.

Las vitaminas se dividen en 2 grandes grupos por su facilidad de solubilidad en agua o lípidos. Éstos son hidrosolubles o liposolubles:

Liposolubles

- Vitamina A o retinol
- Vitamina D o colecalciferol
- Vitamina E o alfa-tocoferol
- Vitamina K

Hidrosolubles

- Vitamina C o ácido ascórbico
- Complejo B
 - ☞ Vitamina B1 o tiamina
 - ☞ Vitamina B2 o riboflavina
 - ☞ Vitamina B3, vitamina PP o niacina
 - ☞ Vitamina B5 o ácido pantoténico
 - ☞ Vitamina B6 o piridoxina
 - ☞ Vitamina B7, vitamina H o biotina
 - ☞ Vitamina B9, vitamina M o ácido fólico.
 - ☞ Vitamina B12 o cianocobalamina
 - ☞ Vitamina B15 o ácido pangámico

Los minerales se ingieren en forma de sales junto con los alimentos dado que el organismo los requiere para múltiples funciones. Éstos son indispensables y el organismo no es capaz de producirlos. Las necesidades diarias de minerales son mínimas, pero el no ingerir las cantidades adecuadas de un mineral puede producir alteraciones al organismo y causar enfermedades.

Se debe tomar en cuenta que la mayoría de los minerales son desechados del cuerpo con facilidad, tanto en el sudor y la orina como en las heces fecales. Los minerales representan un 4 o 5% del peso corporal. El calcio es aproximadamente el 50% de este peso, otra cuarta parte es el fósforo y los demás minerales conforman el resto.⁵

Los minerales más importantes son:

- Calcio
- Fósforo
- Magnesio
- Sodio
- Cloro
- Potasio
- Hierro
- Cobre
- Manganeso
- Yodo

La mayor parte de estos elementos o metales son consumidos principalmente en su forma iónicaⁱ. El calcio, sodio y el potasio son positivos (cationes) y el cloro, azufre (en forma de sulfato) y el fósforo (en forma de fosfato) son negativos (aniones).

ⁱ Ión: partícula cargada ya sea positiva o negativamente, los elementos cargados positivamente se denominan cationes, mientras que los cargados negativamente aniones.

3.3.6.1 Contenido de vitaminas y minerales

En la semilla de amaranto no se tienen grandes cantidades de vitaminas, comparado con otros cereales. Sin embargo, se tienen cantidades suficientes para una alimentación sana y balanceada.⁷

TABLA 23 Contenido de vitaminas y minerales en la semilla de amaranto^{7a}

Componente	A. hypochondriacus	FAO/WHO/ UNU
Vitaminas (mg/100g)		
Ácido ascórbico	3.0-7.1	60
α-Tocoferol	1.57	9
Biotina	43-51	0.3-1
Ácido fólico	42-44	0.18-0.20
Niacina	1.0-1.5	15-19
Retinol	ND	0.8-1.0
Riboflavina	0.19-0.32	1.3-1.7
Tiamina	0.1-0.14	1.1-1.5

ND= No disponible

TABLA 23a Contenido de vitaminas en semilla de amaranto mg/100g^{7, 53}

Vitaminas	Contenido
Tiamina	0.25-0.90
Riboflavina	0.03-0.29
Niacina	1.0-2.1
Biotina	42.5-51.3
Ac. Fólico	42.1-43.8
Vitamina C	1.7-2.8

Se puede señalar a la niacina como una vitamina que se encuentra en menor proporción en el amaranto con respecto a otros cereales. Por otro lado, la cantidad de biotina y ácido fólico que se tiene es similar.

TABLA 24 Contenido de minerales en diferentes especies de amaranto (mg/g b.s.) ⁷

Minerales	Caudatus	Hybridus	Cruentus	Hypocondriacus
Fósforo	570	565	556	600
Potasio	532	532	525	563
Calcio	217	303	242	244
Magnesio	319	344	344	342
Sodio	22	26	25	23
Hierro	21	104	26	53
Cobre	0.86	4.10	1.69	2.40
Manganeso	2.9	5.2	3.4	3.5
Zinc	3.4	3.4	4.2	3.8

Dentro de los minerales son el calcio, fósforo, potasio y magnesio los de mayor importancia y abundancia en el amaranto. El gran contenido de potasio esta relacionado con una mayor resistencia de la planta a las bajas temperaturas donde se suele cosechar.

El bajo contenido de sodio en el amaranto es importante, tomando en cuenta que para las personas mayores es uno de los minerales más restringidos. Por lo general llevan dietas bajas en sodio por problemas de hipertensión.

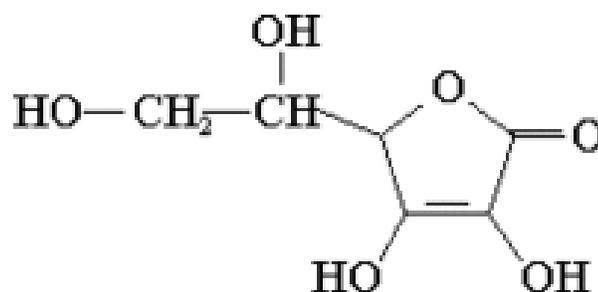
Funcionalidad y metabolismo de las VITAMINAS

3.3.6.2 Vitamina C

Evita la degradación retiniana, es un antioxidante, es vasodilatador y anticoagulante. Ayuda en la formación de neurotransmisores, formación de colágena y elastina, síntesis de las hormonas suprarrenales, incrementa hasta cuatro veces la absorción de hierro si se toman juntos. Tiene efectos anticarcinogénicos, previene la formación de cataratas y degradación macular, demencia senil y la enfermedad de Parkinson. ^{18, 29, 30, 43, 44}

La deficiencia por vitamina C o ácido ascórbico produce escorbuto. Esta enfermedad se conoce desde hace mucho tiempo y es consecuencia de una mala alimentación. Cuando la dieta no contiene en esencia ascorbato, disminuyen las concentraciones plasmáticas. Los síntomas de escorbuto son obvios cuando se alcanza una cifra de 0.15 mg/dL (8.5 mM), y las reservas corporales totales de la vitamina se aproximan a 300 mg. Cuando aumenta el consumo de ascorbato, también lo hace la concentración plasmática, al principio de manera lineal. La ingestión diaria de 5 a 10 mg proporciona una reserva corporal total de 600 a 1.000 mg de ascorbato. Cuando se consumen 60 mg/día de vitamina C (la RDA actual para adultos), la concentración plasmática alcanza unos 0.8 mg/dL (45 mM), y las reservas corporales totales son de aproximadamente 1.500 mg. Si el consumo se aumenta más allá de 200 mg/día, las reservas corporales tienden a nivelarse a 2.500 mg, y las cifras plasmáticas a 2 mg/dL (110 mM). El umbral renal para el ácido ascórbico es de alrededor de 1.5 mg/dL de plasma (85 mM), y cuando la ingestión diaria excede de 100 mg se excretan cantidades cada vez mayores del ácido ascórbico ingerido.

Se encuentran casos de escorbuto **entre adultos mayores**, sobre todo en aquellos que viven solos o son alcohólicos o drogadictos y otros con dietas inadecuadas. En estos casos de escorbuto, por lo general hay aflojamiento de los dientes, gingivitis y anemia, que pueden deberse a una función específica del ácido ascórbico en la síntesis de hemoglobina. También se manifiesta con fatiga, falta de aire y dolores óseos, articulares y musculares sobre todo en la noche. Después aparecen los cambios característicos en la piel que son acné, defectos en el cabello y vello del cuerpo y hemorragias perifoliculares.



RDA: 60 mg/día en varones adultos y 50 mg/día en mujeres adultas. Con esta recomendación dietética diaria se evita por completo el escorbuto y se dan reservas al organismo, en caso de que haya una baja en la ingesta de ácido ascórbico.^{29, 30}

Las hojas del amaranto aportan 80mg/100g y la semilla aporta 2.8 a 4.5 mg/100g a la ingesta.^{7, 38, 45}

3.3.6.3 Vitamina B₁ o Tiamina

Es esencial en el metabolismo de hidratos de carbono, en específico en la descarboxilación del piruvato. Éste es el que se altera en caso de tener una deficiencia de Tiamina. Está involucrada en otras reacciones como en la de transcetolasa en el ciclo del fosfato de pentosa y la reacción de la deshidrogenasa de piruvato. También participa en la síntesis de nucleótidos, en la generación de NADPH para la síntesis de ácidos grasos y en la hidroxilación de esteroides.

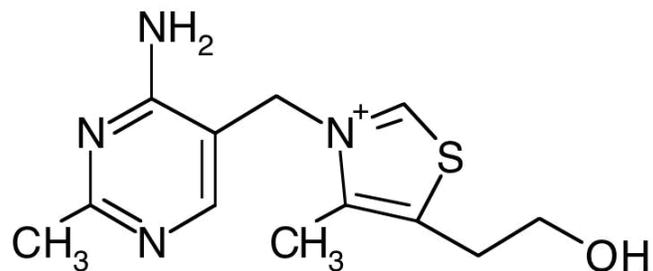
La deficiencia de esta vitamina ya no es tan común, aunque en poblaciones vulnerables se llega a presentar por no tener una buena alimentación. Se puede tener deficiencia de tiamina por alcoholismo dado que este interfiere con la absorción y el almacenamiento de la misma lo que provoca demencia.

La falta de tiamina afecta severamente el sistema nervioso teniendo confusión mental, parálisis periférica, desgaste muscular y el cardiovascular teniendo taquicardias, cardiomegalia y edema. Esto es conocido como la enfermedad *beriberi*. Esta enfermedad se divide en 2, el beriberi **seco** (cuando ataca el sistema nervioso y se presenta parálisis) y el tipo **húmedo** (afección cardíaca). El primero se caracteriza por tener una supresión de la energía al organismo, lo que resulta en una neuropatía periférica con parálisis de las extremidades inferiores. El segundo se da cuando se tiene una ingesta alta en hidratos de carbono y se tiene al mismo tiempo una actividad física intensa. En

este caso se presenta un edema debido a insuficiencia cardiaca con una congestión pulmonar. El deterioro de una persona por una ingesta inadecuada o nula de tiamina puede llegar a ser muy rápido.

La enfermedad es tratable y los pacientes suelen recuperarse tomando tiamina o un concentrado vitamínico del complejo B. La recuperación puede ser casi completa siempre y cuando la persona no tenga un daño irreversible al sistema nervioso o no presente riesgos cardiacos (insuficiencia cardiaca). En estos casos los pacientes no llegan a recuperarse y en casos de falla cardiaca, mueren.^{18, 30, 43,}

Al momento no se tienen registros de que se tenga alguna toxicidad por tiamina. Dado que el exceso es rápidamente eliminado por vía renal, no se da una acumulación en el organismo.⁴³



RDA: En este caso varía dependiendo del gasto calórico y la ingestión calórica del individuo, pero se estima que es de 1 a 1.8 mg/día. En el caso específico de las personas de edad avanzada este requerimiento en base a calorías es de 0.4 mg/1000kcal/día. Se tiene que tomar en cuenta que entre más consumo de hidratos de carbono se tenga en una dieta, mayor es la cantidad de tiamina que se debe consumir.

El amaranto aporta 0.25 a 0.90 mg/100 g de tiamina ⁷

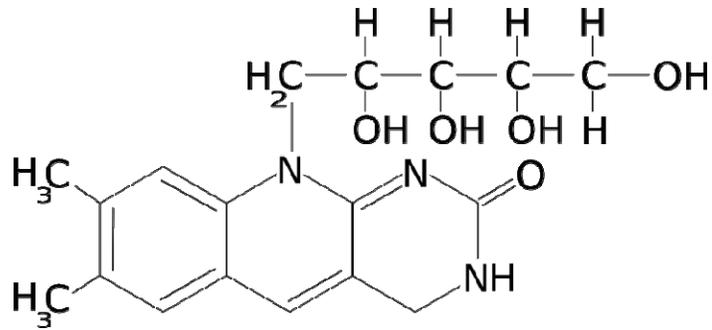
3.3.6.4 Vitamina B₂ o Riboflavina

Participa en numerosas reacciones de óxido reducción en diversas vías metabólicas. En la producción de energía mediante la cadena respiratoria, como parte de las flavoproteínas, es la parte funcional de las mismas. Este tipo de proteínas o enzimas son conocidas como FAD (dinucleótido de adenina y flavina) y FMN (mononucleótido de adenina y flavina)

Su carencia esta relacionada con la falta de ingesta de otras vitaminas hidrosolubles, por lo cual los síntomas por su carencia pueden estar unidos a efectos secundarios por la ausencia de las otras. La carencia de riboflavina se da por la falta de consumo prolongado (de varios meses) de carnes y vegetales o tener dietas marginales.

Los síntomas por ausencia o falta de riboflavina son principalmente fotofobia, lagrimeo, ardor y comezón en los ojos, pérdida de la agudeza visual en sus primeras etapas. En las etapas críticas se presentan síntomas como inflamación de la faringe, edema de las membranas de la faringe y boca, lengua magenta, grietas en la piel de los ángulos de la boca, agrietamiento de los labios, dermatitis seborreica y anemia. La insuficiencia grave de riboflavina también impide la conversión de B₆ en su coenzima piridoxal, reduce la conversión de triptofano en niacina.^{30, 43}

Actualmente no se tienen datos toxicológicos por exceso de ingesta de riboflavina. Se ha demostrado que el ser humano es capaz de absorber hasta 30 mg al día. Esta vitamina se excreta por orina con lo cual es difícil tener una concentración elevada de la misma.



RDA: En adultos es de 0.5 mg/1000kcal o de 1.1 a 1.8 mg/día. Se debe tener en cuenta que la vitamina es termolábil, por lo cual se pierde entre el 15 a 20% en la cocción. ^{18, 30, 43}

El amaranto aporta 0.03 a 0.29 mg/100g de riboflavina ⁷

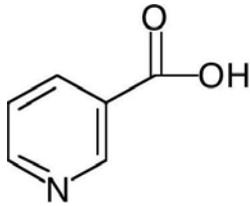
3.3.6.5 Vitamina B3 o Niacina

Es parte fundamental de las coenzimas dinucleótido de nicotinamida y adenina (NAD) y dinucleótido de dicotinamida y adenina fosfato (NADP) relacionadas con el transporte de hidrógeno y la respiración. Ayuda a la prevención o tratamiento de la hiperlipidemia dado que reduce los niveles de lípidos sanguíneos y se ha comprobado su gran efecto en el tratamiento de la arteroesclerosis, así como tratamiento eficaz para la prevención de diabetes dependiente de insulina. También se cree que puede ayudar al tratamiento del cáncer, dado que el NAD sostiene el funcionamiento de la polimerasa de poli-5-difosforribosa de adenosina o PARP que repara el daño al DNA, controlando de este modo las células cancerígenas. ^{43, 44}

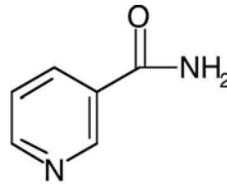
La deficiencia de niacina provoca pelagra, la cual tiene como síntomas tardíos dermatitis, diarrea y demencia, así como ansiedad e insomnio. En las etapas avanzadas de presentan desorientaciones, alucinaciones y delirio.

La enfermedad de Hartnup se caracteriza por alteraciones en la síntesis de niacina a partir de triptofano. Se da por una deficiencia en la absorción de triptofano. Esta enfermedad causa síntomas parecidos a los de la pelagra. ^{30, 43}

Ac. Nicotínico



Nicotínamida



RDA: Es de 8.8 a 12.3 mg/día. Sin embargo, en este caso la niacina puede ser substituida por triptofano que representa un sustrato para la síntesis de niacina en el organismo, por lo cual su ingesta también se expresa en Equivalentes de Niacina (EN). Teniendo que cada 60 mg de triptofano equivalen a 1mg de niacina, la recomendación dietética es de 15 a 20 EN/día para varones adultos con una ingesta calórica de 2000 kcal o más y de 13 a 15 EN/día para mujeres adultas con una ingesta diaria de energía menor a las 2000 kcal.^{30, 43}

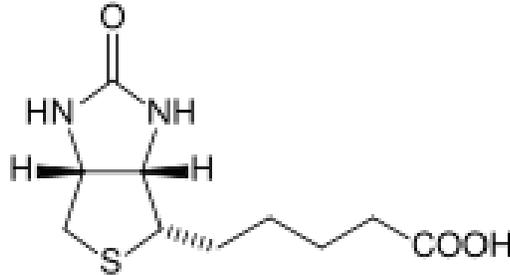
El amaranto aporta 1.15 a 0.95 mg/100g de niacina⁷

3.3.6.6 Vitamina B7 o Biotina

La biotina es una vitamina que desempeña un papel muy importante en la síntesis de ácidos grasos y en la gluconeogénesis, como componente de las enzimas que transportan unidades carboxilo y fijando bióxido de carbono.

La carencia de biotina produce lesiones descamativas de la piel y las mucosas. Su carencia se relaciona con el consumo de huevos crudos, ya que la clara contiene avidina, proteína antagonista de la biotina, la cual impide su absorción. En seres humanos, los signos y síntomas de deficiencia incluyen dermatitis, glositis atrófica, hiperestesia, dolor muscular, laxitud, anorexia,

anemia leve y cambios en el electrocardiograma. Se ha observado deficiencia espontánea en algunos individuos que han consumido huevos crudos durante periodos prolongados. Se sabe que hay errores congénitos de las enzimas dependientes de biotina, y muestran respuesta al suministro de dosis muy grandes de esta última.^{30, 43}



RDA: Se recomienda una ingesta para personas adultas entre 100 a 200µg/día.⁴³

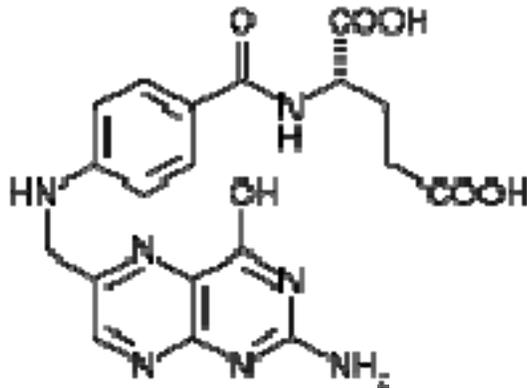
El amaranto aporta 42.5 a 51.3 mg/día de biotina.^{52,53}

3.3.6.7 Vitamina B9 o Ácido fólico

El ácido fólico o folato (ácido pteroilglutámico) tiene como función principal el transporte de fragmentos de carbono. Es esencial para la síntesis de bases de ácido nucleicos, purinas y timidilato. También es esencial para el metabolismo de la serina y la homocisteína y la conversión de aminoácidos excedentes en la dieta en otros que se ingieren en menor cantidad pero necesarios para el adecuado funcionamiento de nuestro organismo.¹⁸

La deficiencia de ácido fólico puede llegar a ser muy grave para nuestro organismo, causando una reducción de la capacidad celular de sintetizar ADN y, consecuentemente, impidiendo la capacidad de replicación. Su principal manifestación es la aparición de anemia, aunque también se puede esperar que el ciclo de metilación reduzca su actividad. Asimismo, puede existir

acumulación de homocisteína plasmática, la cual actúa como neurotoxina y vasculotoxina, y ha sido descrita como un posible factor de riesgo en patologías cardiovasculares. También provoca daño nervioso, el cual no está asociado como en el caso de la B₁₂ a una deficiencia o daño a la mielina, pero se acompaña de irritabilidad, tendencia a olvidos, comportamiento hostil y paranoide.^{30, 43, 50}



RDA: Se recomienda una ingesta de 200 a 400 $\mu\text{g}/\text{día}$ para varones adultos y de 180 a 400 $\mu\text{g}/\text{día}$ para mujeres adultas. Hay que tomar en cuenta que los folatos son muy hábiles. Se pierden a altas temperaturas, por la luz o sólo el hecho de lavar o enjuagar las verduras. En estos procesos se llega a perder entre 60 a 75% del folato.^{18, 30, 43, 50}

El amaranto contiene 42.1 a 43.8 mg/100g, de los cuales solo se aprovechan el 25%.^{7, 46, 53}

3.3.7 HOJAS DE AMARANTO

3.3.7.1 Pro-vitamina A (β -caroteno)

Esta vitamina sólo se encuentra en las hojas o partes vegetativas del amaranto, no en la semilla, por lo cual se dará su explicación en esta sección.

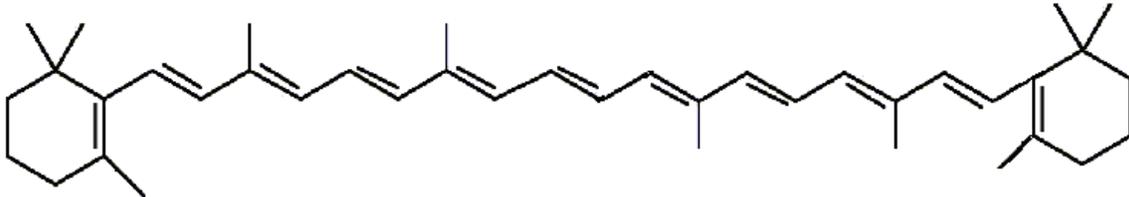
Ayuda a la respuesta inmune no específica, los macrófagos, la vista, la respuesta inmune, síntesis de algunas proteínas, además de ser un antioxidante. También ayuda al mantenimiento de la audición, el gusto y el apetito.^{10, 18, 30, 43, 44}

Existen dos tipos de causa de la deficiencia de vitamina A. Deficiencia primaria: por ingesta deficiente de alimentos ricos en esta vitamina. Un hecho a tener en cuenta es que se puede almacenar en grandes cantidades en el hígado y se puede pasar grandes periodos sin consumirla antes de que se manifiesten deficiencias. La deficiencia secundaria surge por cualquier causa que interfiera en la absorción intestinal de las grasas o bien su almacenamiento en el hígado.

La deficiencia de vitamina A o retinol, es la enfermedad de xeroftalmía, ceguera nocturna. Los síntomas son que la persona no se adapta a la obscuridad, endurecimiento de cornea o de la membrana conjuntiva, lesiones de la piel y mucosas, sequedad y atrofia de la epidermis.

En el caso de la vitamina A se tiene toxicidad por exceso de ingesta de la misma. Ésta es la hipervitaminosis A, la cual se da en niños con los siguientes síntomas: incremento en la presión intracraneal causando náuseas, vómito, cefalea (dolor de cabeza), vértigo, irritabilidad, estupor, fiebre y descamación cutánea. En adultos se da un cuadro de anorexia, pérdida de peso, cefalea (dolor de cabeza), visión borrosa, piel seca con descamación, engrosamiento del pelo y cambio de color gingival.

La ingestión excesiva de carotenoides provoca la hiperqueratosis, en la cual se da una coloración amarilla a naranja de la piel en áreas como los pliegues nasolabiales, frente, axilas e ingles y en superficies como palmas de las manos y plantas de los pies.^{18, 30, 43}



RDA: Se pueden utilizar las unidades internacionales (IU), pero actualmente se utilizan más los equivalentes de retinol, dado que se pueden incluir tanto los carotenoides, como la vitamina A preformada de la dieta.³⁰

1 equivalente de retinol (RE)	= 1µg de retinol.
	= 6µg de caroteno beta.
	= 12µg de otros carotenoides provitamina A.
	= 3.33 IU de actividad de vitamina A del retinol.
	= 10 IU de actividad de vitamina A del caroteno beta.

TABLA tomado de Mahan, K y Arlin, M. Krause Nutrición y Dietoterapia. Cap. 14. Podrabsky Nutrición en el envejecimiento. Mc Graw Hill-Interamericana 8ª edición. 1995.³⁰

La ingesta mínima en adultos para no presentar síntomas por deficiencia es de 500 a 600 µg de retinol o el doble si es beta caroteno. Pero la ingesta normal para adultos varones es de 1000 µg de RE y para mujeres adultas es de 800µg de RE.²⁰

El amaranto aporta por parte de las hojas un contenido de 30mg/100g de β-carotenos o 6100 IU de pro-vitamina A^{7, 38, 45}

3.3.8 FUNCIONALIDAD Y METABOLISMO DE LOS MINERALES

3.3.8.1 Calcio

Ayuda a la conservación de huesos y dientes. Participa en la liberación de neurotransmisores, en el control de iones y en la regulación del latido cardiaco necesario para la transmisión nerviosa. Ayuda al control de la presión arterial y en el tratamiento de osteoporosis. ^{30, 36, 39, 43, 50}

La absorción del calcio se puede dar por dos diferentes vías:

1. Transcelular: Transporte activo saturable para lo que se requiere una proteína específica fijadora de calcio que es la calbidina.
2. Paracelular: Difusión no saturable, que es lineal con respecto a la concentración de calcio en el quimo.

La deficiencia de calcio se conoce como hipocalcemia, la cual se produce por trastornos o alteraciones en el metabolismo del calcio. En la hipocalcemia se dan síntomas de depresión y psicosis que progresa a la demencia.

La osteoporosis también es una enfermedad relacionada con la deficiencia de calcio. Es una de las principales causas de fracturas en ancianos y mujeres posmenopáusicas. Se manifiesta deformidad ósea, dolor localizado y fracturas. Es posible que esta enfermedad se de con la osteomalacia como enfermedad adjunta. La deformidad más frecuente es la pérdida de estatura por colapso vertebral. También se dan fracturas en fémur, cadera y muñeca, lo cual puede ser complicado para un anciano.

El raquitismo es otra enfermedad por deficiencia de calcio, en la cual se presenta deformidad y flexibilidad de los huesos. En estos casos se tiene una clara deficiencia de calcio en presencia de cantidades normales de vitamina D.

La hipercalcemia es una enfermedad por la ingesta excesiva de calcio. Se manifiesta con presencia de anorexia, náuseas, vómito, estreñimiento, dolor abdominal e íleo. Se produce la mayor parte de las veces una afección renal la cual causa poliuria, desarrollo de cálculos, algunas veces hipertensión y manifestaciones de uremia. Se asocia también debilidad muscular. En etapas avanzadas de la enfermedad se produce delirio, psicosis, estupor y coma. Esta enfermedad puede llegar a ser letal.^{18, 30, 43}

RDA: La ingesta recomendada es en varones adultos mayores de 800 mg/día y en mujeres adultas de 1200mg/día.³⁰

El amaranto aporta 500mg/100g a la ingesta.^{7, 53}

3.3.8.2 Fósforo

Es uno de los minerales más importantes para el organismo ya que forma parte estructural de las membranas celulares. Al combinarse con nucleótidos específicos regula la glucólisis (ATP). Los compuestos de fosfato ricos en energía participan en muchas funciones metabólicas. Es parte esencial en huesos y dientes. Ayuda a las funciones del riñón en los líquidos intracelulares y tubulares.^{10, 30}

Se encuentra depositado como cristal en sistema óseo y dientes. El fósforo se distribuye por medio del plasma a todas las células del cuerpo y se tiene en gran cantidad en el líquido extracelular. Es regulado por la paratiroides que conserva las concentraciones séricas entre 3 y 4 mg/100 ml en adultos. La eliminación de fósforo se hace por medio de heces y orina.

La deficiencia de fósforo es la hipofosfatemia, la cual se define como una baja en la concentración de fósforo inorgánico en sangre, sin un descenso importante en el contenido corporal total de fosfatos en relación con la cantidad total de nitrógeno corporal. Se presenta por algún factor que estimule la

glucólisis anaerobia (infusión de hipertónica de glucosa sin recuperación de fosfato).

También hay enfermedades que hacen que se pierdan grandes cantidades de fosfato (fósforo) por heces u orina como la malabsorción, deficiencia de vitamina D, hiperparatiroidismo, acidosis tubular renal y neuropatía.⁴³

RDA: La ingesta recomendada para varones y mujeres adultas sanas es de 800 mg/día³⁰

El amaranto tiene una biodisponibilidad de 600 a 556 mg/100g⁷

3.3.8.3 Potasio

Ayuda a la prevención de embolias, control de presión arterial, e hipertensión, equilibrio de agua en el cuerpo y regula los impulsos eléctricos de los músculos con lo cual se previenen calambres.^{30, 36}

En general, la falta de potasio en el organismo es por pérdida tanto en orina como en heces. La enfermedad reportada es la hipopotasedemia en la cual se reduce el nivel de potasio sérico dramáticamente el cual llega a ser menor de 3 mmol/L. Esto ocasiona debilidad muscular que provoca insuficiencia respiratoria, íleo paralítico e hipotensión.

La toxicidad por potasio es la hiperpotasemia en la cual se tienen concentraciones séricas de potasio inorgánico superiores a las necesarias (mayores a 6.5 mmol/L). Se da hipertensión y problemas cardiovasculares como arritmias nodales y ventriculares, posteriormente se da fibrilación ventricular y muerte.⁴³

RDA: La ingesta de potasio va de 2000 a 3500 mg/día en mujeres y varones adultos saludables.³⁰

El amaranto aporta a la ingesta 532mg/100g⁷

3.3.8.4 Magnesio

Es importante en la transmisión y actividad neuromuscular. Es un elemento importante del sistema óseo y muscular. Es parte de varios ciclos de regulación como el de síntesis y degradación de DNA y RNA mensajero. Previene enfermedades cardiacas como la aterogénesis que provoca la arterosclerosis y la cardiopatía isquémica.^{30, 39, 41, 43}

El magnesio se distribuye sobre todo en huesos y tejidos blandos. Se tiene una cantidad de magnesio en sales biliares y se da la excreción por medio de los riñones a través de la orina.^{18, 30, 43}

RDA: La ingestión en adultos varía de 143 a 266 mg/día, pero la máxima ingestión recomendada es de 300 mg/día tanto en varones como en mujeres adultas.³⁰

El amaranto aporta 319 mg/100g a la ingesta diaria.^{7, 53}

3.3.8.5 Sodio

Ayuda a la regulación de minerales en el organismo, equilibrio osmótico y del agua extracelular en el cuerpo. El exceso de este mineral trae como consecuencia hipertensión y problemas cardiacos. Al tener mayor cantidad de sodio que de otros minerales se crea una deficiencia de minerales. Pero también cabe aclarar que no se puede eliminar del todo este mineral ya que es

esencial para el funcionamiento celular. Lo mejor es una administración por los alimentos como el amaranto, en este caso.^{30, 36, 43}

La ingesta excesiva de este mineral acarrea problemas, entre los cuales se encuentra la hipertensión que es una enfermedad asociada al incremento de sodio en la sangre. Esta enfermedad se da por el consumo excesivo de sal en los alimentos, dado que se presenta una acción concomitante del sodio (Na) y del cloro (Cl), elementos propios de la sal. Está caracterizada por arritmias y aumento en la presión arterial. Aumenta el riesgo de accidente vascular cerebral y enfermedad cardíaca coronaria.

En el caso de los adultos mayores, se debe tener una dieta baja en sal pues la mayor parte de ellos tienen problemas de presión arterial elevada. Por esta razón el amaranto es un cereal indicado para este tipo de personas, pues no contiene grandes cantidades de sodio.^{18, 43}

RDA: La mayor parte de los alimentos contienen este mineral por lo cual no se contemplan deficiencias de él. Por el contrario, sí se sabe de enfermedades por su exceso en la dieta por lo que se recomienda tener una ingesta de 500 mg/día, tanto en varones como mujeres adultas saludables.³⁰

El amaranto es bajo en sodio por lo que aporta sólo 0.22mg/100g a la ingesta.^{7, 53}

3.3.8.6 Hierro

Es uno de los minerales más importantes dado que es la parte funcional de la hemoglobina, mioglobina (proteínas encargadas del transporte de oxígeno) citocromos, peroxidasa y oxidasas. También tiene relevancia en muchas otras funciones como cofactor enzimático. Su ingesta debe ser adecuada para la prevención de muchas enfermedades tanto por deficiencia

como por exceso de este mineral. Ayuda al sistema inmunológico, en las funciones cognitivas como la memoria y la capacidad sensorio motora.^{30, 43}

Los órganos con mayor cantidad de hierro y reserva del mismo son el hígado, bazo y sistema óseo.⁴³

La deficiencia de hierro es algo que puede afectar a muchos sistemas, como por ejemplo la oxigenación tisular. La anemia que se nota como primer cuadro de la deficiencia de hierro es la microcítica hipocrómica en la cual se da a un inicio con fatiga y palidez ligera que se observa mejor en la mucosa. Esta anemia se agrava y se dan problemas cardiorrespiratorios como taquicardia, palpitaciones, angina, calambres nocturnos, aumento en la pulsación arterial y capilar, soplos cardiacos y crecimiento cardiaco irreversible. Se da un compromiso neuromuscular el cual se evidencia por cefaleas, vértigo, calambres, desmayos, aumento en la sensibilidad al frío y hemorragia retiniana.

La toxicidad por ingesta excesiva de este mineral produce problemas gastrointestinales como son vómito y dolores abdominales, palidez y diarrea. La intoxicación crónica de hierro puede provocar diabetes y la piel adquiere un color gris pálido. Se da un crecimiento del hígado y problemas de cirrosis.⁴³

RDA: La ingesta diaria recomendada para mujeres y varones adultos saludables es de 10 mg/día.^{3, 30, 43}

El amaranto proporciona 21mg/g de hierro a la ingesta⁷

3.3.8.7 Cobre

El cobre en el organismo es muy importante dado que forma parte de varias enzimas encargadas de llevar reacciones de oxido reducción como la formación de agua a partir de oxígeno y la producción de ATP. También es necesario en la producción de melanina y en la oxidación de hierro en la cual forma parte de la ceruloplasmina (ferroxidasa I). Se encuentra en grandes

cantidades en el organismo como es hígado, cerebro, corazón y riñones. En cuanto al músculo, las concentraciones son menores.

La deficiencia por cobre es conocida como anemia microcítica hemocrómica. Ésta afecta los niveles séricos de cobre y ceruloplasmina y, en casos mas avanzados de deficiencia, también comienza a afectar la absorción de hierro. Esto causa desmineralización ósea con hemorragias subperiósticas, despigmentación de cabello y piel. En casos más graves se afecta al cerebro, dando una degeneración cerebral, lo cual origina la muerte.

En la enfermedad de *Menkes* se da una mala absorción de cobre. Esta enfermedad se caracteriza por estar vinculada al cromosoma X. Es un trastorno genético recesivo degenerativo. En esta enfermedad se aumenta la pérdida de cobre por orina y transporte intracelular anormal, lo que da como consecuencia retraso mental progresivo y cabello ensortijado o cabello acerado.

En cuanto a su toxicidad, esta se puede dar por varias formas: ya sea que se de un suministro excesivo de cobre o que se beba agua de un suministro contaminado por la tubería. En estos casos se da como manifiesto de intoxicación por cobre: dolor estomacal (epigástrico), náuseas, vómito y diarrea. En casos graves de toxicidad se presentan coma, necrosis hepática, colapso vascular y la muerte.

También se puede presentar una enfermedad genética llamada *Wilson* la cual se caracteriza por la acumulación excesiva de cobre en hígado, córnea y cerebro, lo que provoca daño neurológico y cirrosis. En estas circunstancias el organismo es propenso a tener hepatitis, crisis hemolíticas e insuficiencia hepática.

RDA: la ingestión dietética diaria segura y adecuada (ESADDI) es de 1.5 a 3 mg/día para adolescentes y adultos. ^{30, 43, 50}

El amaranto aporta de 0.86 a 4.10 mg/100g de cobre a la ingesta. ^{7, 54.}

3.3.8.8 Zinc

Es parte de la respuesta inmune y de cicatrización. También es parte importante de la síntesis de DNA, RNA, proteínas y generación de tejido óseo. Forma parte de las acciones sensoriales y la movilización de la vitamina A del hígado, así como de la insulina pancreática.^{18, 30, 43}

Con la deficiencia de zinc, dependiendo de su gravedad, se presenta dermatosis, deficiencias inmunológicas, fotofobia, falta de adaptación a la oscuridad y retraso en la cicatrización de heridas. Los factores que desencadenan esta clase de deficiencia son el síndrome de intestino corto o alcoholismo con alguna afección pancreática y hepática.

Las grandes cantidades de ingesta de zinc, ya sea por un alimento o por medio de un refresco enlatado con sello galvanizado, producen vómito y diarrea. Si por este medio se consumen grandes dosis de zinc por una semana, se provoca una insuficiencia de cobre dado que el zinc interfiere con su absorción. Las administraciones intravenosas mayores o iguales a 1.5g son fatales.⁴³

RDA: la ingesta recomendada para varones adultos es de 15 mg/día y para mujeres adultas es de 12 mg/día.³⁰

El amaranto da un aporte de 38 a 21mg/100g de zinc, pero la biodisponibilidad de este mineral es de 3.4 a 4.2 mg.⁷

3.3.8.9 Manganeso

Este metal es un componente muy específico de la dieta y se considera un mineral de ultratraza, esto quiere decir que no se encuentra en grandes cantidades. Es necesario para la síntesis de mucopolisacáridos en el cartílago. Es un componente de enzimas y se requiere para los factores de coagulación.

También esta vinculado con la reproducción, formación de tejido conjuntivo y óseo, crecimiento y con el metabolismo tanto de hidratos de carbono como de lípidos.

A la ausencia de manganeso en la dieta se atribuye la falta de crecimiento o desarrollo, anomalías musculoesqueléticas, alteración o depresión de las funciones reproductivas y un defecto en el metabolismo de lípidos y hidratos de carbono. En varios estudios realizados en humanos también se presenta una baja brusca de peso, falta de crecimiento de cabello y uñas, dermatitis e hipocolesterolemia, sin respuesta de las proteínas de coagulación. Si sólo se tiene una dieta baja se puede llegar a relacionar con osteoporosis, diabetes, epilepsia, arterosclerosis y falta de respuesta del factor de coagulación (alteración de cicatrización de heridas).

En cuanto a su toxicidad de modo oral no se ha demostrado aún, pero se han dado casos de toxicidad de manganeso por inhalación. Esta toxicidad se da principalmente en la minería, molinos de acero y algunas industrias químicas. El exceso tiende a almacenarse en el cerebro lo que causa hiperirritabilidad, actos violentos y alucinaciones. En caso de que la intoxicación avance se da un trastorno neurológico invalidante irreversible. Este tipo de lesiones son muy parecidas a las que se presentan en la enfermedad de Parkinson.

RDA o ESADDI: Adultos de 36.4 a 91.0 μmol o 2.0 a 5.0 mg al día ⁴³

El amaranto aporta de 2.9 a 5.2mg/100g a la ingesta diaria. ^{7, 53}

4. CONCLUSIONES

El amaranto:

- Es un pseudocereal que se adapta a las altas temperaturas y a grandes altitudes, es resistente a las sequias y su ciclo de producción es de 9 meses.
- Su contenido de proteína es mayor a la de otros granos, tiene un contenido adecuado de lisina y triptófano y de aminoácidos azufrados en relación con el patrón de referencia.
- La proteína del amaranto es libre de gluten, siendo recomendada para enfermos de celiaquía.
- El aceite del amaranto tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados ácido linoleico, oleico y linoleico.
- Es buena fuente de ácido oleico y linoleico, éste último indispensable.
- Es bajo en sodio comparativamente con otros cereales, lo que lo hace un buen alimento para las personas de la tercera edad.
- El contenido de almidón es el principal componente del grano de amaranto recomendable su consumo en la dieta para reducir el consumo de azúcar.
- Es un alimento con el que por sus características físicas, nutrimentales, funcionales y bajo costo, es posible elaborar diferentes tipos de productos complementados con cereales (dulces, pasteles, pan, pastas, etc.)
- La semilla de amaranto es buena fuente de tocoferoles, riboflavina, ácido fólico, biotina, tiamina, calcio y hierro.

5. RECETAS PARA APROVECHAR LOS BENEFICIOS DEL AMARANTO

Recetas extraídas del libro “El cultivo del amaranto” editado por la FAO ³⁷

5.1. SOPAS

1.- SOPA NEVADA DE AMARANTO

Ingredientes:

2 tazas de leche, 5 tazas de agua, 3 papas, 2 huevos, 3/4 de taza de amaranto molido, 2 cucharadas de manteca, 1 cucharadita de ajo molido, 1/2 cebolla picada, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Pele y corte las papas en cuatro.
- 2.- Fría en manteca o aceite los ajos y la cebolla. Agregue agua, papas y sal.
- 3.- Disuelva en agua fría el amaranto y vierta en una olla. Coloque en el fuego moviendo hasta que se cocine.
- 4.- Bata las yemas, mezcle con la leche y adicione sobre la sopa mezclando.
- 5.- Agregue por cucharadas las claras batidas para que cocinen y retire la olla del fuego.

2.- SOPA VERDE CON AMARANTO

Ingredientes:

1/2 taza de amaranto molido, 8 tazas de caldo de carne o ave, 1 taza de acelgas o espinacas u hojas de amaranto molidas, 1 taza de queso fresco desmenuzado, 2 huevos duros picados, 6 papas, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Colar el caldo y poner a hervir, adicionar las papas peladas y cortadas y el amaranto molido, mezclando con una cuchara de madera hasta que se cocine.
- 2.- Agregar las espinacas o acelgas, el queso y la sal al gusto, unos minutos después retirar la olla.
- 3.- Al servir, ponga en cada plato el huevo picado en seguida el caldo.

3.- CREMA DE AMARANTO

Ingredientes:

1/2 taza de amaranto molido, 2 tazas de zanahoria cruda rallada, 8 tazas de caldo de res o ave.

Preparación:

- 1.- Lavar las zanahorias.
- 2.- Hervir el caldo colado y agregarle el amaranto disuelto en media taza de agua fría. Añadir la zanahoria. Cuando esté cocida, retire del fuego. Si desea agregue leche y/o mantequilla.

4.- SOPA DE AMARANTO CON CARNE

Ingredientes:

1 taza de amaranto (hojas), 4 porciones de carne de res, 1/2 kilo de papas, 2 cucharadas de manteca o aceite, 1 cebolla, chile, 1 tomate, ajos y sal al gusto

Preparación:

- 1.- Lavar el amaranto y luego cocerlo en agua.
- 2.- En un recipiente aparte haga el caldo con la carne en doce tazas de agua, agregue un poco de sal y las papas.
- 3.- Prepare el aderezo en aceite, con los ajos, chile molido, tomate y cebolla picada.
- 4.- Agregar el caldo al aderezo, la carne picada y el amaranto cocido, poco a poco moviendo para que no se forme grumos.
- 5.- Dejar hervir 15 minutos más.
- 6.- Servir caliente.

5.- SOPA DE AMARANTO

Ingredientes:

1 taza de amaranto, 1/2 kilo de papas, 1/2 litro de leche, 2 huevos, 2 cucharadas de manteca o aceite, 1 cebolla, ajos y sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Tostar el amaranto y molerlo.
- 2.- Aparte elabore el aderezo con manteca o aceite, cebolla picada, ajos molidos y sal. Agregue 10 tazas de agua hirviendo.
- 3.- Disuelva el amaranto molido en una taza de agua fría y adicione al aderezo.
- 4.- Mover constantemente, durante la cocción adicione las papas cortadas en trozos.
- 5.- Antes de retirar del fuego, agregue la leche.

5.2. PLATOS FUERTES

1.- AMARANTO CON CARNE DE CERDO

Ingredientes:

2 tazas de amaranto, 6 porciones de carne de cerdo, 2 cucharadas de cebolla picada, 1 cucharada de ajos molidos, 1 cucharada de chile ancho molido, 2 cucharadas de manteca o aceite, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Tostar el amaranto y poner a cocer en seis tazas de agua.
- 2.- Limpie la carne de cerdo y ponga a cocer con una taza de agua y sal.
- 3.- Freír en manteca el chile, los ajos y cebolla.
- 4.- Agregue el amaranto cocido y la carne de cerdo para que se cocinen juntos durante diez minutos, si desea le puede agregar papas cocidas.

2.- PICANTE DE AMARANTO

Ingredientes:

3/4 de taza de amaranto, 2 huevos, 3 cucharadas de queso fresco, 3 cucharadas de chile huajillo molido, 2 cebollas medianas, 5 cucharadas de manteca o aceite, 3 ramitas de perejil, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Cocinar el amaranto en 3½ litros de agua a fuego lento por espacio de una hora.
- 2.- Dorar en manteca o aceite la cebolla picada y el chile molido, agregándole 1½ taza de agua y sal.

- 3.- Agregar al aderezo el amaranto cocido.
- 4.- Adicionar el queso desmenuzado y perejil picado, dejándolo en el fuego por diez minutos.
- 5.- Servir adornando con huevo duro picado.

3.- AMARANTO ATAMALADO

Ingredientes:

2 tazas de amaranto, 1 taza de queso fresco desmenuzado, 3 cucharadas de aceite o manteca, 1 cucharada de chile colorado molido, 1/2 cucharada de ajos molidos, 1 cucharada de cebolla picada, 2 huevos, 6 aceitunas.

Preparación:

- 1.- Poner el amaranto en 6 tazas de agua fría y dejar cocer.
- 2.- Freír en manteca el chile, cebolla, sal y agregar el aderezo al amaranto cocido.
- 3.- Deje que hierva el amaranto con el aderezo, moviendo hasta que espese y antes de retirar del fuego añadir el queso.
- 4.- Sirva el amaranto en una fuente y adorne con huevo duro cortado y aceitunas.

4.- AMARANTO CON VERDURAS

Ingredientes:

1 3/4 de tazas de amaranto, 1 1/2 tazas de espinacas, 1 cebolla mediana, 2 tomates medianos, 3 dientes de ajos, 5 cucharadas de manteca o aceite, pimienta y sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Cocer el amaranto en 3 litros de agua a fuego lento durante una hora.

2.- Preparar un aderezo con manteca o aceite, cebolla, ajos, pimienta, cominos y tomate.

3.- Agregar la verdura picada y 1/2 taza de agua. Dejar hervir hasta que se cocine.

4.- Añadir a todo lo anterior el amaranto cocido, sal al gusto y dejar que de un ligero hervor.

NOTA: Puede usarse espinacas, acelgas o pimientos.

5.- AMARANTO CON CACAHUATE

Ingredientes:

1 taza de amaranto, 1 taza de cacahuate, 1 taza de col picada en trozos, 1/2 taza de hojas de perejil, 1 taza de tomate picado, 1 cuchara de cebolla, 2 cucharadas de aceite o manteca, 2 dientes de ajos molidos.

Preparación:

1.- Remojar el cacahuate en agua caliente para pelarlos. Ya pelado se vierte en agua fría y se poner a cocer durante una hora.

2.- Calentar la manteca o aceite para dorar los ajos, cebolla, tomates, pimientos. Agregar sal, tres tazas de agua y el amaranto sin moler, previamente tostado.

3.- Cuando el amaranto esté medio cocido, agregue el cacahuate cocido, la col y el perejil, dejando la olla tapada para que termine de cocinar.

6.- TORREJAS DE AMARANTO CON CARNE

Ingredientes

1 taza de amaranto, 150 g de carne en trozos pequeños, 2 huevos, 7 cucharadas de harina de trigo, 6 cucharadas de queso, 1 cebolla mediana, 10 ramitas de perejil, 13 cucharadas de aceite o manteca, sal al gusto.

Preparación

- 1.- Tostar el amaranto y cocinar en un litro de agua hasta que quede espesa.
- 2.- Diluir la harina en agua y mezcle con el amaranto tostado y cocido.
- 3.- Picar la carne en trocitos pequeños, así mismo la cebolla, el perejil y agregar a ésta la clara del huevo a punto de nieve. Mezclar todo el preparado con las yemas y el queso.
- 4.- Freír en porciones de 2 cucharas.

7.- AMARANTO RELLENO

Ingredientes:

1½ taza de amaranto cocido, 2 cucharadas de aceite, 1/2 taza de cebolla picada, 2 dientes de ajos molidos, 1 tomate picado, 1/2 cucharadita de chile molido, 1/2 cucharadita de pimentón, 1 taza de zanahoria picada, 1 taza de chícharos, 1 taza de carne finamente picada, 1 lechuga, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Poner el amaranto en 4 tazas de agua fría y dejar hervir hasta que el agua se seque.
- 2.- Preparar el aderezo con una cuchara de aceite, un diente de ajo molido, luego agregar el amaranto cocido, remover bien y dejar por unos minutos hasta que se haga palomita cuidando que no se queme.

Salsa:

- 1- Poner a dorar el ajo y la cebolla en una cacerola con el resto del aceite.
- 2- Agregar la sal, el tomate picado, el pimiento y el chile.
- 3- Cuando la salsa esté bien cocida agregar la carne, tapar la olla y dejar que hierva a fuego lento unos diez minutos.

4- Añadir los chícharos, zanahorias y dejarlo en fuego lento hasta que todos los ingredientes estén bien cocidos

5- Después sáquelo del fuego y deje que repose unos diez minutos.

8.- TORREJA DE AMARANTO CON QUESO

Ingredientes:

3/4 de taza de amaranto, 6 cucharadas de queso fresco, 2 huevos, 5 cucharadas de harina, 1 cebolla mediana, 10 ramitas de perejil, 1 taza de aceite, sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Lavar el amaranto y cocer a fuego lento en 1½ litros de agua durante una hora.
- 2.- Cuando el amaranto esté bien cocido, añada el queso desmenuzado, la cebolla, perejil picado y la harina diluida en poca cantidad de agua.
- 3.- Agregue el huevo batido al preparado anterior y sazonar con sal al gusto.

9.- PASTEL DE AMARANTO CON ACELGA

Ingredientes:

1 taza de amaranto, 6 cucharadas de amaranto molido, 3 huevos, 1 ramo de acelgas, 2 tomates medianos, 4 cucharadas de harina de trigo, 4 cucharadas de queso desmenuzado, 3 cucharadas de aceite, pimienta y sal al gusto.

Preparación:

- 1.- Poner a cocer el amaranto a fuego lento en 1½ litros de agua.
- 2.- Mezclar en una vasija el amaranto cocido con la harina de amaranto y trigo, agregarle el queso desmenuzado, los huevos batidos y sal al gusto.
- 3.- Dorar la cebolla, el tomate y agregarle las acelgas picadas, dejar hervir durante 15 minutos.

4.- Verter en un refractario una capa de la masa de amaranto, encima colocar la acelga salteada y huevo duro picado.

5.- Cubrir con el resto de la masa de amaranto y poner al horno por espacio de media hora.

10.- SOUFLE DE AMARANTO CON ATUN

Ingredientes:

2 tazas de amaranto cocido, 1 taza de atún, 3 huevos, 1 cucharada de cebolla picada, 3 cucharadas de queso desmenuzado, sal y pimienta al gusto.

Preparación:

1.- Lavar el amaranto, verter en agua fría para dejar cocer, una vez cocido agregue sal y deje enfriar.

2.- Desmenuzar el atún, mezclar con cebolla picada, sal y pimienta.

3.- Batir las claras de los huevos a punto de merengue.

4.- Luego mezclar en un tazón el amaranto cocido, con las yemas y batir hasta que espese. Agregue el atún y las claras, luego se pone al horno por una hora.

11.- LENTEJA CON AMARANTO

Ingredientes:

2 cucharadas de aceite, 2 tazas de lentejas, 1 cebolla, 1 taza de amaranto cocido, 2 dientes de ajos cortados por la mitad, 1 tallo de apio cortado, 115 g de carne de cerdo cortado en trozos, chile, sal y pimienta al gusto.

Preparación:

1.- Lavar las lentejas, cubrir con agua y dejar hervir por dos minutos, retirar del fuego y dejar por una hora.

2.- Preparar el aderezo: Dorar la carne, la cebolla, los ajos, pimienta y apio.

3.- Verter el aderezo a la cacerola.

4.- Deje cocer lentamente las lentejas hasta que estén tiernas, agregándole más agua si fuera necesario. Cuando esté cocido deberá haber suficiente líquido con las lentejas como para sopa.

5.- Cuando las lentejas estén cocinadas, agregar el amaranto cocido y dejar en el fuego dos minutos más y servir caliente.

12.- PURÉ DE AMARANTO

Ingredientes:

1½ tazas de amaranto, 6 tazas de agua, 2 tazas de leche, sal y pimienta al gusto.

Preparación:

1.- Ponga en una olla el agua y el amaranto, luego coloque al fuego para que se cocinen.

2.- Calentar la leche y agregar el amaranto cocido, sal, pimienta y mantequilla.

3.- Batir el amaranto sin retirar del fuego hasta que quede cremoso. Listo para servir sólo o acompañado.

13.- FRITURA O CROQUETA DE AMARANTO

Ingredientes:

1 taza de amaranto, 3 huevos, 2 cucharadas de queso desmenuzado, 2 cucharadas de harina de trigo, 2 ramas de perejil, 1 cucharada de cebolla picada, sal y pimienta al gusto.

Preparación:

1.- Después de lavado el amaranto, verter en 4 tazas de agua fría y poner a cocinar hasta que espese.

2.- Cuando el amaranto cocido esté frío, agregar los 3 huevos batidos y 2 cucharadas de harina de trigo, sal, pimienta, cebolla y perejil finamente picados, mezclar bien todos los ingredientes.

3.- Freír la mezcla en porciones individuales hasta que dore.

4.- Sirva caliente con arroz o ensalada.

14.- AMARANTO CON SALSA DE TUCO

Ingredientes:

1 y 3/4 de tazas de amaranto, 1/4 de kilo de carne de res, 3 cebollas medianas, 4 tomates medianos, 5 dientes de ajos, 2 zanahorias medianas, 6 cucharadas de queso parmesano, 1 taza de aceite, 1/2 vaso de vino tinto, 6 hojas de laurel, 1 cuchara de hongos, pimienta y sal al gusto.

Preparación:

1.- Tostar el amaranto y poner a cocer con tres hojas de laurel en tres litros de agua a fuego lento por 1 hora.

2.- Preparar la salsa de tuco: Dorar en aceite la cebolla, ajos, pimienta, comino, hongos, tomate y sal, añadir la zanahoria y carne picada dejando que se cocine unos minutos.

3.- Agregar media taza de agua y tres hojas de laurel y dejar hervir la salsa durante 30 minutos.

4.- Servir la salsa sobre cada porción de amaranto, luego espolvorear un poco de queso parmesano.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, M. A., Martínez A, Ramírez R. y Bressani R. Rendimiento y composición química de las partes vegetativas del amaranto (*Amaranthus hypocondriacus*, L.) en diferentes etapas fisiológicas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol. 37 No. 1 p. 109-121 1987.
2. Barros, C. y Buenrostro M. En Zimatlán, Oaxaca, Resurge una planta prehispánica: El amaranto. México desconocido No(280) junio 2000.
3. Bell R. A. and High K. P. Immune Defense Mechanisms in the Elderly: The Role of Nutrition. Virtual library medscape. 1998.
4. Biology Project, The. College of Science, the University of Arizona, July 2004 (plantas C4).
http://www.biologia.arizona.edu/biochemistry/problem_sets/photosynthesis_2/09t.html
5. Bohinski, Robert C. Bioquímica. 5ª Edición. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. USA 1991.
6. Bravo W. S. Mejorar la alimentación de los ancianos que están enfermos o tienen limitaciones en sus capacidades. Cuadernos de Nutrición. 20 (31): 39-40 Mayo/Junio. México 1997.
7. Bressani, R. Grain Amaranth. Its chemical composition and nutritive value. Minnesota extension service. University of Minnesota Agriculture: Amaranth: Perspectives on production, processing and marketing. Agosto pp 19-34 USA 1990.

7a. Bressani, R. Composition and Nutritional Properties of Amaranth. Amaranth Biology, Chemistry and Technology. CRC Press. 1994.
8. Broughton K. S., Johnson C. S., et al. Reduce asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5 series Leukotrienes production. Am. J. Clin. Nutr. 65:1011, 1997.
9. Buitrago, L. G., Torres, C.G. Respuesta de Cultivares de Quinua (*Chenopodium quinua* Willd) en distintos ambientes andinos de Jujuy, Argentina. V Seminario de Integración Subregional. CRISCOS. Iquique, Chile 2000.
10. Casanueva, E, et al. Nutriología Médica. 2ª edición. 2ª reimpresión. Ed. Panamericana. México 2004.

11. Casanueva, E. Nutrición y senectud. Cuadernos de Nutrición. 1(1) 17-32. 1985.
12. Covarrubias-K Ortega Maria Elena, Valenzuela B., Alfonso y Nieto K., Susana. Ácidos Grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. Rev. Chil. Pediatr., mar. 2003, Vol.74, no.2, p.149-157. ISSN 0370-4106.
13. Drinka, P. J. y Goodwin, J. S. Prevalence and consequences of vitamin deficiency in the nursing home: a critical review. JAGS 39:1008-1017. US 1991.
14. Duggan JM (2004) Celiac disease: the great imitator. Medical Journal of Australia 180:524-526 (gluten).
15. Escribá, Pablo V. et al. Influence of the Membrane Lipid Structure on Signal Processing via G Protein-Coupled Receptors. Molecular Pharmacology. The American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics. Vol. 68-1. p: 210-217, USA 2005.
16. FAO, Food and Nutrition paper-66, Carbohydrates in Human Nutrition, Physiological Effects of dietary Fiber Report of a Joint FAO/WHO, Expert Consultation, Rome 14-18 April 1997, ISBN 92-5-104114-8. <http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e00.htm#Contents>
17. Farfan, B; Gallegos, R; González, M. Manual de dietas normales y terapéuticas, 48-52. UAM Xochimilco. 1993.
18. Feldman, E. B. Principios de Nutrición Clínica. 3ª reimpression. Ed. El Manual Moderno, S.A. de C.V. USA 1996.
19. García, O, Lajolo, F. Alimentos funcionales: Aspectos científicos y regulatorios. Dieta y salud, publicación de Kellog's America. 10 (1) 2003.
20. García, G. y Pérez, M. Antagonistas de los receptores H₂ de la histamina. SINTEFARMA 3(2), julio-diciembre, 1997.
21. Guadalajara Boo, J. F, et al. Programa de actualización continua para cardiología. Ed. PAC-MG1. libro 1. México. <http://www.drscope.com/cardiologia/pac/index.html> (12/01/06)
22. Harland, Barbara H. **Dietary fiber and Mineral bioavailability**, Department of Human Nutrition and Food, School of Human Ecology, Howard University, Washington, DC 20059, USA, Nurriun Research Reviews (1989). 2, 133-147.

23. Hasler, C. M. Functional Foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Scientific Status Summary. Food Tech.* 52 (2): 57-62. USA 1998.
24. Imeri, Ana; Flores, Rafael; Elias, Luis G. Bressani, Ricardo. Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos sobre la calidad proteínica del amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* Vol. 37 No. 1 p. 161-173. Marzo 1987.
25. Instituto Nacional de Nutrición. Salvador Zubirán. 1999.
26. Kinsella J. E., Lokesh B. and Stone R. A., Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease. Possible Mechanisms. *Am. J. Clin. Nutr.* 52. 1 1998.
27. Krauss, R. M. et al. A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. American Heart Association, Inc. *Circulation.*;102:2284, 2000.
28. Kritchevsky D. and Bonfield (eds). Dietary Fiber in Health and Disease. Book review in *Am. J. Clin. Nutr.* 69:1308, 1998.
29. Lanchar, J. et al. Pharmacokinetic perspectives on megadosis of ascorbic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 1165,1997.
30. Mahan, K y Arlin, M. Krause, Nutrición y Dietoterapia. Cap. 14. Podrabsky Nutrición en el envejecimiento. Mc Graw Hill-Interamericana 8ª edición. 1995.
31. Malca, Oscar G. et al. Fideos Imperial enriquecidos con Kiwicha. Seminario Agro Negocios. Universidad del Pacífico. Facultad de Administración y Contabilidad. Julio 2001.
32. Manual MERCK de Información Médica para el hogar. Ed. Océano. España 2005.
33. Mendoza, I. y Solomons, N. Reflexiones sobre la nutriología geriátrica. *Cuadernos de Nutrición.* 17 (25): 30-36. 1994.
34. Monarca, Elaine. Celiac Disease. *Digestive Health. Fibromyalgia AWARE* May-Agust (28-31). 2006.
35. Morales, L., Timmerman, D. et al. Third Generation Aromatase Inhibitors May Prevent Endometrial Growth And Reverse Tamoxifen-Induced Uterine Changes In Postmenopausal Breast Cancer Patients. *Anal. of Oncology* 16. European Society of Medical Oncology. p:70-74. 2005.

36. Moser M. Clinical Management of Hypertension. Chapter 3: Lifestyle Modifications in the Management of Hypertension. Virtual library chapter 3. 1998.
37. Mujica Sánchez, A., Berti Díaz M. El cultivo del amaranto. *ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO (UNA), Puno, Perú, UNIVERSIDAD DE CONCEPCION (UDEC), Chillán, Chile.* 1997 .
38. Mujica Sánchez, A. et al. MEMORIAS, Reunión técnica de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos. Morón, Cecilio. Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición, Arequipa, Perú. Julio 1998.
<http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro07/home7.htm>
(10/02/2006)
39. Notelovitz M. et al. Osteoporosis: Prevention, Diagnosis and Management. Chapter 10: Calcium, Vitamin D and Vitamin K. Virtual library chapter 10, Florida 1997.
40. Paredes-López O. Amaranth biology, chemistry and technology. Ed. CRC Press. 2a edición USA 1999.
- 40a. Paredes-López O., Guzman-Maldonado an C. Food proteins from emerging seed sources. *New and Developing Sources of Food Proteins*, Hudson, B. J. F., London UK. 1994.
41. Potter J., Chávez A., Chen J. et al. Food, Nutrition and the prevention of cancer: a global perspective. World Cancer Research Foundation/American Institute for Cancer Research, Washington 1998.
42. Santín H. C., Lazcano M. y Morales J. 1986. Pasado, presente y futuro del Amaranto. *Cuadernos de Nutrición*. 1(1):17-32 México 1986.
43. Shils, M. E. et al. *Nutrición en salud y enfermedad*. 9ª edición. Ed. Mc Graw Hill. USA 1999.
44. Steinberg F. M. and Chait A. Antioxidant vitamin supplementation and lipid peroxidation. *Am. J. Clin. Nutr.* 68:319, 1998.
45. Tapia Mario E., Morón Cecilio et al. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Capítulo IV. Santiago, Chile 2000.
<http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/home10.htm>
(23/03/06)

46. Teutonico, R. A. y Knorr, D. Ecological Agriculture Projects. Amaranth: Composition, Properties, and Applications of a Rediscovered Food Crop. Virtual Library. 1-17 1997.
http://www.eap.mcgill.ca/CPAT_1.htm (23/06/99)
47. Thomas, P.R. and Earl, R. Opportunities in the Nutrition and Food Sciences. Institute of Medicine/National Academy of Sciences, National Academy Press, pp.109. USA 1994.
48. Trujillo, T.R. Requerimientos climáticos para el cultivo de Amarantho en México. El Amarantho *Amaranthus* spp. (Alegría) Su cultivo y aprovechamiento. Primer seminario nacional del amaranto. Chilpancingo, México. 1986.
49. Valenzuela B, Andrea Y MAIZ G, Alberto. El Rol De La Fibra Dietética En La Nutricion Enteral. Rev. Chil. Nutr., Nov. 2006, Vol.33 Supl.2, P.342-311. ISSN 0717-7518.
50. Vargas, L. A. Fundamentos para la evaluación antropométrica del estado de nutrición de los ancianos. Cuadernos de nutrición. 20 (21): 6-13 Marzo/Abril. México 1997.
51. Vasconcellos, J. A. Alimentos Funcionales. Conceptos y Beneficios Para la Salud. Departamento de Ciencias de Alimentos y Nutrición, Universidad Chapman, Orange, California, U.S.A. 2001.
http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm (19/10/2005)
52. Witting de Penna, Emma., Serrano, L. et al. Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 52-1, Marzo 2002.
53. Yáñez E. Zacarías I. Granger D et al. Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 44-1. 1994.