



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Hospital Infantil de México
"FEDERICO GOMEZ"

EMPLEO DEL "AMARANTO" EN LA
RECUPERACION DE LA NUTRICION

[Handwritten signature]

TESIS DE POSTGRADO

para obtener el título de especialista en

PEDIATRIA

presenta

DR. Sergio E. Vélez Osejo

Director de tesis:

Dr. Roberto Calvo Rodríguez *[Handwritten signature]*

Profesor titular del curso:

Dr. Romeo S. Rodríguez



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

| | | |
|----------------------------|-------|----|
| 1.-Introducción | | 1 |
| 2.-Antecedentes Históricos | | 3 |
| 3.-Análisis Bromatológico | | 6 |
| 4.-Objetivos e Hipótesis | | 14 |
| 5.-Material Y Métodos | | 15 |
| 6.-Resultados | | 35 |
| 7.-Conclusiones | | 37 |
| 8.-Bibliografía | | 38 |

Introducción

Motivados por lo búsqueda de alternativas diferentes que sirvan como alimento para los niños que sufren desnutrición, y conociendo que los cereales son un buen recurso, ya que reúnen características nutricionales especiales, que los hacen un buen alimento, ya que además de poseer una adecuada cantidad de proteínas y carbohidratos, son de fácil acceso a la población en general. Se creyó conveniente investigar la utilidad del amaranto (cereal considerado de un adecuado valor nutritivo) en la recuperación de la desnutrición de tipo experimental.

Desde hace varios años existe interés, tanto en México como en diversos países del mundo por encontrar cultivos que puedan constituir una buena alternativa de producción, tanto por su valor nutricional o industrial, como por la posibilidad de ampliar el horizonte agrícola de los campesinos. Se considera que en el caso del amaranto no se trata propiamente de un nuevo cultivo, puesto que en realidad este surgió hace unos 5000 a.c. siendo México uno de sus centros de origen. Así cuando en otros países y en particular en los Estados Unidos de América se habla del amaranto como un nuevo cultivo, lo hacen desde el punto de vista de la agricultura moderna pues ya había sido cultivado por las antiguas tribus que poblaban el suroeste de ese país. De estas investigaciones se desprende que en realidad sólo se esta aprovechando un recurso genético cuyo potencial de desarrollo agrícola no se había apreciado suficientemente.

Se considera que el amaranto puede volver a constituir uno de los cultivos valiosos para la nutrición del pueblo de México, como lo fue en el pasado, cuando se consumía en diversas formas, tal como lo señalara Fray Bernardino de Sahagún en su Historia General de las Cosas de la Nueva España (códice florentino). Gracias a la paciencia y acuciosidad de este fraile y a la labor de sus informantes y colaboradores indígenas, hoy contamos con un valioso manuscrito perfectamente ilustrado en el cual aparecen como los cultivos más valiosos de aquella época: maíz, frijol, chícharo (chícharo) cenizas o bledos (alegría o amaranto) y calabazas, de muy diversos tipos todos ellos, pero que figuraban de manera cotidiana en la frugal pero a la vez variada comida de los mexicanos de aquella época.

Actualmente los estudios químicos y bromatológicos, realizados con la semilla del amaranto muestran que tiene un alto valor nutricional. Por ello se hace énfasis en los estudios y trabajos agronómicos tendientes al aprovechamiento óptimo de este cultivo, así como de los insumos necesarios, los cuales deberán aplicarse en términos de buena rentabilidad económica y uso eficiente de la tierra cultivable. De igual manera los trabajos para el mejoramiento genético deberán tomar en cuenta la productividad de los tipos criollos de amaranto.

El potencial agroindustrial del amaranto es enorme, Sin embargo bajo las condiciones actuales del cultivo, resulta difícil-en términos económicos-llevar a la práctica las alternativas planteadas, debido sobre todo a la escasa producción de materia prima y el alto precio que alcanza en el mercado. Esta limitante ha sido reconocida más recientemente por varias instituciones, entre ellas el Instituto Nacional de la Nutrición, que ha realizado pruebas para elaborar diversos productos en los cuales podría tener un papel importante el amaranto, como fuente potencial de proteína no tradicional.

Dentro de las diversas especies vegetales que pudieran ser una alternativa de cultivo, se encuentra el amaranto, tanto por su valor alimenticio, como por la resistencia del cultivo a la sequía, especialmente en las zonas semiáridas.

La especie de amaranto que parece más prometedora para convertirse en una cosecha alimenticia es un planta con hojas en abundancia cuyas semillas contienen muchas proteínas y un aminoácido esencial, la lisina, que no está contenida en trigo, el arroz, ni el maíz. Combinado con estos granos en harina o en cereal, el amaranto proporciona una calidad proteínica, cuyo balance de aminoácidos complementa al de los granos más comunes y se aproxima bastante a los estándares nutritivos de la organización mundial de la salud.

El amaranto tiene ciertas ventajas además de sus riquezas proteínicas, necesita menos agua que otras cosechas de grano y resulta ideal en regiones semiáridas en donde el abastecimiento de agua es problemático.

El amaranto también es muy versátil en la cocina. Se puede utilizar en ensaladas y su semilla, que tiene un sabor de nuez, resulta un cereal rico en proteínas para el desayuno y su fécula ayuda a espesar jaleas y budines.

ANTECEDENTES HISTORICOS.

El amaranto nutritivo y resistente, que una vez fue el alimento principal de los aztecas, está impulsándose de nuevo con la ayuda de la genética moderna.

El horticultor Charles "Skip" Kauffman no tiene ancestros aztecas, y su plantación cerca de Filadelfia tiene muy poco parecido con la ciudad perdida de Tenochtitlán; sin embargo cuando comenzó a cultivar el amaranto en 1978, Kauffman intentaba revivir una planta cuyo secreto casi murió con los aztecas hace más de cuatro siglos.

Posteriormente, a raíz de la conquista española, los misioneros religiosos buscaron la forma de prohibir el cultivo, pues el grano de amaranto estaba íntimamente ligado a los ritos religiosos paganos, así como a los sacrificios humanos que practicaban los aztecas en ofrenda a sus dioses, especialmente a Huitzilopochtli. Así el cultivo hubo de ser suprimido gradualmente, hasta casi llegar a desaparecer. No fue sino hasta épocas posteriores que resurge en algunas regiones, siendo aprovechado el grano para diversos fines alimenticios, pero nuevamente vuelve a decrecer el interés por su cultivo hasta quedar reducido a pequeñas áreas algunas de las cuales subsisten en la actualidad. Sin embargo, desde unos años a la fecha, científicos de varios países se han preocupado por realizar investigaciones sobre el amaranto. Esto se ha debido a las excelentes cualidades nutritivas, así como a su gran potencial como cultivo.

Hace siglos, la planta florecía en una de las culturas más avanzadas del mundo. Para los aztecas de México, el amaranto era un alimento básico así como el centro de la vida religiosa. El emperador Moctezuma exigía un tributo de 200 mil manojos de semilla de amaranto cada año a los campesinos que vivían en las afueras de la magnífica Tenochtitlán. Las mujeres mezclaban el amaranto con miel (y quizá las conjeturas de los antropólogos, con sangre humana de las víctimas sacrificadas) y modelaban un gran ídolo, la imagen de su sangriento dios de la guerra, Huitzilopochtli. Después de llevar el ídolo al templo, donde los sacerdotes realizaban una ceremonia, el pueblo rompía el ídolo y comulgaba con el dios.

En 1521, Hernán Cortés conquistó a los aztecas y erradicó la cosecha de amaranto. La planta cultivada desapareció, y sólo sobrevivió la planta silvestre. Actualmente ha sido suplantada por el trigo y otros granos, aunque en México se toscan las semillas y se mezclan con melaza para hacer dulces llamados alegrías.

El amaranto, conocido comúnmente en México como "alegría", es una planta herbácea de la familia Amaranthaceae. Junto con el "Trigo Sarraceno" Polygonaceae,

originario de Asia, y la "quinua" Chenopodiaceae originaria del Perú, constituye el grupo de los pseudocereales.

Entre los pseudocereales el amaranto es el más importante. ha sido cultivado desde tiempos muy antiguos en varios países. El cultivo ha declinado en este siglo y actualmente sólo se cultiva en lugares aislados.

Sauer (1950) recopiló información del amaranto ubicando su origen, indiscutiblemente en el continente Americano.

Con más precisión su origen se ubica en el suroeste de Estados Unidos de América y norte de México. Existen indicios que tribus de esos sitios cultivaban el amaranto para alimento; posteriores generaciones trasladaron el cultivo hacia la mesa central, donde alcanzó su mayor relevancia. En Arizona se encontraron semillas de inflorescencias bien preservadas en Toronto Nacional Monument, región que estuvo ocupada por los indios Salados. Existen indicios que este cultivo pudo haber persistido en esta región hasta años recientes.

Stevenson encontró—como resultado de sus exploraciones—que los indios Hopi de Arizona lo utilizaban en su alimentación, así como también los indios Suñiz de Nuevo México. Russel (1908), citado por Sauer (1967), reporta su cultivo por los indios Pimas.

El explorador Palmer menciona cultivos de Pseudocereales, en el suroeste de Estados Unidos de América, donde viven los indios Pah Utes; Powel, en 1870, coleccionó semillas en Arizona (1).

En varios lenguajes del noroeste de México el mismo cultivo fue llamado con algunas variantes de la palabra guegui. Comenzando el siglo XVII, la denominación de "ALEGRIA" que los españoles daban a las confecciones de amaranto tostado, gradualmente se fue extendiendo a toda la planta.

Durante el período colonial, los indios Jovas y Tarahumaras cultivaron el amaranto en la sierra madre occidental, bajo el nombre de guegui. El grano fue también utilizado por los españoles—aunque de manera muy limitada—en forma parecida al maíz. Los indios Mayo, Warihio y Tepehuanes cultivaron el *Amaranthus hypochondriacus* en sus regiones bajo el nombre de guegui, hutli, bledo o sus variantes.

En la mesa central de México fue uno de los granos mayormente cultivados como alimento en tiempos anteriores a la conquista. Entre los aztecas y sus vecinos el grano tuvo además gran importancia religiosa (1).

Como referencia al papel que jugó el amaranto en la alimentación precolombina, así como también en los aspectos ceremoniales que estuvieron ligados al cultivo y uso de esta planta, se puede consultar mucha bibliografía, sobre el cultivo

del amaranto en México. En relación a esto último, como podrá analizarse, ello implicaba la alimentación muy reducida, casi el ayuno, lo que a la luz de los conocimientos actuales, sobre el excelente balance nutricional del amaranto, da un buen indicio sobre la sabiduría de aquellos antepasados nuestros, al menos en lo que se refiera a su intuición y experiencia para conservarse saludables.

El cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* fue casi suprimido por la iglesia católica en un esfuerzo por erradicar las ceremonias paganas, que se encontraban alrededor del amaranto (National Academy Science, 1975).

En la actualidad el cultivo está reducido a pequeñas zonas, de las cuales las principales son el Distrito Federal, el Estado de México y Morelos, que constituyen el área actual más importante del cultivo. Hoy se realiza precisamente en la región que fue el corazón del imperio azteca, y en el cual toda la fabricación y producción se destina al dulce conocido como alegría.

También se reporta su cultivo en pequeñas zonas de Michoacán, Tlaxcala, Puebla y Oaxaca. A Tulyehuaico se le considera el principal centro de cultivo en México.

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL AMARANTO

La palabra amaranto puede tener diversos significados; puede referirse a un especie, a un género o hasta toda una familia botánica. La familia de las Amarantaceas comprende más de 50 géneros y casi 800 especies de plantas anuales, preponderantemente tropicales, aunque tolerantes del clima templado. Algunas especies de esta familia - todas pertenecientes al género *Amaranthus* - sirven o han servido alguna vez, como alimento para el hombre.

Varios órganos de la planta pueden ser comestibles; de algunas especies lo son las semillas, de otras las hojas, el tallo o las inflorescencias.

Como la composición química de cada parte de la planta y en las diferentes especies es distinta, es necesario siempre delimitar bien especie y parte a las que, en cada caso, se hace referencia. De otra manera, hablar del amaranto en general exige, en los datos también una amplia generalización.

Además de las diferencias entre especies y entre partes de la planta, existen otros factores que alteran la composición química como son la variedad, el suelo y clima en el que se cultivó, el momento de la cosecha y hasta la imprecisión de los métodos empleados para el análisis.

Por todo lo anterior, se limitará la descripción bromatológica a las semillas de las principales especies del género *Amaranthus*, de las que se tienen antecedentes de haber servido o estar sirviendo como alimento humano. Ocasionalmente se hará referencia a otras partes de la planta.

Especies a considerar.

Existe información bromatológica solamente sobre algunas especies que han sido utilizadas como alimento; todas pertenecen al género *Amaranthus*. Las más extendidas y abundantes son: *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus leucocarpus*.

Esta última se confunde en diversos reportes con *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hybridus* y *Amaranthus hypochondriacus*.

Composición general de las semillas.

En condiciones normales de almacenamiento, las semillas de amaranto suelen tener entre 6 y 11% de humedad que es apropiada para su mejor conservación.

En el cuadro 1 se presenta la composición general en base seca de semillas de 10 especies de amaranto. Los datos se obtuvieron de la revisión de Saunders y Becker(2), de los trabajos de Necoechea y col(3) y de Pérez-Gil y col.(4) Para calcular la proteína cruda se multiplicó el contenido de nitrógeno total por el factor de conversión 5.85 propuesto por el propio Becker(5); los datos de Necoechea y Pérez-Gil se recalcularon. Cabe recordar que se han sugerido otros factores de conversión que van desde 5.3, propuesto por la FAO(6), 5.2 a 5.6 indicados por Carlssoon(7) y 5.8 sugerido hace 50 años por Jones(7), hasta 6.25

que es el factor general utilizado cuando se desconoce la necesidad de un factor específico.

Cuadro 1. Análisis bromatológico de semillas de distintas especies de amaranto (g/100g, base seca).

| Especie | Proteína cruda (Nx5.85) | Extracto etéreo | Fibra cruda | Ceniza |
|------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------|--------|
| A. anelancalius | 16.8 | 5.4 | 5.3 | 3.4 |
| A. ascendens | 15.8 | 4.5 | 5.4 | 3.5 |
| A. caudatus | 14.9 | 6.9 | 4.2 | 3.2 |
| A. cruentus | 17.8 | 7.9 | 4.4 | 3.3 |
| A. edulis | 15.8 | 8.1 | 3.2 | 3.2 |
| A. flavus | 15.9 | 4.4 | 5.0 | 3.7 |
| A. gangeticus | 15.1 | 5.1 | 5.4 | 3.5 |
| A. hypochondriacus | 15.6 | 6.1 | 5.0 | 3.3 |
| A. leucocarpus crudo | 15.4 | 6.4 | 3.1 | 2.9 |
| A. leucocarpus tostado | 14.8 | 7.2 | 3.0 | 3.0 |
| A. paniculatus | 15.5 | 4.9 | 5.0 | 3.1 |
| A. retroflexus | 13.2 | 6.4 | 6.4 | 3.1 |

DNE CA/84

Se percibe claramente cierta variabilidad entre especies más marcada para para el extracto etéreo (4.4 de *Amaranthus flavus* a 8.1g/100g de *Amaranthus edulis*) y la fibra cruda (3.0 de *Amaranthus leucocarpus* tostado hasta 6.4g/100g de *Amaranthus retroflexus*) que para las cenizas y la proteína cruda. La concentración menor de proteína correspondió a *Amaranthus retroflexus* (13.2g/100g) y la mayor a *Amaranthus cruentus* (17.8g/100g); en la mayoría de los casos superó los 5g/100g que es un valor habitualmente encontrado.

En el cuadro 2 se resumen los datos del cuadro 1 con el objeto de dar una idea general de la composición de las semillas de amaranto. Se incluye el extracto libre de nitrógeno que son los hidratos de carbono y se calculó el aporte energético.

Cuadro 2.- Composición general de las semillas de amaranto (g/100g).

| Determinación | Base húmeda | Base seca |
|-----------------------------------|----------------|--------------|
| Humedad | 7-8 | 0 |
| Extracto libre de nitrógeno (H c) | 65-67 | 70-72 |
| Proteína cruda (Nx5.85) | 12-16.5 | 13-17.8 |
| Extracto etéreo | 4-6 | 4.4-8.1 |
| Fibra cruda | 3-6 | 3.2-6.4 |
| Cenizas | 3-4 | 3.2-4.1 |
| Energía (Kcal) | 365-375 | 395-408 |

DNCA-84

El principal componente de la semilla de amaranto son los hidratos de carbono y en segundo lugar la protefina; su densidad energética es cercana a 4 Kcal/g gracias a un 5% de aceite y contiene una cantidad de fibra cruda que es común a otros granos enteros.

Hidratos de carbono.

Los distintos componentes de esta fracción se muestra en el cuadro 3. Como era de esperar predomina el almidón y el resto de los glúcidos son comparativamente escasos; cabe notar que la cantidad de sacarosa presente en el amaranto es mayor que en otros granos (cereales y leguminosas) y también que el contenido de rafinosa-olisacárido que el hombre no digiere-pudiera llegar a causar meteorismo cuando la ingestión de la semilla fuera considerable.

Cuadro 3.-Contenido de hidratos de carbono en las semillas de amaranto(g/100g).

| Compuesto | Promedio | (mín-max) |
|------------|----------|-------------|
| Almidón | 65 | (62-69) |
| Sacarosa | 1.65 | (1.08-0.36) |
| Maltosa | 0.22 | (0.02-0.36) |
| Rafinosa | 0.84 | (0.45-1.23) |
| Estaquiosa | 0.06 | (0.02-0.15) |

Dr. Hector Bourges R.

Proteínas.

Las terceras partes de las proteínas se encuentran en el germen y la cascari-lla y sólo un tercio en perispermo. En el cuadro 4 se presentan los análisis de aminoácidos de la proteína de la semilla de diferentes amarantos, obtenidos por distintos autores.

Cuadro 4.-Concentración de los aminoácidos indispensables en la proteína de semillas de distintas especies de amaranto(mg/16mg N).

| | leucocarpus crudo | leucocarpus tostado | Cauda- tus | hypo- chon- driacus | cruen- tus | edulis | hybri- dus | patron |
|------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------------------------|---------------|--------|---------------|--------|
| Valina | 4.0 | 4.6 | 4.1 | 4.5 | 4.2 | 3.8 | 4.3 | 5.0 |
| Isoleucina | 3.8 | 4.1 | 3.6 | 3.9 | 3.6 | 3.3 | 3.6 | 4.0 |
| Leucina | 6.0 | 6.6 | 5.3 | 5.7 | 5.1 | 5.1 | 5.3 | 7.0 |
| Treonina | 3.6 | 3.9 | 3.5 | 3.6 | 3.4 | 3.2 | 3.5 | 4.0 |
| Am.Ac.Aromáticos | 8.0 | 10.0 | 6.2 | 7.7 | 6.0 | 6.6 | 7.0 | 6.0 |
| Mercapto Am.Ac. | 9.4 | 8.3 | 4.7 | 4.7 | 4.0 | - | - | 3.5 |
| Lisina | 6.4 | 3.8 | 5.3 | 5.5 | 5.1 | 4.8 | 5.0 | 5.5 |
| Triptófano | 1.0 | 0.45 | - | - | - | 0.9 | - | 1.0 |

*Patrón provisional FAO/OHS 1973

Con excepción de los valores correspondientes a los aminoácidos azufrados, uno de los valores de triptófano y otros de lisina, existe un notable parecido en

los resultados. Estos permiten calificar a las proteínas de la semilla de amaranto como "rica en lisina y aminoácidos aromáticos azufrados, ligeramente pobre en valina, isoleucina y treonina y limitante en leucina". Se tiene poca información sobre triptófano, pero parece encontrarse en cantidades no limitantes.

En relación con el patrón provisional de aminoácidos FAO/OHS de 1973(9), la calificación o puntaje químico se encuentra entre 73 y 80% correspondiendo la más alta al *Amaranthus hypochondriacus* o *leucocarpus*.

Aunque de interés secundario, se informan los resultados correspondientes a los aminoácidos dispensables (mg/16mg N); histidina 2.4, ac. aspártico 8.0, serina 5.2 a 7.1, ac. glutámico 14 a 21, prolina 2 a 3.6, glicina de 7 a 8, alanina de 3.4 a 4.0, y arginina de 7.4 a 8.6.

En el cuadro 5 se presentan algunos datos de evaluación biológica de la "eficiencia de conversión" de la proteína de semilla de amaranto obtenidos por Necochea(3).

Cuadro 5.-Evaluación biológica de la eficiencia de conversión proteica de la semilla de amaranto 1/

| origen de la proteína | REP ^{2/} | %REP Patrón | UNP ^{3/} | %UNP Patrón |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Caseína (patrón) | 2.8 ± 0.5 | 100 | 53.4 ± 4.5 | 100 |
| Amaranto crudo | 2.4 ± 0.5 | 89 | 32.4 ± 0.5 | 60 |
| Amaranto tostado | 3.4 ± 0.4 | 121 | 50.0 ± 3.5 | 93 |

DNECA-84

1. *Amaranthus leucocarpus*
2. Relación de eficiencia proteínica
3. Utilización neta de la proteína

Se observó un valor REP del amaranto crudo de 89% en relación con la caseína que aumentó notablemente sobrepasando el patrón cuando el amaranto se tostó. La UNP fue de 60% del patrón de la semilla cruda y 93% con la semilla tostada.

Los resultados de REP y UNP no coinciden en magnitud, pero sí en "dirección" y proporción. Ambos indican una mejor utilización de la semilla tostada, cuya calidad se aproxima a la del patrón de caseína. Por las características del método son más confiables las cifras UNP que las de REP.

Sánchez Marroquín(10) ha informado valores de REP de 84.5% en relación a la caseína, observando un posible efecto de la nixtamalización que elevando la calidad de la proteína. Este mismo autor señala una digestibilidad de 65 y 53% para *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus*, respectivamente, que se elevó a 74 y 68% en la semilla "reventada".

Lípidos.

De acuerdo con Carisson(7) el aceite de amaranto está compuesto en un 90%

por triglicéridos, 6.4% por glicolípidos y en 3.6% por fosfolípidos. Los ácidos grasos más abundantes son el linoleico (44-58%), el oleico (19-29%) y el palmítico (11.5 a 21.3%) es decir que es saturado apenas un 25%.

Vitaminas.

Existen pocos datos (4,5,10) al respecto, que se resumen en el cuadro 6. Destaca moderadamente el contenido de tiamina.

Cuadro 6.- Concentración media de algunas vitaminas en semillas de amaranto (mg/100g).

| | |
|-------------|-----------|
| Tiamina | 0.25-0.90 |
| Riboflavina | 0.03-0.29 |
| Niacina | 1.0 -2.1 |
| Vitamina C | 1.7 -2.8 |
| DNECA-84 | |

Nutrientes inorgánicos.

En el cuadro 7 presentan algunos análisis de elementos inorgánicos en la semilla de amaranto.

Cuadro 7.- Contenido de algunos elementos inorgánicos en semillas de amaranto (mg/Kg, Oppm).

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

Perfil bromatológico del amaranto Dr. Hector Bourges R. Instituto Nacional de Nutrición, Salvador Zubirán, México.

Se destaca el contenido relativamente alto de calcio, fósforo, zinc, hierro y sobre todo, magnesio, que está en cantidades similares al calcio. La relación calcio/fósforo de 0.6 es poco favorable, como suele ocurrir con la mayoría de

las semillas. También, al igual que otras semillas, a pesar de una concentración alta de hierro (5 a 7 mg/100g) el amaranto contiene fitatos (2.2 a 3.4mH/100g) que posiblemente abatan su biodisponibilidad. En la tabla se incluyen aluminio, estroncio y plomo, que no son nutrimentos, pero cuya concentración es conveniente conocer, ya que hay plantas que concentran excesivamente iones que obtienen del suelo y que pueden ser tóxicos.

Factores "antifisiológicos"

Pérez Gil y col. (4) determinaron factor antitripsico, hemaglutininas (utilizando eritrocitos humanos) saponinas y glucósidos cianogénicos en *Amaranthus leucocarpus*. Se encontró una actividad antitripsica de sólo 8017 UIT/g, que disminuyó a 1636 UIT/g en la semilla tostada; se trata de valores bajos, ya que la soya cruda tiene entre 70 y 100,000 UIT/g y se considera que con menos de 10,000 UIT/g el producto es apto para el consumo.

Los resultados para hemaglutininas fueron 5u en el grano crudo y cero en el tostado (la soya cruda tiene 6) y para saponinas 1.2 y 0.4 unidades respectivamente (testigo 2 u). No se demostró la presencia de glucósidos cianogénicos.

Otras partes de la planta.

Además de la semilla, en muchos lugares se acostumbra a comer las hojas, los tallos y las inflorescencias del amaranto. Los quintoniles, tan tradicionales en nuestro país, son las hojas de *Amaranthus hybridus*.

Sánchez Marroquín y col. (10) estudiaron las hojas y tallos de amarantos entre ellos el de *Amaranthus cruentus*, las hojas y flores de *Amaranthus hypochondriacus* y las hojas quintoniles. Las hojas tuvieron generalmente 70 a 75% de sólidos (sólo 25 a 30% de humedad) y las flores 62 a 65%. En base seca, las hojas contienen entre 6.5 y 7.5 g de proteína cruda/100g, 3 a 5g de fibra cruda, cerca de 80 g de hidratos de carbono, 6 a 10 g de cenizas y 1 g de aceite. En base seca las flores tuvieron 7 a 9 % de proteína cruda, 15% de fibra cruda, 72 a 77% de glúcidos y 4 a 5% de cenizas.

Watt y Merrill (11) informan que 100 g de hojas contienen 267 mg de calcio, 67 de fósforo, 3.9 de hierro, cerca de 2 mg de vitamina A, 0.15mg de riboflavina, 1.4mg de niacina y 80 mg de ácido ascórbico.

La cuantificación de aminoácidos en proteína aislada de hojas de amaranto (2) muestra una composición muy cercana a la del patrón, con un puntaje químico esencialmente de 100%.

Tal como se asentó al principio, por amaranto podría entenderse todo un género botánico o, más todavía, toda una amplia familia de varios cientos de especies. Describir suficientemente la composición de una sola de esas especies supondría referirse a varias decenas de nutrimentos y analizar la variabilidad de cada uno de ellos que dependería del origen de la planta, circunstancias

del cultivo, error metodológico, etc.

Las diez o doce especies más importantes de marantos se muestran como un grupo de características muy parecidas del cual se utilizan las semillas, las hojas o las inflorescencias.

Las semillas están fundamentalmente compuestas de almidón que representa $\frac{2}{3}$ de su peso fresco. Los principales componentes del grano son proteínas que representan un $\frac{1}{6}$ del peso, humedad 7%, aceite 5% y pequeñas cantidades de cenizas y fibra cruda.

Como fuentes de nutrimento además de la ya mencionado, estas semillas contienen una concentración importante de hierro, calcio, fósforo y magnesio, así como algunas pequeñas cantidades de vitaminas de las que procede mencionar apenas la tiamina. La relación entre el calcio y el fósforo no es la mejor para la absorción del primero, y por lo que toca al hierro, deberá de investigarse su disponibilidad biológica que se sospecha limitada por la presencia de fitatos.

La proteína de la semilla de amaranto, considerada aisladamente, tiene una composición de ácidos aminados bastante equilibrada que permite predecir una eficiente conversión, las pruebas biológicas en ratas comprobaron tal eficiencia cuando la semilla está tostada (UNP de 93% contra 6% de semilla cruda). El aceite por su parte, es altamente polinsaturado por su contenido de ácido linoléico. Las semillas no parecen contener factores "antifisiológicos" del tipo de los que suelen encontrarse en las leguminosas.

Por cuanto a las hojas se tiene menos información. Las $\frac{4}{5}$ partes de su materia sólida son glúcidos, tienen de 6 a 10% de cenizas, 7% de proteínas de muy alta eficiencia de conversión cuando se les midió en una muestra en la que la proteína estaba aislada de otros componentes, los cuales en condiciones reales podrían interferir. Las hojas tienen una alta concentración de calcio, superior a la del fósforo, por lo que su absorción debe de ser buena, también tienen cantidades importantes de ácido ascórbico y de carotenos.

Sobre las flores hay pocos datos, pero todo hace pensar que tienen una composición muy parecida a la de las hojas.

Los "perfiles" descritos anteriormente para las hojas y semillas de amaranto coinciden en términos generales con los que a priori se hubiera supuesto; no hay ninguna "sorpresa" de importancia, las hojas de amaranto tienen composición de hojas y sus semillas la tienen de semillas.

En términos de proteínas las semillas de amaranto se encuentran entre los cereales y las leguminosas no solo en cantidad (15 a 17g/100g en los amarantos, 7 a 12% en los cereales y 16 a 37% en las leguminosas) sino también en su contenido

de aminoácidos. En efecto son ricos en lisina—que son limitantes en los cereales— y en aminoácidos azufrados—que son limitantes en las leguminosas—por lo que pueden combinarse con unos y otros complementariamente. Las deficiencias son los aminoácidos ramificados, particularmente en leucina que abunda en la dieta.

Los amarantos suelen confundirse con razón por que son parecidos, con varias quenopodiáceas como la quinua o huazontle; el epazote, la espinaca o el betabel, que también son quenopodiáceas. Tanto las amarantáceas como las quenopodiáceas son parte del extenso orden de las cariofilales que comprende 8000 especies, entre ellas el clavel, según algunos expertos las cactáceas.

Desde el punto de vista práctico los perfiles bromatológicos del amaranto sólo confirman que son alimentos de amplia y antigua tradición, pero no confieren la calidad de alimento ya que tal calidad obedece poco a detalles bromatológicos.

No se puede decir que los amarantos sean mejores o peores que tal o cual alimento. No es sustituto de nada, ni del maíz ni de otros cereales, ni de las leguminosas; es una tercera gran familia de semillas útiles en la alimentación. Tampoco encierran los amarantos maravilla ninguna, fuera de la enorme maravilla de cualquier criatura de la naturaleza.

Los amarantos son alimentos, lo han sido desde tiempos muy lejanos en muchas partes del mundo, por que el hombre así lo ha querido; conocer su composición ayuda a entender porqué.

El amaranto posee cualidades organolépticas y sociológicas excepcionales que justifican plenamente la importancia que ha alcanzado.

En el momento actual se vive un renacimiento en la popularidad del amaranto que había perdido circunstancialmente. Tiene todo para recuperarla y el único obstáculo será su costo; se comprende que el costo actual es artificialmente alto, pero ciertamente deberá disminuir para que su consumo sea relevante.

OBJETIVOS E HIPOTESIS

El objetivo del estudio es evaluar la utilidad del amaranto en la recuperación de la desnutrición de tipo experimental.

Hipótesis

Si el amaranto tiene un adecuado valor nutricional, entonces las ratas se recuperarán adecuadamente de su desnutrición experimental, siendo valoradas a través del peso y la cifra de albumina sérica.

MATERIAL Y METODOS.

Se tomarán 12 ratas de la cepa Wistar, las cuales se mantendrán en lactancia materna durante dos semanas. Al término de la fecha, serán separadas en dos grupos de seis ratas cada uno. El primer grupo que llamaremos grupo A, será sometido paulatinamente a una desnutrición de tipo experimental de la siguiente manera: día a día se restará el 30% del alimento ingerido por su rata control del grupo B (alimentadas con dieta normal*) y esta cantidad de alimento será la consumida por las ratas del grupo A en las próximas 24 horas. Dicho procedimiento se efectuará diariamente durante las primeras dos semanas del estudio; así mismo se registrará el peso diariamente de ambos grupos.

A los 16 días de iniciado el estudio se sacrificarán dos ratas de cada grupo, las expuestas a una dieta restringida (grupo A) y su control (expuestas a una dieta normal). Seguidamente se tomará mediante punción directa del ventrículo un ml de sangre para la determinación de la proteína y albúmina sérica. Posteriormente se tomará un fragmento de hígado y se reseca una porción de 5 a 10 cm de intestino, a 10 o a 15 cm del estómago para su estudio histológico.

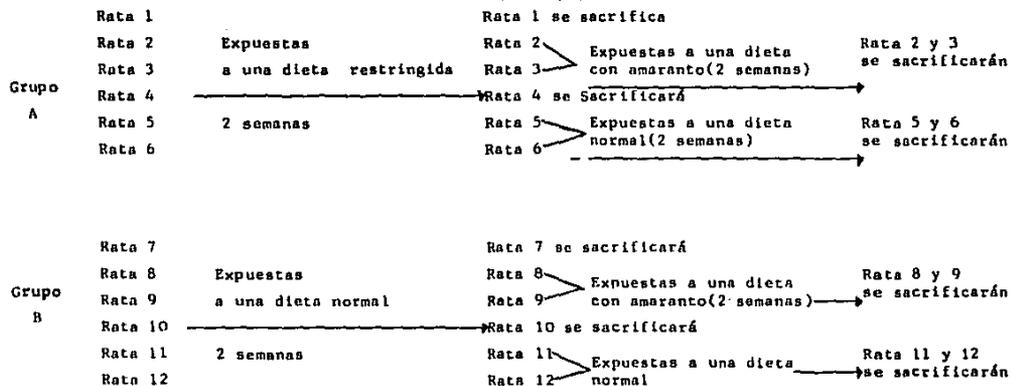
A partir de esa fecha tanto las ratas del grupo A como las del grupo B serán divididas en dos subgrupos. Uno que se recuperarán con harina de amaranto y otro que se recuperará con dieta normal. De igual manera para las ratas del grupo B, dos se les cambiara a una dieta con harina de amaranto y dos continuarán con una dieta normal. de tal manera que al final tendremos cuatro grupos de ratas:

1. Ratas desnutridas recuperadas con amaranto.
2. Ratas desnutridas recuperadas con dieta normal.
3. Ratas bien nutridas alimentadas con harina de amaranto.
4. Ratas bien nutridas alimentadas con dieta normal.

Estas ratas serán sometidas a sus respectivas dietas a libre demanda, durante dos semanas, registrándose diariamente sus pesos, al final de las dos semanas serán sacrificadas, para obtener como en las primeras ratas sacrificadas 1 ml de sangre por punción directa del ventrículo para la determinación de proteínas y albúmina séricas y se obtendrá una muestra de hígado y de intestino de manera semejante que en las primeras cuatro ratas, para su análisis histológico.

Al final haremos un análisis comparativo entre:

- a.- Las ratas del grupo 1 vrs. las ratas del grupo 2.
- b.- Las ratas del grupo 1 vrs. las ratas del grupo 3.
- c.- Las ratas del grupo 3 vrs. las ratas del grupo 4.
- d.- Las ratas del grupo 2 vrs las ratas del grupo 4.

METODOLOGIA

EVOLUCION DIARIA DEL PESO

| Dias | inicio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rata Número | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 124.0 | 129.5 | 126.0 | 127.0 | 125.5 | 126.0 | 130.0 | 135.5 | 136.5 | 139.0 | 142.0 | 141.5 | 143.5 | 148.0 |
| 2 | 120.0 | 129.0 | 125.5 | 124.0 | 127.0 | 128.5 | 136.5 | 140.0 | 142.0 | 142.0 | 145.0 | 141.0 | 146.0 | 151.5 |
| 3 | 115.0 | 119.5 | 113.5 | 114.0 | 114.0 | 116.5 | 119.0 | 121.0 | 124.5 | 125.5 | 130.0 | 129.5 | 132.5 | 134.5 |
| 4 | 129.0 | 133.0 | 128.5 | 129.0 | 131.0 | 131.5 | 136.5 | 137.5 | 137.0 | 137.0 | 143.5 | 145.0 | 147.5 | 152.0 |
| 5 | 107.0 | 109.5 | 109.5 | 110.5 | 110.0 | 112.0 | 116.5 | 116.5 | 119.5 | 117.5 | 120.0 | 116.5 | 119.5 | 121.5 |
| 6 | 112.0 | 120.0 | 109.5 | 113.5 | 114.0 | 114.0 | 118.5 | 123.0 | 124.0 | 122.5 | 124.0 | 123.0 | 124.5 | 124.0 |
| 7 | 124.0 | 127.5 | 135.5 | 135.5 | 131.0 | 142.0 | 145.5 | 147.0 | 156.0 | 156.0 | 160.5 | 156.0 | 159.0 | 165.0 |
| 8 | 122.0 | 129.5 | 134.5 | 142.0 | 144.5 | 156.5 | 163.0 | 165.5 | 170.0 | 173.0 | 184.5 | 186.0 | 199.0 | 205.0 |
| 9 | 115.0 | 117.0 | 123.5 | 128.5 | 129.5 | 134.0 | 138.5 | 138.5 | 142.0 | 146.5 | 151.5 | 151.5 | 155.5 | 160.0 |
| 10 | 117.0 | 124.0 | 134.0 | 143.5 | 143.0 | 152.5 | 159.0 | 161.5 | 166.5 | 152.0 | 179.5 | 180.0 | 189.0 | 196.0 |
| 11 | 102.0 | 110.0 | 116.0 | 121.5 | 124.5 | 129.5 | 138.0 | 140.5 | 142.0 | 146.5 | 150.0 | 153.5 | 161.5 | 161.0 |
| 12 | 116.0 | 120.0 | 126.5 | 131.5 | 133.0 | 140.0 | 144.0 | 151.0 | 151.5 | 152.0 | 160.5 | 165.5 | 167.5 | 162.0 |

EVOLUCION DIARIA DEL PESO

| Raza Número | Días 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 150.5 | 162.0 | 156.0 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 157.0 | 167.0 | 161.5 | 169.0 | 166.5 | 165.5 | 167.0 | 169.0 | 188.0 | 186.0 | 197.5 | 198.5 | 200.0 | 201.0 | 203.0 |
| 3 | 135.5 | 137.0 | 138.5 | 145.0 | 143.5 | 142.0 | 153.0 | 140.5 | 159.0 | 163.5 | 165.0 | 169.0 | 172.5 | 172.0 | 177.0 |
| 4 | 157.0 | 153.5 | 162.0 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 126.0 | 130.5 | 128.0 | 146.5 | 150.5 | 170.0 | 162.5 | 143.0 | 165.5 | 167.5 | 171.0 | 171.5 | 174.5 | 151.5 | 179.0 |
| 6 | 123.0 | 128.0 | 131.0 | 147.0 | 153.0 | 161.0 | 159.0 | 140.0 | 162.0 | 173.0 | 174.0 | 176.0 | 181.5 | 184.0 | 186.0 |
| 7 | 173.0 | 169.0 | 163.0 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 207.0 | 216.5 | 224.0 | 208.5 | 202.0 | 197.0 | 207.0 | 206.5 | 195.0 | 210.0 | 215.5 | 222.5 | 227.0 | 221.5 | 235.0 |
| 9 | 166.5 | 172.0 | 172.0 | 163.0 | 165.5 | 161.5 | 168.0 | 153.5 | 171.5 | 170.0 | 174.5 | 176.0 | 180.0 | 179.0 | 182.5 |
| 10 | 205.0 | 219.5 | 219.5 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 166.5 | 172.0 | 172.0 | 173.0 | 176.5 | 175.0 | 178.5 | 178.5 | 179.0 | 183.0 | 188.0 | 188.5 | 190.0 | 190.0 | 189.0 |
| 12 | 168.5 | 181.0 | 181.0 | 181.5 | 181.0 | 184.0 | 190.0 | 194.5 | 190.0 | 196.0 | 198.5 | 202.0 | 199.5 | 199.5 | 203.5 |

EVOLUCION DIARIA DEL PESO

| Días Rata Número | 29 | 30 | 31 |
|------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | 203 | 200 | 199.5 |
| 3 | 177 | 171 | 174.5 |
| 4 | | | |
| 5 | 180 | 174 | 187.5 |
| 6 | 187.5 | 187 | 195.5 |
| 7 | | | |
| 8 | 240 | 236.5 | 243 |
| 9 | 180 | 181 | 185.5 |
| 10 | | | |
| 11 | 190 | 187.5 | 200 |
| 12 | 207 | 208.5 | 210 |

GRÁFICA No. 1

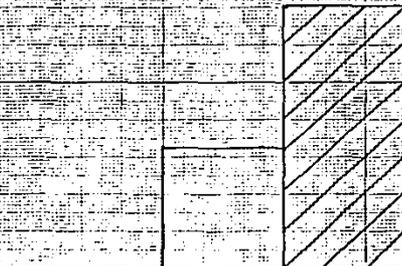
PROMEDIO DE PESOS ENTRE RATAS SOMETIDAS
A UNA DIETA RESTRINGIDA Y A UNA DIETA NORMAL.

Peso en gr.

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

 DIETA NORMAL

 DIETA RESTRINGIDA



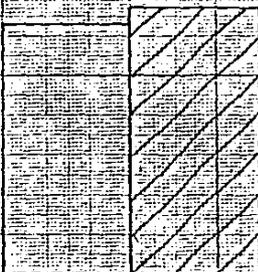
GRAFICA No. 2

NIVEL SERICO DE PROTEINAS ENTRE
RATAS NUTRIDAS Y DESNUTRIDAS11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Ratas Nutridas



Ratas Desnutridas



GRAFICA N°-3

NIVEL DE ALBUMINA SERICA ENTRE
RATAS NUTRIDAS Y DESNUTRIDAS

RF %

10

9

8

7

6

5

4

3

2

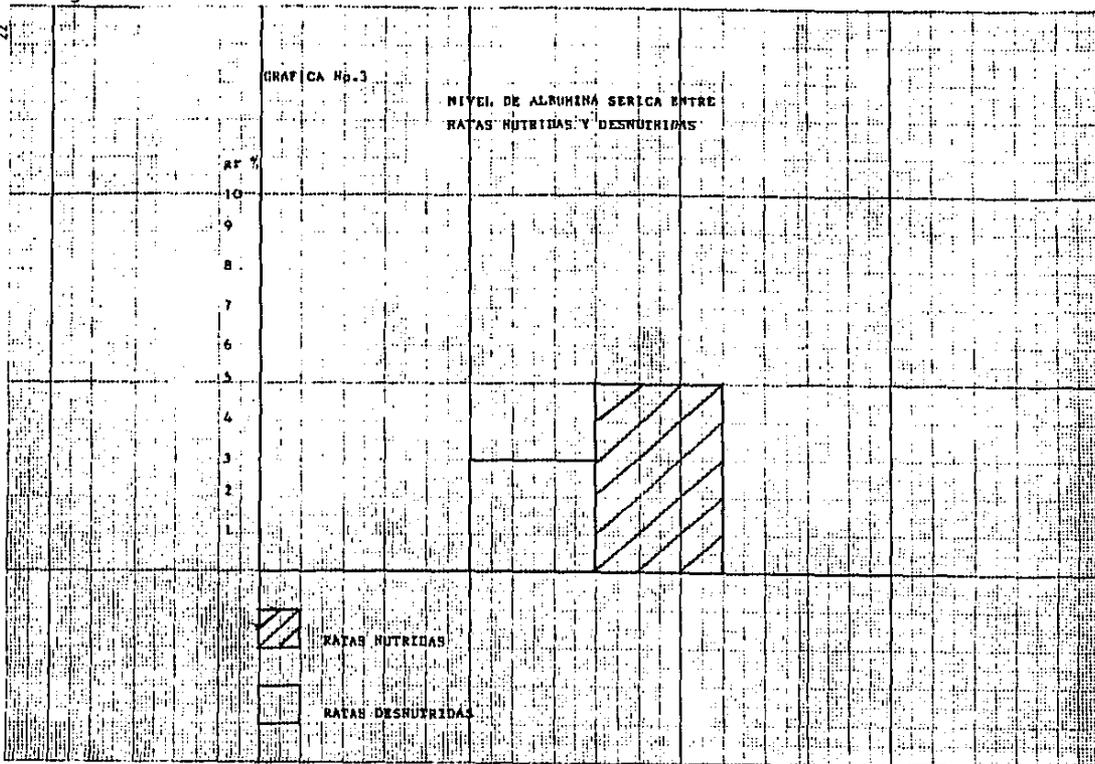
1



RATAS NUTRIDAS



RATAS DESNUTRIDAS



EXPERIENCIA No. 4

Análisis comparativo entre el grupo de ratas desnutridas recuperadas con amaranto y las ratas desnutridas recuperadas con una dieta normal (purina) comparación del aumento ponderal

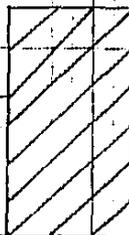
Peso en gr.

100
90
80
70
60
50
40
30
20
0

DIETA NORMAL



DIETA CON AMARANTO



GRAFICA No. 5

Análisis comparativo de los niveles séricos de alúmina
 entre las ratas deamnutridas alimentadas con amaranto y
 las ratas deamnutridas que recibieron una dieta normal.

g%

10

9

8

7

6

5

4

3

2

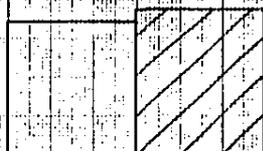
1

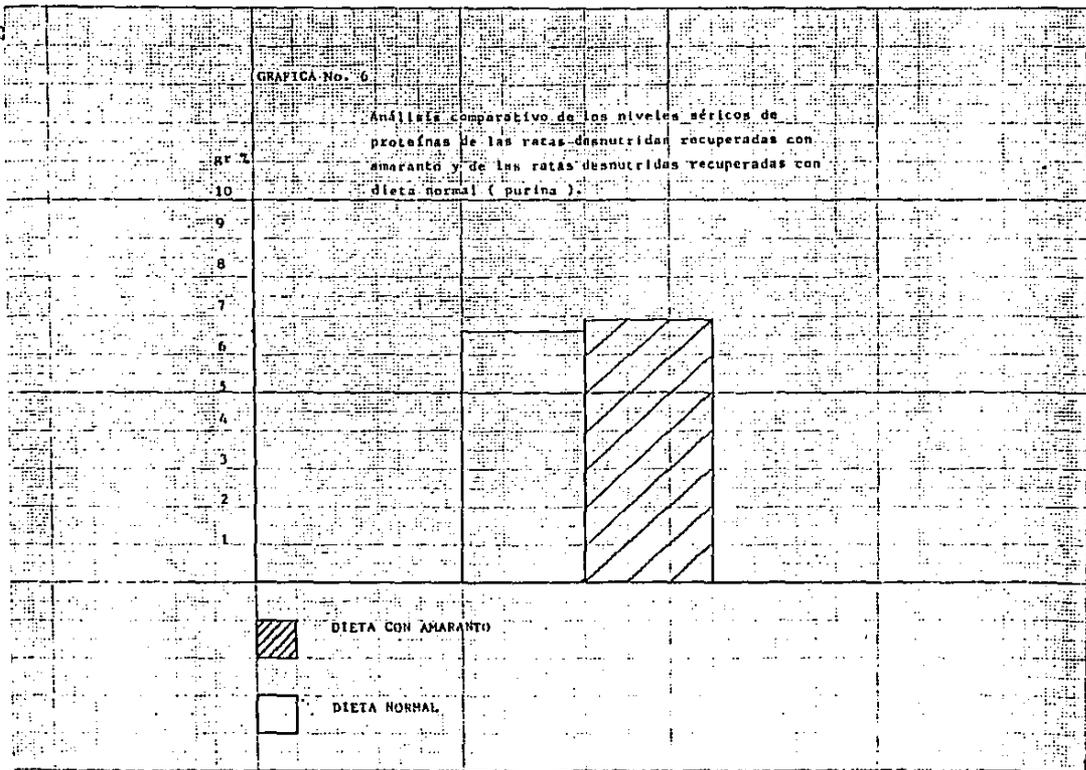


DIETA NORMAL



DIETA CON AMARANTO





GRAFICA No.7.

Análisis comparativo del incremento ponderal
de ratas nutridas y desnutridas alimentadas
con amaranto

peso gr.

100

90

80

70

60

50

40

30

20

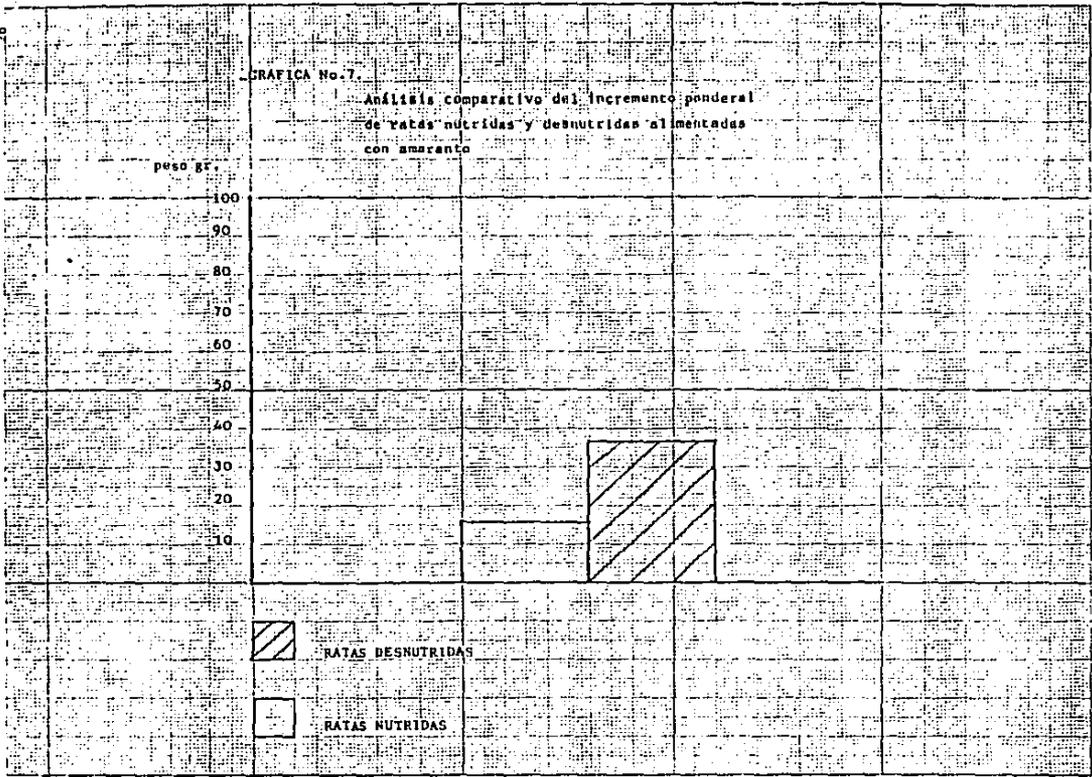
10



RATAS DESNUTRIDAS



RATAS NUTRIDAS



GRAFICA No. 6

Análisis comparativo de los niveles séricos de albúmina
de ratas nutridas y desnutridas alimentadas con amaranto.

gr %

10

9

8

7

6

5

4

3

2

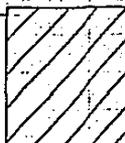
1



RATAS DESNUTRIDAS



RATAS NUTRIDAS.



GRAFICA No. 9

Análisis comparativo de los niveles séricos de proteínas
de ratas desnutridas y nutridas alimentadas con amaranto.

Rt. %

10

9

8

7

6

5

4

3

2

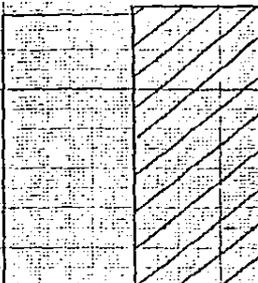
1



RATAS NUTRIDAS



RATAS DESNUTRIDAS



GRAFICA No. 10

Análisis comparativo del incremento ponderal de
 RATAS bien nutridas que recibieron un grupo dieta
 normal y otro grupo dieta de amaranto.

Peso

85
 80
 75
 70
 65
 60
 55
 50
 45
 40
 35
 30
 25
 20
 15
 10
 5



DIETA NORMAL



DIETA CON AMARANTO



ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

GRAFICA No. 11

Análisis comparativo de los niveles séricos de albúmina
de ratas bien nutridas alimentadas con dieta normal y
alimentadas con amaranto.

8%

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1



DIETA NORMAL



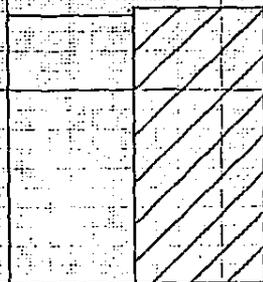
DIETA CON AMARANTO



GRAFICA NO. 12

Análisis de los niveles séricos de proteínas
de ratas bien nutridas alimentadas con dieta
normal y amaranto.

8%
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



RATAS NUTRIDAS CON DIETA NORMAL.



RATAS NUTRIDAS CON AMARANTO.

GRAFICA No. 13

Análisis comparativo del incremento de peso entre ratas desnutridas y nutridas alimentadas con dieta normal.

Peso gr

90
80
70
60
50
40
30
20
10



RATAS NUTRIDAS



RATAS DESNUTRIDAS

GRAFICA No. 14

Análisis comparativo de los niveles séricos de albúmina
de ratas desnutridas y nutridas alimentadas con dieta
normal.

10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



RATAS NUTRIDAS



RATAS DESNUTRIDAS

GRAFICA No. 15

Análisis comparativo de los niveles séricos de proteínas
entre ratas desnutridas y nutridas alimentadas con dieta
normal.

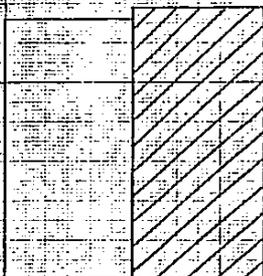
8
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



RATAS NUTRIDAS



RATAS DESNUTRIDAS



Resultados

Las ratas que fueron sometidas a una restricción del 30% de la dieta, tuvieron 30% menos de incremento de peso que las ratas que recibieron una dieta normal. (Gráfica # 1).

Las ratas que recibieron una dieta normal, tuvieron un incremento del 8% (0.4 gr) más de proteínas que las ratas que fueron sometidas a una dieta restringida. (Gráfica # 2).

Las ratas que recibieron una dieta normal, tuvieron un incremento del 40% (2 gr) en los niveles séricos de albúmina, que las ratas sometidas a una dieta restringida. (Gráfica # 3).

Ganaron más peso (40%) las ratas desnutridas recuperadas con amaranto. (Gráfica # 4).

Aumentó más la albúmina sérica de las ratas desnutridas alimentadas con amaranto (8%) que las alimentadas con dieta normal. (Gráfica # 5).

Los niveles séricos de proteínas aumentó más (2.9%) en las ratas desnutridas recuperadas con dieta normal. (Gráfica # 6).

En el grupo de análisis en que se comparó las ratas nutridas y desnutridas, alimentadas con amaranto, se observó que las ratas desnutridas tuvieron un incremento de 56.3% mayor que las ratas nutridas. (Gráfica # 7). Los niveles séricos de albúmina se incrementó en un 9.45% más en las ratas desnutridas que las nutridas. (Gráfica # 8), y la cifra de proteínas fue de 2.8 % mayor en las ratas nutridas que las desnutridas. (Gráfica # 9).

En el grupo de análisis que se comparó las ratas nutridas que recibieron amaranto con las ratas nutridas que recibieron dieta normal, se observó que las ratas alimentadas con purina (dieta normal), tuvieron un 42.9% más de incremento de peso (ver gráfica # 10).

Las ratas alimentadas con dieta normal tuvieron un 2.7% más de incremento en los niveles séricos de albúmina (gráfica # 11), y las ratas alimentadas con amaranto tuvieron un incremento de 2.8% más que las alimentadas con dieta normal. (Ver gráfica # 12).

En el grupo de análisis en que se comparó el aumento de peso entre las ratas desnutridas y nutridas recuperadas con purina, se observó un incremento del 53.2% más en las ratas desnutridas que en las nutridas, (gráfica #13) Las ratas nutridas tuvieron niveles séricos de albúmina 5.5% mayor que las desnutridas. (Gráfica # 14), y los niveles séricos de proteínas fue 4.3% mayor en las ratas nutridas que en las desnutridas. (Gráfica # 15).

Conclusiones

En la desnutrición de tipo experimental, la recuperación es más adecuada cuando lo hace con su dieta normal.

Una segunda observación es que en la desnutrición, el empleo del amaranto es benéfico ya que mantiene el incremento del peso.

En las primeras ratas bien nutridas, el empleo del amaranto, aunque no tuvo un buen incremento comparadas con las alimentadas con dieta normal, sí se notaron pequeños aumentos de peso.

Los niveles de albúmina y de proteína sí bien variaron en pequeñas cifras, no mostraron una gran diferencia, por lo que las nutridas como la desnutridas, que se alimentaron con dieta normal o con amaranto, no reflejaron una disminución importante de albúmina y de proteína sérica.

Se necesita un grupo de población más grande para llegar a una conclusión hablando desde el punto de vista estadístico.

Los estudios experimentales sobre la recuperación nutricional deben de hacerse no solo con harina de amaranto, sino que además se deben de complementar con otros nutrimentos para hacerla una dieta completa.

BIBLIOGRAFIA.

1. Alejandro-Iturbide G, Gomez-Lorence F: Cultivo del Amaranto en México. 1a. ed. México Dirección de difusión cultural departamento de zonas áridas, Universidad Autónoma Chapingo. 1986.
2. Saunders R, Becker R: Amaranthus. Recopilación en vias de publicación.
3. Necoechea M, Camacho C, Pérez-Gil R: Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría (Amaranthus leucocarpus), 1982.
4. Pérez-Gil R, Torreblanca R, Bourges R, Chávez V.A, Flores G.V, y Lespinasse V.M, : Algunas características químicas, biológicas y toxicológicas de harinas crudas y procesadas térmicamente, de Amaranth (Amaranthus leucocarpus), Arch Latinoamer. 1986.
5. Becker R, Wheeler, Lorenz K, Stafford A, Grosjean O, Betschart A, and Saunders R: Compositional Study of Amaranthus grain. J. Food Sci. 46:1175, 1981.
6. Food and Agriculture Organization (FAO). Amino Acid Content of Food and Biological Data on Proteins. Rome, Italy. 1970.
7. Carlsson R: Quantity and Quality of Amaranthus Grain from Plant in temperate, Cold and hot, and Subtropical Climates a Review. Proc. Second Amaranth Conf. Emmaus Pa. P. 48, 1980.
8. Trinidad-Santos A, Gomez-Lorence F, Suarez-Ramos C: El Amarantho su Cultivo y Aprovechamiento. Primer seminario del Amarantho, Chapingo, México, 1986.
9. World Health Organization: Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Tech. Rep Ser. 522. Geneva. 1973
10. Sánchez-Marroquín A.: Dos Cultivos olvidados de Importancia Agroindustrial: El amaranto y la quinua. Arch Latinoamer. Nutr. 33(1):11, 1983.
11. Bourges H: La dieta como unidad de la alimentación. Ramoa-Calvan R. La Alimentación normal en el niño y el adolescente. 1a ed. Manual Moderno, México, 1984.