

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

**"CAMBIOS QUIMICOS, BIOQUIMICOS Y  
NUTRICIONALES DE LAS HOJAS DE  
AMARANTO (Amaranthus sp.)  
DURANTE DIFERENTES ETAPAS DE SU  
DESARROLLO FISIOLOGICO"**

**MARIA MERCEDES SPILLARI FIGUEROA**

Guatemala, Noviembre de 1988

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

CAMBIOS QUIMICOS, BIOQUIMICOS Y NUTRICIONALES DE LAS HOJAS  
DE AMARANTO (*Amaranthus* sp.) DURANTE DIFERENTES ETAPAS DE SU  
DESARROLLO FISIOLOGICO

PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRICOLAS DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

POR  
MARIA MERCEDES SPILLARI FIGUEROA

AL CONFERIRLE EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO EN EL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1988

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD  
RAFAEL LANDIVAR

RECTOR

MONSEÑOR LUIS MANRESA FORMOSA

VICE RECTOR GENERAL

LIC. MARIA LUISA BELTRANENA DE PADILLA

VICE RECTOR ACADEMICO

LIC. LUIS ACHAERANDIO SUAZO

SECRETARIO GENERAL

LIC. GABRIEL MEDRANO VALENZUELA

DIRECTOR ADMINISTRATIVO

LIC. OSCAR ROLANDO MONTENEGRO

DIRECTOR FINANCIERO

LIC. ROMEO VILLATORO

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS

DECANO

ING. MARIO MARTINEZ GUTIERREZ

VICE DECANO

ING. BRUNO BUSTO BROL

SECRETARIO

LIC. CARLOS HUMBERTO JUAREZ

REPRESENTANTES DE CATEDRATICOS

DR. PORFIRIO MASAYA  
LIC. RICARDO CONTRERAS GODOY

REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

BR. EDUARDO CASTANEDA

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
PRIVADO DE TESIS

EXAMINADOR                      ING. ALEJANDRO FUENTES

EXAMINADOR                      LIC. TOMAS PRIETO

EXAMINADOR                      ING. BRUNO BUSTO BROL

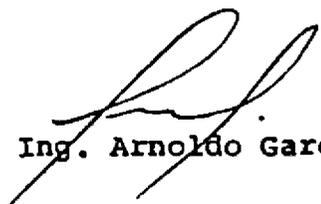
Guatemala 27 de julio de 1988

Miembros del Consejo  
Facultad de Ciencias Agrícolas  
y de Ambiente  
Universidad Rafael Landívar  
Guatemala, Guatemala

Respetables Miembros del Consejo:

Por este medio se hace de su conocimiento que se ha supervisado y analizado el contenido y presentación del trabajo realizado por la señorita María Mercedes Spillari, titulado "Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales de las hojas de Amarantho (Amaranthus spp) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico". Habiéndolo encontrado satisfactorio recomendamos se autorice su publicación.

Agradeciéndoles su atención a la presente

  
Ing. Arnolfo García

  
Dr. Ricardo Bressani



Guatemala 4 de agosto de 1988

Miembros del Consejo  
Facultad de Ciencias Agrícolas  
y de Ambiente  
Universidad Rafael Landívar  
Guatemala, Guatemala

Respetables Miembros del Consejo:

Tengo la honra de presentar ante uds. el informe de Tesis titulado "Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales de las hojas de Amarantho (Amaranthus spp) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico"; como requisito para obtener el grado de Licenciatura en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, me suscribo  
de uds. cordialmente

*Mercedes Spillari*  
María Mercedes Spillari F.  
carnet # 13929-79



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI MADRE REINA FIGUEROA vda. DE SPILLARI

A LA MEMORIA DE  
MI PADRE CARLOS HUMBERTO SPILLARI A.

A MIS HERMANAS REGINA, LUCIA Y CARLA

A MIS SOBRINAS MARIA REGINA Y LUCIA MARIA

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS Y COMPANEROS DE ESTUDIO

A MIS CATEDRATICOS

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a mis asesores Dr. Ricardo Bressani e Ing. Arnoldo García por su valiosa enseñanza y orientación.

A los Dres. Luiz Elías y Enrique Acevedo e Ings. Jaime Sosa y Aníbal Martínez por sus observaciones y colaboración desinteresada en la realización del presente trabajo.

A mis amigos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), quienes me brindaron su apoyo y amistad.

A todos mis amigos del INCAP.

A mis catedráticos, compañeros de estudios y Personal de Secretaría de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar.

A mis amigos, en especial a: Rafael Meza, Sandra López, Rita Abularach y Marta Recinos de Meléndez

A mi madre, Reina Vda. de Spillari, quien me brindó su apoyo y ayuda durante todos mis estudios.

## RESUMEN

La dieta de nuestra población se basa primordialmente en maíz-frijol, con la adición de pequeñas cantidades de otros alimentos, entre estos hojas verdes, que complementan la dieta en cuanto a vitaminas y minerales; de estas hojas el amaranto (*Amaranthus* sp.) conocida como blede es una de las más importantes.

El presente trabajo tiene como objetivo aportar información sobre la composición de las hojas de amaranto, crudo y cocido, cuando son sometidas a diferentes prácticas agronómicas, épocas de corte, de manera que pueda lograrse una mejor utilización de éste alimento.-

Se evaluaron dos especies de amaranto, *Amaranto caudatus* y *A. cruentus*, sembradas en la finca experimental de INCAP; los cortes a que se sometieron cada una de las especies fueron 41, 48, 55 y 62 días después de la siembra; las muestras obtenidas fueron evaluadas agronómicamente (rendimiento de materia verde y seca, altura de planta, proporción de hoja y contenido de humedad en la hoja); químicamente (humedad residual, nitrógeno, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, hidratos de carbono, minerales, carotenos, oxalatos, fibra neutro detergente y contenido celular); nutricionalmente (índice de razón proteínica neta, NPR, y digestibilidad aparente de la proteína).

La época de corte que se reporta más adecuada agronómicamente es a los 48 días después de la siembra (2do. corte) para ambas especies en cuanto a rendimiento de materia verde, y para rendimiento de materia seca a los 55 días (3er. corte); para *A. cruentus* crudo la época donde se obtiene la mejor calidad química es a los 48 días después de la siembra (2o. corte) y para la especie *A. caudatus* a los 41 días (1er. corte); en la evaluación biológica se observa que conforme se prolonga la época de corte la calidad de la proteína tiende a disminuir, siendo en la especie *A. cruentus* superior a la especie *A. caudatus*.

## INDICE

### RESUMEN

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
  - 1. Descripción Botánica
    - 1.1. *Amaranthus* spp.
    - 1.2. *Amaranthus caudatus*
    - 1.3. *Amaranthus cruentus*
  - 2. Métodos de Cultivo
    - 2.1. Siembra Directa
      - 2.1.1. Al Voleo
      - 2.1.2. Por Surco
    - 2.2. Trasplante
  - 3. Efecto de Fertilizantes sobre Rendimiento
  - 4. Efecto de Prácticas Culturales sobre Rendimiento
  - 5. Efecto de Fertilizantes y Prácticas Culturales sobre el Rendimiento y la Composición Química
  - 6. Enfermedades y Plagas
  - 7. Composición Química y Valor Nutritivo
    - 7.1. Análisis Químico Proximal
    - 7.2. Minerales
    - 7.3. Aminoácidos
    - 7.4. Otros Componentes
  - 8. Valor Nutritivo
    - 8.1. En Humanos
    - 8.2. En Animales
  - 9. Usos Actuales
    - 9.1. Hojas
  - 10. Usos Futuros
- III. JUSTIFICACIONES
- IV. OBJETIVOS
- V. HIPOTESIS

## VI. MATERIALES Y METODOS

1. Materiales
  - 1.1. *Amaranthus cruentus*
  - 1.2. *Amaranthus caudatus*
2. Métodos
  - 2.1. Métodos Agronómicos
  - 2.2. Métodos Químicos
    - 2.2.1. Preparación de las Hojas
    - 2.2.2. Análisis Químicos
  - 2.3. Métodos Biológicos
  - 2.4. Métodos Estadísticos

## VII. RESULTADOS

1. Evaluación Agronómica
2. Evaluación Química de Amaranto Crudo
3. Evaluación Biológica de Amaranto Crudo
4. Evaluación Química de Amaranto Cocido
5. Evaluación Biológica de Amaranto Cocido

## VIII. DISCUSION

## IX. CONCLUSIONES

## X. RECOMENDACIONES

## XI. BIBLIOGRAFIA

## XII. ANEXOS

## I. INTRODUCCION

La dieta de nuestra población se basa substancialmente en maíz y frijol, con la adición de pequeñas cantidades de otros alimentos, entre estos destacan las hojas verdes, que complementan la dieta en cuanto al suministro de vitaminas y minerales.-

De las hojas que se consumen frecuentemente el amaranto (*Amaranthus sp*), comúnmente conocido como bleo, es una de las más importantes, no solo por su amplia distribución en diversas áreas geográficas sino por su amplia aceptabilidad entre los consumidores. El amaranto se ha considerado una especie vegetal con valor promisorio para la alimentación humana y/o animal debido a sus características agronómicas, químicas y nutricionales; el contenido de nutrientes presente en hoja y grano ofrece una posibilidad de poder mejorar el nivel nutricional de nuestra población sin un cambio drástico de hábitos alimentarios, sin embargo, actualmente son pocos los conocimientos que se tienen sobre composición química y otros aspectos de este alimento.-

El presente trabajo tiene como objetivo aportar información sobre la composición e importancia nutricional de un alimento no convencional como lo es el amaranto cuando esta sometido a diferentes prácticas agronómicas, en este caso diferentes épocas de corte, de manera que pueda hacerse un mejor uso de esta fuente de nutrientes.-

## II. ANTECEDENTES

### 1. Descripción Botánica

#### 1.1 *Amaranthus* sp

Hierba anual, erecta o postrada. Tallo liso o pubescente, generalmente ramificado. Hojas alternas, con pecíolo entero u ondulado. Flores pequeñas, monoicas, dioicas o polígamas, bracteoladas y bibracteoladas, aglomeradas, el conjunto de flores se encuentra en forma de cabeza compacta axilar; espigadas o paniculadas; sépalos en número de cinco o raramente de uno a tres, membranosos, iguales o desiguales algunas veces endurecidos de la base, después de la antesis, llena de frutas, normalmente de cinco estambres, de filamentos filiformes o subulado; antera oblonga o línea oblonga de cuatro células, ovario ovulado, compresado, separable a manera de cápsula o abriéndose irregularmente, algunas veces de dos a tres dentaduras en el ápice. Semillas rectas, comprimidas, lisas, los embriones anulares.-

Cerca de 50 especies se encuentran en regiones templadas y tropicales de toda la tierra. Probablemente en Centroamérica no se encuentran todas estas especies, pero cerca de 40 son conocidas en todo Norteamérica. (24).- De las 50 especies encontradas en todo el mundo, siete de ellas son las que se consideran más conocidas, estas son: *Amaranthus caudatus* L., *A. dubius*, *A. hybridus* L., *A. polygonoides* L., *A. scariosus*, *A. spinosus* y *A. viridis*.-

#### 1.2. *Amaranthus caudatus*

Conocido también como Moco de chumpe (Zacapa); Cola de zorro; Bledo cimarón (Cobán); Bledo extranjero (Cobán); Ses (Quekchí); Bledo rojo.-

Plantas robustas, erectas comúnmente de 1.0 a 1.5 metros de altura; Tallos simples o muy ramificados, de color rojo-púrpura o rojo pálido, generalmente cubiertos de pelos, con vellocidades cerca de las proximidades de la inflorescencia. Hojas con pecíolos delgados de dos a veinte centímetros de largo de forma elíptica, ovalada, lanceolada o rombo-ovalada de cinco a treinta centímetros de largo y de dos a diez centímetros de ancho, aguda en la base, cubierta de pubescencia o sin pubescencia. Las flores son monoicas compuestas por numerosas y delgadas espigas de 4 a 18 centímetros de altura y de seis a ocho centímetros de espesor; las espigas son dobles; obtusas redondeadas hasta el ápice, de cinco estambres, tres ramificaciones. Semillas de un milímetro de diámetro, de color negro, amarillentas o rojas. (29)

#### 1.3 *Amaranthus cruentus* L

La especie *cruentus*, que es una de las más comunes, en Guatemala, posee las siguientes características. Son plantas anuales, robustas, generalmente pubescentes, crecen hasta dos metros de altura, con tallos simples o con las ramas ascendentes. Hojas glabras por el haz, pubescentes o glabras, de ovadas a rómbicas, de redondeadas a agudas y mucronatas en el ápice, la base de aguda o cuneada, de tres a quince centímetros de largo y de uno a seis centímetros de ancho, pecíolos de uno a ocho centímetros de largo; inflorescencia de tirso racimosamente dispuestos, el tirso terminal y los axilares son cilíndricos, frecuentemente inclinados y de cinco a quince milímetros de ancho. Flores polígamo-monoicas; brácteas y bractéolas subiguales, de

lanceoladas a ovadas, de 1.5 a 2.5 milímetros de largo; posee cinco sépalos, de oblongos a ovados, de redondeados a mucronatos en el ápice; el nervio medio verde oscuro. Las márgenes escariosas y teñidas con antocianinas; cinco estambres, discretos, de uno a dos milímetros de largo; ovario comprimido globoso, tapado por un estilopodio circular; tres estigmas, raramente cuatro, más largos que el estilopodio. El fruto es un utrículo de liso a rugoso, subgloboso, circuncísil cerca de la parte media, cerca de dos milímetros de largo, generalmente más largo que los sépalos. Semillas cocleado-orbiculares, de pardo-rojizo oscuro a negro, diminutamente reticuladas, de 1.0 a 1.3 milímetros de ancho.

## 2. METODOS DE CULTIVO

Existen dos métodos básicos de siembra:

### 2.1 Siembra Directa

#### 2.1.1. Al Voleo

Las semillas se esparcen con la mano, se mezclan con un poco de arena (cerca de dos a cuatro veces de su peso por arena), para dejarlas uniformemente esparcidas. El rango de semillas es de cinco a diez kilogramos por hectárea. Lo más importante en la germinación es que las semillas deben estar protegidas del sol y de las corrientes de lluvia, para lo cual se cubren con hojas de palmera.

#### 2.1.2. Por Surco

Si la cosecha se efectúa por cortes repetidos, la siembra se realiza en surcos a veinte o treinta centímetros de distancia, o a una distancia de 7.5 centímetros si se hará sacando de raíz toda la planta. (16)

## 2.2 Trasplante

La siembra se hace al voleo sobre tablones cubriendo la semillas con tierra. Después de dos a tres semanas son trasplantadas uniformemente a otros tablones. El tamaño de los tablones puede variar, pero aproximadamente son de diez centímetros de altura y de 1.2 a 2.0 metros de ancho por cinco a diez metros de largo. Las plantas requieren de riego abundante después de ser trasplantadas. Puesto que las plantas son fácilmente atacadas por hongos e insectos, usualmente se protegen asperjando las hojas con cenizas de madera o pesticidas químicos (16)

## 3 EFECTO DE FERTILIZANTES SOBRE RENDIMIENTO

Al aplicar abonos de aves, las producciones más altas fueron de 50.7 y 26.1 Ton/Ha. respectivamente a 40 ton. de abono al principio de año y de 30 Ton. al final del año. La producción de materia seca siguió el mismo patrón con 5,500 Ton/Ha. La relación hoja-tallo disminuyó invariablemente con el aumento de la aplicación fija de fertilizante.-(20)

De estudios realizados en estaciones secas, se ha demostrado que una producción de 47 Ton/Ha. puede ser obtenida al usar 20 Ton/Ha de abono orgánico. (20)

En Dahomey, Nigeria se obtuvieron resultados bastante positivos con algunos abonos. Esto nos da una indicación de las grandes posibilidades que existen con la fertilización del amaranto. La más alta producción reportada hasta ahora ha sido de 100 Ton/Ha. usando fertilizante mineral. La ventaja de estiércol y de los abonos es que ellos poseen una baja relación C/N y por eso pueden ser mezclados con abonos de valores altos pudiendo fijar su aplicación pocos días después de la plantación y su poder mantendrá su efecto durante varios meses; además con la adición o aumento de

materia orgánica se mejora y beneficia en alto grado las propiedades físicas y químicas de los suelos. (16)

#### 4. EFECTO DE PRACTICAS CULTURALES SOBRE RENDIMIENTO.

La altura de corte y los intervalos a que se hagan las cosechas no son siempre los mismos y son parámetros que pueden afectar la producción. Alternativamente la cosecha puede ser hecha arrancando de raíz toda la planta, lavándole las raíces. Es usual el humedecer toda la planta con agua antes de ser transportada hacia el mercado para que tenga una apariencia fresca. (16)

El corte de la cosecha debe hacerse a la más baja altura posible (tres pulgadas). Lo cual retarda la aparición de la inflorescencia. (15)

La floración empezará más tarde en proporción al espacio entre plantas. Por ese motivo en Dahomey, se utilizó un espaciamento de 7.5 por 7.5 cms. lo cual es equivalente a 56 cms<sup>2</sup>/planta, con lo que se obtuvieron buenas producciones (16)

La ventaja de que se reduzcan los espacios entre plantas disminuye el daño producido por *Canephora* spp.. Aunque el daño producido por este hongo puede verse disminuido al sembrarse a un espacio de 10 por 10 cms. entre plantas (16)

Se realizó un trabajo en el que se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 8 repeticiones. Los tratamientos consistieron en realizar la cosecha a los 25, 40 y 60 días después de la emergencia. (1)

Se observó una tendencia en aumento en los cortes respecto a la altura, número de hojas y peso bruto y neto. Es importante hacer notar que durante los primeros 25-30

días se manifestó un lento desarrollo (0.42 cms/día) el que se aceleró a partir de los 25-30 días (1.69 cms/día). (1)

Por los datos obtenidos en peso bruto y neto se dedujo que el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína en Kg/Ha fueron en aumento. En donde el rendimiento de materia verde fue de 575.9 a 24,272 Kg/Ha, el rendimiento de materia seca de 66.6 a 3,452.0 Kg/Ha y el rendimiento de proteína de 19.7 a 510.7 Kg/Ha, para el primer y tercer corte respectivamente. (1)

Se concluyó que el rendimiento de materia verde y seca se incrementa conforme la edad de la planta, mientras que la calidad nutricional del Amarantho disminuye sensiblemente después de los 40 días. (1)

Además el rendimiento de materia verde obtenida con una densidad de 114,284 plantas/Ha, permite inferir en que reduciendo las distancias entre postura a 0.15 y 0.20 mts. sería posible obtener rendimientos de 15,237.8 y 11,428.4 Kg. de materia verde/Ha. haciendo el corte a los 35-40 días. (1)

Los rendimientos a una edad temprana de corte (25 días después de la emergencia) son bastante bajos pero pueden ser incrementados reduciendo el espacio entre plantas. (1)

#### 5 EFECTO DE FERTILIZANTES Y PRACTICAS CULTURALES SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA COMPOSICION QUIMICA

Comparando el efecto de la siembra directa con el trasplante utilizando 5 niveles de fertilización de NPK (15-15-15) se observa que la siembra directa es superior a la de trasplante. La respuesta a un nivel de 200 Kgs/Ha. (22,190 Kgs/Ha peso en fresco) fue superior a los niveles de 0 a 100 Kgs/Ha (8570 y 15520 Kgs/Ha respectivamente). La

materia seca siguió el mismo patrón; sin embargo los niveles de fertilidad no tuvieron efecto en la composición química de la hoja. (33) Como puede verse en el siguiente cuadro:

EFECTO DEL FERTILIZANTE (15-15-15) Y SUS EFECTOS SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO.  
(Porcentaje en materia seca) (33)

Fertilizante	N	Ca	Mg	P
0	3.14	2.20	0.5	0.74
100	2.84	1.90	0.42	0.60
200	3.23	2.20	0.56	0.62
400	3.24	1.90	0.58	0.61
800	3.42	2.10	0.64	0.70

Plantas jóvenes de Amaranto fueron transplantadas 20 días después de la siembra en espacios variados (9 x 9, 18 x 18 y 18 x 36 pulgadas). En la primera cosecha, 3 semanas después de transplantadas, se encontró que la producción disminuyó con el aumento de altura de corte. Sin embargo, en la segunda cosecha la producción de aquellas cortadas a 3 pulgadas fue menor que aquellas cortadas a 6 y 9 pulgadas. La producción también aumentó con el acercamiento de espacio en la primera cosecha, pero fue menor en las cosechas subsiguientes. La producción fue significativamente superior en los espacios de 9 x 9 y 18 x 18 pulgadas que en la de 18 x 36 pulgadas. (15)

## 6. ENFERMEDADES Y PLAGAS

El mayor factor limitante en la producción comercial del Amaranto es el problema de enfermedades y plagas. En 50 cultivares que fueron probados en el Instituto Nacional de Investigación de Horticultura en Nigeria, en la mayoría de

ellos afectó la *Canephora cucurbitarum*, en las raíces y en los pecíolos de las hojas jóvenes. Produciéndose un descascaramiento en la superficie de las zonas afectadas. Las plantas débiles y jóvenes murieron, mientras que las grandes y vigorosas se restauraron produciendo ramas secundarias, y las partes afectadas se secaron. La utilidad y calidad se vieron reducidas en un 50%. (11)

Una enfermedad que causa daños es Albugo bliti; otra menos común es Profenia litura, la cual puede acabar con todas las hojas. (31)

El virus transmitido por *Piesma dilutus* ocasiona muchas pérdidas, al igual que los daños causados por el nemátodo del género *Meloydogine*, que produce abultamientos y tumores en las raíces, esto no es visible hasta que la planta es arrancada y las raíces se abren; esto produce un estancamiento en el crecimiento, produciendo hojas pequeñas, además las bacterias e insectos que atacan las raíces y tallos producen túneles en dichas partes de la planta. (31)

Una de las mayores plagas la constituyen las langostas y orugas que pueden destruir la mayor parte de la cosecha. (14)

Algunas medidas de control para las enfermedades citadas anteriormente:

Las plagas se controlan con la aplicación de insecticidas; la podredumbre mojada (*Canephora cucurbitarum*) se puede controlar evitando la sombra, no usando abono en las plantas; el daño causado por *Phytium aphanidermatum* debe controlarse sembrando no muy denso, implantación de sombra en el almácigo, aplicación de materia orgánica y buenos drenajes.

## 7. COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

## Análisis Químico de las Hojas

Las hojas de Amaranto son una excelente fuente de proteínas (30%), vitamina C (420 mgs%), hierro (287 ppm), B-Caroteno (25 mgs%) y calcio (2.1%). (24)

## 7.1. Análisis Químico Proximal

ANALISIS PROXIMAL DE LAS HOJAS  
(% en materia-seca) (24)

Especie	Materia seca	Prot. cruda	Extracto etéreo	Fibra cruda	Ceniza
Celosia argentea	10.8	27.47	4.20	7.20	47.68
Amaranthus caudatus	9.1	29.70	2.69	9.23	19.33
Celosia laxa	6.9	21.03	2.48	6.92	40.20

Con fines de estudio en Corvallis, Oregón, E.E.U.U. se cultivó *Amaranthus hypochondriacus* y para fines comparativos alfalfa y hierbabuena, las 3 plantas se cosecharon en el estado de florecimiento temprano. Obteniéndose los resultados mostrados en el siguiente cuadro

COMPOSICION COMPARATIVA DE LA PLANTA TOTAL, HOJAS Y TALLOS  
DEL AMARANTO, ALFALFA Y HIERBABUENA. (18)

	Amaranto %	Alfalfa %	Hierbabuena %
-----			
Toda la planta			
Proteína cruda	16.9	18.4	20.5
Ceniza	19.4	10.0	17.3
CWC	39.3	36.0	32.2
ADF	23.4	27.7	28.5
Hemicelulosa	15.9	8.3	3.7
-----			
Hojas			
Proteína cruda	27.1	27.1	21.2
Ceniza	15.2	10.2	17.1
CWC	27.4	18.8	30.3
ADF	12.5	11.6	22.6
Hemicelulosa	14.9	7.2	7.7
-----			
Tallos			
Proteína cruda	14.7	11.1	11.3
Ceniza	18.3	8.4	17.2
CWC	48.3	54.9	29.8
ADF	32.6	43.3	27.4
Hemicelulosa	15.7	11.6	2.4
-----			

CWC: componente de pared celular  
ADF: fibra detergente ácida.

Según Castañeda, el mayor contenido de proteína se encuentra en el Amaranto cultivado a los 30 días (28.63 %) ya que conforme pasa el tiempo la cantidad de proteína disminuye a medida que la planta crece y parte de sus proteínas son desnaturalizadas y distribuidas para ser utilizadas en la formación de semilla. (7)

## 7.2. Minerales

El contenido de hierro de las hojas de Amaranto crudo es de 25 mg/100. Cuando es cocinado en un utensilio de

aluminio se reduce a 23 mg/100 g, mientras que cocinándolo en un recipiente de hierro se incrementa grandemente (118 mg/ 100 g). (12).

La pérdida de hierro al cocinar en recipientes de aluminio no es muy grande comparándola con la muestra cruda. Por otro lado, el incremento en el contenido de hierro de las hojas del Amaranto debido a la cocción en recipientes de hierro es bastante significativa ( $p < 0.01$ ).

El contenido de calcio de las hojas del Amaranto crudo es de 390 mg/100 y en el cocimiento es reducido a 385 mg/100g y 383 mg. cuando es cocinado en utensilios de hierro y aluminio respectivamente. Las diferencias entre las muestras cocinadas y crudas no son estadísticamente significativas. Por lo tanto, las pérdidas de calcio en el cocimiento son poco importantes y el recipiente en el que se cocina el Amaranto no afecta el contenido de calcio. (12)

Comparado con la Alfalfa, el Amaranto tiene un contenido alto en minerales (ceniza) y hemicelulosa, esto en las hojas y los tallos. La hierbabuena tiende a tener un contenido más bajo en hemicelulosa y un contenido alto en minerales. (24)

#### COMPOSICION DE ELEMENTOS MAYORES EN LAS HOJAS (24)

Especie	% en Materia Seca			ppm en Materia Seca -Na-
	N	P	K	
Celosia argentea	5.12	0.235	6.64	512
A. caudatus	4.76	0.411	5.04	397
Celosia laxa	4.98	0.227	4.20	266

#### COMPOSICION DE ELEMENTOS MENORES EN LAS HOJAS (24)

Especie	% en Mate- ria seca		Fracción en ppm de Materia Seca						
	Ca	Mg	Ma	Fe	Cu	B	Zn	Mo	Al
C.									
argentea	2.44	1.71	182	193	27.1	23.6	87	10.8	382
A. caudatus	2.12	1.55	314	287	19.5	44.0	108	9.6	390
C. laxa	2.23	2.49	297	249	10.2	20.2	75	9.0	508

#### 7.3. Aminoácidos

No se han encontrado diferencias en cuanto al contenido de aminoácidos entre el Bledo deshidratado por liofilización y secado al horno. Las hojas presentan cantidades pequeñas de metionina y parecen ser buena fuente de lisina. (10)

#### CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE HARINA DE HOJAS DE BLEDO (g/100 g de muestra) (10)

Aminoácido	Bledo Secado al Horno	Bledo Liofilizado
Leucina	0.32	0.37
Isoleucina	0.29	0.28
Lisina	0.33	0.34
Metionina	0.04	0.04
Fenilalanina	0.13	0.18
Treonina	0.18	0.14
Triptófano	0.08	0.07
Valina	0.33	0.26

El proceso de secado al horno no causa destrucción de los aminoácidos sino sólo disminuye en cuanto a la disponibilidad biológica. (8)

#### 7.4. Otros Componentes

En la cosecha de las hojas de Amaranto más o menos del 50 al 80% es comestible y muy poco es desperdiciado. El único problema en el consumo es la alta cantidad de oxalato y el contenido de nitrato ya que este puede convertirse en nitrito que es tóxico. Sin embargo, por la cantidad que se consume por día, se sabe que no constituye ningún peligro, especialmente porque los vegetales son hervidos, molidos y el agua descartada, lo cual remueve mucho el nitrato y oxalato soluble. (23)

Se ha sabido durante mucho tiempo que existen tres ácidos comunes responsables de la acidez de las plantas; el ácido oxálico, málico y ácidos cítricos. Se sabe también que más de uno de estos ácidos se presentan en casi todas las plantas en cantidades considerables. (7)

El Amaranto con más alto porcentaje de ácido oxálico es el *A. caudatus* (11.5%) como también *Celosia* (11.3%). Si los vegetales consumidos tienen alto contenido de ácido oxálico el calcio no es utilizado por el organismo, lo que tiene una repercusión en la región digestiva, ya que juntos el calcio de los alimentos con el ácido oxálico forman oxalatos de calcio y estos no son reabsorbidos sino deshechados en las heces, esto se ha descubierto y confirmado en perros, hombres y ratas. (7) La dosis letal o mortal de ácido oxálico en humanos ha sido reportada de 2 a 5 g.. La toxicidad del ácido oxálico en muchos alimentos no puede ser calculada exactamente porque aparte de la presencia del ácido oxálico y oxalato de calcio, muchas actividades fisiológicas sustanciales, pueden causar disturbios con una mínima cantidad de estímulos de reacción. (23)

Alfaro, no detectó ninguna tendencia al aumento o disminución en el contenido de oxalatos con respecto a la

edad de la planta, manteniéndose en un promedio de 4.6 a 4.4 % para la cosecha a los 25 y 60 días respectivamente. (1)

El contenido de ácido ascórbico de las hojas del Amaranto crudo es de 96 mg/100g. En el cocimiento en un utensilio de hierro un 44% fue perdido y en uno de aluminio un 59%. Esta pérdida en el cocimiento es bastante significativa. El recipiente de hierro ayuda a reducir la pérdida del contenido de ácido ascórbico en un mayor grado y las diferencias entre los dos utensilios a este respecto son estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). (21)

#### 8. VALOR NUTRITIVO

##### 8.1. En Humanos

La semilla de Amaranto es muy rica en proteína (12-16%) y esta aumenta cuando se incrementa fertilizante nitrogenado, también es excepcionalmente alta en lisina, (6.2g/100g). (13)

Se analizaron 23 variedades de hojas verdes comestibles para determinar su contenido de B-Caroteno en las diferentes estaciones del año e indicaron que con la inclusión de 30-50 g. de vegetales de hojas verdes con contenido moderado de Caroteno, un adulto puede satisfacer sus requerimientos de vitamina A. El consumo de 25 grs. de Amaranto por día ha reducido considerablemente la incidencia de decoloración y resecamiento de la conjuntiva, estomatitis y ceguera nocturna. (3)

La disponibilidad de hierro de tres suplementos, un vegetal de hojas verdes (Amaranto), un tónico de hierro (Colliron) y la otra fuente una tableta de hierro a un almuerzo escolar fue estudiado por Devadas sobre un período de 8 meses. En los cuatro grupos de niños se observó un incremento en el nivel medio de hemoglobina; sin embargo,

aquellos que recibieron el suplemento de Amaranto señalaron el incremento más grande (2.04g/100mg) seguidos por aquellos que tomaron el tónico de hierro (1.82g/100mg) y la sal de hierro (1.63g/100ml).

La diferencia en el incremento del nivel de hemoglobina entre aquellos suplementados por el Amaranto y el tónico de hierro no fue importante, mientras que si fue notorio en el nivel de 5% entre el grupo alimentado con sal de hierro. El incremento fue mayor en el grupo que tenía Amaranto como fuente de hierro. (13)

La disponibilidad de hierro de las hojas del *Amaranthus flavus* para niños de escuela primaria, fue influenciada por el calcio y el ácido ascórbico que fue estudiado sobre un período de seis meses. Seis grupos de niños, 14 en cada uno, comparables en edad, sexo, altura inicial, peso y nivel de hemoglobina fueron seleccionados para el estudio. El incremento promedio en los niveles de hemoglobina registrados en los grupos fueron:

#### NIVELES DE HEMOGLOBINA REGISTRADOS EN LOS 6 GRUPOS (13)

Grupos	Niveles de Hemoglobina g/100 ml.
1. Dieta Basal	0.53
2. Dieta basal + Amaranto	1.11
3. Dieta basal + Colliron	0.61
4. Dieta basal + Colliron + Acido Ascórbico	0.79
5. Dieta basal + Colliron + Acido Ascórbico	0.90
6. Dieta basal + Colliron + Calcio + A. Asc.	0.96

El incremento más grande encontrado entre los niños que recibieron el suplemento de las hojas de Amaranto, fue significativo ( $p < 0.01$ ) cuando fue comparado con el grupo control. Sin embargo, las diferencias en el incremento de hemoglobina sanguínea entre los grupos experimentales no fueron significativas, aunque el grupo que recibió hierro,

calcio y ácido ascórbico como suplemento se manifestaron significativos ( $p < 0.05$ ) cuando comparados con el grupo uno (ningún suplemento) el incremento en PCV (volumen de célula empacada) y recuentos de RBC (Glóbulos rojos) registrados por niños en los 6 grupos no fueron estadísticamente significativos. (13)

Las hojas de *Amaranthus flavus* clasificó como el mejor en elevar el nivel nutricional de hierro de los niños de primaria escolar. Ningún suplemento oral de hierro, el Colliron, ni la provisión de cantidades iguales de calcio y ácido ascórbico en la forma de lactato de calcio conjuntamente con el Colliron mejoraron el panorama hematológico tanto como el Amaranto. (13)

Sin embargo, cuando ambos, el calcio y el ácido ascórbico fueron administrados junto con el Colliron, había una marcada diferencia en el panorama hematológico, por lo tanto, indicaron que combinados influyen positivamente la disponibilidad de hierro juntamente con otros nutrientes del *Amaranthus flavus* es de gran significado. (13)

#### 3.2. En Animales

Se han realizado estudios para evaluar el valor alimenticio de las diferentes partes de la planta de Amaranto. Las semillas tienen un valor potencial como fuente de energía y proteína mientras que el follaje puede tener una aplicación como alimento animal. Adicionalmente las especies del Amaranto pueden ser usadas como fuentes de concentrados proteínicos de las hojas (LPC).

Como un estudio preliminar del valor potencial en el Amaranto, Alfalfa y Hierbabuena como alimentos para animales no rumiantes, estas plantas fueron probadas como fuentes proteínicas para las ratas. Una dieta basal proteínica baja con un 10% de caseína fue utilizada, estas plantas fueron

agregadas para proveer un nivel total de 16% de proteína. (25)

Seis ratas machos de 125 g (peso inicial) fueron asignadas a cada tratamiento y se alimentaron con la dieta por 21 días.

COMPOSICION DE LA DIETA DE HARINA DE AMARANTO, ALFALFA Y HIERBABUENA. (25)

Composición de la dieta	% Amaranto	% Alfalfa	% Hierbabuena
Harina Vegetal	47	42	38
Caseína	10	10	10
Mezcla de Minerales	4	4	4
Aceite de Maíz	7	4	4
Sucrosa	32	40	44

Las ganancias en peso en la dieta de las hojas del Amaranto fueron bajas. La dieta no pareció apetecible, confirmado en la observación del comportamiento de los animales y las bajas tomas de alimento diario. Un estimado del contenido de saponinas de las plantas fue realizado usando una prueba de hongos (Trichoderma). Ninguna actividad de saponinas fue detectada en la hierbabuena, la alfalfa tuvo una gran actividad. La cantidad de extracto de la planta requerida para reducir el crecimiento de hongos en un 50% (ED 50) fue de 4.8 para la alfalfa, 1.0 para el Amaranto y de 40 para la hierbabuena. Estas cifras son expresadas en mg. de alimento por ml. de agua. Debido al efecto pronunciado de las saponinas en la apetibilidad y la toma de alimento es muy probable que las saponinas en el Amaranto sean responsables por el bajo crecimiento de las ratas.

Estudios de alimentación, usando conejos han sido reportados; el valor alimenticio de las hojas de Amaranto para los conejos es interesante debido a que estos son adecuados para criarlos en una granja y pueden ser

alimentados con Amaranto que crezca en hortaliza. También toleran las saponinas. (25)

El follaje del Amaranto es capaz de producir grandes cantidades de proteína por acre, haciéndolo un candidato potencial para la producción de LPC. El LPC (concentrado proteínico de la hoja) del Amaranto fue estudiado en el laboratorio Regional de Investigación USDA, en Berkeley. El LPC fue lavado varias veces con agua para remover los metabolitos secundarios de la planta. Muestras del LPC de la Alfalfa preparados de Alfalfa y Saponina alta y baja fueron incluidas para propósitos comparativos. El LPC fue incluido en las dietas de las ratas para proveer un 10% de proteína dietética. Maíz y soya fueron agregados para proveer un 6% de proteína, con un total de 16%. En adición, las dietas contenían un 4% de mezcla vitamínica y un 4% de aceite de maíz. Cinco ratas macho "Long-Evans" de aproximadamente 75 gramos (peso inicial) fueron asignadas a cada tratamiento. Fueron alimentadas ad libitum hasta que todo fue utilizado. El rendimiento del crecimiento de las ratas fue relativamente pobre, comparado con la mayor parte de las muestras de LPC de Amaranto. Las muestras no lavadas dieron un crecimiento pobre, indicando que el lavado remueve los inhibidores del crecimiento. Las ratas alimentadas con dietas que contenían el LPC del Amaranto no lavado desarrollaron abdomen hinchado. (22)

Varias ratas fueron examinadas por un patólogo y ninguna lesión de tejidos fue observada. (22)

CONTENIDO PROTEINICO DEL LPC DE AMARANTO, COMPOSICION DE  
DIETA Y GANANCIA DE PESO EN RATAS. (22)

Fuente de LPC	Composición de Dieta			Datos de las Ratas			GPD%
	Prot. cruda	% de LPC	% de Maíz	% de Harina de Soya	Días de Prueba	Ganancia de Peso	
Maíz-soya		--	69	22	16	8.5	100
A. anclancalius	22.4	44.6	41.4	5	13	5.9	69
A. ascendes	22.5	44.4	41.6	5	16	5.1	60
A. flavus	18.4	54.3	29.7	7	6	4.8	58
A. gangeticus	21.6	46.2	39.8	5	15	4.8	56
A. mantegazzianus	23.4	42.7	43.3	5	12	4.7	55
A. Taiwan 12	22.9	43.7	42.3	5	13	6.1	72
A. cruentus HH1	16.6	60.2	21.8	9	16	1.5	18
A. cruentus HH2	18.1	55.2	27.8	8	8	5.4	66
A. creuntus HH3	16.6	60.2	21.8	9	16	2.6	31
A. hypochondriacus	20.6	48.5	36.5	6	13	4.9	58
A. Taiwan 3	23.6	42.3	44.7	4	13	6.0	71
A. cruentus HH3 (no lavado)	7.6	56.8	26.2	8	13	3.8	45
Mezcla de especies de A. (no lavado)	4.6	68.5	11.5	11	16	2.2	26
Saponina alta de Alfalfa	48.5	20.6	70.4	--	16	5.9	69
Saponina baja de Alfalfa	51.8	19.3	71.7	--	14	6.9	81

GPD= Ganancia de peso diario

Los intestinos estaban hinchados con los alimentos tomados, una explicación posible puede ser que el Amaranto puede contener polisacáridos pobremente digeribles.

El LPC parece tener una calidad muy pobre de compuestos fenólicos. Las muestras que fueron preparadas de varias especies de Amaranto dieron relativamente poca ganancia de peso en las ratas cuando el LPC fue usado como suplemento de la dieta maíz-soya. La presencia de inhibidores de crecimiento solubles en agua se sugiere para la obtención de mejores resultados con las muestras lavadas.

Estos estudios han indicado que mientras las semillas, el follaje y el LPC de las especies de Amaranto son

potenciales como alimentos humanos y de animales, existen sustancias inhibidoras que limitan el rendimiento. Las saponinas, compuestos fenólicos y oxalatos son factores que pueden estar asociados. (22)

#### 9. USOS ACTUALES

Las estadísticas están ausentes tanto para el grano como para el Amaranto vegetal en lo que se refiere a la producción. No existe ningún país que normalmente reporte la producción de grano o de Amaranto vegetal. El Amaranto es agrupado en tales reportes bajo vegetales en general o cultivos de grano, así que no tenemos ninguna estadística de producción para estimar tales producciones.

El cultivo debe ser dividido de acuerdo al uso de la parte vegetal y al uso del grano, ya que las variedades adecuadas a cada uno varían en su área de producción.

En México los granos del Amaranto no son una comida principal, y su uso más común es el de hacer alegrías, un dulce tradicional de grano, como el poporopo, mezclado con un jarabe de azúcar. Ocasionalmente atole, un refresco hecho de grano molido, agua, leche y endulzador. Las alegrías pueden ser compradas en casi todos los mercados locales de México. El grano del Amaranto es también comprado como comida de pájaros. El grano del Amaranto es más caro que el maíz porque es más difícil limpiar la semilla.

El *Amaranthus cruentus* se cree es originario de Guatemala, de donde probablemente se propagó hacia América del Sur en donde es usado como una planta ornamental y un vegetal. En Guatemala el Amaranto se utiliza como un vegetal de hoja.

### 9.1. Hojas

Como un cultivo vegetal, el Amaranto está concentrado en los trópicos poco elevados y con lluvias intensas. Es ampliamente usado como un vegetal de estación caliente en las regiones húmedas de Africa, Indonesia, Nueva Guinea, la Republica Popular de China y en porciones de Sur América. Es usado principalmente para el consumo doméstico en casi todos los países incluyendo a los Estados Unidos. El mercado en la República Popular de China probablemente representa el uso comercial más grande del Amaranto vegetal.

Como un vegetal de hoja, la planta parece tener una vida de corta duración de almacenaje y está sujeta a daños en el transporte. Su mayor ventaja es su calidad excelente como un vegetal de hoja cocida para la producción en una estación caliente, cuando casi todos los vegetales de hoja de estación más fría, no se dan. (28)

### 10. USOS FUTUROS

El interés en los países del tercer mundo en el Amaranto, tanto en el grano como en el vegetal, parece estar constante. En Guatemala el cultivo está siendo reducido en área por algunos de los cultivos nuevos mejorados, para los cuales una tecnología mejorada está disponible y para los cuales existe una demanda comercial más extensa.

Hasta la fecha el interés más grande por el Amaranto, como un cultivo para los países del Tercer Mundo está en México, en donde el potencial de mejorar la dieta mexicana, así como exportación para los Estados Unidos está comenzando a realizarse. (8)

En los Estados Unidos, el Amaranto ha sido conocido por varios años como un cultivo vegetal, pero ha tenido un uso limitado. Existe un gran interés popular que se ha despertado sobre el Amaranto como un grano vegetal. Un número creciente de personas lo están cultivando en sus jardines domésticos. No existe un interés comercial de gran escala en el Amaranto como vegetal, sin embargo, bastantes compañías, en la industria de comidas están muy interesadas en lanzar al mercado el grano del Amaranto. El interés del consumidor parece alto y un mercado aparente está disponible. La falta de producción de los Estados Unidos es el factor principal de limitación para este desarrollo. Se espera que una producción mexicana se desarrolle tecnológicamente para lograr una producción comercial hacia los Estados Unidos. (30)

### III. JUSTIFICACIONES

Unas de las razones por las que se escogió investigar el Amaranto es que puede constituir una nueva fuente alimenticia para los guatemaltecos. Debido a que se desconocen aún muchas de sus diferentes cualidades, es necesario caracterizar y definir su importancia.

Muchas clases de Amaranto son ampliamente usadas como vegetales en la mayoría de climas tropicales húmedos; además el Amaranto tiene un crecimiento rápido con una alta producción de materia seca por unidad de área en un período corto de tiempo.

La producción de Amaranto sería mayor, si se aplicara tecnología en los métodos de siembra y cosecha. Áreas con características geográficas y climatológicas favorables para el cultivo de Amaranto, pero inaccesibles y carentes de métodos modernos de transporte, deberían ser aprovechados para el beneficio de Guatemala.

Conociendo los múltiples beneficios del Amaranto como materia prima, es necesario ampliar y desarrollar su cultivo y manejo para no llegar a la extinción de dicho recurso.

Finalmente se están tratando de diversificar los usos industriales de la planta en orden creciente, según sea la condición económica de la región en donde actualmente se cultiva el Amaranto.

### IV. OBJETIVOS

#### General

1. Determinar la composición química proximal y calidad de proteína de las hojas de dos especies de Amaranto (Amaranthus spp) en 4 distintas épocas de corte.

#### Específicos

1. Conocer el estadio óptimo de las hojas de dos especies de Amaranto (Amaranthus spp) para consumo como alimento.
2. Establecer comparaciones agronómicas entre las especies evaluadas.

## V. HIPOTESIS

1. La composición química proximal, mineral y la calidad de proteína de las hojas de dos especies de Amaranto (*Amaranthus spp*) difiere según el estadio de crecimiento de la planta.
2. Existen diferencias significativas en cuanto al consumo como alimento de las hojas de Amaranto (*Amaranthus spp*) en 4 distintas épocas de corte.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 1. MATERIALES

Los materiales evaluados en la presente investigación fueron los que a continuación se describen:

#### 1.1. *Amaranthus cruentus*

Procedente del área de Sacsuy, municipio de Chimaltenango, es un material considerado como promisorio para consumo humano por su alta producción foliar, sus principales características son las siguientes:

Semilla: color negro, brillante, textura lisa, con un diámetro de 1 mm.

Planta: esta emerge a 9 días después de siembra, florece a los 60 días; presenta una altura de planta a floración de entre 60 y 75 cms., con mucha frondosidad, un tallo de color verde, ramificación simple, área foliar promedio de 26 cms cuadrados, planta con arquitectura erecta, color de raíz rosada y hojas de color verde.-

Inflorescencia: Espiga color verde-rojizo terminal con un tamaño promedio de 10 Cms.

#### 1.2. *Amaranthus caudatus*

Procedente del área de San Raymundo, considerada como promisorio para consumo humano, sus principales características son las siguientes

Semilla: color negro, brillante, lisa, con un diámetro entre 1.0 y 1.5 cms.

Planta: Después de la siembra emerge entre 9 y 10 días, para alcanzar floración necesita entre 50 y 60 días, presenta una altura de planta a floración entre 120 y 130 cms., poca y media frondosidad, tallos color verde y rojo, hojas color verde-rojizo, ramificación simple, área foliar de 223 a 28 cms. cuadrados, color de raíz rosada.-

Inflorescencia: color rojo, tipo espiga en posición axilar terminal y de un tamaño entre 18 y 25 Cms.

## 2. METODOS

### 2.1. METODOS AGRONOMICOS

El ensayo se realizó en la finca experimental de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos de INCAP, situada en la aldea Pachalí, municipalidad de San Juan Sacatepequez, departamento de Guatemala. Localizada a una altura de 1,570 m.s.n.m., 14° 3' latitud, 90° 31' longitud, precipitación pluvial entre 114 y 119 cms.

Suelos de la serie Guatemala, poco profundos, textura franco-arcillosa friable con espesor de 30-50 cms. de profundidad.

A cada especie, a partir del día en que emergió el 70 % de las plántulas y estas alcanzaron una altura entre 25 y 30 cms. se les hicieron cortes con espaciamento de 7 días entre ellos (41, 48, 55 y 62 días después de la siembra) hasta llegar a la floración, siendo cada corte un tratamiento diferente. La unidad experimental la constituyeron tres surcos de tres metros de largo sembrados al chorro, haciéndose el corte en el surco central.

El diseño experimental utilizado en el campo fue de bloques en parcelas divididas, siendo las variables las siguientes:

- dos cultivares, que constituyeron las parcelas mayores
- cuatro cortes, espaciados cada siete días, como parcelas chicas
- cuatro repeticiones, que constituyeron los bloques

Descripción de variables de respuesta

Materia verde bruta = peso de planta completa al momento del corte, expresado en Ton/Ha.

Materia verde neta = peso fresco de hojas y peciños, expresado en Ton/Ha.

Materia seca neta = peso seco de hojas y peciños, expresado en Ton/Ha.

Altura de planta = altura de planta al momento del corte, expresado en centímetros.-

Proporción de hoja = proporción de hojas de la materia verde bruta, expresada como porcentaje de su peso.-

Humedad en fresco = contenido de humedad de la materia verde neta, expresado en porcentaje.-

### 2.2. METODOS QUIMICOS

#### 2.2.1. Preparación de las hojas

El material foliar fue tratado con agua fría para liberar materia extraña y tierra. Luego se cortaron las hojas en pedazos de aproximadamente una pulgada, utilizando un cuchillo de acero inoxidable a fin de evitar el deterioro del color por oxidación de pigmentos en presencia de metales. Dicho material se colocó en bolsas de polietileno y se almacenó en un congelador a cuatro grados centígrados para posteriormente proceder a su secamiento y molienda para obtener harinas. Para cocinar las harinas de las hojas de Amaranto se agregaron 6 - 7 partes de agua por una de Amaranto, cocinándose durante 15 minutos. Luego se secaron en un molino de rodos a una temperatura de 70 grados centígrados y con una velocidad de rodos de 7 RPM.-

### 2.2.2. Análisis químicos

Las harinas de las hojas de amaranto crudo y cocido se sometieron a los siguientes análisis químicos:

-Humedad en fresco: según método de AOAC (2), utilizando un horno de convección mecánica a una temperatura de 60 C.

-Humedad residual: según metodología descrita por AOAC (2), utilizando un horno con vacío de 20-25 pulgadas y una temperatura de 100 grados centígrados.

-Nitrógeno: por el método de Macro-Kjeldahl (2), los resultados se expresan como proteína cruda, (%Nitrógeno x 6.25).-

-Extracto etéreo (2), utilizando extractor Macro Soxhlet y como solvente éter etílico, manteniendo las muestras en reflujo durante 16 horas.-

Fibra cruda: según metodología de AOAC (2), digestión ácida y alcalina, el residuo insoluble es la fibra cruda, utilizando soluciones de ácido sulfúrico 0.255 N y de Hidróxido de sodio 0.313 N.-

Cenizas: según metodología de AOAC (2), calcinando las muestras en una mufla a 500-550 grados centígrados y disolviendo las cenizas en medio ácido.

Hidratos de carbono: obtenidos por diferencia entre 100 y los porcentajes de humedad residual, extracto etéreo, proteína y cenizas.-

-Minerales: calcio, fósforo y hierro, según metodología descrita por AOAC (2).-

Carotenos: esta determinación se realizó basado en carotenos totales por 100 gramos de muestra y de este total el 75 % corresponde a beta-carotenos (2).-

-Oxalatos: método colorimétrico descrito por Burrows (5).-

Fibra neutro-detergente (FND), se basa en la separación de los constituyentes nutricionales solubles y accesibles de los que no son totalmente aprovechables

o que dependen de la fermentación microbiológica para su aprovechamiento. (32).

Contenido celular: expresado como la diferencia de 100 menos la fibra neutro detergente (FND) (32).-

### 2.3. METODOS BIOLOGICOS

El valor proteínico de las harinas foliares crudas y cocidas se determinó mediante un ensayo con ratas en proceso de crecimiento.- La calidad proteínica de las dietas ensayadas fue determinada por el índice de Razón Proteínica Neta (NPR), el cual se define como la ganancia de peso del grupo experimental corregido por la pérdida de peso de otro grupo igual, pero alimentado con una dieta libre de nitrógeno, dividido por la ingesta de proteína (26).-

Se emplearon un total de 128 ratas blancas de raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, de 21 días de edad, asignándose cuatro machos y cuatro hembras por grupo experimental.- Se prepararon ocho dietas basales de Amaranto crudo correspondientes a los cuatro cortes de las dos especies de Amaranto y seis dietas de amaranto cocido correspondientes a los cortes 2, 3 y 4 de cada especie, con un contenido de 10 % de proteína proveniente de Amaranto.- Las dietas contenían entre 38.6 - 50.0 % de harina de hojas de Amaranto, suplementadas con 4 % de sales minerales, 5 % de aceite de algodón, 1 % de aceite de Bacalao y almidón de maíz para completar a 100 % y una solución de vitaminas en 5 ml/100 g de dieta. Además se preparó una dieta control de caseína (11.20 %) y una libre de nitrógeno, (DLN).-

Los animales se alojaron en jaulas individuales de alambre, suministrándoseles tanto el agua como la dieta ad libitum durante todo el tiempo que duró el experimento, diez días para la Razón de Proteína Neta (NPR) y cinco días más para la determinación de Digestibilidad Aparente y Verdadera.-

Las ratas se pesaron el primer, séptimo, décimo y quinceavo día, anotándose su cambio de peso y llevándose también un registro del peso de alimento consumido durante el período.-

Para el cálculo de la razón de proteína neta se utilizó la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso grupo experimental} - \text{Pérdida de peso grupo DLN}}{\text{Proteína ingerida}}$$

Para la cuantificación de la Digestibilidad aparente se utilizó la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{nitrógeno excretado}}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

La digestibilidad verdadera se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Nitrógeno inger.} - (\text{Nitrógeno excret.} - \text{Nitrógeno DLN})}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

#### 2.4. METODOS ESTADISTICOS

Los resultados de campo, análisis químico y biológicos fueron sometidos a análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, tanto entre cortes para cada especie, como total de cortes entre especies.- En los Andevas en que se encontró significancia se hicieron comparaciones de medias através de la prueba de Tuckey, al cinco por ciento de probabilidad.-

##### Modelo estadístico:

El modelo estadístico para el diseño experimental fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + A_j + N_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta observada en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$M$  = efecto de la media general

$B_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque

$A_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor A

$N_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima parcela grande

$B_k$  = efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor B

$AB_{jk}$  = efecto de la interacción

$E_{ijk}$  = error experimental asociado a  $ijk$ -ésima parcela pequeña

## VII. RESULTADOS

### 1. EVALUACION AGRONOMICA

En el cuadro 1 se observa que para el rendimiento de materia verde bruta de la especie caudatus fue altamente significativa la diferencia encontrada entre cortes, el corte 3, a los 55 días después de la siembra fue el mayor, con 14.1 Ton./Ha., formando conjuntamente con los cortes 2 y 4 el grupo estadísticamente superior; para la especie cruentus, el corte 4 fue el de mayor rendimiento, 10.9 Ton./Ha., no encontrándose diferencia estadística significativa entre este y los cortes 3 y 2.- Respecto a rendimiento de materia verde neta se observa que para la especie caudatus el corte 3 es el mayor, 4.1 Ton./Ha., no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre este corte y los cortes 2 y 4; en la especie cruentus el corte 2 es el superior, 3.2 Ton./Ha., no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los cuatro cortes.- Respecto a rendimiento de materia seca en la especie caudatus el corte 3 fue el de mayor rendimiento, 0.7 Ton./Ha., siendo este rendimiento estadísticamente igual al obtenido en los cortes 2 y 4; en la especie cruentus, el corte 3 con un rendimiento de 0.52 Ton./Ha. fue el mayor, siendo estadísticamente igual a los cortes 2 y 4.- Como se observa para todas las variables mencionadas en el cuadro 1 la especie cruentus presenta menores rendimientos que la especie caudatus.-

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para algunas variables agronómicas, respecto a altura de planta se observa que el corte 4 fue el que presentó las mayores alturas en ambas especies, 116 y 91 cms. para caudatus y cruentus respectivamente, en cuanto a proporción de hojas el corte 1 manifestó los mayores porcentajes 44 % para caudatus y 52 % para cruentus; el contenido de humedad

en fresco de ambas especies varió entre 81 y 84 %, siendo diferentes estadísticamente el corte 4 en la especie caudatus y el corte 3 en la cruentus.-

### 2. EVALUACION QUIMICA DE AMARANTO CRUDO

En los cuadros 3 ; 4 se presentan los resultados para la composición químico proximal de las dos especies crudas evaluadas, (A.cruentus y A. caudatus), respectivamente, pudiéndose observar que para el contenido de humedad, extracto etéreo y fibra cruda no se presenta una gran diferenciación entre especies, sin embargo en el contenido de proteína la especie cruentus presenta valores mayores que sobre la especie caudatus, y en ambas especies el contenido de proteína tiende a disminuir con respecto al primer corte, similar tendencia se observa para el contenido de cenizas; el contenido de carbohidratos presenta mayores valores para la especie caudatus, observándose en ambas especies una tendencia a incrementar su contenido a partir del primer corte.-

El contenido de humedad de la especie cruentus en los cuatro cortes varió entre 9.7 y 12.0 % , siendo el corte 2 el mayor, de acuerdo al análisis de varianza. en la diferenciación de medias no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cortes 1, 2 y 4.- El análisis de extracto etéreo presentó el mayor valor en el corte 4 con 3.6 % ; respecto a contenido de fibra cruda no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre cortes, siendo el corte 2 el de mayor valor.- En cuanto a proteína, los resultados del anévea fueron altamente significativos, se observa que el corte 1 fue el mayor con 29.2 %, y conjuntamente con el corte 2 forman el grupo estadísticamente superior.- Para cenizas, el corte 1 fue el mayor, 21.0%, y conjuntamente con el corte 2 forman

un grupo estadísticamente igual.- Se observaron diferencias altamente significativas entre cortes en cuanto al contenido de carbohidratos, el corte 3 es el mayor, 45.2 % y es seguido por el corte 4 con 43.9 %, ambos en el mismo grupo.-

Para la especie caudatus, el contenido de humedad varió entre 12.1 y 10.1 %, , sin embargo no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre cortes.- Asimismo, para el análisis de extracto etéreo no se obtuvieron diferencias, siendo el corte 1 el que presenta el mayor contenido.- El corte 4 fue el que presentó el mayor contenido de fibra cruda, 14.4 %, no observándose diferencia significativa entre este y los cortes 1 y 2.- El contenido de proteína varió entre 25.5 y 22.4, estando formado el grupo estadísticamente superior por los cortes 1, 2 y 4.- El análisis de varianza mostró ser altamente significativo en cuanto al contenido de cenizas, con un valor de 18.5 % para el corte 1, no encontrándose diferencias entre este y el corte 3.- Para carbohidratos el corte 2 fue el mayor, 48.2 %, donde conjuntamente con los cortes 3 y 4 forman el grupo estadísticamente superior.-

Respecto al contenido de minerales, carotenos, oxalatos y fibra en los cuadros 5 (A. cruentus) y 6 (A. caudatus) se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los cortes, puede observarse que para calcio y fósforo no existen diferencias entre especies, manifestándose en fósforo una tendencia a disminuir a partir del primer corte; el contenido de hierro de la especie cruentus presenta valores mayores que en la especie caudatus; para carotenos, oxalatos, fibra neutro detergente y contenido celular no se observa diferenciación en el contenido entre las dos especies, en fibra neutro detergente se observa una tendencia a incrementarse a partir del primer corte en ambas especies, mientras que para el porcentaje de contenido celular la tendencia es inversa.-

Al considerar cada una de las especies, puede verse que para la especie cruentus el contenido de calcio muestra diferencias altamente significativas entre cortes, siendo el corte 2 el de mayor contenido, 2705 mg/100 g de muestra.- En cuanto a contenido de fósforo, el corte 1 con un valor de 792 mg/100 g. de muestra fue el mas alto, y conjuntamente con el corte 2 forman el grupo superior.- Para hierro no se encontró diferencias significativas, el corte 3 fue el mayor con 218 mg.- En carotenos, el mayor valor corresponde al corte 4, 34 mg, entre los cortes 1, 2 y 4 no se manifiestan diferencias.- Se encontraron valores entre 5.5 y 4.0 g de oxalatos entre los cortes, y el corte 2 fue el mayor, no habiendo diferencias entre todos los cortes.- En lo relativo a contenido de fibra neutro-detergente el mayor valor le corresponde a los cortes 3 y 4 con 51 g cada uno, estos conjuntamente con el corte 2 forman el grupo superior.- En cuanto al contenido celular el corte 1 fue el mayor, 61 g, siendo este corte el único que forma el grupo estadísticamente superior.-

Para la especie caudatus, en lo que se refiere a contenido de calcio el análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas, donde el mayor valor le corresponde al corte 4, 2486 mg/100 g de muestra. Para contenido de fósforo, el grupo estadísticamente superior lo forman los cortes 1 y 2, con 623 y 584 mg/100 g de muestra respectivamente.- Los resultados del análisis de hierro variaron entre 108.8 y 159.7 mg/100 g de muestra, y únicamente el corte 2 fue estadísticamente diferente.- Entre cortes no se encontró diferencias estadísticamente significativas para contenido de carotenos, siendo el corte 1 el mayor, 31.6 mg/100 g de muestra.- Respecto a contenido de oxalatos, el corte 2 fue el mayor con 5.5 g/100 g de muestra, siendo estadísticamente igual a los cortes 1 y 3.-

El contenido de fibra neutro-detergente mostró diferencias altamente significativas entre cortes, y los cortes 3 y 4 fueron los superiores con 49 y 46 g/100 g de

muestra respectivamente.- En cuanto al contenido celular también fueron altamente significativas las diferencias entre cortes, el corte 2 fue el mayor, 57 g/100 g. de muestra, y únicamente el corte 3 fue diferente.-

### 3. EVALUACION BIOLOGICA DE AMARANTO CRUDO

Los resultados de la evaluación biológica del amaranto obtenido en los diferentes cortes se presenta en los cuadros 7 y 8 para las especies cruentus y caudatus respectivamente; al comparar las dos especies puede observarse que la especie cruentus cruda presenta mayores valores de alimento ingerido, aumento de peso, NPR, digestibilidad aparente y verdadera, asimismo también presenta menores porcentajes de mortalidad que la especie caudatus cruda.-

Respecto a alimento ingerido en la especie cruentus cruda el material proveniente del corte 1 es el que presenta el mayor valor, 69 g., en la comparación de medias no se detectaron diferencias entre los cortes 1, 2 y 3.- En aumento de peso no se encontraron diferencias significativas, siendo el corte 1 el que presenta el mayor valor ó g.- Se detectaron diferencias altamente significativas en cuanto a la Razón Proteínica Neta (NPR), los cortes 1, 2 y 3 forman el grupo superior con valores de 1.9, 1.4 y 0.9 respectivamente.- Similar conformación del grupo estadísticamente superior se obtuvo respecto a digestibilidad aparente, y donde los cortes presentan valores de 66, 66 y 25 % respectivamente.- Para digestibilidad verdadera no se encontraron diferencias estadísticas significativas, correspondiendo el mayor valor al corte 2, 69 %.- El porcentaje de mortalidad fué de 0% para los cortes 1 y 2 y de 38 y 75 % para los cortes 3 y 4 respectivamente.-

Los resultados de la evaluación biológica de la especie caudatus crudo muestran que para alimento ingerido no existen diferencias significativas entre cortes, el corte 2 fué el más alto con 26 g.- En cuanto a aumento de peso el corte 1 fue el mayor con 3 g, no detectandose diferencias entre cortes.- El corte 2 fué el mayor para la Razón Proteínica Neta, 1.0.- Para digestibilidad aparente y verdadera el corte 2 fué el de mayor valor, 27 y 28 % respectivamente.- Para todos los cortes existió una alta mortalidad, en el corte 1, 50 %, en el corte 2, 38% y en los cortes 3 y 4, 88 % para cada uno.-

### 4. EVALUACION QUIMICA DE AMARANTO COCIDO

Para la especie cruentus cocida, cuadro 9, el contenido de humedad varió entre 8 y 11 % siendo el corte 3 el mayor.-Para contenido de extracto etéreo se encontró una alta significancia entre cortes, donde el corte 2 presentó el mayor contenido, 3.7%.- Para fibra cruda el corte 2 fue el mayor con 14.1 %.- El análisis de varianza también mostró diferencias entre cortes en cuanto a contenido de proteína, y el corte 1 con 30.7 % fue el mayor.- El contenido de cenizas varió entre 18.0 y 20.2 %, el corte 2 fue el mayor.- Se encontró alta significancia en cuanto al contenido de carbohidratos, el corte 3 con 43.3 % fue el mayor.-

Para la especie caudatus cocida los resultados se encuentran en el cuadro 10, observándose que para humedad los valores variaron entre 8.7 y 11.0 %, el mayor valor le corresponde al corte 2.- Para contenido de extracto etéreo el mayor valor corresponde al corte 4 con 3.7 %.- Respecto a contenido de fibra cruda el corte 2 fue el mayor, 14.9 %.- El contenido de proteína varió entre 22.9 y 26.5 %, siendo el corte 1 el mayor.- Para cenizas el corte 1 es el de

mayor contenido con 19.5 %.- Para carbohidratos el corte 3 fué el mas alto con un contenido de 45.4 %.- En todos los casos anteriores se encontraron diferencias altamente significativas entre cortes.-

En el cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a contenido de minerales, carotenos, oxalatos y fibra para la especie cruentus cocida. Respecto a contenido de calcio puede observarse que el corte 4 obtuvo el mayor valor con 2818 mg/100 g de muestra.- En fósforo el mayor valor fue para el corte 1, 836 mg/100 g de muestra.- Para hierro el mayor valor corresponde al corte 2, con 331.8 mg/100g de muestra.- Para carotenos el corte 1 fue el mayor con 12 mg/100 g de muestra.- Para oxalatos el corte 3 fue el mayor con 3.5 %.- Respecto a fibra neutro detergente el corte 1 con 42 % fue el mayor.- En contenido celular el corte 4 con 64 % presentó el mayor valor.-

Los resultados para la especie caudatus cocida se presentan en el cuadro 12, observándose que para contenido de calcio el corte 3 con 2589 mg/100 g de muestra es el mayor.- En cuanto al contenido de fósforo corresponde al corte 1 el valor mas alto con 719 mg/100 g de muestra.- El corte 1 con 244.2 mg/100 g de muestra fue el mayor en contenido de hierro.- Los carotenos se presentan en mayor cantidad en el corte 1 con 20 mg/100 g de muestra.- Para oxalatos el corte 4 con 5.4g/100 g de muestra fue el mayor.- Respecto a fibra neutro detergente los cortes 2 y 3 fueron los mayores con 38 % cada uno.- En cuanto a contenido celular el corte 4 con 65 % fue el mayor.

##### 5. EVALUACION BIOLÓGICA DE AMARANTO COCIDO

Los resultados de la evaluación biológica de la especie cruentus cocida pueden observarse en el cuadro 13. En cuanto a alimento ingerido el mayor consumo de alimento

corresponde al corte 3 con 56 g. no mostrándose diferencia significativa entre cortes.- Respecto a aumento de peso el mayor aumento corresponde al corte 4 con un promedio de 3 g. no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre cortes.- No se detectaron diferencias altamente significativas en cuanto a la Razón Proteínica Neta (NPR), el mayor valor lo presenta el corte 4 con 1.3.- La digestibilidad aparente para el corte 3 con 55% fue la mayor no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre cortes.- El mayor valor de digestibilidad verdadera corresponde al corte 3 con 57 %.- En estas dietas se presentó un porcentaje de mortalidad de 12.5% en todos los cortes.

En el cuadro 14 se presentan los resultados de la evaluación biológica de la especie caudatus cocida observándose que el mayor valor de alimento ingerido fue para el corte 3 con 68 g. no encontrándose diferencias entre cortes.- En cuanto a aumento de peso se encontraron diferencias significativas entre cortes, siendo el corte 2 el mayor con 4 g, de aumento, las dietas de los cortes 3 y 4 presentaron valores negativos.- El análisis de varianza no fue significativo para la Razón Proteínica Neta (NPR), siendo el corte 2 el que presenta el NPR mas alto, 1.1.- Respecto a digestibilidad aparente los valores fluctuaron entre 35 y 61 % siendo el corte 3 el mayor.- En lo que se refiere a digestibilidad verdadera el análisis de varianza no fue significativo y el corte 3 fue el mayor con 63 %.- Respecto a mortalidad se observa que únicamente para las dietas de los cortes 2 y 4 se manifiesta un 25 % de mortalidad.

CUADRO 1  
RENDIMIENTOS DE MATERIA VERDE BRUTA, MATERIA VERDE NETA Y  
MATERIA VERDE SECA NETA DE DOS ESPECIES DE AMARANTO, EN  
CUATRO EPOCAS DE CORTE. (en Ton/Ha.)

CORTE	MATERIA VERDE BRUTA		MATERIA VERDE NETA		MATERIA SECA NETA	
	cauda.*	crue.*	cauda.*	crue.*	cauda.*	crue.*
1	5.8 b	3.9 b	2.4 b	2.0	0.40 b	0.30 b
2	11.0 a	7.7 a	4.0 a	3.2	0.65 a	0.48 a
3	14.1 a	8.3 a	4.1 a	3.0	0.70 a	0.52 a
4	13.0 a	10.9 a	2.8 a	2.9	0.53 a	0.47 a

\* cauda = A. caudatus, crue = A. cruentus  
CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES SIEMBRA

CUADRO 2  
ALTURA DE PLANTA, PROPORCION DE HOJA Y HUMEDAD EN FRESCO DE  
DOS ESPECIES DE AMARANTO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE

CORTE	ALTURA DE PLANTA (cms)		PROPORCION DE HOJA (%)		HUMEDAD EN FRESCO (%)	
	cauda.*	crue.*	cauda.*	crue.*	cauda.*	crue.*
1	38 c	30 c	44 a	52 a	83 a	84 a
2	55 c	51 b	38 a	41 b	83 a	84 a
3	81 b	63 b	29 b	36 c	84 a	82 b
4	116 a	91 a	22 c	27 d	81 b	83 a

\* cauda = A. caudatus, crue = A. cruentus  
CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES SIEMBRA

CUADRO 3  
COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE A. cruentus CRUDO, EN CUATRO  
EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	HUME- DAD	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA	PROTEINA	CENIZAS	CARBO- HIDRATOS
1	11.5a	3.1a	13.5	29.2a	21.0a	35.2c
2	12.0a	3.4a	14.6	26.9b	20.0a	37.6b
3	9.7b	2.9a	14.1	24.1c	18.1b	45.2a
4	10.7a	3.6a	13.0	24.3c	17.5c	43.9a

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 4  
COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE A. caudatus CRUDO, EN CUATRO  
EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	HUME- DAD	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA	PROTEINA	CENIZAS	CARBO- HIDRATOS
1	12.1a	3.5	14.3a	25.5a	18.5a	40.4b
2	10.1b	3.2	13.9a	23.7a	14.7c	48.2a
3	10.6b	3.1	12.5b	22.4b	17.3a	46.6a
4	10.3b	3.1	14.4a	23.8a	16.7b	46.1a

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 5

CONTENIDO DE MINERALES, CAROTENOS, OXALATOS Y FIBRA DE  
A. cruentus CRUDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	CALCIO *	FOSFORO *	HIERRO *	CARO- TENOS*	OXALA- TOS**	FND **	CONTEN. CELULAR**
1	2364a	792a	194.5	31a	5.4a	38.9b	61.1a
2	2705a	733a	193.8	28a	5.5a	46.8a	53.2b
3	2342a	571b	218.2	27b	4.6a	50.8a	49.2b
4	2422a	514c	171.6	34a	4.0a	51.2a	48.8b

FDN = FIBRA NEUTRO DETERGENTE

\* = EXPRESADO EN MILIGRAMOS

\*\* = EXPRESADO EN GRAMOS

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 6

CONTENIDO DE MINERALES, CAROTENOS, OXALATOS Y FIBRA DE  
A. caudatus CRUDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	CALCIO *	FOSFORO *	HIERRO *	CARO- TENOS*	OXALA- TOS**	FND **	CONTEN. CELULAR**
1	2286a	623a	159.7a	31	5.4a	43.4b	56.6a
2	2222a	584a	108.8b	30	5.5a	42.6b	57.4a
3	2337a	512b	141.9a	30	5.1a	49.2a	50.8b
4	2486a	494c	147.3a	30	3.1b	46.0a	54.0a

FDN = FIBRA NEUTRO DETERGENTE

\* = EXPRESADO EN MILIGRAMOS

\*\* = EXPRESADO EN GRAMOS

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 7

EVALUACION BIOLOGICA DE A. cruentus CRUDO, EN  
CUATRO EPOCAS DE CORTE

CORTE	ALIMENTO INGERIDO g.	AUMENTO DE PESO g.	NPR	DIGEST. APAREN. %	DIGEST. VERDAD. %	MORTALIDAD %
1	69	6	1.9	66	68	0
2	65	1	1.4	66	69	0
3	33	3	0.9	25	27	38
4	6	1	0.3	6	6	75
CASEINA	117	42	4.2	94	96	0

NPR = RAZON DE PROTEINA NETA

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 8

EVALUACION BIOLOGICA DE A. caudatus CRUDO, EN CUATRO EPOCAS  
DE CORTE

CORTE	ALIMENTO INGERIDO g.	AUMENTO DE PESO g.	NPR	DIGEST. APAREN. %	DIGEST. VERDAD. %	MORTALIDAD %
1	23	3	0.7	17	18	50
2	26	2	1.0	27	28	38
3	3	1	0.1	2	2	88
4	2	1	0.1	2	2	88
CASEINA	117	42	4.2	94	96	0

NPR = RAZON DE PROTEINA NETA

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 9  
COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE A. cruentus COCIDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	HUME- DAD	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA	PROTEINA	CENIZAS	CARBO- HIDRATOS
1	8.0	3.1	12.8	30.7	19.2	39.0
2	10.2	3.7	14.1	26.6	20.2	39.3
3	11.0	3.1	13.7	24.6	18.0	43.3
4	9.8	3.4	13.0	25.5	18.9	42.4

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 10  
COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE A. caudatus COCIDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	HUME- DAD	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA	PROTEINA	CENIZAS	CARBO- HIDRATOS
1	8.7	3.4	14.0	26.5	19.5	41.9
2	11.0	3.5	14.9	24.5	18.0	43.0
3	10.4	3.0	12.8	23.0	18.2	45.4
4	10.3	3.7	13.0	22.9	18.5	44.6

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 11  
CONTENIDO DE MINERALES, CAROTENOS, OXALATOS Y FIBRA DE A. cruentus COCIDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	CALCIO *	FOSFORO *	HIERRO *	CARO- TENOS*	OXALA- TOS**	FND **	CONTEN. CELULAR**
1	2126	836	199.5	12	1.9	42	58
2	2552	789	331.8	10	1.8	40	60
3	2395	692	237.1	8	3.5	39	61
4	2818	684	234.5	6	3.2	36	64

FND = FIBRA NEUTRO DETERGENTE  
\* = EXPRESADO EN MILIGRAMOS  
\*\* = EXPRESADO EN GRAMOS

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 12  
CONTENIDO DE MINERALES, CAROTENOS, OXALATOS Y FIBRA DE A. caudatus COCIDO, EN CUATRO EPOCAS DE CORTE (en %)

CORTE	CALCIO *	FOSFORO *	HIERRO *	CARO- TENOS*	OXALA- TOS**	FND **	CONTEN. CELULAR**
1	2303	719	244.2	20	2.0	37	63
2	2322	669	223.9	19	2.0	38	62
3	2588	650	229.4	15	3.6	38	62
4	2099	633	216.0	10	5.4	35	65

FND = FIBRA NEUTRO DETERGENTE  
\* = EXPRESADO EN MILIGRAMOS  
\*\* = EXPRESADO EN GRAMOS

CORTE 1 = 41 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 13  
EVALUACION BIOLOGICA DE *A. cruentus* COCIDO, EN  
TRES EPOCAS DE CORTE

CORTE	ALIMENTO INGERIDO g.	AUMENTO DE PESO g.	NPR	DIGEST. APAREN. %	DIGEST. VERDAD. %	MORTALIDAD %
2	55	1	1.0	47	50	12.5
3	56	1	1.0	55	57	12.5
4	55	3	1.3	45	46	12.5

NPR = RAZON DE PROTEINA NETA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 14  
EVALUACION BIOLOGICA DE *A. caudatus* COCIDO, EN  
TRES EPOCAS DE CORTE

CORTE	ALIMENTO INGERIDO g.	AUMENTO DE PESO g.	NPR	DIGEST. APAREN. %	DIGEST. VERDAD. %	MORTALIDAD %
2	50	4	1.1	35	37	25
3	68	-3	0.8	61	63	0
4	36	-5	0.2	38	40	25

NPR = RAZON DE PROTEINA NETA  
CORTE 2 = 48 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 3 = 55 DIAS DESPUES DE SIEMBRA  
CORTE 4 = 62 DIAS DESPUES DE SIEMBRA

CUADRO 15  
CONSUMO PROMEDIO DE OXALATOS, FIBRA CRUDA Y CENIZAS EN  
LAS DIETAS DE AMARANTO CRUDO Y COCIDO (grs.)

DIETA	VARIEDAD	PROCESO	CORTE	OXALATOS	FIBRA C.	CENIZAS
1	crue.*	CRUDO	1	1.45	3.62	15.21
2	cauda.*	CRUDO	1	2.00	5.29	10.15
3	crue.*	CRUDO	2	1.50	4.07	8.21
4	cauda.*	CRUDO	2	1.56	3.95	6.61
5	crue.*	CRUDO	3	1.66	5.10	9.70
6	cauda.*	CRUDO	3	2.30	5.63	11.39
7	crue.*	CRUDO	4	1.18	3.83	7.72
8	cauda.*	CRUDO	4	0.67	3.11	5.45
9	crue.*	COCIDO	2	0.53	4.15	8.76
10	cauda.*	COCIDO	2	0.80	5.94	10.47
11	crue.*	COCIDO	3	1.14	4.48	8.75
12	cauda.*	COCIDO	3	1.20	4.25	8.79
13	crue.*	COCIDO	4	0.99	4.01	8.66
14	cauda.*	COCIDO	4	1.64	3.94	8.10

\* crue = *A. cruentus*, cauda = *A. caudatus*

## VIII. DISCUSION

### 1. EVALUACION AGRONOMICA

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que para rendimiento de materia verde existe una respuesta correlacionada positivamente con las fechas de corte, sin embargo, en las dos especies los mayores rendimientos se obtuvieron en diferente corte, lo cual podría deberse a una diferencia en el ciclo vegetativo así como en características morfológicas de la planta, ya que la especie caudatus al momento de los cortes presentó hojas y tallos más grandes que la especie cruentus, reflejándose esto también en el rendimiento de materia verde neta y materia seca neta. Los rendimientos obtenidos se encuentran dentro del rango de los obtenidos por otros autores (1).

De las otras características evaluadas en estas dos especies, tales como altura de planta y proporción de hoja, para altura de planta el crecimiento presenta una respuesta correlacionada positivamente con las fechas de corte; la especie caudatus presenta mayores alturas que la especie cruentus, esto también puede deberse a una diferenciación en el ciclo vegetativo de cada una de las especies. Sin embargo, respecto a proporción de hoja, la especie cruentus presentó mayores valores que la especie caudatus observándose en ambas especies una disminución en proporción conforme se retardaba la fecha de corte, esto se considera pueda ser debido a que se presentaba un crecimiento vegetativo de tallos y ya no de hoja.

### 2. EVALUACION QUIMICA DEL AMARANTO CRUDO

Respecto a la composición química proximal para la especie cruentus puede observarse que el contenido de humedad, proteína y ceniza tiende a disminuir con la época

de corte sin embargo el contenido de carbohidratos tiende a incrementarse. Dichos valores se encuentran dentro de los valores reportados por otros autores. Para la especie caudatus se presentan las mismas tendencias como la especie anterior pero no tan claramente definidas.

De acuerdo a los anteriores resultados podría considerarse que el material seco proveniente de estas especies podría representar alguna importancia nutricional como fuente de fibra, minerales y carbohidratos. Sin embargo su consumo actual es como material en fresco lo que diluye grandemente la concentración de dichos nutrientes.

Respecto a minerales el mayor aporte en estas dos especies es en cuanto al contenido de calcio y fósforo. Sin embargo el fósforo parece ser afectado por la fecha de corte, ya que a fechas de corte más tardías su contenido es menor.

En cuanto a su contenido de hierro a pesar que se presenta una ligera tendencia a disminuir con la época de corte esta no es significativa.

Como fuente de carotenos ambas especies tienden a presentar las mismas características, no pareciendo haber diferencias entre la época de corte con respecto al contenido de carotenos. La misma tendencia puede observarse para el contenido de oxalatos.

Al efectuar una descomposición de la fibra por su contenido de fibra neutro detergente y contenido celular la tendencia es a aumentar la primera y a disminuir la segunda según se prolongue la época de corte.

### 3. EVALUACION BIOLOGICA DE AMARANTO CRUDO

Al efectuar la evaluación biológica de la proteína de estas dos especies en cada uno de los cortes se observa que el valor biológico de ésta proteína es bastante bajo, presentando valores menores del 50% de una dieta de caseína. Así mismo puede verse que conforme se prolonga la época de corte la calidad de la proteína tiende a disminuir. También se observa que la especie caudatus presenta valores inferiores que la especie cruentus. Las mismas tendencias se presentan para los valores de digestibilidad. Respecto a porcentaje de mortalidad de los animales bajo estudio, la especie caudatus presenta valores mas altos que la especie cruentus en cada uno de los cortes, sugiriendo esto que la especie caudatus contiene mayor contenido de factores antinutricionales los cuales no fueron determinados en éste trabajo.

### 4. EVALUACION QUIMICA DEL AMARANTO COCIDO

En vista de que esta especie es consumida cocinada, se determinó la composición química proximal y de minerales en material convertido a cocción.

Observandose que los cambios y tendencias no fueron significativas con respecto al material crudo.

Para contenido de carotenos y oxalatos se observo una disminución en su composición como un efecto de la cocción ya que éstos son afectados por el proceso térmico o por solubilización en medio acuoso respectivamente.

### 5. EVALUACION BIOLOGICA DEL AMARANTO COCIDO

Respecto a la evaluación biológica los materiales tienden a presentar valores de calidad de proteína un poco superiores a los del material crudo, así mismo la digestibilidad presenta la misma tendencia.

Como un efecto de la cocción los valores de mortalidad disminuyeron en las dietas de ambas especies en todos los cortes observandose también que la especie caudatus presenta valores superiores de mortalidad, que la especie cruentus, los resultados anteriores se consideran debido a que durante el proceso de cocción pueden ocurrir pérdidas de factores antinutricionales lo cual hace que la proteína y digestibilidad sean mayores y que la mortalidad disminuya.

### 6. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL EFECTO DE LA COMPOSICION DE LAS DIETA SOBRE LA MORTALIDAD DE LAS RATAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.

En base al porcentaje de Amaranto de cada dieta y del consumo de éstas por cada rata, se estimó la ingestión de oxalatos, fibra cruda y cenizas (Cuadro 15) considerando en éstas últimas un 4% de sales minerales que se le agregó a cada dieta. No se sabe con exactitud que fué lo que causó la mortalidad de los animales en estudio, pero se piensa que podría ser uno de éstos tres elementos.

Se determinó la ecuación múltiple, utilizando la instrucción REGRESSION, método ENTER del paquete estadístico

SPSS/PC+ teniendo como variable dependiente mortalidad y como variables independientes el contenido de oxalatos, fibra cruda y cenizas.

Se observó una tendencia positiva del efecto del contenido de fibra cruda. El contenido de cenizas y oxalatos presentaron una tendencia negativa en las dietas de Amaranto crudo.

En las dietas de Amaranto cocido se observó el mismo comportamiento; el contenido de fibra cruda con una tendencia positiva y cenizas y oxalatos una tendencia negativa.

Al efectuarse el análisis de regresión lineal entre mortalidad con contenido de oxalatos, fibra cruda y cenizas, se observó que en las dietas crudas los coeficientes de regresión no fueron estadísticamente significativos. En el contenido de oxalatos fue de  $r: -0.069$ , el de cenizas  $r: -0.42$  y el de fibra cruda  $r: 0.15$ .

En las dietas de Amaranto cocido no fueron estadísticamente significativos los coeficientes de regresión en las tres variables evaluadas, en oxalatos fue de  $r: 0.13$ , en fibra cruda  $r: 0.41$  y en cenizas  $r: 0.28$ .

Los efectos del proceso de cocción sobre la mortalidad de ratas durante el período experimental tuvo una

tendencia negativa, es decir el proceso de cocción disminuyó la tasa de mortalidad de las ratas.

También es necesario mencionar que en el presente estudio no se analizó el contenido de nitratos de las muestras. Pero se han reportado en otros estudios que partes vegetativas de Amaranto pueden contener altos niveles de nitrato y han tenido implicaciones en numerosos casos de envenenamiento del ganado (19).

El nitrato inorgánico no es especialmente tóxico, pero reducido a nitrito es potencialmente más tóxico porque oxida a la hemoglobina a metahemoglobina y reduce su capacidad para transportar oxígeno (27).

El Amaranto, como todas las plantas de rápido crecimiento, requiere y absorbe grandes cantidades de nitratos, ya que es necesario para la síntesis de proteína y a partir de esto surge una controversia entre reportes que mencionan la planta como tóxica y los que la mencionan como de gran utilidad (9).

5. Al comparar ambas especies se demostró que la especie *A. cruentus* cruda y cocida es químicamente superior a la *A. caudatus* ya que conjuga en todos los cortes mayor concentración de proteína, calcio, fósforo, hierro y contenido celular y menor contenido de fibra cruda y carbohidratos.
6. En la evaluación biológica se observa que conforme se prolonga la época de corte la calidad de la proteína cruda tiende a disminuir, siendo la especie *A. cruentus* superior a la *caudatus*.
7. Como un efecto de cocción los valores de mortalidad disminuyeron en las dietas de ambas especies en los cuatro distintos cortes.
8. El valor biológico se considera satisfactorio hasta 48 días después de la siembra (2do. corte) ya que a partir de los 55 días (3er. corte) los valores de Razón Proteínica Neta (NPR), digestibilidad aparente y verdadera y mortalidad varían sensiblemente en un sentido negativo.
9. En términos generales la época en que se obtienen mayores rendimientos de materia verde, mejor calidad química y biológica en la especie

A. cruentus es a los 41 días después de la siembra  
(2do. corte).

#### XI. RECOMENDACIONES

1. Identificar los elementos tóxicos que causaron mortalidad de las ratas, aun y cuando se trataba de Amaranto con cocción de 15 minutos.
2. Preparar dietas para ratas con distintos porcentajes de harinas de hojas de Amaranto con mayor tiempo de cocción que el de 15 minutos (para observar el comportamiento de los elementos tóxicos) mezclados con harina de maíz, para evaluar la calidad proteínica de estas preparaciones.
3. Dado el potencial nutricional de las hojas de Amaranto, sería de gran importancia desarrollar investigación en la caracterización de su proteína.
4. Evaluar sensorialmente diferentes formas de preparación de Amaranto vegetal cocido, para aumentar aceptación en la población guatemalteca.
5. Debido al bajo costo, fácil propagación y contenido de proteína, carotenos y minerales de la hoja de Amaranto se recomienda como un alimento de gran potencial nutricional, por lo que es necesario promocionar su consumo en la dieta de la población guatemalteca.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, M.A.: EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN TRES DIFERENTES EPOCAS DE CORTE. TESIS (INGENIERO AGRONOMO), UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA. GUATEMALA, 1985. 48 pp.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, WASHINGTON D.C., OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE A.O.A.C. 11th. ED. WASHINGTON D.C., 1970.
3. BEGUM, A.; PEREIRA, S.M. THE BETACAROTENE CONTENT OF INDIAN EDIBLE GREEN LEAVES. TROP. GEOG. MED. 29:47-50, 1979.
4. BRESSANI, R.; ELIAS, L.G.: LOS POTENCIALES DE PROCESAMIENTO Y UTILIZACION DE LAS HORTALIZAS Y FRUTOS EN LA DIETA HUMANA; MEMORIA XXIV, SAN SALVADOR, EL SALVADOR C.A.: REUNION ANUAL DEL PCCMCA; VOL. III; H10/5; 1978.
5. BURROWS, S.A. COLORIMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF OXALATE. ANALYST 75:80-84; 1950.
6. CARLENS, O. BERLINER TIERAERZTL. WOCHENSCHR. 42:713; 1927.
7. CASTANEDA, C.L.; SUAREZ, R.G.; VALDEZ, L.A.: EVALUACION DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) COMO HORTALIZA EN COMPARACION CON LA ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) cv. Viroflay; MEMORIAS DEL COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO, QUERETARO, MEXICO; 1987.
8. CASTETTER, E.F.; UNDERHILL, R.M. THE ETHNOBIOLOGY OF THE PAPAGE INDIANS. UNIV. OF NEW MEXICO BULL. BIOL. SER. 4(3) : 1-84; 1935.
9. CERVANTES S. J.M. 1982.: EVALUACION NUTRICIONAL DE ALEGRIA (*Amaranthus hypochondriacus* L.) COMO ALIMENTO PARA RUMIANTES. TESIS. M. EN C.C.P. CHAPINGO, MEXICO; MEMORIAS DEL COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO, QUERETARO, MEXICO; 1987
10. DE LEON, Z.H.; PREPARACION Y EVALUACION QUIMICA Y BIOLOGICA DE ALGUNAS PROTEINAS DE ORIGEN FOLIAR; U.S.A.C.; GUATEMALA; 31-32; 1966.
11. DENTON, A.; PROCEEDING OF THE SECOND AMARANTH CONFERENCE RODALE PRESS, INC; p.p. 22-29; 1979.
12. DEVADAS, R.P.; CHADRASEKHAR, U.; KUMARI, K.S. AVAILABILITY OF IRON FROM *Amaranthus* COOKED IN TWO DIFFERENT UTENSILS. INDIAN J. NUTR. DIETET. 10:223; 1973.
13. DEVADAS, R.P.; SUCHETA, P.; SUNDARI, K.; THE EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF RURAL SCHOOL LUNCH PROGRAMME WITH GREEN LEAFY VEGETABLES ON THE NUTRITIONAL STATUS OF CHILDREN. INDIAN J. NUTR. DIETET.; 8:201; 1971.
14. EDEMA, A.A.O.; FAKOREDE, M.A.B. FIRST ANNUAL CONF. HORTIC. SOC. NIGER. PROC.; IBADAN, NIGERIA; 1978.
15. ENYI, B.A.C. NIGERIA AGRICULTURAL JOURNAL; 2:35; 1965.
16. GRUBBEN, G.J.A. CULTIVATION OF AMARANTH AS A TROPICAL LEAF VEGETABLE. DEPT. OF AGRI. RES.; ROYAL TROPICAL INSTITUTE; AMSTERDAM. COMMUN. 67; 1976.
17. HAUPTLI, HOLLY. GERM PLASM RESOURCES AND NOTES ON THE EVOLUTIONARY ORIGINS OF *Amaranthus* IN CENTRAL AND SOUTH AMERICA. PROC. SECOND AMARANTH SEMINAR; 1979 SEPTEMBER 14; MAXATAWNY, PA.
18. HEITMANN, H.; OYARZUM, S.E., COMFREY FOR SWINE. CALIFORNIA AGRICULTURE (JANUARY) 1971.
19. HILL, M.R. AND P.D. RAWATE. 1982: EVALUATION OF FOOD POTENTIAL, SOME TOXICOLOGICAL ASPECTS AND PREPARATION OF A PROTEIN ISOLATE. FROM THE AERIAL PART OF AMARANTH (Pigweed) J. AGRIC. FOOD CHEM. VOL 30 MEMORIAS DEL COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO, QUERETARO, MEXICO; 1987.
20. KOGBE, J.O.S. NIGERIA AGRICULTURAL JOURNAL; 13:84; 1978.
21. LAL, S.B.; MITRA, A.B. NUTRITIVE VALUE OF BIHAREE COOK FOOD PRESERVATION. INDIAN J. MED. GAZ. LLVII:172-174; 1952.
22. LEXANDER, K.; CARLSSON, R.; SCHALEN, V.; SIMONSSON, A.; LUHDBORG, T. QUANTITIES FROM SPECIES AND CROP SPECIES GROWN UNDER CONTROLLED CONDITIONS. ANN. APPLIED BIOL. 66:193-216; 1970.
23. McCLUGAGE, H.B.; MENDE, L.B.J. BIOL. CHEM. 35:353; 1918.
24. OKE, O.L.J. PROCEEDING OF THE SECOND AMARANTH CONFERENCE RODALE PRESS, INC; p.p. 27; 1979.
25. PEDERSEN, M.W.; WANG, L.C. MODIFICATION CROP. SCI. 11:833; 1971.

26. PELLET, P.L.; YOUNG, V.R. NUTRITIONAL EVALUATION OF PROTEIN FOOD UNU 1980 PART II p.p. 104, 105.
27. RUCKEBUSCH, T.K. 1982. VETERINARY PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY. AVI. U.S.A.; MEMORIAS DEL COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO, QUERETARO, MEXICO; 1987.
28. SAUER, J.D. THE GRAIN AMARANTHS: A SURVEY OF THEIR HISTORY AND CLASSIFICATION ANN. MO. BOT. GARD. 37:561-632; 1950.
29. STANDLEY, P.C. FLORA DE GUATEMALA, PARTE IV CHICAGO NATURAL HISTORY MUSEUM.
30. THEISEN, A.A.; KNOX, E.G.; SPRAGUE, H.B.; MANN, F.L. POSSIBILITY OF INTRODUCING FOOD CROPS BETTER ADAPTED TO ENVIRONMENTAL STRESS. WASHINGTON, D.C.: No. NSF/Ra-780038; 1978.
31. VAN EPHENHUIJSEN, C.N. GROWING NATIVE VEGETABLES IN NIGERIA FAO PUBLICATION; 1974.
32. VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. 1967. USE OF DETERGENTS IN THE ANALYSIS OF FIBROUS FEEDS, IV. THE DETERMINATION OF PLANT CELLWALL CONSTITUENTS. J. ASSOC. OFICIAL ANAL. CHEM. 50:50.
33. WILSON, G.F. ROOT CROP REPORT; ANNUAL REPORT OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE FOR TROPICAL AGRICULTURE, IBADAN, NIGERIA; 1971.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

VISTA HERMOSA II ZONA 16 APARTADO POSTAL 39 C  
TELS 692151 - 692621 - 692751 - P.B.X.  
GUATEMALA, C.A. - CABLE: UNILAND - TELEX 3117-URL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

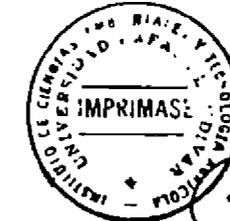
*Mercedes Apillani*  
Firma del Estudiante

Vo.Bo.

*Marcelo Bussan*  
Asesor

Vo.Bo.

*[Signature]*  
Asesor



IMPRIMASE:

*[Signature]*  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS