

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y COMPOSICION QUIMICA
DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) EN
TRES DIFERENTES EPOCAS DE CORTE".

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

MARIA ANTONIETA ALFARO VILLATORO

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero de 1985.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO.	Ing. Agr. César A. Castañeda S
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Oscar R. Leiva Ruano.
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL 4o.	Prof. Heber Arana.
VOCAL 5o.	Prof. Leonel Gómez.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR.	Ing. Agr. Jorge Sandoval.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Rufino Quan.
SECRETARIO.	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apartado Postal No 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
15 de enero de 1985

Ingeniero Agrónomo
César A. Castañeda S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Edificio

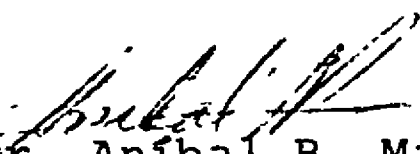
Ingeniero Castañeda:

En atención a la designación que me fuera hecha para asesorar el trabajo de tesis: "Evaluación del Rendimiento y Composición Química del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en tres diferentes épocas de corte", realizado por la señorita María Antonieta Alfaro Villatoro, tengo la satisfacción de informar la conclusión del mismo.

Este trabajo es un valioso aporte al conocimiento de esta especie vegetal de alto potencial alimenticio para la población guatemalteca, por lo que recomiendo su aprobación final como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Aníbal B. Martínez
A S E S O R

ABM/avg



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
22 de enero de 1985

Ingeniero Agrónomo
César A. Castañeda S.
Decano Facultad de Agronomía

Ingeniero Castañeda:

Atentamente informo a usted, que he concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis de la señorita María Antonieta Alfaro Villatoro, titulado "EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO (Amaranthus hypochondriacus L) EN TRES DIFERENTES EPOCAS DE CORTE".

Este trabajo constituye un valioso aporte no solo por el conocimiento de esta especie, sino también porque proporciona una base para la continuidad de nuevas investigaciones.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Angel Ramiro Ramírez
ASESOR

ARR/oe
c.c. Archivo.

Guatemala,
Febrero de 1985.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO (Amaranthus hypochondriacus L.) EN TRES DIFERENTES EPOCAS DE CORTE"

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes atentamente.


María Antonieta Alfaro V.

ESTA TESIS LA DEDICO A:

DIOS

MIS PADRES

MIS HERMANOS

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas y entidades:

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y al Centro Experimental de Agronomía, por haberme brindado los recursos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Aníbal B. Martínez M. y al Doctor - Ramiro Ramírez por su interés, cooperación y asesoramiento.

Al Doctor Ricardo Bressani, Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, por su orientación y valiosa ayuda en la realización del presente trabajo.

A todo el personal técnico de laboratorios de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, por su desinteresada colaboración, especialmente a Mercedes Spillari, Vinicio Rosales, Carlos Calderón, Catalino Estrada, Ulises Rodas y Carlos Urrutia.

A todas las personas que me brindaron su ayuda en la conducción del ensayo de campo, en especial a Leonardo Contreras, Jesús Muñiz, Mario Chonay, Teresa Soberanis, José -- Tojín Silva y Manuel Pérez Martínez.

A Salomón Medina y Eduardo Pretzanzín, con agradecimiento especial

A todas las personas que sin ningún interés particular, me brindaron su apoyo moral y material.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN.	1
I. INTRODUCCION.	4
II. HIPOTESIS.	6
III. OBJETIVOS.	7
IV. REVISION DE LITERATURA.	8
V. MATERIALES Y METODOS.	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	27
VII. CONCLUSIONES.	37
VIII. RECOMENDACIONES.	39
IX. APENDICE.	40
X. BIBLIOGRAFIA.	46

RESUMEN.

Guatemala es considerado como uno de los países donde los problemas de salud, desnutrición y mortalidad son altamente prevalentes y el aumento de la población cada vez mayor, - tiende a agravar el problema de la disponibilidad de alimentos. El consumo diario de calorías y proteínas por habitante alcanza niveles subnormales lo que repercute en el deficiente desarrollo físico e intelectual de un gran sector de la población guatemalteca.

El género *Amaranthus* comprende las especies que se conocen comunmente como bledos, que al igual que otros vegetales de consumo tradicional son fuente de nutrientes esenciales para el hombre. La aceptación de los bledos o amarantos como parte de la dieta del guatemalteco es buena, lo que debe - ser aprovechado para incrementar su cultivo.

Por esta razón se realizó la presente investigación, buscando la época más adecuada de corte para el consumo de las - hojas de amaranto.

En el trabajo de campo se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones. Dichos tratamientos consistieron en realizar la cosecha a los 25, 40 y 60 días después de la emergencia y en ellos se evaluaron las variables: altura de planta, número de hojas, área fo-liar, peso bruto (peso de hojas y tallos), peso neto (peso de hojas) y rendimientos en materia verde, materia seca y proteína, así como la composición química del material cosechado que incluyó los análisis: materia seca, humedad en fresco, humedad residual, proteína, carbohidratos, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, calcio, fósforo, hierro, beta carotenos y oxalatos.

Los resultados obtenidos en el estudio agronómico fueron sometidos al análisis de varianza para el diseño respectivo encontrándose diferencia significativa entre tratamientos para todas las variables en estudio. Los resultados del análisis bromatológico fueron analizados con un diseño completamente al azar encontrándose diferencia significativa para la mayoría de variables estudiadas, excepto para extracto etéreo, calcio, hierro y oxalatos.

Desde el punto de vista nutricional, el primer corte fue el más aceptable debido a la composición química de la planta, especialmente en el contenido de proteína (29.5 g %), beta-carotenos (33.7 mg %), calcio (2356.1 mg %), fósforo (759.1 mg %) y por el bajo contenido de fibra cruda (11.1 g %), no así desde el punto de vista agronómico por obtenerse en esta etapa rendimientos sumamente bajos en materia verde (575.9 Kg/ha), materia seca (66.6 Kg/ha) y proteína (19.7 Kg/ha).

En el segundo corte, además de obtener rendimientos adecuados de materia verde (6530.4 Kg/ha), materia seca (681.8 Kg/ha), y proteína (154.3 Kg/ha), también se obtuvo una composición química aceptable en el contenido de proteína (22.7 g %), beta carotenos (24.1 mg %), calcio (2279.8 mg %), fósforo (740.9 mg %) y hierro (52.7 mg %), además de que el contenido de fibra cruda no se incrementó excesivamente (14.3 g %), por lo que se concluyó que ésta es la mejor época para realizar la cosecha en comparación con los cortes efectuados a los 25 y 60 días después de la emergencia.

Por último, se observó que el corte a los 60 días proporcionó los mayores rendimientos de materia verde (24,272.8 Kg/ha), materia seca (3452.0 Kg/ha) y proteína (510.7 Kg/ha),

pero la calidad del material disminuyó considerablemente debido al bajo contenido de proteína (14.4 g %) y al aumento de fibra cruda (17.0 g %), por lo que se concluyó que no debe esperarse hasta los 60 días para efectuar la cosecha.

El contenido de oxalatos, factor de toxicidad, se mantuvo en un promedio de 4.6 a 4.4 g % para el primero y tercer corte, cantidades que pueden considerarse inofensivas para el consumo humano si se toma en cuenta que una buena parte de los mismos se destruye con la cocción.

I. INTRODUCCION.

Guatemala es considerado como uno de los países donde los problemas de salud, desnutrición y mortalidad son altamente prevalentes y el aumento de la población, cada vez mayor, tiende a agravar el problema de la disponibilidad de alimentos.

El consumo diario de calorías y proteínas por habitante alcanza niveles subnormales lo que repercute en el deficiente desarrollo físico e intelectual de un gran sector de la población guatemalteca (17).

Para solucionar los problemas de subalimentación, no basta contar con variedades cultivadas mejoradas, ya que éstas sólo son altamente productivas si se manejan con una alta tecnología, la que en nuestro medio y en la mayoría de países en vías de desarrollo, aún no está disponible. Es necesario utilizar aquellos recursos vegetales que además de poseer un alto valor nutritivo, posean buenas características agronómicas y de resistencia a enfermedades y condiciones adversas del medio

Dentro de los recursos vegetales se encuentran aquellos que se aprovechan por sus hojas. La contribución de las hojas de vegetales para el mantenimiento de la salud es conocida desde tiempos remotos y depende no sólo de su composición sino de la frecuencia de su ingesta. Es bien conocido el alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales presentes en las hojas de hierbamora (Solanum spp.), bledo (Amaranthus spp.) y chipilín (Crotalaria spp.), así como en otras hierbas con las cuales se pueden suplementar las deficiencias de una dieta pobre en

carne, leche y huevos, como es la dieta del habitante - guatemalteco del área rural.

El género *Amaranthus* comprende las especies que se conocen comunmente como bledos, que al igual que otros vegetales de consumo tradicional son fuente de nutrientes - esenciales para el hombre. La aceptación de los bledos o amarantos como parte de la dieta del guatemalteco es buena, lo que debe ser aprovechado para incrementar su cultivo.

En este estudio se ha realizado una evaluación del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) como fuente de alimento, mediante el análisis de las diversas fracciones nutritivas, al mismo tiempo que se ha considerado su valor agronómico determinando el rendimiento en materia - verde y materia seca a diferentes épocas de corte para recomendar la más adecuada bajo las condiciones del Centro Experimental de Agronomía.

II. HIPOTESIS.

1. Existe diferencia significativa en el rendimiento de materia verde y materia seca en amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) a diferentes épocas de corte.
2. Existe diferencia significativa en la composición química de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) a diferentes épocas de corte.

III. OBJETIVOS.

GENERALES:

1. Evaluar el rendimiento y la composición química de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), en diferentes etapas de su desarrollo

ESPECIFICOS.

1. Evaluar el rendimiento de materia verde y materia seca de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en diferentes etapas de su desarrollo.
2. Establecer diferencias en la composición química de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en diferentes estados de desarrollo de la planta.
3. Establecer la época de corte en la cual el rendimiento y la calidad nutritiva de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), sean adecuados.

IV. REVISION DE LITERATURA.

1. ORIGEN Y DOMESTICACION DEL AMARANTO:

El género *Amaranthus* incluye cerca de 50 especies nativas de los trópicos y regiones templadas del mundo. Su historia se remonta a la de los indios americanos que aprendieron a coleccionar la semilla, según lo muestran documentos arqueológicos. En la América precolombina fueron domesticadas las especies: *Amaranthus caudatus* en los Andes, *Amaranthus cruentus* en Centro América y *Amaranthus hypochondriacus* en México (19).

Sánchez, M., menciona que es muy probable que los amarantos para grano sean todos originarios de América, aunque no está muy claro cual de las especies silvestres dio origen a las cultivadas. En México, *A. hypochondriacus* es la especie cultivada más diseminada, suponiéndose que es la más antigua en el área y que probablemente pasó luego a Asia y Europa, pero su verdadero origen, es decir, de qué especie silvestre deriva, se desconoce (18).

En tiempos de la conquista, el amaranto fue uno de los principales granos cultivados en América Central, siendo relegado posteriormente a un segundo plano a consecuencia del desplazamiento por otros cultivos de grano más grande como el maíz, y por la prohibición de la iglesia durante la colonia, en un esfuerzo por erradicar ceremonias paganas de los aztecas (8).

Para los aztecas, el amaranto no sólo constituía un producto alimenticio de primera magnitud, sino que además, tenía profundas connotaciones místicas y religiosas. Según algunos cronistas, los sacerdotes mezclaban el amaranto tostado con la sangre proveniente de sacrificios humanos para formar imágenes que eran adoradas y luego comidas por los fieles. Los conquistadores españoles prohibieron pues, esta planta, arrasando e incendiando los cultivos. No obstante, el amaranto sobrevivió, cultivado por grupos indígenas en las montañas, como planta de adorno, o considerado simplemente como mala hierba (5).

2. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA:

El género *Amaranthus* comprende hierbas anuales procumbentes o erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas. Plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina, algunas formas cultivadas son intensamente coloreadas. Las flores son unisexuales, monóicas o dióicas, en densos racimos cimosos situados en las axilas de las hojas (18).

Las especies de *Amaranthus* alcanzan hasta dos metros de altura. Generalmente tienen un sólo eje central con pocas ramificaciones laterales. Su raíz pivotante es corta y robusta. El tallo es estriado con aristas fuertes y hueco en el centro en su etapa de madurez. Las hojas son largamente pecioladas, romboides, lisas y de escasa pubescencia y la nervadura central es gruesa y prominente. La inflorescencia

es una panícula laxa o compacta y de diversos colores, desde blanco amarillento, verde, rosado, rojo, hasta el púrpura. El fruto es un pixidio conteniendo una sólo semilla (22).

Amaranthus hypochondriacus L., se caracteriza por alcanzar hasta 1.85 metros de altura, su tallo es desnudo en la parte inferior, sus hojas son largas y grandes en forma lanceolada, de ápice agudo y borde liso. La inflorescencia es de color verde o rojo y la semilla es blanca. La floración se inicia a los 67 días, completando su ciclo en 132 días (10).

Una característica importante de las especies del género Amaranthus, es que realizan su fotosíntesis por la vía C4 resultando ser plantas de rápido crecimiento (9, 12). Las plantas C4 son sumamente eficientes en cuanto a la utilización del agua ya que requieren menos de dos terceras partes de la humedad que requieren las plantas corrientes C3. Esta característica de resistencia a la sequía podría resultar muy valiosa en áreas donde la falta de agua limita permanentemente la producción agrícola (12).

3. CULTIVO DEL AMARANTO:

Las especies de Amaranthus son cultivadas en áreas tropicales y subtropicales de Asia, Africa y América Central, como vegetales verdes o para grano (1, 4).

Aunque el amaranto fue alimento importante para los nativos de América, su cultivo casi se extinguió durante la colonia. Actualmente, debido al alto valor

nutritivo del amaranto, se realizan estudios de investigación en diversas partes del mundo con el objeto de promover su cultivo.

En México, se han emprendido una serie de estudios que van desde el cultivo de la planta en diversas condiciones climatológicas y edafológicas, hasta investigaciones más específicas incluyendo las características bromatológicas del tallo, hojas y semillas, y su utilización en la dieta humana. Así mismo, se pretende modificar de alguna manera los métodos de cultivo tradicionales y la introducción de equipo - más adecuado con el fin de reducir los costos de producción (18).

Para el cultivo del amaranto se mencionan dos métodos principales de siembra: siembra directa y trasplante (4, 9, 15).

En el método de siembra directa, las semillas son esparcidas con la mano, mezcladas con un poco de arena para permitir una distribución uniforme. La siembra puede ser hecha en hileras distanciadas 20 a 30 centímetros, y después de tres semanas puede hacerse un raleo dentro de las hileras dejando plantas a 3 ó 5 centímetros de distancia. En el método por trasplante, las semillas son sembradas al voleo y cubiertas con un capa superficial de suelo para ser trasplantadas a las 2 ó 3 semanas al campo definitivo (15).

Grubben, G., menciona como práctica usual para el cultivo del amaranto, trasplantar a un espacio angosto (10 x 10 cm) para obtener una cosecha, ó a un espacio ancho (20 x 20 cm), para obtener 2 a 4 cortes

subsiguientes. Este autor menciona que los sistemas más corrientes para el cultivo del amaranto son los siguientes

- 1a. Siembra directa en hileras, una cosecha.
- 1b. Siembra directa en hileras, 2 a 4 cosechas por arranque ó corte repetido.
- 2a. Siembra directa al voleo, una cosecha.
- 2b. Siembra directa al voleo, 2 a 3 cosechas por arranque selectivo.
- 2c. Siembra directa al voleo, 2 a 8 cosechas por cortes repetidos.
- 3a. Trasplante a espacio angosto, una cosecha.
- 3b. Trasplantando a espacio ancho, 2 a 5 cosechas por cortes repetidos (9).

En cuanto a los rendimientos obtenidos, éstos pueden variar de acuerdo al clima, la fertilidad del suelo y la densidad de plantas utilizadas, pero también - debe considerarse la edad de las plantas a la cosecha. Plantas jóvenes son más succulentas y la porción comestible es mayor, pero la cosecha realizada en un estado tardío puede dar mayores rendimientos (9), aunque de más baja calidad (4).

Campbell, J.A y Abbott, T A., en una evaluación de 20 materiales de amaranto, obtuvieron rendimientos que variaron desde 3 a 17 Ton M/ha, utilizando una densidad de siembra de 200 plantas/m², habiéndose realizado la cosecha durante la floración temprana por corte de la planta a una altura de 5 cm arriba del suelo. Los mayores rendimientos fueron obtenidos

durante un período de temperaturas altas y precipitación moderada (4).

Grubben, G., menciona que una buena cosecha rinde de 20 a 25 Kg/10 m², 50 por ciento de lo cual es comestible, utilizando una densidad de 156 plantas/m² -- (9).

Kogbe citado por Oke, O L., encontró que la cosecha comercial (peso fresco total) y la cosecha comestible (peso fresco de hojas incluyendo peciolo), se incrementó significativamente al utilizar 20 Ton/ha de gallinaza. El rendimiento obtenido sin fertilización fue de 22 Ton/ha de peso fresco total y alcanzó 45.5 Ton/ha al aplicar 20 toneladas de gallinaza por hectárea (15).

En un experimento para comparar los efectos de la siembra al voleo y en hileras usando 5 niveles de fertilidad de NPK (15-15-15), se encontró que la siembra al voleo fue superior a la siembra en hilera. La respuesta al nivel de 200 Kg de NPK por hectárea (22.190 Kg/ha de peso fresco), fue superior al de 0 y 100 Kg de NPK por hectárea (8,570 y 15,520 Kg de peso fresco respectivamente). No se observó efecto de los niveles de fertilizantes sobre la composición química de las hojas (15).

En una evaluación de 8 materiales de amaranto se obtuvieron rendimientos entre 12 y 21 Ton M/ha, encontrándose una buena respuesta a la fertilización nitrogenada. Se observó un aumento en el nitrato foliar a medida que la aplicación de fertilizante se incrementaba (13).

4. COMPOSICION QUIMICA DEL AMARANTO:

La composición química del amaranto puede observarse en el siguiente cuadro (11)

CUADRO 1.

Análisis bromatológico de Amaranto.

(Composición por 100 g de porción comestible)

Valor energético.	42 Cal.
Humedad.	36 %.
Proteína.	3.7 g.
Grasa.	0.8 g.
Hidratos de carbono.	7.4 g.
Fibra.	1.5 g.
Ceniza.	2.1 g.
Calcio.	313.0 mg.
Fósforo.	74.0 mg.
Hierro	5.6 mg.
Vitamina A actividad	1600.0 mcg.
Tiamina.	0.05 mg.
Riboflavina	0.24 mg.
Niacina.	1.2 mg.
Acido ascórbico.	65.0 mg.

Fuente Tabla de Composición de Alimentos. INCAP.

Spillari, M., en una evaluación de 5 cultivares de amaranto indica que existe una gran variabilidad en el contenido de nutrientes en los materiales y menciona que esta variabilidad puede estar influida por la localidad o lugar de procedencia de los materiales, la edad de la planta y la posición de las hojas

muestreadas con respecto al tallo y raíz. En este estudio se encontró que el contenido de proteína varió de 20.2 a 28.9 g por ciento con un promedio de 25.4 g %, hidratos de carbono entre 41.6 y 52.5 g % con un promedio de 46.3 g %, grasa entre 3.8 y 4.5 g % con un promedio de 4.2 g %, fibra cruda entre 9.0 y 15.2 g % con un promedio de 11.7 g % y ceniza entre 16.2 y 18.3 g % con un promedio de 17.3 g %, mientras que el contenido promedio de minerales fue: calcio 2184 mg %, fósforo 633 mg % y hierro 53.7 mg % (Datos expresados en base seca) (21).

Abbott, J.A. y Campbell, T.A., mencionan que las hojas de amaranto son excepcionalmente altas en calcio y contienen más fibra, niacina y ácido ascórbico que la espinaca, aunque los niveles de proteína, hierro y otros minerales son similares (1).

Según Sánchez M., las partes verdes del amaranto pueden contener 1.8 a 6.9 por ciento de proteína, 400 a 800 mg por ciento de calcio, 50 a 80 mg por ciento de fósforo y de 18 a 25 mg por ciento de hierro (Base fresca) (18).

En el Cuadro 2 puede observarse que el amaranto (A. hypochondriacus), es comparable a las acelgas, espinacas y coles en proteína, minerales y vitaminas del complejo B.

CUADRO 2.

Composición de hortalizas crudas (hojas) nutrientes seleccionados en 100 Grs.

	Humedad (%)	Proteína (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Vitamina "A" (UI)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Acido Ascórbico (mg)
Amaranto										
(<u>A. hypochondriacus</u>)	86.9	3.5	267	67	3.9	6,100	0.08	0.16	1.4	80
Acelga.	91.1	2.4	88	39	3.2	6,500	0.06	0.17	0.5	32
Col rizada.	85.3	4.8	250	82	1.5	9,300	0.16	0.31	1.7	152
Col común.	87.5	4.2	179	73	2.2	8,900	----	----	---	125
Espinaca.	90.7	3.2	93	51	3.1	8,100	0.10	0.20	0.6	51

Fuente: Composition of foods, Handbook No. 8, USDA. Tomado de Sánchez Marroquín, A. Potencialidad Agroindustrial del Amaranto.

Respecto a la composición química de las semillas, Sánchez M., dice que éstas contienen en promedio - 14.7 por ciento de proteína, 3.1 por ciento de grasa y 60.7 por ciento de carbohidratos y son muy ricas en minerales: 510 mg de calcio, 397 mg de fósforo y 11 mg de hierro. Tienen además proporciones discretas de tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C - (18).

Senft, J.P., reporta que el contenido de proteína de la semilla es del promedio del 15% con un buen patrón de aminoácidos, según lo recomendado por FAO/OMS -- (20).

5. VALOR NUTRITIVO DEL AMARANTO:

Las hojas de amaranto son una fuente excelente de - proteína y pueden contribuir con un 2 a 5% de los requerimientos diarios, son también una fuente rica de vitamina C, hierro, beta caroteno y calcio (15).

Se ha estimado que una dieta bien balanceada para - europeos, que contenga 100 g de vegetales provee un quinto de los requerimientos de proteína, un tercio del calcio, un medio del hierro y el 100% de los requerimientos de caroteno y vitamina C. Estos datos pueden ser asumidos para determinar el potencial de los vegetales en las áreas tropicales (9).

Según Devadas, R. y Saroja S., las dietas que contienen amaranto son excelente fuente de Beta-Caroteno (7). Esto es de interés si se toma en cuenta que una de las características de la desnutrición en las poblaciones humanas de Guatemala, es precisamen-

te la deficiencia de vitamina "A" y hierro.

En el siguiente cuadro puede observarse el porcentaje de requerimientos de mujeres embarazadas o lactando y de niños de uno a tres años de edad, que pueden ser cubiertos al consumir 100 g de hojas de amaranto.

CUADRO 3.

Porcentaje de requerimientos diarios (FAO/OMS) de nutrientes proveídos por 100 g de hojas de vegetales e.g. Amaranto.

Nutriente	Cantidad	Porcentaje de requerimientos	
		Embarazo Lactancia	Niños 1-3 años
Macronutrientes			
Proteína	4.5 g	11%	28%
Minerales			
Calcio	350.0 mg	32	77
Hierro	4.3 mg	48	57
Vitaminas			
Caroteno	6.0 mg	200	400
Tiamina	0.3 mg	25	50
Riboflavina	0.3 mg	18	37
Niacina	1.3 mg	8	14
Acido Ascórbico	70.0 mg	230	350
Acido fólico	85.0 mcg	24	85

Fuente: Oomen, H.A.P C. y Grubben, G J.H. Tropical leaf vegetables in human nutrition. Amsterdam, 1978.

Sin embargo, en las hojas de vegetales pueden encontrarse también sustancias venenosas o antinutritivas (21). Tanto en las semillas como en el follaje

de amaranto están presentes algunas sustancias como saponinas, fenoles, oxalatos y nitratos que pueden convertirse en nitritos, que son causantes de toxicidad en el humano y los animales (6).

Der Marderosian y Col., en un estudio para determinar los niveles de nitratos y oxalatos en diversos tipos de amaranto, encontraron valores promedio de 0.43 y 0.54 % de nitratos en las hojas y 1.72 % en los tallos, mientras que los niveles de oxalato encontrados fueron en promedio 3.4 y 5.6 % en las hojas y 0.63 % en los tallos (datos expresados en base seca). Estos niveles fueron similares a los encontrados en otras verduras, por lo que los autores concluyeron que la presencia de estas sustancias no disminuye significativamente la excelente calidad nutricional del amaranto (14).

Se considera que las cantidades de amaranto ingeridas por día no constituyen ningún peligro ya que - mucho del nitrato y oxalato soluble es removido con el agua de cocción (15).

Sin embargo, Cheeke, P.R y Bronson, J., encontraron efectos negativos en el crecimiento de ratas al ser alimentadas con planta completa de A. hypochondriacus, lo que fue atribuido al contenido de saponinas en la semilla. Este efecto se redujo a través de la cocción, lo que sugiere la presencia de un factor tóxico que se libera por el calor (4).

Resultados negativos en el crecimiento de ratas fueron observados también por Spillari, M., quien encontró diferencias en cuanto al aumento de peso en ratas

alimentadas con dietas conteniendo amaranto rojo o verde. En este estudio se concluyó que el amaranto verde tiene un mayor valor alimenticio que el amaranto rojo debido posiblemente al contenido de ácido - oxálico presente en éste último, sin embargo, el amaranto verde también causó mortalidad en las ratas - (21)

V. MATERIALES Y METODOS.

1. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO:

La evaluación agronómica del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), se llevó a cabo en el Centro Experimental de Agronomía localizado al sur de la ciudad capital. Las condiciones climáticas que prevalecen en ésta zona así como las características del suelo en el área del ensayo se describen en el apéndice 1.

El análisis bromatológico de tallos y hojas de amaranto se realizó en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

2. MATERIALES.

- Material vegetativo (hojas y tallos) de amaranto -
(A. hypochondriacus), cortado a los 25, 40 y 60 -
días después de la emergencia.
- Bolsas plásticas para la recolección de muestras.
- Etiquetas.
- Reactivos y equipo de laboratorio para el correspon-
diente análisis bromatológico.

3 METODOLOGIA:

El amaranto fue cultivado en el Centro Experimental durante los meses de Marzo a Mayo de 1984.

El terreno fue preparado 20 días antes de la siembra mediante un paso de arado y tres pasos de rastra.

La semilla fue depositada por posturas a distancias de 50 cm entre hilera y 35 cm entre postura en parcelas de 3 metros de ancho por 3.5 metros de largo, con 6 hileras por parcela. El área de cosecha (parcela neta) fue de 2 metros de ancho por 3.15 metros de largo, es decir, 4 hileras centrales y 8 posturas en cada hilera. El total de parcelas fue de 24, ubicadas en un área total de 323 m². El diseño utilizado fue Bloques al Azar con tres tratamientos y ocho repeticiones.

3.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo que se le dió a las parcelas fue el siguiente:

- Riegos:

Se aplicaron riegos superficiales dos veces por semana durante el primer mes del cultivo. Posteriormente, el riego fue aplicado cada 10 ó 12 días hasta el final de la evaluación.

- Control de malezas

Se realizaron limpiezas manuales a los 15, 22 y 40 días después de la siembra.

- Control de insectos.

A los 20 días después de la siembra fue necesaria una aplicación de Folidol M480 para el control de tortuguillas.

- Entresaque.

Se realizó entre los 20 y 25 días después de la siembra dejando dos plantas en cada postura.

- Tratamientos.

A los 25, 40 y 60 días después de la emergencia (32, 47 y 67 días después de la siembra), las parcelas fueron cosechadas cortando las plantas a 5 cm arriba del suelo a fin de evaluar el rendimiento.

3.2. DATOS DE CAMPO.

Durante el experimento se tomaron los siguientes datos:

- Días a emergencia:

Días transcurridos desde el día de la siembra hasta obtener una emergencia uniforme en la parcela.

- Altura de la planta al momento del corte:

Se midió altura de 15 plantas en cada parcela para obtener un promedio de altura de planta.

- Peso bruto

Peso de hojas y tallo de la planta después del corte a 5 cm arriba del suelo. Este peso fue determinado en 15 plantas por parcela para obtener un promedio de peso bruto de la planta.

- Peso neto:

Peso de hojas sin incluir peciolo de cada planta después del corte. Se determinó en 15 plantas por parcela para obtener un promedio.

- Número de hojas

Se determinó el número de hojas en 15 plantas por parcela y luego se obtuvo un promedio por planta

- Promedio de área foliar:

Se tomaron dos medidas de ancho de la lámina foliar (a y b) y largo de la lámina (L) en 5 hojas de cada planta, de manera que:

$$\text{Area foliar} = \frac{a + b}{2} L$$

Estas mediciones se efectuaron en 15 plantas de cada parcela para obtener un promedio.

- Peso de materia verde:

Consistió en pesar todo el material cosechado (hojas y tallos) en cada parcela neta. En el corte realizado a los 60 días después de la emergencia no se incluyó el peso de la inflorescencia.

3.3. RECOLECCION DE LAS MUESTRAS

En cada parcela neta se tomó una muestra de 15 plantas que se utilizaron para el análisis bromatológico.

Las muestras fueron debidamente identificadas y llevadas a la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, donde se pesaron y almacenaron bajo refrigeración a 4°C hasta el momento de su empleo para los análisis respectivos.

3.4. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron lavadas y el material vegetativo fue cortado en pedazos de aproximadamente una pulgada con un cuchillo de acero inoxidable.

El material fue colocado en bandejas de papel - aluminio y sometido a deshidratación en un horno de aire caliente a una temperatura de 60°C durante 16 horas. Este material fue pesado nuevamente para determinar su porcentaje de humedad en fresco. Luego las muestras fueron molidas en un molino Wiley a un grueso de 40 mallas y almacenadas en frascos de vidrio.

3.5. ANALISIS BROMATOLOGICO

Para este fin fueron utilizados los métodos de la AOAC (2), habiéndose realizado los siguientes análisis.

- Humedad residual.
- Nitrógeno.
- Extracto etéreo.
- Fibra cruda.
- Cenizas
- Minerales: calcio, fósforo y hierro.
- Beta-carotenos.
- Carbohidratos totales (obtenidos por diferencia).
- Oxalatos (Método colorimétrico descrito por Burrows, S) (3).

3.6. ANALISIS ESTADISTICO:

Los resultados de campo fueron sometidos al análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones. Los resultados del análisis bromatológico se -

analizaron con un diseño completamente al azar. Se realizó prueba de Tukey en los casos en que hubo significancia y análisis de regresión lineal simple entre el porcentaje de nutrientes con respecto a la época de corte.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Un resumen de los resultados y del análisis de varian-
za se observa en los siguientes cuadros.

CUADRO 4.

Resumen de resultados de campo y análisis de varianza.

VARIABLE	CORTE	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	D E.	Fc	Ft (0.01)
Altura cm	1	10.6	8.6	13.6	1.8	306.2	6.51 ++
	2	35.9	27.0	48.4	6.4		
	3	122.9	108.7	153.1	14.8		
Número de Hojas	1	9.2	8.5	10.6	8.7	224.9	6.51 ++
	2	18.86	17.4	21.5	15.1		
	3	30.8	27.4	36.8	28.2		
Area Foliar cm ²	1	23.02	14.41	34.42	6.4	49.1	6.51 ++
	2	93.46	82.50	105.42	7.2		
	3	99.88	79.68	159.79	26.5		
Peso Bruto g	1	5.1	3.9	7.5	1.3	32.5	6.51 ++
	2	90.6	69.5	126.8	20.2		
	3	283.3	215.4	548.9	122.8		
Peso Neto g	1	3.9	3.2	5.4	0.7	31.2	6.51 ++
	2	40.4	33.7	50.1	5.3		
	3	68.8	44.9	130.0	28.4		
Materia Verde/ Parcela g	1	362.8	272.0	581.2	105.1	52.4	6.51 ++
	2	4114.1	2306.0	7689.0	1869.7		
	3	15291.9	11093.5	24149.0	4615.3		
Materia seca/ Parcela g	1	42.0	29.7	66.2	11.6	104.6	6.51 ++
	2	429.5	249.0	776.5	181.5		
	3	2174.8	1652.9	2994.5	479.3		
Proteína/ Parcela g	1	12.4	8.9	20.2	3.7	28.9	6.51 ++
	2	97.2	60.1	173.9	42.1		
	3	321.8	206.6	603.4	134.5		
Rendimiento Materia Verde Kg/ha	1	575.9	431.8	922.5	166.9	52.4	6.51 ++
	2	6530.4	3660.3	12204.7	2968.0		
	3	24272.8	17608.7	38331.8	7327.0		
Rendimiento Materia Seca Kg/ha	1	66.6	47.1	105.1	18.4	104.6	6.51 ++
	2	681.8	395.2	1232.5	288.1		
	3	3452.0	2623.7	4753.2	760.9		
Rendimiento Proteína Kg/ha	1	19.7	14.1	32.1	18.4	28.9	6.51 ++
	2	154.3	95.3	276.1	66.8		
	3	510.7	327.9	957.8	213.5		

D.E. = Desviación Estándar.

Fc = F calculada.

Ft = F tabulada.

++ = Significativa al 1% de probabilidad.

CUADRO 5

Resumen de resultados de laboratorio y análisis de varianza

VARIABLE	CORTE	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	D E	Fc	Ft (0 01)
Materia seca	1	11 6	10 7	12 6	61		
%	2	10 6	10 0	11 2	49	50 6	5.78 ++
	3	14 5	12 4	16 2	1 15		
Humedad en	1	88 4	87 3	89 3	64		
Fresco %	2	89 4	88 8	90 0	49	49 8	5.78 ++
	3	85 5	83 8	87 6	1 15		
Humedad	1	4 5	3 9	5 1	40		
Residual	2	6 1	4 8	8 0	1 13	14 8	5.78 ++
%	3	6 6	5 7	8 0	0 76		
Proteína	1	29 5	28 3	30 6	1 00		
(N x 6 25)	2	22 7	18 6	26 3	2 40	102 0	5.78 ++
%	3	14 4	12 0	20 2	2 60		
Carbohidratos	1	41 0	39 7	42 6	0 97		
%	2	44 3	40 9	48 5	2 27	75 5	5.78 ++
	3	55 3	47 8	58 0	3 44		
Extracto	1	4 6	3 6	5 4	0 55		
Etereo	2	4 4	3 6	4 7	0 36	0 4	5.78 N.S.
%	3	4 4	3 7	5 2	0 52		
Fibra Cruda	1	11 1	9 8	11 9	0 70		
%	2	14 3	13 2	14 9	0 58	123 2	5.78 ++
	3	17 0	15 5	18 1	0 93		
Cenizas	1	20 4	19 6	21 1	0 50		
%	2	22 5	21 7	23 6	0 67	27 2	5.78 ++
	3	19 3	17 9	21 2	1 25		
Calcio	1	2356 1	2095 5	2666 7	192 44		
Mg %	2	2279.8	2186 2	2543 8	114 30	7 8	5.78 N.S.
	3	2173 5	1974.9	2338 9	147 33		
Fósforo	1	759 1	663 7	896 9	82 64		
Mp %	2	740 9	648 0	887 4	84 82	27 3	5.78 ++
	3	497 0	425 8	652 7	69 20		
Hierro	1	45 8	36 3	66 2	8 90		
Mg %	2	52 7	34 4	68 8	10 20	2 86	5.78 N.S.
	3	57 1	42 4	68 8	9 50		
Beta	1	33 7	32 5	35 6	1 02		
Carotenos	2	24 1	18 4	27 6	3 10	38 19	5.78 ++
Mg %	3	18 3	12 7	27 7	5 20		
Oxalatos	1	4 6	3 8	7 9	1 30		
%	2	4 6	3 3	6 7	0 9	67	5.78 N.S.
	3	4 4	3 8	4 9	0 4		

D E = Desviación Estandar

Fc = F calculada

Ft = F tabulada

++ = Significativa 1% de probabilidad

N S = No Significativa 1% de probabilidad

En base al análisis de varianza realizado para todas las variables estudiadas se obtuvo diferencia significativa en altura de planta, número de hojas, área foliar, peso bruto, peso neto, materia seca, humedad en fresco, humedad residual, contenido de proteína, carbohidratos, fibra cruda, cenizas, fósforo y beta carotenos. Así mismo, en los rendimientos de materia verde, materia seca y proteína por parcela, y por lo tanto, era de esperarse también, alta significancia en materia verde, materia seca y proteína en Kg/ha. Las únicas variables no significativas fueron extracto etéreo, calcio, hierro y oxalatos.

En el caso específico de los cortes, se observa una tendencia en aumento respecto a la altura, número de hojas, peso bruto y peso neto, así como en hierro, fibra cruda y carbohidratos totales

De acuerdo a lo anterior, la altura de planta muestra rangos mayores a los 60 días después de la emergencia (108.7 a 153.1 cm) en comparación con el rango de altura obtenido en el primer corte a los 25 días después de la emergencia (8.6 a 13.4 cm). Es importante hacer notar que durante los primeros 25 a 30 días se manifiesta un lento desarrollo de la planta (0.42 cm/día) que se acelera a partir de los 25-30 días (1.69 cm/día). La misma tendencia se observa en área foliar, número de hojas, peso bruto y peso neto, (Ver Gráfica No. 1.).

CUADRO 6

Velocidad de crecimiento del amaranto en tres etapas de desarrollo

Etapas de crecimiento Días	Intervalo en días	Crecimiento durante la etapa.	Altura al final de la etapa	Crecimiento por día durante la etapa.
0-25	25	10.6 cm	10.6 cm	0.42 cm/día
25-40	15	25.3 cm	35.9 cm	1.69 cm/día
40-60	20	87.0 cm	122.9 cm	4.35 cm/día

Los promedios para altura de planta van de 10.6 a 122.9 cm, número de hojas de 9.2 a 30.8, peso bruto de 5.1 a 283.5 g, peso neto de 3.9 a 68.8 g, materia seca de 11.6 a 14.5 por ciento, humedad residual de 4.5 a 6.6 %, carbohidratos de 41.0 a 55.3 %, fibra cruda de 11.1 a 17.0 % y hierro de 45.8 a 57.1 mg %, para el primero y tercer corte respectivamente (Cuadro 4 y 5).

En el caso de humedad en fresco, contenidos de proteína, calcio, fósforo y beta carotenos, se presenta una relación inversa, es decir, que a mayor días a cosecha se obtiene menor concentración de estos nutrientes, así observamos en el Cuadro 2 que humedad en fresco varía de 88.4 a 85.5 %, proteína de 29.5 a 14.4 %, calcio de 2356.1 a 2173.0 mg %, fósforo de 759.1 a 497.0 mg % y beta carotenos de 33.7 a 18.3 mg %, para el primer y tercer corte respectivamente. Esto es corroborado por las correlaciones obtenidas, en donde, a mayor días a cosecha, se obtiene una menor concentración de éstos nutrientes (Gráfica 3).

Por los datos obtenidos en peso bruto y peso neto, podemos deducir que el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína en Kg/ha va en aumento, y esto lo observamos en el Cuadro 4, en donde el rendimiento en materia verde va de 575.9 a 24,272.8 Kg/ha, el rendimiento en materia seca de 66.6 a 3,452.0 Kg/ha y el rendimiento en proteína de 19.7 a 510.7 Kg/ha, para el primero y tercer corte respectivamente.

En este caso, cabe aclarar que el rendimiento en proteína muestra un aumento a pesar de que su concentración en la planta disminuye, debido a que el incremento en materia verde y materia seca es excesivo del primero al tercer corte.

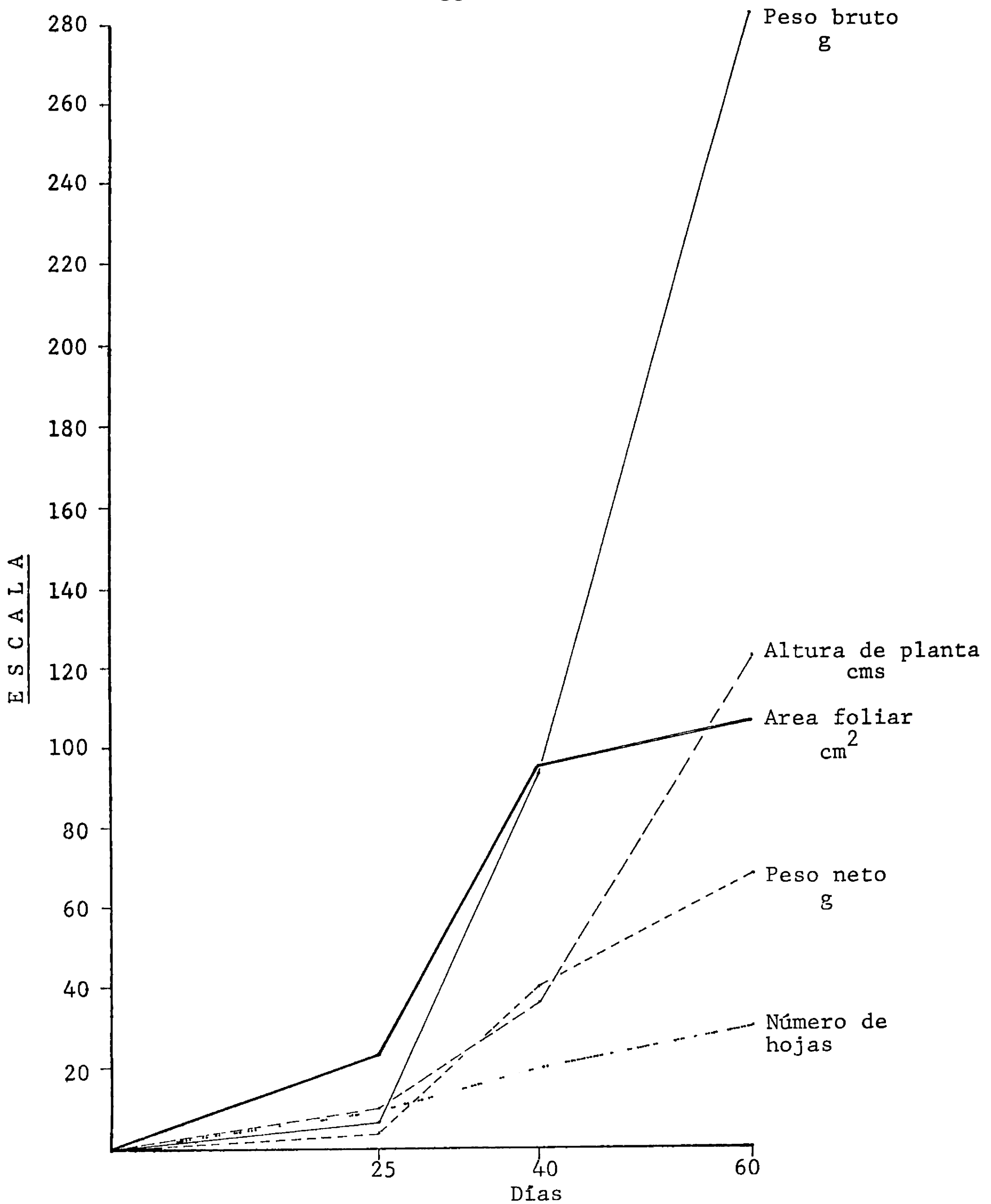
Haciendo una comparación entre el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína en Kg/ha, en relación al porcentaje de proteína y porcentaje de fibra cruda, el corte a los 40 días después de la emergencia, a pesar de no tener rendimientos globales excesivos como el de 60 días, nos ofrece la ventaja de:

- Obtener un rendimiento adecuado de materia verde (6,530.4 Kg/ha) y materia seca (681.0 Kg/ha).
- El porcentaje de proteína (22.7%) es también adecuado y el aumento de fibra cruda (14.3%) no es tan elevado como el obtenido en el tercer corte (17.0%).
- Las concentraciones de calcio (2279.8 mg %), fósforo (740.9 mg %) y hierro (52.7 mg %), son aceptables.

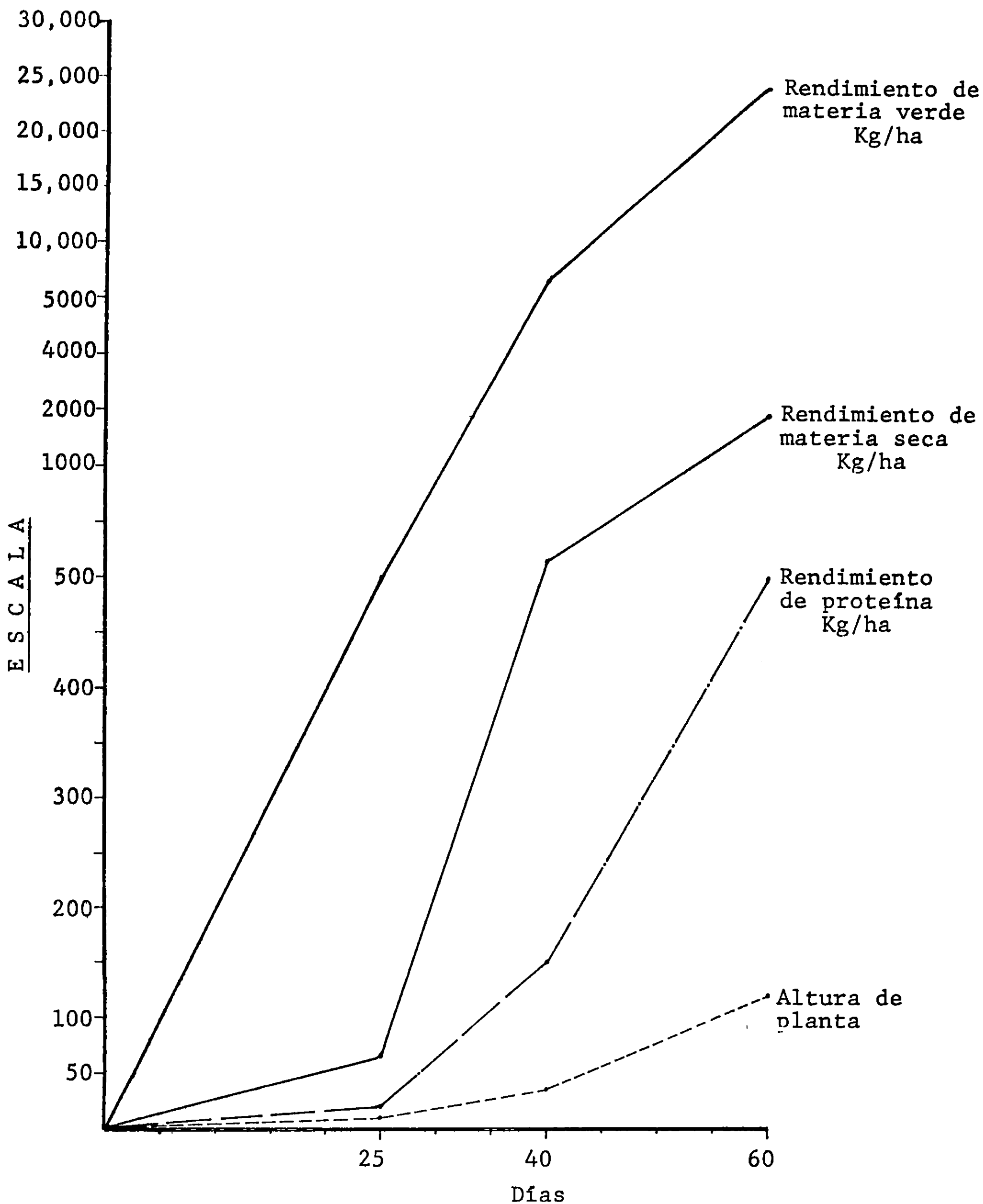
Tratando de correlacionar el contenido de proteína, carbohidratos, fibra cruda y beta carotenos con respecto al desarrollo de la planta, observamos en la gráfica 3, que carbohidratos y fibra cruda tienen una corre

lación positiva, mientras que proteína y beta carotenos tienen una correlación negativa, esto nos indica que, mientras la planta desarrolla, la concentración de proteína y carotenos disminuye y la concentración de carbohidratos y fibra cruda aumenta, disminuyendo de esta forma el valor nutritivo del amaranto. Esto es corroborado por la gráfica 4, en donde se observa que el contenido de proteína mantiene una correlación directa con beta carotenos, mientras que con carbohidratos y fibra cruda la correlación es inversa, lo cual nos demuestra que el rendimiento en materia verde no debe ser el único parámetro para determinar la mejor época de corte, sino que debe tomarse en cuenta, la concentración de nutrientes esenciales que contengan las hojas durante el desarrollo de la planta.

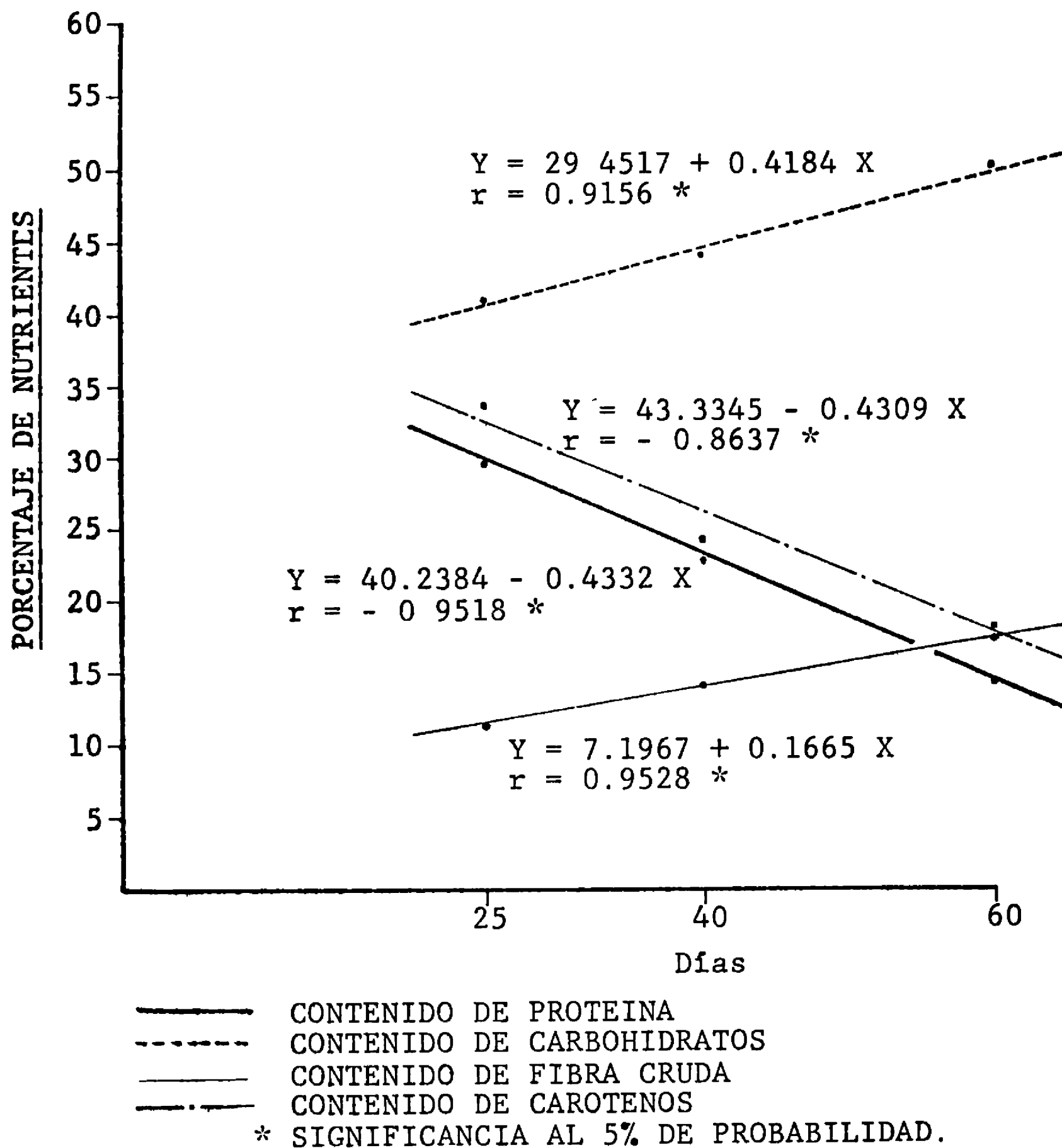
En cuanto al contenido de oxalatos, no se observa ninguna tendencia al aumento o disminución de los mismos con respecto a la edad de la planta y se mantienen dentro de un promedio de 4.6 a 4.4 % para el primer y tercer corte, respectivamente. Estos niveles no pueden considerarse tóxicos si se considera que un consumo de 100 g de materia verde estaría aportando aproximadamente 0.5 g de oxalato, el 40 por ciento de lo cual se considera que es soluble y puede eliminarse con la cocción (14) Esta cantidad de oxalato ingerido no resultaría dañina para el humano por cuanto no llega a cubrir la dosis letal considerada como 2 a 5 g de Acido Oxálico (15)



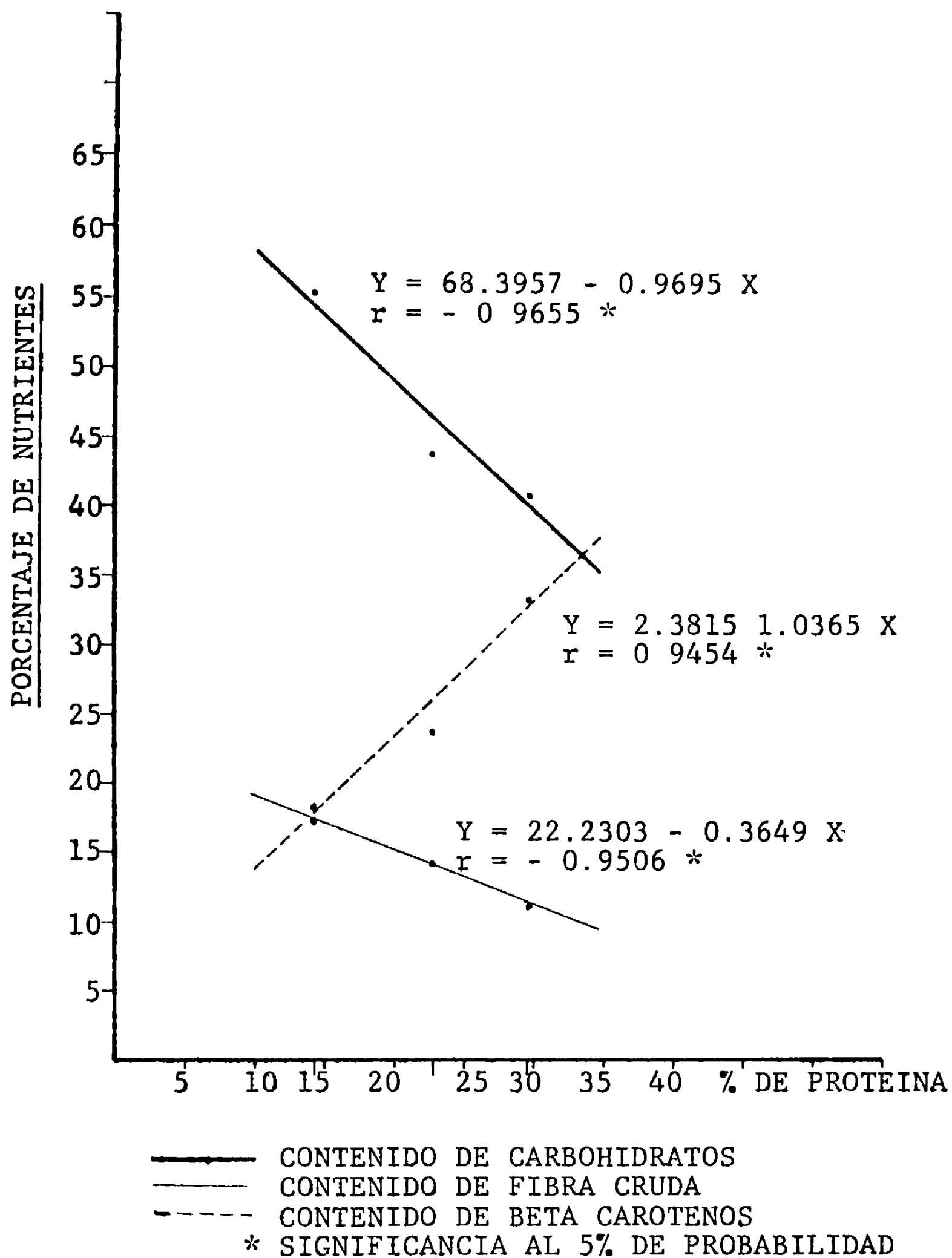
GRAFICA 1. Relación entre Altura de la planta, Número de hojas, Area Foliar, Peso neto y Peso bruto respecto a días al corte después de la emergencia.



GRAFICA 2. Relación entre rendimientos en Materia verde, Materia seca, Proteína y Altura de planta respecto a días al corte después de la emergencia.



GRAFICA 3. Relación entre el contenido de nutrientes respecto a días al corte.



GRAFICA 4. Relación entre el contenido de carbohidratos, fibra cruda y beta carotenos respecto al contenido de proteína.

VII. CONCLUSIONES.

1. El rendimiento de materia verde y materia seca se incrementa conforme la edad de la planta, mientras que la calidad nutricional del amaranto disminuye sensiblemente después de los 40 días.
2. Un rendimiento adecuado y una composición química aceptable se obtienen al cosechar la planta a los 40 días después de la emergencia, ya que se combinan los siguientes resultados: rendimiento de materia verde 6530.4 Kg/ha, rendimiento de proteína 154.3 Kg/ha, contenido de proteína 22.7 %, contenido de fibra cruda 14.3 %, contenido de calcio 2279.8 mg %, contenido de fósforo 740.9 mg %, contenido de hierro 52.7 mg % y contenido de beta carotenos 24.1 mg %.
3. El rendimiento de materia verde obtenido con una densidad de 114,284 plantas/ha, nos permite inferir que reduciendo las distancias entre postura a 0.15 y 0.20 metros (266,666 y 200,000 plantas/ha, respectivamente), sería posible obtener rendimientos de 15,237.8 y 11,428.4 Kg de materia verde por hectárea, haciendo el corte a los 35-40 días.
4. 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, ya que la composición química del amaranto en esta etapa es mejor y puede apro-

vecharse para el consumo las hojas y el tallo -
tierno.

5. La cosecha a los 60 días después de la emergencia proporciona un material de baja calidad y aunque los rendimientos de materia verde son altos, sólo es posible utilizar las hojas para el consumo.
6. El contenido de nutrientes presentes a los 60 -
días de edad, pueden considerarse de poca impor-
tancia para la nutrición humana, sin embargo, -
constituyen una fuente significativa si se toma
en cuenta que pueden ser utilizados en nutrición
animal debido a los altos rendimientos que se ob-
tienen en esta época de corte.
7. El amaranto tuvo una buena adaptabilidad para la
zona en la cual se realizó el ensayo.

VIII. RECOMENDACIONES.

1. Con el objeto de obtener un buen rendimiento en materia verde y contenido de proteína aceptable, se recomienda hacer la primera cosecha a los 40 días después de la emergencia.
2. Evaluar diferentes sistemas y distancias de siembra, número de cortes posibles y diferentes niveles de fertilización con el objeto de incrementar los rendimientos. Para fines comerciales se recomienda utilizar distancias de 0.15 y 0.20 metros entre planta y 0.50 metros entre hileras.
3. Promover el cultivo del amaranto como hortaliza a nivel familiar, debido a que su consumo puede contribuir al mejoramiento de la dieta en el área rural.
- 4 Realizar estudios análogos en diferentes cultivos de amaranto, incluyendo análisis organolépticos con el objeto de seleccionar los de mejores características agronómicas y nutricionales.

IX. APENDICE

APENDICE 1.

Condiciones climáticas que prevalecen en el valle de Guatemala.

Altitud	=	1502.32 m.s.n.m.
Precipitación anual $\bar{X}$	=	1048.1 mm.
Humedad relativa	=	77.6 %.
Temperatura media	=	18 7°C.

Fuente: INSIVUMEH. Registro climatológico del municipio de Guatemala, años 1973-1982.
Guatemala, 1983.

Características del suelo en el área del ensayo.

Textura	Franco arcillosos.
pH	6 4
Materia orgánica	mayor de 6.8 %.
Nitrógeno total	0.245 %.
Fósforo	48.33 ppm.
Potasio	349.0 ppm.
Calcio	22.4 meq/100 g.
Magnesio	3.69 meq/100 g.

Muestra analizada en Laboratorio de Suelos de DIRYA e ICTA. Guatemala, 1984.

APENDICE 2

Resultados de campo.

CORTE BLOQUE	ALTURA cm	NUMERO HOJAS	AREA FOLIAR cm ²	PESO BRUTO g	PESO NETO g	MATERIA VERDE/ PARCELA g	MATERIA SECA/ PARCELA g	PROTEINA/ PARCELA g	R E N D I M I E N T O S		
									MATERIA VERDE/ Kg/ha.	MATERIA SECA/ Kg/ha.	PROTEINA Kg/ha
1-1	11.8	10.6	29.82	6.0	4.4	449.6	49.0	14.9	713.65	77.78	23.76
1-2	11.2	9.0	19.90	4.7	3.9	326.9	38.9	11.1	518.89	61.75	17.59
1-3	9.0	8.6	14.41	4.2	3.6	304.2	38.3	11.2	482.86	60.79	17.70
1-4	9.4	8.8	22.10	4.4	3.3	319.6	37.7	11.4	507.30	59.84	18.02
1-5	8.6	8.5	21.93	4.0	3.2	277.7	29.7	9.1	440.79	47.14	14.40
1-6	13.4	10.5	34.42	7.4	5.4	581.2	66.2	20.2	922.54	105.07	32.11
1-7	8.8	8.5	17.53	3.9	3.3	272.0	31.5	8.9	431.75	50.00	14.13
1-8	12.2	9.6	24.10	6.2	4.3	371.5	44.5	12.8	589.68	70.63	20.25
X =	10.6	9.2	23.02	5.1	3.9	362.8	42.0	12.4	575.93	66.62	19.74
2-1	48.4	21.5	101.32	110.5	44.0	7689.0	776.5	173.9	12204.76	1232.54	276.08
2-2	27.0	17.4	82.50	82.6	39.7	2306.0	249.0	60.1	3660.32	395.24	95.32
2-3	31.3	18.1	90.20	77.9	36.4	3379.0	378.4	99.7	5363.49	600.63	158.21
2-4	35.9	17.6	89.45	98.5	43.1	2795.0	285.1	69.3	4436.51	452.54	109.95
2-5	34.1	17.9	93.72	69.6	36.0	3515.5	390.2	72.6	5580.16	619.37	115.19
2-6	35.9	19.0	90.88	70.0	33.7	3760.0	376.0	78.7	5968.25	596.83	124.90
2-7	33.4	18.5	94.21	89.1	40.5	3170.5	345.5	72.9	5032.54	547.62	115.65
2-8	41.1	20.8	105.42	126.8	50.1	6298.0	636.1	150.4	9996.82	1009.52	238.78
X =	35.9	18.8	93.46	90.6	40.4	4114.1	429.5	97.2	6530.35	681.78	154.26
3-1	108.7	29.6	93.16	215.4	55.5	11093.5	1652.9	224.1	17609.73	2623.65	355.76
3-2	115.3	31.5	92.45	216.9	56.0	13289.5	1940.2	253.9	21094.44	3079.68	403.13
3-3	127.4	31.9	114.50	375.5	92.1	19874.5	2762.5	437.6	31546.93	4384.92	694.57
3-4	153.1	36.8	159.79	548.9	130.0	24149.0	2994.5	603.4	38331.75	4753.17	957.76
3-5	111.6	29.5	81.01	188.8	44.9	12957.5	2099.1	289.8	20567.46	3331.90	460.13
3-6	114.1	27.4	79.68	215.9	53.7	11218.5	1727.6	206.6	17807.14	2742.22	327.97
3-7	118.9	29.0	91.69	219.8	56.2	13197.5	1953.2	248.3	20948.41	3180.32	394.05
3-8	134.1	31.3	86.73	285.3	62.4	16555.0	2268.0	310.3	26277.78	3600.00	492.48
X =	122.9	30.8	99.88	283.3	68.8	15291.9	2174.8	321.8	24272.81	3451.98	510.73

APENDICE 3.

Resultados de laboratorio.

CORTE BLOQUE	MATERIA SECA %	HUMEDAD %	HUMEDAD RESIDUAL %	PROTEINA (Nx6.25) %	EXTRACTO ETereo %	CARBOHIDRATOS %	FIBRA CRUDA %	CENIZAS %	CALCIO Mg %	FOSFORO Mg %	HIERRO Mg %	BETA-CAROTENO Mg %	OXALATOS %
1-1	10.9	89.1	4.4	30.6	4.4	39.7	11.4	21.0	2352.7	729.1	42.2	34.2	4.1
1-2	11.9	88.1	4.2	28.5	5.1	42.6	11.9	19.6	2462.8	724.1	66.2	33.6	4.5
1-3	12.6	87.3	4.7	29.1	4.2	41.7	9.8	20.3	2556.7	663.7	42.5	33.9	4.4
1-4	11.8	88.2	4.2	30.1	4.5	41.1	11.8	20.1	2218.3	685.5	36.3	32.9	4.3
1-5	10.7	89.3	4.7	30.6	4.4	39.7	10.7	20.5	2255.9	747.7	42.6	34.2	7.9
1-6	11.4	88.6	3.9	30.6	3.6	40.9	10.6	21.1	2666.7	757.3	47.7	32.8	3.8
1-7	11.6	88.4	5.1	28.3	5.4	41.1	10.8	20.2	2240.2	868.8	41.1	32.5	4.2
1-8	12.0	88.0	4.7	28.7	5.0	40.8	11.3	20.8	2095.5	896.9	44.0	35.6	3.8
X =	11.6	88.4	4.7	29.5	4.6	41.0	11.1	20.4	2356.1	759.1	45.8	33.7	4.6
2-1	10.1	89.9	4.8	22.4	4.3	45.0	14.9	23.6	2543.8	721.6	50.4	24.8	4.0
2-2	10.8	89.2	4.9	24.1	4.7	44.1	13.9	22.1	2274.9	730.3	51.8	27.6	6.7
2-3	11.2	88.8	5.2	26.3	4.6	40.9	14.1	23.0	2286.1	715.7	52.8	26.8	4.4
2-4	10.2	89.8	6.0	24.3	4.5	43.2	13.2	22.1	2278.2	854.4	34.4	25.0	4.1
2-5	11.1	88.9	6.5	18.6	4.7	48.5	14.6	21.7	2187.3	648.0	68.8	18.4	4.4
2-6	10.0	90.0	8.0	20.9	4.4	45.1	14.7	22.8	2246.9	887.4	46.1	23.3	4.9
2-7	10.9	89.1	6.9	21.1	3.6	45.5	14.8	21.8	2236.0	682.4	56.3	20.9	4.8
2-8	10.1	89.9	6.8	23.7	4.1	42.5	13.9	22.9	2186.2	687.5	61.0	26.2	3.3
X =	10.6	89.4	6.1	22.7	4.4	44.3	14.3	22.5	2279.8	740.9	52.7	24.1	4.6
3-1	14.9	85.1	5.7	13.6	3.7	57.3	16.4	19.8	2338.9	425.8	54.6	17.0	4.0
3-2	14.6	85.4	6.1	13.1	4.2	58.0	18.1	18.6	2295.6	652.7	61.2	15.8	4.9
3-3	13.9	86.1	6.2	15.8	4.3	53.0	17.8	20.6	1975.0	517.7	42.4	23.5	4.8
3-4	12.4	87.6	6.3	20.2	4.6	47.8	15.5	21.2	2193.6	492.0	55.9	27.7	3.8
3-5	16.2	83.8	7.3	13.8	3.9	57.1	16.2	17.9	1989.5	447.5	68.0	13.9	4.1
3-6	15.4	84.6	6.4	12.0	5.2	57.8	17.8	18.8	2269.3	479.7	60.1	12.7	4.6
3-7	14.7	85.3	8.0	12.7	4.9	56.5	17.4	17.9	2050.2	465.2	46.0	15.2	4.3
3-8	13.7	86.3	7.1	13.7	4.0	55.2	16.6	20.0	2277.7	495.3	68.8	20.9	4.9
X =	14.5	85.5	6.6	14.4	4.4	55.3	17.0	19.3	2173.5	497.0	57.1	18.3	4.4

APENDICE 4.

Promedio de resultados de campo y prueba de Tukey.

VARIABLE	CORTE	PROMEDIO		COMPARADOR 0.05 %
Altura cm	1	10.6	a	12.46
	2	35.9	b	
	3	122.9	c	
Número de hojas.	1	9.2	a	2.67
	2	18.8	b	
	3	30.8	c	
Area foliar cm ²	1	23.02	a	22.51
	2	93.46	b	
	3	99.88	c	
Peso bruto g	1	5.1	a	92.50
	2	90.6	a	
	3	183.3	b	
Peso neto g	1	3.9	a	21.56
	2	40.4	b	
	3	68.8	c	
Materia verde por parcela g	1	362.8	a	3969.99
	2	4114.1	a	
	3	15291.9	b	
Materia seca por parcela g	1	42.0	a	411.21
	2	429.5	a	
	3	2174.8	b	
Proteína por parcela g	1	12.4	a	109.99
	2	97.2	a	
	3	321.8	b	
Rendimiento en materia verde Kg/ha	1	575.9	a	6301.80
	2	6530.4	a	
	3	24272.8	b	
Rendimiento en materia seca Kg/ha	1	66.6	a	652.52
	2	681.8	a	
	3	3452.0	b	
Rendimiento en proteína Kg/ha	1	19.7	a	174.60
	2	154.3	a	
	3	510.7	b	

APENDICE 5.

Promedio de resultados de laboratorio y prueba de Tukey.

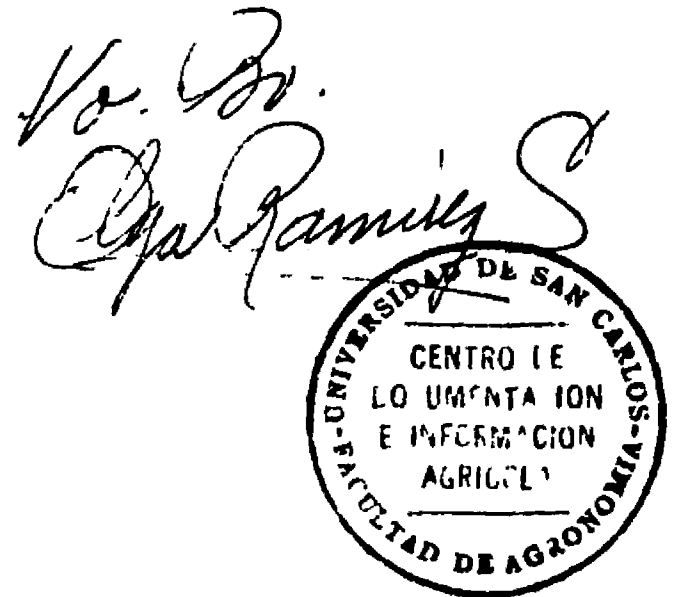
VARIABLE	CORTE	PROMEDIO		COMPARADOR 0.05 %
Materia seca	1	11.6	a	1.02
%	2	10.6	b	
	3	14.5	c	
Humedad en	1	88.4	a	1.02
fresco	2	89.4	b	
%	3	85.5	c	
Humedad	1	4.5	a	1.03
residual	2	6.1	b	
%	3	6.6	b	
Proteína	1	29.5	a	2.68
(N x 6.25)	2	22.7	b	
%	3	14.4	c	
Carbohidratos	1	41.0	a	3.08
%	2	44.3	b	
	3	55.3	c	
Fibra cruda	1	11.1	a	0.95
%	2	14.3	b	
	3	17.0	c	
Cenizas	1	20.4	a	1.09
%	2	22.5	b	
	3	19.3	c	
Fósforo	1	759.1	a	99.88
Mg %	2	740.9	a	
	3	497.0	b	
Beta caroteno	1	33.7	a	4.48
Mg %	2	24.1	b	
	3	18.3	c	

X. BIBLIOGRAFIA.

1. ABBOTT, J.A. y CAMPBELL, T.A. Sensory evaluation of vegetable amaranth (Amaranthus spp.). HortScience 17(3):409-410. 1982.
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. 1094 p.
3. BURROWS, S. A colorimetric method for the determination of oxalate. Analyst 75:80-84. 1950.
4. CAMPBELL, T.A. y ABBOTT, J.A. Field evaluation of vegetable amaranth (Amaranthus spp.). HortScience 17(3):407-409. 1982.
5. CAMPOGORRA, I. Amaranto, el alimento de los aztecas maná de las zonas áridas. Perspectivas de la UNESCO (París) no. 783:1-5. 1982.
6. CHEEKE, P.R. y BRONSON, J. Feeding trials with amaranthus grain, forge and leaf protein concentrates. In Proceeding of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp 5-11.
7. DEVADAS, P.R. y SAROJAS, S. Availability of iron and B-carotene from amaranth to children. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 15-21.
8. DOWNTON, W.J.S. Amaranthus edulis; a high lysine grain amaranth. World Crops 25(1):20. 1973.
9. GRUBBEN, G.J.H. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth with special reference to South Benin. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 63-67.

10. HUAN, PAI-CHI. A study of taxonomy of edible amaranth: an investigation of amaranth both botanical and horticultural characteristics. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 142-150.
11. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, INCAP-ICNND, 1961. pp. 23-24.
12. LEES, P. Amaranto ¿El supercultivo del futuro? - Agricultura de las Américas (Estados Unidos) - 32(3):16-17, 32. 1983.
13. MAKUS, D.J. Características y potencial del Amaranthus tricolor en la zona intermedia sur de los Estados Unidos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición/ Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. El Amaranto y su Potencial - Boletín no. 3. 1933. p. 4.
14. MARDEROSIAN, A. DER, et al. Nitrate and oxalate content of vegetable amaranth. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, -- U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 31-41.
15. OKE, O.L. Amaranth in Nigeria. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 22-30.
16. OOMEN, H.A.P.C. y GRURBEN, G.J.H. Tropical leaf vegetables in human nutrition. 2an ed. Amsterdam, Koninklijk Instituut voor de Tropen, 1978. 140 p.
17. RAMIREZ, A.R. Sistemas de conservación de pastos y forrajes. Universidad de San Carlos; publicación anual (Guatemala) 2(9):219-245. 1978.
18. SANCHEZ MARROQUIN, A. Potencialidad agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980. 238 p.

19. SAUER, J.D. The hystory of grain amaranthus and their use and cultivation around the world. In Proceedings of the First Amaranth Seminar. -- Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1977. pp. 9-13.
20. SENFT, J.P. Protein quality of amaranth grain. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp 43-47.
21. SPILLARI F., M.M. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (Solanum spp.), chipilín (Crotalaria longirostrata) y amaranto (Amaranthus spp.). Trabajo Supervisado. Técnico Fitotecnista. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola, 1983. 41 p.
22. SUMAR KALINOWSKY, L. El pequeño gigante. Archivos Latinoamericanos de Nutrición/ Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. El Amaranto y Su Potencial. Boletín no. 3. 1983. 4 p.





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O

