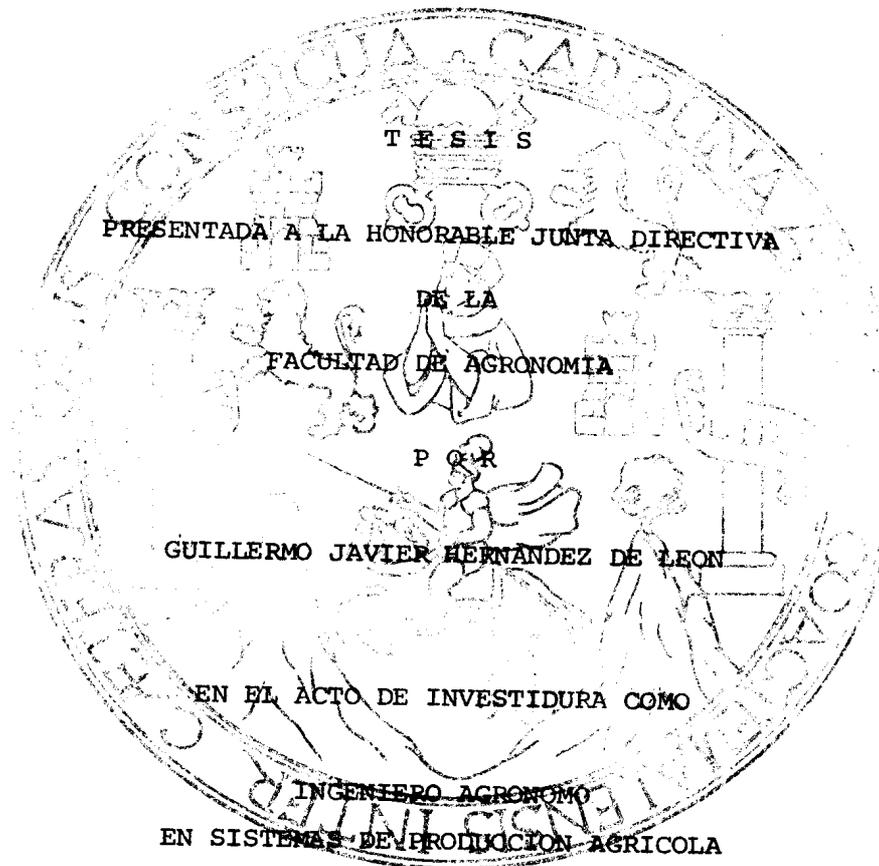


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DE 16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) PARA  
SEMILLA EN SALCAJA, QUEZALTENANGO, GUATEMALA"



EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, mayo de 1988

TESIS DE REFERENCIA

**NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL USAC.

DL  
01  
7(1069)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal Bartolomé Martínez M.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	T.U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

3 de mayo de 1988

Ingeniero Agrónomo  
Hugo A. Tobías, Director  
Instituto de Investigaciones Agronómicas  
Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he concluído el asesoramien-  
to y la revisión del documento final del trabajo de tesis del señor  
Guillermo Javier Hernández de León, titulado "EVALUACION DE 16 CULTI-  
VARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) PARA SEMILLA EN SALCAJA, QUEZAL-  
TENANGO".

El estudio constituye un aporte valioso al conocimiento de dicho  
cultivo, por lo que recomiendo su aprobación como trabajo de tesis,  
previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.  
ASESOR

Guatemala,  
mayo de 1988

SEÑORES  
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PRESENTE

SEÑORES:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE 16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) PARA SEMILLA EN SALCAJA, QUEZALTENANGO", como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Br. Guillermo Javier Hernández de León



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Gabino Hernández Ovalle  
Ofelia Celina de León de Hernández

A MIS HERMANOS:

Luis Hernán  
José Vicente  
Aura Nery  
Ricardo Erick  
Ofelia Anabella  
Lic. Silverio René  
Lic. Víctor Otoniel  
E.U. Alex Rafael  
E.U. Luis Gustavo

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

- A: MI PATRIA GUATEMALA
- A: SALCAJA, QUEZALTENANGO
- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- A: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS -IIA-
- A: INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA -INCAP-
- A: LA FEDERACION DE COOPERATIVAS AGRICOLAS DE GUATEMALA  
-FEDECOAG, R.L.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a las personas que, de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

- AL: Ing. Agr. Anibal Bartolomé Martínez Muñoz, por su desinteresada colaboración y asesoramiento para la realización del presente trabajo.
- AL: Ing. Agr. Annette Bernd, por su colaboración durante la etapa de campo.
- AL: Dr. Ricardo Bressani y el personal del INCAP en especial al departamento de Química Agrícola.
- AL: Ing. Agr. Luis Reyes, por su valiosa colaboración en el procesamiento de la información.
- A: Gabriel Gramajo G. por haber permitido realizar el trabajo en sus terrenos.

# C O N T E N I D O

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. HIPOTESIS	3
IV. JUSTIFICACION	4
V. REVISION DE LITERATURA	5
1. Características botánicas del género <i>Amaranthus</i>	5
1.1 Descripción general de algunas especies de <i>Amaranto</i> ( <i>A. spp.</i> )	6
2. Usos y cualidades del <i>Amaranto</i> ( <i>A. spp.</i> )	9
2.1 Usos del <i>Amranto</i> ( <i>A. spp.</i> )	9
2.2 Cualidades del <i>Amaranto</i> ( <i>A. spp.</i> )	12
3. Antecedentes de estudios realizados en el país sobre <i>Amaranto</i>	18
VI. MATERIALES Y METODOS	29
1. Descripción de la localidad	29
2. Cultivares de <i>Amaranto</i> estudiados	30
3. Diseño Experimental	31
4. Datos de campo tomados	32
5. Análisis de la información	33
6. Manejo del experimento	33
7. Materiales utilizados	25

	PAGINA
VII    RESULTADOS Y DISCUSION	36
VIII    CONCLUSIONES	46
IX    RECOMENDACIONES	47
X    BIBLIOGRAFIA	48
XI    APENDICE	50

## INDICE DE CUADRO

CUADRO No.		PAGINA
1	Composición química del Amaranto	14
2	Composición de la semilla de Amaranto ( <u>A. hypochondriacus</u> )	15
3	Valor químico (%) del Amaranto y otros alimentos	16
4	Composición química de semillas de Amaranto y otras	17
5	Material genético de Amaranto utilizado en el ensayo	30
6	Resumen de los análisis de varianza	37
7	Resumen de las características de los cultivos evaluados	38
8	Pruebas de Tukey para las variables significativas	41
9	Pruebas de Tukey para las variables significativas	42
10	Pruebas de Tukey para las variables significativas	43
11	Resultados del análisis de correlación	44

# A P E N D I C E

APENDICE No.		PAGINA
1	Ecuaciones logarítmicas de las curvas de crecimiento	51
2	Comparación de resultados con otras investigaciones realizadas en Amarantho ( <u>Amaranthus</u> spp.)	52
3	Condiciones del suelo en el área del ensayo	53
4	Características climáticas que prevalecen en el área del ensayo	53
5	Cuadro de promedios obtenidos de rendimiento de semilla, Kg. de proteína/ha. y porcentaje de proteína	54
6	Cuadro de promedios obtenidos de altura de planta a cosecha días a emergencia y porcentaje de emergencia	55
7	Cuadro de promedios obtenidos de días a floración, a cosecha y la diferencia de éstos	56
8	Cuadro de hoja de toma de datos	57
9	Distribución de los materiales durante la etapa de campo	58

EVALUACION DE 16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) PARA SEMILLA EN SALCAJA, QUEZALTENANGO, GUATEMALA"

EVALUATION OF 16 CULTIVARS OF AMARANTH (Amaranthus spp.) FOR SEED IN SALCAJA, QUEZALTENANGO, GUATEMALA.

R E S U M E N

El Amarantho (Amaranthus spp.), es una especie nativa, el cual según estudios recientes presenta un alto valor nutritivo, buen rendimiento por unidad de área, bajo costo, facilidad de producción y gran aceptación en el área rural, por lo que resulta ser una alternativa muy prometedora, como una de las soluciones para mejorar las condiciones alimenticias de nuestra población.

El objetivo general de esta investigación, fue el de contribuir al estudio de la interacción genotipo-ambiente sobre características determinantes en la producción; buscando específicamente seleccionar los cultivares más rendidores, corto ciclo vegetativo, alto valor nutritivo y de mejores características agronómicas para las condiciones ambientales del municipio de Salcajá, Quezaltenango. En el trabajo de campo se utilizó un diseño de Bloques al Azar en "LATICE CUADRUPLÉ 4 x 4 con 3 repeticiones y 16 tratamientos que son los cultivares utilizados; de ellos 7 introducidos de Estados Unidos, 1 de Perú, y 8 cultivares nativos de Guatemala.

Se evaluaron las características: días emergencia, porcentaje de emergencia, velocidad de crecimiento de las plantas, días a floración, altura de la planta a floración y a cosecha, rendimiento de semilla, así como el porcentaje de proteína y de humedad residual en semillas cosechadas, a través de análisis de varianza, pruebas de Tukey y correlaciones.

Se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos a excepción de las variables porcentaje de proteína en semilla y rendimiento de semilla

en Kg/ha.

El rendimiento de semilla varía de 325.5 Kg/ha. a 1,428.2 Kg/ha. El rendimiento más alto lo dió el cultivar INCAP-170GUA-17-GUA y el más bajo corresponde al cultivar FA-350, ambos cultivares nativos.

El porcentaje de proteína en la semilla va desde 15.57% hasta 20.08%, el más alto correspondió al cultivar INCAP-7-USA-82S-1014 y el más bajo el cultivar INCAP-2-USA-A-982, ambos materiales introducidos. Para los cultivares nativos del país, el porcentaje de proteína en la semilla va desde 15.61% hasta 19.24%, el porcentaje más alto correspondió al cultivar FA-492 y el más bajo al cultivar FA-637.

De acuerdo a los análisis de correlación, se observó que a mayores días a floración, a cosecha y altura de la planta, el rendimiento de semilla será mayor, que en cierta manera demuestra que el ciclo largo incide en un mejor rendimiento de semilla. Mayores días a cosecha, mayor altura de la planta a cosecha y mayor rendimiento de semilla, hay un menor porcentaje de proteína en la semilla, por lo que sí se hace necesario seleccionar cultivares de ciclo vegetativo corto.

Existen 4 cultivares que manifestaron las mejores características agronómicas y porcentaje de proteína en semilla, los cuales son: nativos INCAP-17-GUA-17-GUA, INCAP-23206, INCAP-23201, y el cultivar introducido INCAP-17-USA-80S-649.

De acuerdo con la fecha de siembra del presente trabajo de investigación y comparando resultados de rendimiento de semilla de ésta con el reportado por la literatura, los materiales FA-492, FA-747, FA-350, INCAP-23201, INCAP-8-USA-82S-343 é INCAP-20-USA-80S-1157 nos reportaron rendimiento de semilla sumamente bajos comparados con los reportados por Rivera, C.R. (13) y Tujab M., H. (19), lo cual se debió a que estos materiales fueron más afectados por heladas tempraneras, ya que esos materiales se encontraban en su formación y maduración de la semilla.

## I. INTRODUCCION

Sabiendo que Guatemala, forma parte de uno de los ocho centros de origen y diversificación vegetal, y que según inventario preliminar hecho por CATIE, tiene el 48% de 104 especies nativas de esta región. Sólo han seleccionado y cultivado muy copas de éstas; por lo que las restantes merecen especial atención para explorarlas como nuevas fuentes de alimentación (9).

Una de estas especies nativas es el Amranto (Amaranthus spp.), el cual según estudios recientes presenta un alto valor nutritivo, buen rendimiento por unidad de área, bajo costo, facilidad de producción y gran aceptación en el área rural, por lo que resulta ser una alternativa muy prometedora, como una de las soluciones para mejorar las condiciones alimenticias (2, 3, 15).

El Amarantho (Amaranthus spp.) ha sido y sigue siendo de uso muy popular por los habitantes de América, Asia y África; por lo que el Amarantho (bledo, tze, tez, etc.), no es desconocido, ya que fue parte de la cultura agrícola y religiosa de algunos pueblos de esta región, antes de la llegada de los españoles a América (7, 15).

En base a estas cualidades se tomó en cuenta en el proyecto de Recursos Fitogenéticos del país, por ello se ha colectado el germoplasma existente y se ha caracterizado parte de éste; y producto de ello se ha seleccionado algunos cultivares que serán necesarios evaluarlos en diferentes ambientes para conocer la estabilidad de los mismos en las características que tienen importancia para el manejo agronómico.

Este trabajo es parte de un proyecto general que persigue el objetivo anterior y, que específicamente se montó en el municipio de Salcajá, Quezaltenango, evaluando estos cultivares con otros que han sido introducidos de Estados Unidos y Perú por parte del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)

## II. OBJETIVOS

1. Evaluar 16 cultivares de Amarantho (Amaranthus spp.), en forma preliminar, en cuanto a sus características agronómicas y porcentaje de proteína, bajo las condiciones ambientales de Salcajá, Quezaltenango.
2. Seleccionar los cultivares sobresalientes para la región en función de las siguientes características: corto ciclo vegetativo, baja altura a cosecha de las plantas, alto rendimiento de semilla y alto porcentaje de proteína.

### III. HIPOTESIS

1. Se espera que exista variabilidad en cuanto a las características a evaluar entre los 16 cultivares de Amarantho (Amaranthus spp.)
2. Se espera que al menos uno de los cultivares mostrará mejores características agronómicas, para las condiciones ambientales de Salcajá, Que zaltenango.

#### IV. JUSTIFICACION

El género *Amaranthus*, del cual existen varias especies comestibles, nativas de la región mesoamericana y que en Guatemala son conocidas como Bledos, poseen un valor nutritivo alto; que en alguna forma pueden contribuir a satisfacer la demanda de proteína, minerales y vitaminas de la población.

Por otro lado, el bleo no es desconocido en el país, ya que fue parte de la cultura agrícola de esta región antes de la llegada de los españoles, por lo que su aceptación como alimento puede ser fácil y con ello se lograría diversificar en parte la producción agrícola y mejorar la dieta de la población.

Es importante que antes de transferir el manejo del cultivo a los agricultores se generen elementos tecnológicos básicos aplicables al proceso productivo, tal es el caso de variedades adecuadas para las condiciones de la región potencial para su producción.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. CARACTERÍSTICAS BOTANICAS DEL GENERO AMARANTHUS.

"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 uni sexuales, monóicas o dióicas, en densos racimos situados en las axilas de las hojas, en algunas especies, en tirso terminales, densos, sin hojas, cada dicacio lleva una bractea persistente de punta espinosa. Pétalos libres, 3-5, en flores estaminadas, 0-5 en flores pistiladas. Estambres libres de 3-5. Urtrículo circunsésil o indehisciente. Semilla lenticular; pardo oscuro o blanco, con el embrión enrollado alrededor de un endospermo amiloso" (15).

Las especies de *Amaranthus* alcanzan hasta 2 metros de altura. Generalmente tienen un solo eje central con pocas ramificaciones laterales. Su raíz pivotante es corta y robusta. El tallo es estriado con arista fuerte y hueco en el centro en su etapa de madurez. Las hojas son largamente pecioladas y de escasa pubescencia con nervadura central 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 sola semilla (18).

#### 1.1 Descripción General de Algunas Especies de Amaranthus:

*Amaranthus caudatus* (en 1753):

Sinónimos:           *Amaranthus cruentus* L. (en 1959)  
                          *Amaranthus paniculatus* L. (en 1963)  
                          *Amaranthus sanguineus* L. (en 1763)  
                          *Amaranthus leucospermus* (en 1887)

En el país: Moco de Chumpe (en Zacapa); Cola de Zorro (en Cobán)

Bledo Extranjero (en Cobán); Ses (Keckchí); Bledo rojo. Plantas robustas, erectas, de 1 a 1.5 mts. de altura, simples o ramificadas, frecuentemente coloreadas, casi todo de color tojo púrpura o rojo pálido. Generalmente cubierta de pelos, con vellocidades cerca de las proximidades de la inflorescencia, hojas con pecíolos delgados de 2 a 20 cms. de largo de forma elíptica u ovalada, lanceolada o rombo-ovalada de 5 a 30 cms. de largo y de 2 a 10 cms. de ancho, en la base aguda, cubierta de pubescencia o sin pubescencia, las flores son monoicas en densos panículos, éstas están compuestas por numerosas y delgadas espigas de 4 a 18 cms. de altura y generalmente de 6 a 8 mm. de espesor; las espigas generalmente son dobles, grandes o curvadas, brácteas lanceoladas u ovaladas, son iguales o la mitad del largo de los sépalos, pistilos oblongos de 1.5 mm. de largo, obtusos o redondeados hasta el ápice de los estambres que se encuentran en número de 5, estilo de 3 ramificaciones, conspicuamente utricular, excediendo a los sépalos, semillas de 1 mm. de diámetro, colores que presentan las semillas: negro, blanco-amarillentas o rojas. Comunmente se cultiva en jardines para ornamentación, también se establece como maleza. Standley C. and Steyermark, J.A., citado por (7).

Amaranthus Cruentus:

Sinónimo: Amaranthus paniculatus

Como esta especie ha sido descrita en la literatura científica como válida y además algunas formas o razas existentes en varios estados Mexicanos.

Esta especie se ha extendido por Centro América y Panamá y ha sido introducida en algunos países de Europa y Asia.

Raza común de Amaranthus cruentus. Este grupo de cultiva para grano solamente en tres lugares de Guatemala.

Los especímenes de Guatemala tuvieron tanto semilla oscura como

pálida, en proporción aproximadamente igual; todos los demás fueron de semilla oscura (15).

Amaranthus hybridus L. (1753)

Sinónimos:           Amaranthus hipocondriacus  
                          Amaranthus chlorostachya

En el país: Ses (Keckchí de Cobán); Huisquilate o Hisquelete. Plantas que son robustas, erectas, a veces de 2 mts. de alto, pero generalmente de 1 mt. más o menos; a menudo muy ramificado, proyecta bastante sombra, generalmente con vellocidades esparcidas arriba de los tallos de 9 cms. de largo o menos que van de la forma lanceolada a ovalada o rómbica-ovalada, de 5 a 15 cms. de largo y de 2 a 7 cms. de ancho, agudas y escasamente redondas del ápice, a menudo levemente de tinte manchado de rojo, flores monoicas espiculadas, las espículas paniculadas, la terminal es el doble de largo de las laterales o más cortas, de 6 a 12 mm. de grueso, brácteas el doble del (grueso) largo de los sépalos, lanceoladas a ovaladas, con punta aguda, los sépalos pistilados en número de 5, oblongados de 1.5 a 3 mm. de largo, estambres en número de 5, ramas del estilo 3, utrículo de la pared delgada, las semillas de 1 mm. de diámetro con color café con rojo oscuro o negro brillante. Se encuentran frecuentemente y en forma abundante en los campos maiceros, considerándose como una maleza. Standley, C. and Steyermark, J.A. Citados por (7).

Amaranthus scariosus:

Sinónimo:           No se le conoce.

Plantas robustas de 1 a 1.5 mts. de altura, tallo uniforme, ramificado, globoso o pubescente, hojas delgadas, pecíolo de 10 cms. de largo, aguda, la punta redonda y la base aguda a abrupta, flores monoicas espigadas, las espículas de 8 a 20 cms. de largo,

rectas o caídas formando una larga panícula, brácteas subuladas, lanceoladas, pungente, terminada ligeramente en punta excedente, las flores de 5 sépalos pistilados, 1 espatulado de 3 mm. de largo, redondo en el ápice, a menudo achatado, escarioso, una nervadura unida a la base, 5 estambres, estilo con 3 ramificaciones, utrículo muy corto que los sépalos, semillas negras de 0.8 mms. de diámetro. Standley, C. and Steyermark, J.A. Citado por (7).

Amaranthus polygonoides L.

Sinónimo: No se le conoce.

Planta de tallo delgado, ascendente y ensanchado algunas veces erecto, de 10 a 50 cms. de largo, bastantes ramas desde la base, vellosos cerca de la inflorescencia hojas con pecíolos de 2.5 cms. de largo, rómbicas, ovaladas, de 1-3 cms. de largo, obtusas, troncos cortos y generalmente recortado del ápice, agudo o acuñado de la base y decurrente, disperso pubescente por debajo o glabro, flores monoicas, densas y sésiles, varias flores in crustadas en la axila, brácteas lanceoladas, acuminada, mitad del largo de los sépalos o menos, sépalos pistilados, erectos o redondos, estambres de 2 a 3, estilos enramados de 2 a 3, utrículo marcado, semillas de color negro o café oscuro, brillosas de 0.6 mm. de diámetro. Standley, C. and Steyermark, J.A. Citado por (7).

Amaranthus spinosus:

Sinónimos: Huisquelete (Derivado de Nahuatl que significa ble do)  
Spiny quelite, significa Bledo Macho  
Ixtez (los Mayas en el Petén)  
Tsetz, Babzetz (en Quiché)  
Bledo Nigua (en Zacapa).

Plantas fuertes y suculentas, erectas, de 50 a 70 cms. de altura

o menos, hojas delgadas, pecioladas, ovaladas, lanceoladas de 3 a 12 cms. de largo, agudas de la base, estrechas hacia el ápice, pero la punta obtusa o ligeramente redonda; glabro o tallo pubescentes, flores monícas, pistilos densos, glabros, sencibles principalmente incrustados en las axilas, en estambres delgados, erecto, o cayéndose, espigas terminales de 3 a 18 cms. de longitud y de 4 a 8 mms. de grosor, brácteas lanceoladas o tubuladas, a menudo espinosas corta de los sépalos, a menudo de 2 a 3 son largas a veces, sépalos pistilados en número de 5 oblongos, botusos o agudos; 1.5 mms. de largo, estambres en número de 5, utrículo casi igual a los sépalos, irregular e imperfecta, semillas negras brillosas de 0.7 a 1 mm. de diámetro. Las hojas y esporocitos (brotes) cortos son cocidos y comidos, pero en mínimas cantidades y en menor frecuencia, considerándose en terrenos cultivados y en terrenos abandonados. Standley, C. and Steyermark, J.A. Citado por (7).

## 2. USOS Y CUALIDADES DEL AMARANTO (Amaranthus spp.)

### 2.1 Usos del Amaranto (Amaranthus spp.):

El bledo es una de las muchas hierbas comestibles que abundan en Guatemala. En nuestro país existen diferentes especies, tales como: A. spinosus, A. cruentus, A. caudatus, A. hybridus, A. dubius, A. hypochondriacus. Entre estas especies, las más importantes son:

A. cruentus y A. hybridus, por su uso hortícola -como verdura-; A. caudatus y A. hypochondriacus, por los usos de su semilla como grano (18).

Las semillas son pequeñas pero muy abundantes. Los granos al ser sometidos al calor, revientan y dan un producto parecido a las rosetas o palomitas de maíz, que en México se llaman alegrías y en Paquistán laddoos. Los granos también pueden molerse para dar una harina rica en gluten y de buenas características de panifica-

ción. El pan de harina de Amaranto tiene sabor suave a nueces. En México el grano es molido y se mezcla con harina para hacer tortillas y otros alimentos básicos.

Muchos tipos de Amaranto tienen hojas comestibles y nutritivas que pueden consumirse hervidas como la espinaca (8).

- Elaboración tradicional de la "Alegría":

En una masa adecuada las semillas del Amaranto se ponen a tostar sobre una lámina plana o comal para que se abran o revienten, moviéndolas con una escobeta de paja, tostadas se ciernen por tamiz de malla fina. Las que no abrieron caen a la masa y después se desechan porque ya están quemadas. Luego se prepara la miel. Cuando la semilla reventada está lista, se calienta la miel, se le agregan unas gotas de limón y se mezclan con la semilla en la misma olla. Se revuelven perfectamente con una cuchara de madera para que la miel quede bien distribuída.

Antiguamente la "alegría" se presentaba solamente en forma de pequeñas esferas o de rectángulos simples (15).

- Preparación de atole de "alegría":

Para preparar el atole de "alegría", las semillas, previamente tostadas se muelen en matate a fin de obtener harina, se agrega agua y al mezclarlas resulta el atole (15).

- Pinole:

Se muelen las semillas para obtener la harina utilizando para el caso un simple matate, molino de mano o eléctrico, a nivel casero (15).

- Tamales:

Aunque en tiempos anteriores a la conquista estos productos

fueron de alto consumo por parte de las tribus primitivas y preparados tanto de maíz como de "alegría" (15).

Nuevos Productos a base de Amaranto:

- Aprovechamiento Integral:

Las partes de la planta de Amaranto, para su aprovechamiento industrial, de acuerdo con las características químicas de cada una de ellas. Así, el tallo se destinaría a follaje, las hojas a la alimentación humana modificando un tanto el sabor que es amargo en algunas especies cuando la planta ha madurado y, las semillas, que representan la parte más valiosa industrialmente, porque se puede utilizar en forma directa en confitería o someterse a molienda para obtener harinas y éstas pasar a industrias específicas de panadería, pastelería, pastas alimenticias, galletas, mazapanes, etc.

- Harinas de Amaranto:

Con la colaboración del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo y del colegio de post-graduados de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el CEESTEM ha obtenido y utilizado en productos adecuados, los siguientes tipos de harinas (15):

- Harina integral
- Harinas clasificadas.

- Galletas:

En los laboratorios del CIMMYT, gracias a la gentileza del Dr. Arnoldo Amaya, fue posible ensayar mezclas de harinas de amaranto y trigo tezopaco para la producción de galletas mediante las técnicas usuales. Las mejores mezclas ensayadas fueron: 10:90 y 20:80 de amaranto y trigo tezopaco, respectivamente (15).

- Elaboración de Hojuelas:

El procesamiento de amaranto para obtener las hojuelas está constituido por tres etapas:

1. Limpieza del grano de amaranto
2. Acondicionamiento del grano de amaranto
3. Laminado, de éste como producto salen hojuelas.

Los granos de amaranto ligeramente húmedos son así laminados en dicha máquina. El agua que recubre los granos se transforma en vapor al contacto con los rodillos; los granos se aplastan, y salen de la máquina en forma precocida (3).

- Otros Productos:

1. Palanquetas
2. Paletas
3. Polvorones (15).

2.2 Cualidades del Amaranto:

Los Amarantos son excelentes hortalizas por las siguientes razones:

1. Son cultivos de rápido crecimiento, con un potencial de producción extremadamente alto: en climas cálidos el rendimiento de hoja puede alcanzar hasta 30 toneladas de materia fresca por hectárea en 4 semanas de corte directo.
2. Son menos susceptibles a enfermedades originadas en el suelo, que la mayoría de hortalizas fáciles de cultivar y apropiados para cultivo, tanto en huertos familiares o comerciales.
3. Se ajustan a la rotación de cultivos con cualquier otra hortaliza cultivable.

4. Para compensar el alto consumo de minerales, el cual es inherente con una productividad alta y una buena composición nutricional, los Amarantos reaccionan favorablemente a los abonos verdes, además prosperan bien en tierras fertilizadas con basura o desecha de ciudades; ya sea que estén en estado fresco o parcialmente descompuesto.
5. Debido a los bajos costos de producción y a la alta productividad, el *Amaranthus* es una de las hortalizas de hojas verdes oscuras más baratas en los mercados tropicales y es a menudo descrita como una hortaliza de "hombre pobre".
6. Es una hortaliza de alto contenido de micronutrientes esenciales, de allí su excelente valor nutritivo; las hojas son buena fuente de: CAROTENO, HIERRO, CALCIO, VITAMINA C y otros MICRONUTRIENTES. También sus hojas contienen niveles de OXALATO y NITRATO, similares a otras hortalizas verdes (7). Grubben, G.S.H. and Sloten, D.H. Van. Citados por

### 2.3 Composición Química y Valor Nutritivo del Amaranto:

Los análisis bromatológicos y nutricionales realizados en algunas especies comestibles han demostrado un alto valor alimenticio, tales como los rangos siguientes que reporta la literatura al respecto y que dan una idea mas clara de su importancia: Proteína (13-19%), Calcio (400-800 mg.), Hierro (11-25 mg.), Fósforo (50-397 mg.), Vitamina A (mas de 300 UV), Valor biológico (75-80%). Senft, J.P. Citado por (4).

Las partes verdes pueden contener: 1.8 a 6.9% de proteína, 400 a 800 mg. por ciento de calcio y de 50 a 80 mg. por ciento de fósforo. El hierro está presente en proporción de 18 a 25 mg. por ciento, pero se menciona a *A. tristis* como la especie cuyas hojas contienen la más alta cantidad (38.5 mg. por ciento) (15).

Los tallos de algunas especies de semilla oscura, son poco fibro-

sos y de gran digestibilidad. Usualmente contienen de 2.8 a 5.9 % de proteína más de 350 mg. de calcio, alrededor de 30 mg. de fósforo y 2 mg. de hierro (en 100 gr. de tallo).

Su valor bromatológico, entonces, estriba en un alto contenido de calcio, principalmente (15).

Composición química del Amaranto:

La composición química del amaranto puede observarse en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Análisis bromatológico del amaranto.

---

(COMPOSICION POR 100 gr. DE PORCION COMESTIBLE SECA)

---

Valor energético	42.00 Cal.
Humedad	86.00 %
Proteína	3.70 g.
Grasa	0.80 g.
Hidratos de carbono	7.40 g.
Fibra	1.50 g.
Ceniza	2.10 g.
Calcio	313.00 mg.
Fósforo	74.00 mg.
Hierro	5.60 mg.
Vitamina "A" actividad	1600.00 mcg.
Tiamina	0.05 mg.
Riboflavina	0.24 mg.
Niacina	1.20 mg.
Acido ascórbico	65.00 mg.

---

FUENTE: Tabla de composición de alimentos. INCAP.

Cuadro 2. Composición de la semilla de Amaranto (%) (A. hypochondriacus).

COMPONENTES	VALOR
Proteína	15.0 a 16.0 g.
Grasa	3.1 a 6.3 g.
Carbohidratos	60.7 g.
Calcio	490 mg.
Fósforo	397 a 691 mg.
Hierro	15 mg.
Cobre	0.7 mg.
Magnesio	270 mg.
Fibra	0.5 g.
Valor biológico	37.7
Digestibilidad	80.4
Eficiencia de la proteína	2.12
Energía	391 Calorías
Tiamina	0.26 mg. %
Riboflavina	0.15 mg. %
Niacina	1.15 mg. %
Acido ascórbico (Vitamina C)	61.5
Caroteno (Provitamina A)	4.6

FUENTE: Sánchez Marroquín, potencialidad agroindustrial del Amaranto.

Cuadro 3. Valor químico (%) del Amaranto y otros alimentos.

ALIMENTO	VALOR
Maíz	44
Frijol	35 a 52
Cacahuate	52
Trigo	57
Leche	72
Amaranto	75 a 87

FUENTE: Sánchez Marroquín. Potencialidad agroindustrial del Amaranto.

Cuadro 4. Composición química de semillas de Amarantho y otras.

SEMILLAS	CALORIAS	HUMEDAD %	PROTEINA g%	GRASA g%	CARBONHIDRATOS g%	FIBRA g%	CENIZAS g%
<u>Amaranthus</u> spp.	382.8	11.3	14.5	7.5	60.4	7.5	2.9
<u>Amaranthus</u> spp.	356.0	12.7	14.0	6.0	63.1	9.4	4.2
<u>A. caudatus</u>	358.0	12.3	12.9	7.2	65.1	6.7	2.5
<u>A. hypochondriacus</u>	391.0	9.4	15.3	7.1	62.7	2.9	2.6
<u>Chenopodium quinoa</u>	388.0	10.8	14.6	9.0	59.7	3.2	2.7
CEBADA	348.0	10.5	9.7	1.9	75.4	6.5	2.5
MAIZ AMARILLO	361.0	10.6	9.4	4.3	74.4	1.3	1.3
AVENA	390.0	8.3	14.2	7.4	68.0	1.2	1.9
ARROZ	360.0	12.0	7.5	1.9	77.4	0.9	3.2
FRIJOL (NEGRO Y BAYA)	339.0	11.2	22.3	1.5	61.2	4.4	3.0
LENTAJAS	340.0	11.1	3.4	1.1	60.1	8.9	3.0
SOYA	403.0	10.0	34.1	17.7	32.3	4.9	4.7

SEMILLA	TIAMINA mg %	RIBOFLAVINA mg %	NIACINA mg %	ACIDO ASCORBICO mg %
<u>Amaranthus</u> spp.	0.14	0.32	1.0	3.0
<u>Amaranthus</u> spp.	-	-	-	-
<u>A. caudatus</u>	0.14	0.32	1.0	3.0
<u>A. hypochondriacus</u>	-	-	-	-
<u>Chenopodium quinoa</u>	-	-	-	-
CEBADA	0.38	0.20	7.2	Huellas
MAIZ AMARILLO	0.43	0.10	1.9	Huellas
AVENA	0.60	0.14	1.0	0
ARROZ	0.34	0.05	4.7	0
FRIJOL (NEGRO Y BAYA)	0.55	0.20	2.2	-
LENTEJAS	0.37	0.22	2.0	-
SOYA	1.10	0.31	2.2	-

FUENTE: Sánchez Marroquín. Potencialidad agroindustrial del Amarantho.

3. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REALIZADOS EN EL PAIS.

COLECTA Y CARACTERIZACION DEL AMARANTO:

3.1 Colecta:

De 1982 a 1985, se realizaron exploraciones y recolecciones en toda la república de Guatemala, la información de colecta se basó en una boleta estándar utilizada por el programa de Recursos Fitogenéticos. 1/

Haciéndose presenta ya sea en áreas dedicadas a otros cultivos (es decir como una especie arvense) o bien en condiciones de poblaciones rurales, en pocas oportunidades cultivado a nivel de huerto familiar. 2/

De esta forma, las recolecciones desarrolladas se obtuvieron a partir de poblaciones ruderales o arvencas. En el área cálida seca, es dominante el guisquileta (Amaranthus spinosus), mismo que no tiene utilidad desde el punto de vista de alimentación humana; otras especies encontradas son: A. polygonoides, A. hybridus, A. dubius, A. cruentus y poblaciones híbridas, tales como: A. viridus x scariosus, A. hybridus x scariosus, A. scariosus x hybridus y A. dubius x hybridus. 2/

En el Petén, el bledo es frecuente dentro del cultivo de maíz y cucurbitáceas, no encontrándose cultivado, debido a que la demanda del mismo se surte abundantemente con la fuente inicialmente anotada. En ninguna localidad se reporta el uso de la semilla de bledo, únicamente se acostumbra usar la hoja y brotes tiernos en alimentación humana. Las especies más comunes en este depar-

---

1/ Martínez, A. et al. Investigación Integral en Bledo. IIA, Facultad de Agronomía, USAC. Comunicación personal, 1987.

2/ Azurdia, C. Informe de Recolecciones obtenidas de Bledo (A. spp.), nativas de Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC. 1987.

tamento son: A. hybridus, A. caudatus y A. polygonoides, siendo notoria la presencia de este último más en áreas pertenecientes al municipio de La Libertad.

En el departamento de Izabal, es relativamente escaso el bledo, debido a que en las planicies dedicadas a agricultura extensiva (ganadería, banano, arroz), prácticamente no hay poblaciones de estas especies. En los parcelamientos en los cuales se desarrolla aún tecnología tradicional, el bledo forma parte del sistema milpa. En este departamento la demanda de hojas de bledo, es mínima, mientras que la de semilla es prácticamente nula.

Altiplano Central: el bledo es una de las hortalizas nativas más solicitadas por las poblaciones humanas que habitan en esta zona. Es así como la alta demanda existente no puede cubrirse con las poblaciones de bledo arvense o ruderal, obligando de esta forma al establecimiento de verdaderos cultivos de bledo.

Es así como en poblaciones que rodean a la Ciudad Capital, como son: San Juan Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez, actualmente es frecuente encontrar aldeas que se dedican exclusivamente al cultivo del bledo y hierba mora. La diversidad existente en el área es alta, ya que es frecuente la presencia de: A. hybridus x scariosus, A. cruentus, A. polygonoides, A. caudatus, A. dubius, y A. viridis; dentro de éstas, los agricultores han seleccionado materiales genéticos con características deseables, tal como lo es alta producción de materia verde y semilla. La especie que reúne estas condiciones es A. caudatus. Mientras que A. cruentus, es usada en la mayoría de veces como ornamental, debido a la coloración rojo púrpura que tienen, solo en San José Poaquil, en el departamento de Chimaltenango, se recabó información referente a que la semilla de este bledo se utiliza en alimentación humana. Las otras especies anotadas se encuentran como maleza y/o ruderales. 2/

El municipio de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, es reconocido por la elaboración de los dulces denominados "niguas", el cual es un alboroto hecho con semillas blancas de bledo, previo asado y adición de miel. Lastimosamente este dulce ya es bastante raro encontrarlo a la venta, tan solo algunas veces se observa a disponibilidad los días de feria de aquellas poblaciones cercanas a San Martín Jilotepeque. 2/.

Un área en la cual el bledo casi ha sido eliminado es la Costa Sur del país, debido a que como ya se mencionó, la misma está dedicada en su mayoría a agricultura tecnificada, en la cual las malezas no tienen cabida. Las recolecciones se realizaron únicamente en localidades en las cuales persiste en parte el uso de tecnología tradicional y más importante aún, se conserva el aspecto cultural del consumo del bledo, en los parcelamientos agrarios: La Blanca, Nicá, Caballo Blanco, La Máquina, Nueva Concepción y Cuyuta, en dichas áreas el bledo es una maleza del maíz, algunas personas tienen huertos familiares. Vale la pena anotar que en los mercados de las localidades de la Costa Sur de Guatemala es sumamente rara la presencia de bledo, los que lo consumen lo hacen de su huerto familiar. Las especies recolectadas aún no han sido plenamente determinadas, sin embargo, se adelanta que el bledo más frecuente en la región es el denominado bledo blanco, el cual corresponde a Amaranthus hybridus, caracterizado por ser buen productor de hoja, así como de semilla. 2/.

Alta Verapaz y Baja Verapaz: departamentos en los cuales el bledo es frecuente, a la par de que es consumido por sus pobladores, principalmente por los indígenas, así como para alimentación de ganado, es aquel procedente de las áreas cultivadas, ya que en ninguna localidad se reporta que sea manejado a manera de cultivo, en estos departamentos se consume solamente las hojas y brotes tiernos, en ningún caso se reportó el consumo de semilla. Las especies presentes, son: tipo maleza, hojas pequeñas, baja

producción de semilla, solamente en la Franja Transversal del Norte, zona mas calurosa y húmeda, es frecuente A. hybridus, con las mismas características anotadas anteriormente. 2/

La agricultura tradicional practicada en el occidente de Guatemala permite que el bledo crezca a la par de los cultivos principales, convirtiéndose al final de cuentas en parte de la producción vegetal. Por lo tanto, en cualquier localidad por abajo de los 2,700 msnm., es frecuente su presencia. Casos interesantes lo son el bledo A. hybridus (bledo blanco), recolectado en Tajumulco, San Marcos, a 2,020 msnm., en donde las pocas plantas localizadas presentaban un alto rendimiento de hoja y semilla. La información recabada indica que la semilla fué traída por el agricultor de la zona cálida del departamento. Por otro lado, en Tacaná se recolectó semilla de una población de bledo rojizo, de porte alto, buen productor de semilla y hoja. Los agricultores del lugar indican que de dichas poblaciones consumen las hojas tiernas y las semillas simplemente tostadas al fuego. El resto de bledo y los más abundantes por cierto, son del tipo maleza, es decir, baja producción de semilla y hoja tierna. 2/.

### 3.2 Caracterización:

El germoplasma existente se obtuvo a partir de poblaciones ruderales o arvenses y está conformado por 93 muestras, provenientes de 72 lugares o sitios geográficos del país, distribuidos en un rango altitudinal de 10 a 2580 msnm. El 54% de este germoplasma proviene de altitudes menores de 1000 msnm., el 32.2% de 1001 a 2000 msnm., y el 14% arriba de 2000 msnm.

En base a los estudios de caracterización del 45% del material colectado, se han identificado las siguientes especies: Amaranthus hybridus (43%), A. cruentus (20%), A. caudatus (11.4%), A. scariosus (3%) y un 23% de híbridos interespecíficos, en los cuales la base es A. cruentus y A. hybridus. Asimismo, se observó

en la colecta que en clima cálido predomina el A. spinosus y en algunas regiones se encuentran cultivares con características de A. polygonoides, A. dubius y A. viridis.

Las principales características que muestran variabilidad son: Días a germinación (7 a 24 días), altura de planta a 30 días postemergencia (3.9 a 48.4 cm.), altura de planta a inicio de floración (20.5 a 178.5 cm.), área foliar a 35 días postemergencia (11.2 a 550.9 cm<sup>2</sup>), días a floración (43 a 112 días), número de inflorescencias (1 a 31), días a cosecha (98 a 140 días), altura de planta a cosecha de semilla (93.5 a 204.3 cms.), peso bruto fresco por planta a 30 días postemergencia (20.2 a 126.8 gr/planta), rendimiento en semilla (1.22 a 2.1 ton./ha.), proteína de hona en materia seca (22.7 a 29.3%), fibra cruda en hoja en materia seca (14.1 a 15.6%), proteína en semilla (12.4 a 17.4%).

Cultivares seleccionados y evaluados 350, 637, 23206, has.; concluyéndose que son promisorios porque conjugan mejores características en cuanto a días a floración, altura a cosecha, rendimiento foliar y semilla, así como porcentaje de proteína y fibra cruda.

Con los anteriores cultivares se han realizado varios estudios fisiológicos y agronómicos, en los cuales se han obtenido los siguientes resultados:

1. El método de siembra directa es más ventajoso que el transplante, ya que al combinarlo con diferentes densidades de siembra, todos los rendimientos en materia verde son significativamente superiores al método de transplante, siendo és en todas las densidades el método de transplante negativo en cuanto a rentabilidad del cultivo, llegando hasta un 56.7% de rentabilidad con la densidad de 66,666 plantas/ha.
2. En los dos ensayos realizados, la época de corte con mayores

rendimientos en hoja, es a los 40 días postemergencia, con un adecuado porcentaje de proteína y fibra cruda, realizando 3 épocas de corte a 30, 40 y 60 días postemergencia con un cultivar introducido (A. hypochondriacus, HB-23190) de México, obteniéndose a los 40 días 3.17 ton./ha. de rendimiento neto (solo hoja) y 7.18 ton./ha. en rendimiento bruto (tallo y hoja) y un 22.67% de proteína y 14.3% de fibra cruda.

Se puede especificar también en el mismo cuadro que tanto en los cortes a 30, 40 y 60 días puede hacerse más de un corte, aumentando el rendimiento foliar conforme avanza la edad de la planta, así tenemos que a cada 30 días puede hacerse 4 cortes, con un rendimiento acumulado de 13.1 ton./ha. solo hoja; mientras que con frecuencia de 60 días solo pueden hacerse dos cortes, con rendimiento acumulado de 16.6 ton./ha. pero con un bajo porcentaje de proteína (14.4% y 16.57%) y alto porcentaje de fibra (17% y 18.3%). El corte a 40 días, en tres cortes acumula 13.99 ton./ha. de hoja, 39.69 ton./ha. con todo y tallo.

Es interesante observar que un solo corte al inicio de la floración produce 26.7 ton./ha. en materia bruta y en los dos cortes da 77.6 ton./ha. con un adecuado porcentaje de proteína y fibra para consumo animal, el corte a los 40 días muestra superioridad.

Un estudio preliminar realizado en 5 cultivares sobre efecto de poda y la época de la misma en el rendimiento de semilla, dió diferencias significativas entre el testigo y la poda a 35 días postemergencia. En incremento, en el rendimiento, en semilla para todos los cultivares alcanza en promedio un 139% sobre el testigo, mientras la poda al inicio de la floración supera al testigo en un 81%, a pesar que ésta última no se realizó de una manera normal, como lo es eliminar el brote floral central, sino que se volvió a cortar toda la planta, a 5 cms. del suelo.

La poda también tiene efecto en disminuir la altura de la planta a la cosecha, ya que en el caso de 3 cultivares, ésta disminuyó de 5.9 a 14 cm. en relación al testigo, al podarla a 35 días. Por otro lado el porcentaje de proteína no varía significativamente para ambas épocas de poda. Sin embargo, la cosecha se prolonga 30 días para la poda a 35 días y 40 días para la poda al inicio de la floración, pero de todas maneras la rentabilidad se aumenta en 323%, pudiendo incrementarse más si se toma en cuenta el rendimiento foliar. 1/.

Rivera, evaluó 16 cultivares de Amarantho (Amaranthus spp.) en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, para efectuar la evaluación preliminar de la adaptabilidad de los mismos, en cuanto a características agronómicas y bromatológicas, y seleccionó los mejores cultivares para la región en función de las siguientes características: porcentaje de emergencia, precocidad, baja altura, alto rendimiento de semilla y alto contenido de proteína.

Concluyó: 1) Existe una alta diferencia significativa en cuanto al rendimiento de semilla en los 16 cultivares de Amarantho evaluados.

En lo que respecta al porcentaje de proteína en semillas, se determinó que hay diferencia significativa al 5%, pero es muy pequeña por lo que, se debe seleccionar los cultivares que posean mayor rendimiento de semilla acompañado con un buen porcentaje de proteína, por lo que los cultivares de mejores características agronómicas y bromatológicas son el INCAP-23206 con un rendimiento de semilla de 2,162.5 Kg/ha., un porcentaje de proteína de 15.3% con una altura al momento del corte de 133.53 cms. y un ciclo vegetativo de 102 días, y porcentaje de fibra cruda de 6.8%.

En su orden, el siguiente cultivar de mejores características

es el INCAP-7-USA-82S-1011, con un rendimiento de semilla de 1,887.5 Kg/ha., porcentaje de proteína de 15.25% y una altura a cosecha de 134.16 cms. y algo muy importante es su bajo porcentaje de fibra cruda que es de 3.8%.

El otro cultivar que estadísticamente es igual a los anteriores en lo referente a rendimiento de semilla, pero con valor nutritivo bajo al tener un porcentaje de fibra cruda muy alta; es el INCAP-23201 con un rendimiento de 2,032.29 Kg/ha. de semilla y de proteína, 14.12%, con un porcentaje de fibra cruda de 9.62% una altura a cosecha de 138.76 cms. un ciclo vegetativo de 102 días.

2) En base a los análisis de correlación, se observó que a mayor días a floración, mayor es el porcentaje de fibra cruda en semilla y al mismo tiempo menor es el contenido de proteína en la semilla.

A mayor días a cosecha el contenido de proteína en semilla es menor y el porcentaje de fibra cruda en la semilla aumenta, por lo que se justifica seleccionar cultivares de corto ciclo vegetativo, además del factor económico.

3) Los cultivares que presentaron mayor ciclo vegetativo (tardíos) y las mayores alturas a corte, reportaron el menor rendimiento de semilla mayor porcentaje de fibra cruda en semilla mayor días a emergencia, menor porcentaje de emergencia y además casi todos son cultivares introducidos como el INCAP-18-p CAC-55-B, INCAP-2-USA-A-982, INCAP-3-USA-A-1113. (13).

Juárez realizó una caracterización preliminar de 16 muestras de bledo (Amaranthus spp.) de las regiones de occidente, centro y oriente de Guatemala, llegando a establecer la existencia de 3 especies: A. hybridus L., A. caudatus L. y A. scariosus L. Los rangos de las características observadas son: Días a emergencia

6 a 26 días; color del tallo: verde, rojo y listado (rojo-verde); color de la hoja: verde, roja o morada y listadas; peso foliar de 0.46 a 8.76 gr/planta; altura de planta a inicio de floración 14.58 a 175.00 cms.; días a floración 43 a 117; color de inflorescencia: verde, rojo o morada y listado; días a madurez fisiológica de 71 a 146; días a cosecha 94 a 146; color de la semilla negro o café; número de semillas 1,511 a 3,911 en 0.5 gramos; rendimiento de 0.69 a 10.35 grs/planta; a demás de otros datos (7).

Méndez evaluó la respuesta de A. hypochondriacus L., a la fertilización en rendimiento de semilla, y determinó la mejor combinación de fertilizantes para mejorar dicho rendimiento. Esta combinación es: nitrógeno en niveles de 30 a 45 Kg/ma. combinado con niveles de 22 Kg/mz. de  $P_2O_5$  y 57 Kg/mz. de  $K_2O$ . Paralelo a esto realizó un análisis económico y concluyó que la inversión para el 45 Kg/ma. de N, 22 Kg/ma. de  $P_2O_5$  y 58 Kg/mz. de  $K_2O$ , alcanzó la máxima rentabilidad de 336.22% (11).

Tujab, evaluó el rendimiento de semilla en cinco cultivares de Amarantho (Amaranthus spp.) en Guatemala y obtuvo resultados de rendimiento de semilla de 820.13 Kg/ha. hasta 2,878.86 Kg/ha.

Además evaluó el rendimiento de residuo de cosecha (cascabillo) y obtuvo resultados que varían de 540.44 Kg/ha. hasta 1,148.90 Kg/ha., en el análisis de proteína en semilla obtuvo datos que van de 12.4% a 17.1% (19).

Alfaro evaluó el rendimiento y composición química del Amarantho (Amaranthus hypochondriacus L.) en tres diferentes épocas de corte, su objetivo era encontrar la época más adecuada de corte de las hojas, en la que la planta tuviera acumulado la máxima cantidad de alimentos, pero sin que su calidad fuera disminuída. Realizó cosechas a los 25, 40 y 60 días de haber emergido. En cada corte evaluó variables, tales como: altura

de planta al momento del corte, peso bruto, peso neto, número de hojas, promedio de área foliar, peso de materia verde, de todo esto dedujo el rendimiento y además hizo análisis bromatológico. Concluyendo que la mejor época de corte es a los 40 días después de la emergencia, ya que en esta época se conjugó adecuados rendimientos de materia verde (6530.4 Kg/ha.), materia seca, y contenido promedio de proteína 22.7% (1).

Morales, evaluó diferentes métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo (Amaranthus spp.), los tratamientos utilizados fueron: a) remojo de la semilla en agua normal a temperatura ambiente durante 24 horas, b) remojo en agua a una temperatura de 60°. , durante 30 segundos, c) semillas puestas en refrigeración a 5° bajo cero durante 24 horas, d) testigo no tratado. Asimismo, utilizó 2 profundidades de siembra: superficial y enterrado. Y la evaluación la hizo para dos especies distintas: A. caudatus y A. cruentus. Al final concluyó que, ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la germinación, sin embargo, el tratamiento con agua normal durante 24 horas provocó la germinación de las semillas que fisiológicamente estaban aptas para germinar, y se prefiere sobre los otros tratamientos. Y se observó que la especie cruentus tuvo más rápida germinación.

Además concluyó que la profundidad de siembra no afectó el porcentaje ni la velocidad de germinación (12).

Spillari, determinó la composición química de los nutrientes en cultivares de hierba mora (Solanum spp.), chipilín (Crotalaria longirostrata) y amaranto (Amaranthus spp.), además de hacer ensayos biológicos para determinar el valor protéico del amaranto. Todo esto con el fin de seleccionar los de mayor calidad nutricional y poder así recomendar su fomento. En el caso del amaranto, obtuvo los resultados siguientes: proteína con un promedio de 25.4%, calcio 2184 mg%, fósforo 633.0 mg% y hie-

rro 53.7 mg%. De lo que concluyó que el amaranto tiene un valor nutricional aceptable, especialmente en cuanto al contenido de hierro, fósforo, calcio y proteínas (17).

Bressani, realizó un ensayo con 26 muestras recolectadas en Guatemala, analizó la composición química de la semilla de Amaranto, y reporta los siguientes datos: proteína en el rango 12.8 y 17.4%, lípidos entre 5.6 y 10.5% y la fibra cruda varía entre el rango de 2.9 a 9.8% (3).

Martínez, A. y Elías, L. en su trabajo titulado "Evaluación preliminar botánica, agronómica y bromatológica de 17 muestras de Amaranto (Amaranthus spp.)" encontraron las siguientes características agronómicas y morfológicas para Amaranthus hypochondriacus: color de semilla: blanco; días a emergencia: 9; días a floración: 50; promedio de altura a floración 130 cms., color de hoja: verde; promedio de área foliar 32 cms<sup>2</sup>.; color de la inflorescencia: amarillo verde; largo de la flor: 50 cms.; posición de la flor: terminal axilar; diámetro de la semilla: 1 mm (10).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL.

El proyecto de investigación se realizó en el municipio de Salcajá, a 10 Kms. al norte de la cabecera departamental de Quezaltenango, el área se ubica en las coordenadas 14° 52'45" Latitud Norte y 91° 27'30" Longitud Oeste, con respecto al meridiano de Greenwich (6, 5).

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge (6), el Valle de Quezaltenango se encuentra en las formaciones tropicales de Bosque Seco Montano Bajo y Bosque Húmedo Montano Bajo (6), su altitud es de 2322 msnm., temperatura media anual 15° C., precipitación media anual de 1000 mm. (5).

Suelos profundos en relieves casi planos, están los suelos Quezaltenango y su fase quebrada. Ocupa valles y bolsones entre las montañas, y se encuentran en la vecindad de la cabecera departamental (16)

Suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas a elevaciones altas, relieve variable, planicie ondulada, valles rellenos, extensas áreas han sido reforestadas (5).

2. CULTIVARES ESTUDIADOS.

Cuadro 5. Material genético de Amarantho (Amaranthus spp.) utilizado en el ensayo.

---

No.	CULTIVAR	PROCEDENCIA	ESPECIE
1.	FA-637	Santiago Sacatepéquez	<u>A. caudatus</u>
2.	FA-492	San Lucas Sacatepéquez	<u>A. caudatus</u>
3.	FA-747	Morales, Izabal	<u>A. cruentus</u>
4.	FA-HS	Sololá, Sololá	<u>A. cruentus</u>
5.	FA-350	Estanzuela, Zacapa	<u>A. hybridus</u>
6.	INCAP-23201	Ran Raymundo, Guate.	<u>A. caudatus</u>
7.	INCAP-23206	Fca. del INCAP. Sacat.	<u>A. caudatus</u>
8.	INCAP-2-USA-A-092	USA	<u>A. caudatus</u>
9.	INCAP-3-USA-A-1113	USA	<u>A. caudatus</u>
10.	INCAP-8-USA-82S-434	USA	<u>A. cruentus</u>
11.	INCAP-17-GUA-17-GUA	San Raymundo, Guate.	<u>A. cruentus</u>
12.	INCAP-10-USA-82S-1023	USA	<u>A. hypochondriacus</u>
13.	INCAP-7-USA-82S-1014	USA	<u>A. caudatus</u>
14.	INCAP-18-P-CAC-55B	Perú	<u>A. caudatus</u>
15.	INCAP-17-USA-80S-649	USA	<u>A. cruentus</u>
16.	INCAP-20-USA-80S-1157	USA	<u>A. cruentus</u>

---

FUENTE: I.I.A., Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

En base a la cantidad de materiales seleccionados, características a evaluar, y disponibilidad de terreno, se utilizó el Diseño Experimental de Bloques al Azar en "LATICE CUADRUPLE 4 x 4", con 3 repeticiones y las siguientes dimensiones:

- Distancia entre plantas 0.40 mts.
  - Distancia entre surcos 0.80 mts.
  - Distancia entre tratamientos 0.80 mts.
  - Distancia entre repeticiones 1.60 mts.
  - Area de cada tratamiento 16 mts<sup>2</sup>
  - Area total del experimento (o ensayo) 1200 mts<sup>2</sup>
- (Ver gráfica 1).

Cada unidad experimental comprendió 5 surcos de 4 mts. de largo y cada cultivar se circuló con una helera de maíz criollo de la región a una distancia de 0.40 mts. entre cultivares, para mantener los cultivares aislados al momento de la floración. De cada parcela o tratamiento se tomaron los 3 surcos centrales para la toma de datos necesarios, dejando una planta en cada extremo como borde.

Para el análisis de varianza del experimento se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

$U$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto de i-ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental en la ij-ésima unidad experimental

i = 1, 2, 3,.....16.

j = 1, 2, 3.

#### 4. VARIABLES RESPUESTA.

##### 4.1 Días a germinación:

Se tomaron cuando la plantación alcanzó el 50% de germinación en cada cultivar.

##### 4.2 Porcentaje de germinación:

Se relacionó el número de psoturas emergidas con el número de posturas en cada parcela.

##### 4.3 Velocidad de crecimiento de las plantas:

Para esta variable se tomaron lecturas en un promedio de cada 10 días, utilizando 10 plantas centrales en tratamiento, desde la germinación hasta la madurez fisiológica de cada cultivar.

##### 4.4 Días a floración:

Esta información se tomó cuando los cultivares alcanzaron el 50% de su floración.

##### 4.5 Altura de la planta a floración y a cosecha:

Esta variable se tomó, utilizando 10 plantas por tratamiento o cultivar, desde la superficie del suelo hasta la parte inicial de la inflorescencia principal, en cms.

##### 4.6 Rendimiento de semilla:

Esta variable se tomó cosechando los 3 surcos centrales, dejando una planta de cada extremo por cultivar. La cantidad de semilla

de cada material se pesó y se expresó en Kgs. de semilla/hectárea.

#### 4.7 Porcentaje de proteína:

Se tomó una muestra de semilla de cada cultivar, convirtiéndola en harina y en base a ésta se determinó el porcentaje de proteína de cada cultivar.

Este análisis se realizó en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

### 5. ANALISIS DE LA INFORMACION.

En base al modelo estadístico de Bloques al Azar, se realizó el análisis de Varianza para las variables medidas y en los casos de significancia se realizaron pruebas de medias según Tukey.

También se efectuaron correlaciones, con el propósito de observar y determinar el grano de asociación que guarda una variable con respecto a otra.

1. Días a floración/rendimiento de semilla
2. Días a cosecha/rendimiento en semilla
3. Altura de la planta a cosecha/rendimiento en semilla
4. Días a cosecha/% de proteína en semilla
5. Altura de la planta a cosecha/% de proteína
6. Rendimiento de semilla /% de proteína en semilla
7. Días a floración/% de proteína en semilla

### 6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

#### 6.1 Preparación del suelo:

Se preparó el suelo con instrumentos de labranza utilizados en la región (azadón, rastrillo, etc.), hasta dejar el suelo bien mullido.

6.2 Siembra:

Se utilizó el método de siembra directa, realizándola a mediados del mes de junio de 1987, se colocaron un promedio de 10 semillas por postura, debido a las pequeñas dimensiones que estas presentan, a una profundidad de 1 cm. las distancias de siembra fueron de 80 cms. entre surcos y de 40 cms. entre posturas.

6.3 Entresaque:

Se realizó a los 25 días de la emergencia de las plantas, dejando una planta por postura.

6.4 Control de malezas:

Se realizó cada 15 días, utilizando un azadón para las limpias, hasta el momento de la floración.

6.5 Fertilización:

No se utilizó para esta investigación ninguna clase de abono o fertilizante.

6.6 Control de plagas y enfermedades:

De acuerdo al muestre realizado en el suelo no hubo necesidad de usar productos químicos.

Al follaje se aplicó Metamidof 600 para el control de un minador no identificado, posiblemente de la familia Liriomyza, realizando una aplicación en la primera etapa del crecimiento de los cultivos antes de los 25 días de la emergencia, otra aplicación a los 60 días de nacidas las plantas y la última al momento de la floración.

No se manifestaron enfermedades durante el ciclo del cultivo.

6.7 Cosecha:

Se realizó en forma manual cortando las inflorescencias completas, luego se pusieron a secar al sol durante 3 días para aporrearlas manualmente, se guardaron las semillas y se identificaron las bolsas, con el nombre del cultivar y tratamiento al que perteneció.

7. MATERIALES.

- Semilla de 16 cultivares de Amarantho evaluados en el ensayo con 3 repeticiones.
- Bolsas para la recolección de las panojas.
- Etiquetas y rótulos de identificación.
- Bolsas de papel para la semilla.
- Reactivos y equipo de laboratorio para el correspondiente análisis protéico y de humedad residual.
- Servicio de cómputo: éste se realizó en el departamento de Estadística y Cómputo de la Facultad de Agronomía (USAC); y de la Unidad de Estadística del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP); obteniéndose análisis de varianza para las variables es tudiadas y pruebas de medias Tukey, correlaciones, etc.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Según el resumen de los ANDEVAS del cuadro 6, existe alta significancia en las variables: días a emergencia, porcentaje de emergencia, días a floración, altura de la planta a cosecha, en la variable altura de planta a floración solo existe significancia al 5%. Las únicas variables no significativas, en rendimiento de semilla y porcentaje de proteína.

Analizando el coeficiente de variación, observamos valores que se encuentran dentro del rango de aceptación, por lo que se puede decir que el experimento fue bien manejado por lo tanto los resultados obtenidos en este análisis estadístico, son confiables.

El cuadro 7 es un resumen de todas las características evaluadas, se observa que los días a emergencia oscilan de 3 a 9 días, siendo los cultivos FA-350 (5), INCAP-232-1 (6) los de más rápida germinación, el cultivar más tardío en emerger fue el FA-HS (4).

El porcentaje de germinación, en general fue alto, de 90% a 100%.

Para días a floración, a cosecha y la diferencia de días entre la floración y la cosecha, los cultivos se comportaron bastante uniformes, sin embargo, existe un cultivar precoz, el INCAP-10-USA-92S-1023 (12) con 46 días a floración y 137 días a cosecha en promedio; el resto de los cultivos florecieron entre 61 y 68 días y 137-145 días a cosecha; y el cultivar más tardío en florecer fue el INCAP-2-USA-A-982 con 68 días a floración.

En diferencia de días floración-cosecha, se observan valores de 75-84 días comportándose los cultivos bastante similares, el cultivar FA-492 (2), tiene un promedio de 75 días.

Cuadro 6. Resumen de los análisis de varianza, de las características evaluadas.

VARIABLE	FC.	Ft.		C.V.
		0.05	0.01	
Días a emergencia	19.70**	2.18	3.03	10.74
Porcentaje de emergencia	99999.99**	2.18	3.03	0
Porcentaje de proteína en semilla	1.29 N.S.	2.18	3.03	10.15
Días a floración	16.47**	2.18	3.03	2.74
Altura de planta a cosecha (cms.)	4.13**	2.18	3.03	16.45
Rendimiento de semilla (Kg/ha.)	1.53 N.S.	2.18	3.03	43.41
Altura de planta a floración (cms.)	2.87*	2.18	3.03	16.54

N.S. = No significativo

\*\* = Altamente significativo, al 1%

\* = Significativo al 5%.

Cuadro 7. Resumen de las características de los cultivares evaluados

VARIABLE	NUMERO DE CULTIVARES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Días a emergencia	5	4.33	5	4.33	3	3.23	4.66	5.33	6.33	5.33	5	8	4	6.33	6.33	5.00
Porcentaje de emergencia	100	100	96	100	100	90	100	96	100	100	90	100	90	96	90	100
Días a floración	61	65	64	61	61	61	61	68	61	61	61	46	61	62.66	61	61
Días a cosecha	137	140	140	140	140	137	140	145	145	137	140	137	145	140	140	137
Altura de planta a cosecha (cms.)	167.33	186.63	210.73	166.83	157.5	157.27	163.30	210.17	215.63	178.53	154.38	133.53	154.83	240.40	154.33	150.93
Rendimiento de semilla en Kg/ha.	1154.1	560.40	1285.4	1358.3	325.5	1306.4	1331.7	560.4	843.4	544.1	1428.2	657.0	832.3	531.4	1200.9	985.4
Porcentaje de proteína en semilla	15.61	19.24	16.64	15.80	18.03	17.70	18.05	15.57	18.14	18.83	18.10	18.05	20.08	16.79	18.93	19.87
Kg. de proteína de semilla/ha.	180.16	107.82	213.85	214.61	58.68	231.19	240.37	180.69	152.99	102.45	258.50	118.57	167.15	89.24	227.33	195.80
Porcentaje de humedad residual	11.17	11.48	10.26	10.24	10.33	11.73	10.57	8.97	9.06	9.02	9.52	8.99	9.18	9.25	9.14	8.43
Color de hojas	Verde	Manchado	Verde	Verde	Manchado	Verde	Verde	Verde	Verde	Manchado	Verde	Verde	Manchado	Verde	Manchado	Naranja
Color del tallo	Rosado	Rosado	Rosado	Rosado	Rosado	Rosado	Verde	Verde	Verde	Rosado	Verde	Rosado	Rosado	Listado	Rosado	Naranja
Color de la inflorescencia	Verde	Corinto	Corinto	Verde	Corinto	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosado	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Café
Color de la semilla	Ros-Neg.	Ros-Neg	Ros-Neg.	Crema	Ros-Neg.	Ros-Neg.	Ros-Neg.	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema
Posición de la inflorescencia	Recta	Recta	Inver.	Recta	Recta	Recta	Recta	Inver.	Inver.	Recta	Recta	Recta	Recta	Inver.	Recta	Recta

En altura de la planta a la cosecha existe gran variabilidad en los cultivares evaluados; existen alturas de 133.57 cms. a 240.4 cms.

El cultivar INCAP-18-(-CAC-55B (14), fue el de mayor altura, con un promedio de 240.4 cms. lo cual viene a hacer una desventaja agronómica para el cultivar, ya que ocasiona dificultad en la cosecha y aumento de la mano de obra al haber necesidad de realizar aporque para evitar el ácame.

Lo contrario sucedió con el cultivar INCAP-10-USA-82S-1923 (12), que reportó una altura promedio de 133.57 cms., lo cual es ventaja para facilidad de cosecha, resistencia al ácame y reducción de mano de obra al no tener necesidad del aporque.

Los demás cultivares reportaron al momento de la cosecha alturas de 154.8 cms. a 215.6 cms.

El rendimiento de semilla en los 16 cultivares de Amaranto varió de 325.5 Kg/ha. a 1428.2 Kg/ha. con rango de 1102.7 Kg/ha.

El cultivar que dió los más altos rendimientos, es el INCAP-17-GUA-17-GUA (11), siguiéndole en su orden los cultivares FA-HS (4), INCAP-23206 (7), FA0747 (3), INCAP-20-USA-80S-1157 (16), FA-637 (1); el rendimiento más bajo se obtuvo con el cultivar FA-350 (5).

Al efectuar comparaciones de resultados obtenidos en esta investigación con los que reporta la literatura en cuanto a rendimiento de semilla, nos damos cuenta que los resultados son similares para los cultivares FA-637 (1), INCAP-23206 (7), INCAP-3-USA-A-1113 (9), INCAP-10-USA-82S-1023 (12); superiores en algunos casos en los cultivares INCAP-2-USA-A-982 (8), INCAP-17-GUA-17-GUA (11), INCAP-18-P-CAC-55B (14), INCAP-17-USA-80S-649 (15); e inferiores en los cultivares FA-492 (2), FA-747 (3), FA-350 (5), INCAP-23201 (6), INCAP-8-USA-82S-434 (10) y INCAP-20-USA-80S-1157 (16); de acuerdo a lo reportado por Rivera, C.R. (13) y Tujab, H.L. (19).

Los cultivares que rindieron menos en comparación con los reportados

por Rivera (13) y Tujab (19), fueron los más afectados por una helada que cayó al momento de que una parte de la inflorescencia producía semilla.

Rivera (13) reportó rendimiento de 343.7 Kg/ha. a 2662.5 Kg/ha. de semilla; Tubaj (19) reportó rendimiento de 1258.22 Jg/ha. a 1819.83 Kg/ha. de semilla de Amaranto; Beker y Saunders, citados por Tujab (19) reportan de 1,000 a 1,500 Kg/ha. de semilla de Amaranto.

La prueba de Tukey demostró que para la variable rendimiento de semilla estadísticamente son similares entre sí.

El porcentaje de proteína en la semilla va de 15.57% reportado en el cultivar INCAP-2-USA-A-982 (8) introducido de USA, hasta 20.08% en el cultivar INCAP-7-USA-82S-1014 (13), también introducido de USA, ambos resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación. Estos datos son bastante similares con el rango descrito en la literatura consultada, que es de 12.8 a 17.4%.

Con estos resultados se confirma una vez más el alto valor nutritivo que posee el Amaranto (Amaranthus spp.), y en especial el alto contenido de proteína de los cultivares INCAP-7-USA-82S-1014 (13), INCAP-20-USA-80S-1157 (16), FA-492 (2), INCAP-17-USA-80S-649 (15), INCAP-8-USA-82S-434 (10), INCAP-3-3USA-A-1113 (9), INCAP-17-GUA-17-GUA (11), INCAP-23206 (7), INCAP-10-USA-92S-1023 (12) y FA-350 (5); de estos cultivares el FA-492 (2), FA-350 (5) y el INCAP-23206 (7) son cultivares nativos y el resto son materiales introducidos.

En rendimiento de proteína sobresalieron los cultivares INCAP-17-GUA-17-GUA (11), INCAP-23206 (7) y el INCAP-17-USA-80S-649 (15); los cultivares INCAP-23206 (6), FA-747 (3), FA-HS (4), FA-637 (1) y el INCAP-2-USA-A-982 (8), conjugaron un buen rendimiento de semilla y porcentaje de proteína, y el cultivar INCAP-7-USA-82S-10114 (13), conjugó un buen porcentaje de proteína, pero su rendimiento de semilla fue bajo en comparación con los demás cultivares, en los cultivares INCAP-10-USA-82S-1023 (12), FA-492 (2), INCAP-8-USA-82S-434 (10), INCAP-18-P-CAC-55B (14) y FA-350 (5) y el rendimiento de semilla fue bajo y el porcentaje de proteína alto.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para las variables significativas.

No. CULTIVAR	VARIABLES DIAS A EMERGENCIA		COMPARADOR
	$\bar{X}$		
4 FA-HS	9.33	a	W = 1.83
12 INCAP-10-USA-82S-1023	8.00	ab	
14 INCAP-18-P-CAC-55B	6.33	b	
15 INCAP-17-USA-80S-649	6.33	b	
9 INCAP-3-USA-A-1113	6.33	bc	
8 INCAP-2-USA-A-982	5.33	cd	
10 INCAP-8-USA-82S-434	5.33	cd	
1 FA-637	5.00	cde	
11 INCAP-17-GUA-17-GUA	5.00	cde	
16 INCAP-20-USA-80S-1157	5.00	cde	
3 FA-747	5.00	cde	
7 INCAP-23206	4.66	cdef	
2 FA-492	4.33	def	
13 INCAP-7-USA-82S-1014	4.00	def	
6 INCAP-23201	3.33	ef	
5 FA-350	3.00	f	

ALTURA DE LAS PLANTAS A 105 DIAS DE EMERGENCIA

8 INCAP-2-USA-A-982	168.5	a	W = 37.98
14 INCAP-18-P-CAC-55B	168.1	a	
3 FA-747	159.2	ab	
10 INCAP-8-USA-82S-434	158.2	ab	
9 INCAP-3-USA-A-1113	156.6	ab	
2 FA-492	156.4	ab	
1 FA-637	143.1	ab	
7 INCAP-23206	138.1	ab	
5 FA-350	135.5	ab	
6 INCAP-23201	135.2	ab	
11 INCAP-8-USA-82S-434	135.5	ab	
13 INCAP-7-USA-82S-1014	131.9	ab	
15 INCAP-17-USA-80S-649	131.9	ab	
16 INCAP-20-USA-80S-1157	125.9	b	
4 FA-HS	124.4	b	
12 INCAP-10-USA-82S-1023	122.2	b	

W = Comparador diferencia mínima que debe existir entre medias para ser estadísticamente diferente.

Cuadro 9. Pruebas de Tukey para las variables significativas.

VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS A 114 DIAS DE EMERGENCIA				
No. CULTIVAR		$\bar{X}$		COMPARADOR
8	INCAP-2-USA-A-982	191.0	a	W = 37.59
14	INCAP-18-P-CAC-55B	183.3	ab	
3	FA-747	181.1	ab	
9	INCAP-3-USA-A-1113	173.9	abc	
10	INCAP-8-USA-82S-434	172.2	abc	
2	FA-492	169.4	abc	
7	INCAP-23206	154.4	abcd	
1	FA-637	153.9	abcd	
4	FA-HS	151.3	bcd	
15	INCAP-17-USA-80S-649	151.3	bcd	
11	INCAP-17-GUA-17-GUA	148.3	bcd	
13	INCAP-7-USA-82S-1014	147.6	bcd	
5	FA-350	147.2	bcd	
6	INCAP-23201	146.4	bcd	
16	INCAP-20-USA-80S-1157	137.5	cd	
12	INCAP-10-USA-82S-1023	128.5	d	

ALTURA DE LAS PLANTAS A 126 DIAS DE EMERGENCIA				
14	INCAP-18-P-CAC-55B	217.7	a	W = 51.06
8	INCAP-2-USA-A-982	204.8	ab	
3	FA-747	203.8	abc	
9	INCAP-3-USA-A-1113	202.8	abc	
2	FA-492	182.9	abcd	
10	INCAP-8-USA-82S-434	176.2	abcd	
1	FA-637	166.1	bcd	
4	FA-HS	161.8	bcd	
7	INCAP-23206	158.6	bcd	
15	INCAP-17-USA-80S-649	155.3	bcd	
11	INCAP-10-USA-82S-1023	152.9	cd	
5	FA-350	152.8	cd	
6	INCAP-23201	151.3	d	
13	INCAP-7-USA-82S-1014	150.9	d	
16	INCAP-20-USA-80S-1157	147.4	d	
12	INCAP-10-USA-82S-1023	131.9	d	

W = Comparador diferencia mínima que debe existir entre medias para ser estadísticamente diferentes.

Cuadro 10. Pruebas de Tukey para las variables significativas.

VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS A COSECHA			
No. CULTIVAR		$\bar{X}$	COMPARADOR
14	INCAP-18-P-CAC-55B	224.4	a
9	INCAP-3-USA-A-1113	215.6	a
3	FA-747	210.7	ab
8	INCAP-2-USA-A-982	210.1	ab
2	FA-492	186.6	abc
10	INCAP-8-USA-82S-434	178.5	abcd
1	FA-637	167.7	bcd
4	FA-HS	166.8	bcd
7	INCAP-23206	163.3	cd
15	INCAP-17-USA-80S-649	159.7	cd
11	INCAP-17-GUA-17-GUA	159.3	cd
5	FA-350	157.5	cd
6	INCAP-23201	157.3	cd
13	INCAP-7-USA-82S-1014	154.9	cd
16	INCAP-20-USA-80S-1157	150.9	cd
12	INCAP-10-USA-82S-1023	133.5	d

W = 46.80

DIAS A FLORACION DE LOS CULTIVARES			
8	INCAP-2-USA-A-982	68	a
2	FA-492	65	ab
7	INCAP-23206	64	ab
3	FA-747	64	ab
14	INCAP-18-P-CAC-55B	63	b
1	FA-637	61	b
11	INCAP-17-GUA-17-GUA	61	b
9	INCAP-3-USA-A-1113	61	b
5	FA-350	61	b
16	INCAP-20-USA-80S-1157	61	b
6	INCAP-23201	61	b
15	INCAP-17-USA-80S-649	61	b
4	FA-HS	61	b
10	INCAP-8-USA-82S-434	61	b
13	INCAP-7-USA-92S-1014	61	b
12	INCAP-10-USA-82S-1023	46	b

W = 5.30

W = Comparador diferencia mínima que debe existir entre medias para ser estadísticamente diferentes.

De acuerdo a las pruebas de Tukey, los cultivares de menores días a germinación fueron FA-350 (5) y el INCAP-23201 (6), con 3 y 33.3 días. Para días a floración y altura de planta a cosecha, los cultivares INCAP-10-USA-825-1023 (12) y el INCAP-7-USA-82S-1014 (13), fueron los que presentaron las mejores características, de 46-61 días a floración y 133.5-154.9 cm. de altura de la planta a cosecha, respectivamente.

Cuadro 11. Resultados del análisis de correlación.

VARIABLE	CORRELACION
Días a floración/rendimiento de semilla	0.1316 N.S.
Días a cosecha/rendimiento de semilla	0.0113 N.S.
Altura de planta a cosecha/rendimiento de semilla	0.0679 N.S.
Días a cosecha/% de proteína en semilla	-0.0143 N.S.
Altura de planta a cosecha/% proteína en semilla	-0.2508 N.S.
Rendimiento de semilla/% de proteína en semilla	-0.2472 N.S.
% de proteína en semilla/días a cosecha	-0.0143 N.S.
% de proteína en semilla/días a floración	-0.1657 N.S.
% de proteína en semilla/altura de planta a cosecha	-0.2508 N.S.

N.S. = No significativo.

En cuanto a las correlaciones obtenidas (cuadro 11), todas fueron no significativas; sin embargo, aparentemente entre más se prolonga el tiempo entre días a floración, días a cosecha y mayor altura de la planta a cosecha, el rendimiento de semilla es mayor, que en cierta manera nos demuestra que el ciclo largo incide en un mejor rendimiento.

En cuanto a las curvas de crecimiento, durante los primeros 20 días se manifiesta un lento desarrollo de la planta; ésto se comprueba con lo reportado por Rivera (13), que durante los primeros 30 días son críticos, por lo que en esta etapa de crecimiento de la planta es cuando se debe prestar mayor atención en cuanto a riegos, limpiezas y protección contra enfermedades y plagas; de los 30 días del ciclo inicial de la planta en adelante se observó un crecimiento notorio rápido, el cual continuó hasta la altura a cosecha de la planta.

### VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y en el presente trabajo se concluyó lo siguiente:

1. No existe variación significativa en cuanto al rendimiento de semilla y porcentaje de proteína en los 16 cultivares de Amarantho evaluados, pero si la hay para el resto de variables, por lo que los cultivares de mejores características agronómicas y porcentajes de proteína son el INCAP-17-GUA-17-GUA (11), e INCAP-23206 (7), con un rendimiento de semilla de 1,428.2 y 1,331.7 Kg/ha., un porcentaje de proteína de 18.1% y 18.5%, con una altura de planta al momento de la cosecha de 159.38 y 163.30 cms. y un ciclo vegetativo de 140 días.
2. Se observó que entre más se prolonga el período entre días a floración-días a cosecha y a mayor altura de la planta a cosecha, el rendimiento de semilla es mayor, que en cierta manera nos demuestra que el ciclo largo de los cultivares incide en un mejor rendimiento, pero a mayores días a cosecha, mayor altura de la planta a cosecha y aún mayor rendimiento de semilla el contenido de proteína es menor.
3. El crecimiento del Amarantho tiene un comportamiento logarítmico, siendo la fase de los primeros 30 días la más crítica, por mostrar un crecimiento lento, lo cual se justifica, luego de esta fase cuando el cultivar tiene un desarrollo rápido, el cual se es tanca días antes de realizar la cosecha.

### IX. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a las ventajas que manifestaron en cuanto a características agronómicas y porcentaje de proteína, se recomienda el uso de los materiales INCAP-17-GUA-17-GUA (11), INCAP-23206 (7), INCAP-17-USA-80S-649 (15) y el INCAP-23201 (6) a los cuales podrá hacerseles estudios de fitomejoramiento, ya que probaron ser los mejores cultivares de los 16 evaluados, para las condiciones ambientales de Salcajá, Quezaltenango.
2. Se recomienda seguir realizando más investigaciones sobre los 16 cultivares evaluados y otras especies de Amaranto nativas e introducidas, ya que por el gran potencial y alternativas que presenta para ser utilizado en la dieta alimenticia, tanto en la ciudad como en el área rural.
3. Se recomiendan las fechas de siembra para esta región a finales de abril y principios de mayo, durante las primeras lluvias y no se recomienda sembrar a mediados de junio como en este caso, debido a que pueden ser afectados por factores adversos como heladas tempranas que no permitirían la formación y maduración de la semilla.



## X. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, M.A. 1985. Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), en tres épocas de corte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
2. BECKER, R. et al. 1984. New uses for amaranth. Cajanus (Jamaica) 17(4):213-214.
3. BRESSANI, R. et al. 1983. Chemical composition, amionoacid centent and nutritive value of Guatemala grain amaranth. In Western Hemisphere Congress (7, 1983, Fla.). Miami Beach, Fla., INCAP. p. 44-52.
4. GARCIA, C.O. 1986. Evaluación de rendimiento y contenido de proteína foliar en amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), a diferentes estados de desarrollo y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 3. p. 166-169.
6. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.
7. JUAREZ GONZALEZ, J.R. 1984. Caracterización preliminar de 16 muestras de bleo (Amaranthus spp.) de las regiones del occidente, centro y oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 115 p.
8. LEES, P. 1982. Amaranto ¿El super cultivo del futuro?. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 31(8):16-17, 32.
9. MARTINEZ, A. et al. s.f. Propuesta para la conservación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. Guatemala, s.n. p. 2, 7-8.
10. \_\_\_\_\_; ELIAS, L. 1985. Evaluación preliminar botánica agronómica y bromatológica de 17 muestras de amaranto (Amaranthus spp.). In Reunión sobre Recursos Fitogenéticos de Guatemala (1, 1984, GUA.). Memorias. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 63-70.
11. MENDEZ FAJARDO, C.A. 1985. Evaluación del rendimiento en semilla a diferentes niveles de fertilización (NPK) en Amaranthus hypochondriacus L. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.

12. MORALES, S.M. 1984. Uso de métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo (Amaranthus spp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
13. RIVERA CALIX, R.E. 1987. Evaluación de 16 cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
14. RODRIGUEZ, I. 1986. En su mesa cultivos andinos. Cusco, Perú, Ministerio de la Presidencia; CORDE. 60 p.
15. SANCHEZ MARROQUIN, A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 238 p.
16. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
17. SPILLARI, M.M. 1983. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (Solanum spp.), chipilín (Crotalaria longirostrata) y amaranto (Amaranthus spp.). Trabajo Supervisado Tec. Fito-tecnista. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Agronomía. p. 3, 17, 28, 35.
18. SUMAR KALIONOWKY, L. 1983. El pequeño gigante. El Amaranto y su Potencial, Boletín (GUA.) no. 2-3:5.
19. TUJAB MEDINA, H.L. 1986. Evaluación de rendimiento de semilla en cinco cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
20. VILLAFUERTE VILLEDA, A. 1986. Evaluación del rendimiento foliar de cuatro cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.

Lib. Bo.  
*[Handwritten signature]*



**XI. APENDICE**

Apendice 1. Ecuaciones logarítmicas de las curvas de crecimiento.

No. CULTIVAR	MODELO	COEFICIENTE DE DETERMINACION
1	$Y = -4.2532 + 2.0867 (\text{Log. } x)$	0.9617
2	$Y = -4.0580 + 2.0558 (\text{Log. } x)$	0.9509
3	$Y = -4.0864 + 2.6741 (\text{Log. } x)$	0.9774
4	$Y = -4.5719 + 2.1332 (\text{Log. } x)$	0.9764
5	$Y = -3.8028 + 1.9703 (\text{Log. } x)$	0.9575
6	$Y = -4.0683 + 2.0232 (\text{Log. } x)$	0.9627
7	$Y = -3.9300 + 2.0048 (\text{Log. } x)$	0.9507
8	$Y = -4.7351 + 2.2152 (\text{Log. } x)$	0.9750
9	$Y = -4.9048 + 2.2363 (\text{Log. } x)$	0.9641
10	$Y = -4.8813 + 2.2345 (\text{Log. } x)$	0.9716
11	$Y = -4.5095 + 2.1295 (\text{Log. } x)$	0.9691
12	$Y = -4.3214 + 2.0699 (\text{Log. } x)$	0.9433
13	$Y = -5.1269 + 2.2574 (\text{Log. } x)$	0.9688
14	$Y = -4.88-3 + 2.2639 (\text{Log. } x)$	0.9718
15	$Y = -4.6572 + 2.1457 (\text{Log. } x)$	0.9762
16	$Y = -4.6675 + 2.1387 (\text{Log. } x)$	0.9588

Apendice 2. Comparación de resultados con otras investigaciones realizadas en Amarantho (Amaranthus spp.)

No. CULTIVAR	RENDIMIENTO DE SEMILLA			% DE PROTEINA			HUMEDAD RESIDUAL	
	AUTOR	RIVERA	TUJAB	AUTOR	RIVERA	TUJAB	AUTOR	RIVERA
1	1154.1	1166.6	1158.2	15.61	14.53	14.28	11.17	8.89
2	560.4	1778.1	1531.6	19.24	13.66	14.70	11.48	8.02
3	1285.4	1686.5	-	16.65	15.66	-	10.26	7.75
4	1358.3	-	-	15.80	-	-	10.24	-
5	325.5	716.7	1457.3	18.03	16.56	16.23	10.33	7.94
6	1306.4	2032.3	-	17.70	14.12	-	11.73	7.73
7	1331.7	2662.5	1189.3	18.05	15.30	14.80	10.57	7.17
8	1160.5	404.7	-	15.57	14.16	-	8.97	7.92
9	843.4	806.3	-	18.14	15.06	-	9.06	7.60
10	544.1	701.5	-	18.83	15.23	-	9.07	6.73
11	1428.2	757.8	-	18.10	16.47	-	9.52	7.83
12	657.0	688.5	-	18.05	-	-	8.99	7.65
13	832.3	-	-	20.08	-	-	9.18	-
14	531.4	343.7	-	16.73	14.25	-	9.25	7.55
15	1200.9	806.3	-	18.93	15.06	-	9.14	7.44
16	985.4	2032.3	-	19.87	14.12	-	8.93	6.96

- = No existen datos

Rivera Calix, R. (13)

Tujab Medina, H. (19).

Apendice 3. Condiciones del suelo en el área del ensayo.  
Labor El Lagartero, Salcajá, Quezaltenango.

---

Textura	Franco Arenoso
pH	6.8
Materia Orgánica	2.68 %
Fósforo	27.00 ppm.
Potasio	246.00 ppm.
Nitrógeno total	0.3642 %

---

Muestra analizada en el laboratorio de Servicios Agropecuarios Apartado postal 159, Quezaltenango, 1987.

Apendice 4. Características climáticas que prevalecen en el área donde se realizó el ensayo

---

ALTITUD	2322 M.S.N.M.
Precipitación media anual (pp.)	1000 mm.
Temperatura media anual	15 ° C.

---

FUENTE: IGM, Atlas Nacional de Guatemala (5).

Apendice 5. Cuadro de promedios obtenidos de rendimiento de semilla, Kg. de proteína/ha. y % de proteína.

No. CULTIVAR	$\bar{X}$ R.S.	$\bar{X}$ Kg. P.S.	$\bar{X}$ % P.S.
1	1154.1	180.16	15.61
2	560.4	107.82	19.24
3	1285.4	213.85	16.64
4	1358.3	214.61	15.80
5	325.5	58.68	18.03
6	1306.4	231.19	17.70
7	1331.7	240.37	18.05
8	560.4	180.69	15.57
9	843.4	152.99	18.14
10	544.1	102.45	18.83
11	1428.2	258.50	18.10
12	657.0	118.57	18.05
13	832.3	167.15	20.08
14	531.4	89.24	16.74
15	1200.9	227.33	18.93
16	985.4	195.80	19.87

R.S. = Rendimiento de semilla en Kg./ha.

Kg.P.S. = Kilogramos de proteína en semilla/ha.

% P.S. = Porcentaje de proteína en semilla

Apendice 6. Cuadro de promedios obtenidos de altura de planta a cosecha, días a emergencia y % de emergencia.

No. CULTIVAR	$\bar{X}$ A.C.	$\bar{X}$ D.E.	$\bar{X}$ P.E.
1	167.33	5	100
2	186.63	4.33	100
3	210.73	5	96
4	166.83	9.33	100
5	157.5	3	100
6	157.27	3.23	90
7	163.30	4.66	100
8	210.17	5.33	96
9	215.63	6.33	100
10	178.53	5.33	100
11	159.38	5	90
12	133.57	8	100
13	154.83	4	90
14	240.40	6.33	96
15	159.33	6.33	90
16	150.93	5.00	100

A.C. = Altura de planta a cosecha, en centímetros

D.E. = Días a emergencia

P.E. = Porcentaje de emergencia

Apendice 7. Cuadro de promedios obtenidos de días a floración, a cosecha y la diferencia de éstos.

CULTIVAR	D.F.	D.C.	D.D.
1	61.00	137	76.00
2	65.00	140	75.00
3	64.00	140	76.00
4	61.00	140	79.00
5	61.00	140	79.00
6	61.00	137	76.00
7	61.00	140	79.00
8	68.00	145	77.00
9	61.00	145	84.00
10	61.00	137	76.00
11	61.00	140	79.00
12	46.00	137	91.00
13	61.00	145	84.00
14	63.00	140	77.00
15	61.00	140	79.00
16	61.00	137	76.00

D.F. = Días a floración

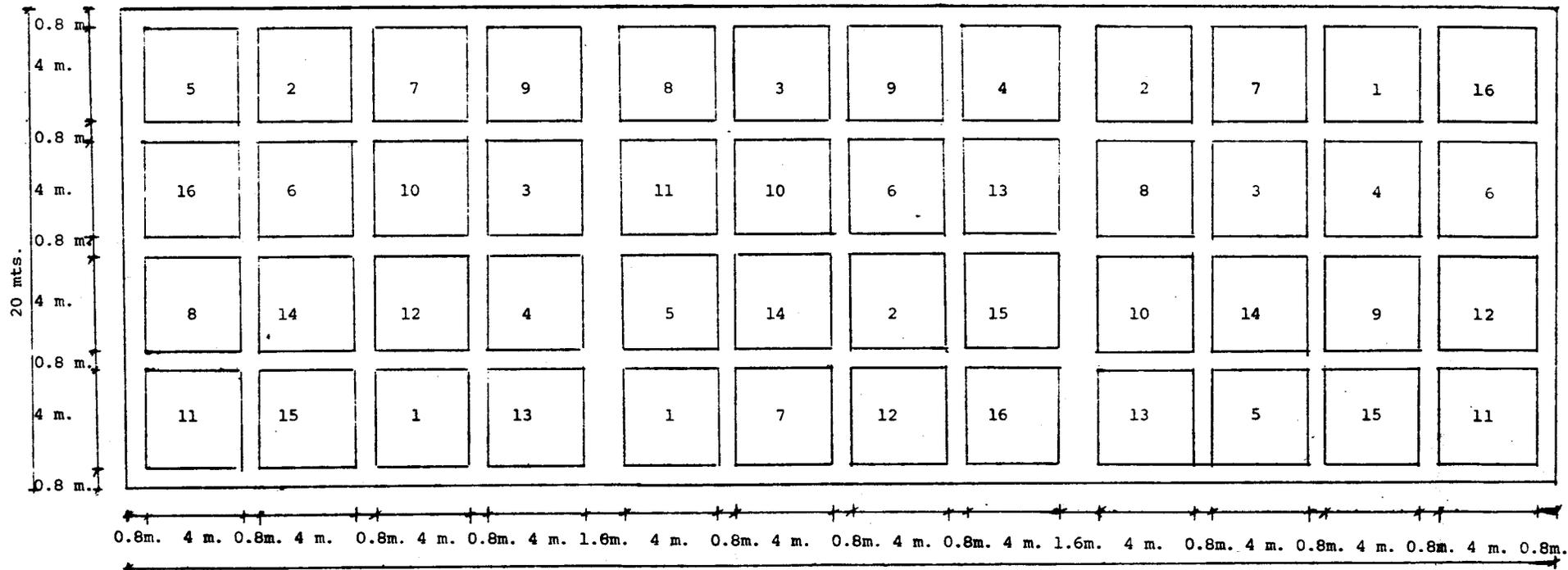
D.C. = Días a cosecha

D.D. = Diferencia de días (cosecha-floración)'



Apendice 9. Distribución de los materiales durante la etapa de campo.

▲ PENDIENTE



60 mts.





Referencia .....  
Aconte 11 de mayo de 1988  
.....

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1546

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

*[Handwritten signature]*



ING. AGR. GUSTAVO A. MENDEZ G.  
DECANO EN FUNCIONES

RECORDED BY THE UNIVERSITY OF SAN CARLOS  
Biblioteca Central  
444