

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE RENDIMIENTO EN SEMILLA (Kg/Ha)**  
**DE 16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) EN EL VALLE**  
**DE LA ASUNCION, GUATEMALA**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**  
**DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**  
**DE GUATEMALA**

**POR**

**SAMUEL ROLANDO BARRIOS OROZCO**

En el acto de investidura como

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**  
**EN EL GRADO ACADEMICO DE**  
**LICENCIADO**

**GUATEMALA, JULIO DE 1993**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



EC  
01  
T(1427

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta De Paz
VOCAL 4o.	P. A. Milton Abel Sandoval Guerra
VOCAL 5o.	Br. Juan Gerardo De León Montenegro
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy. .



Guatemala,  
julio de 1993.

Señores  
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
Facultad de Agronomía  
Presente.

RESPETABLES SEÑORES:


De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a la consideración de ustedes el trabajo de Tesis titulado:

"EVALUACION DE RENDIMIENTO EN SEMILLA (Kg/Ha) DE 16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) EN EL VALLE DE LA ASUNCION, GUATEMALA".

Al presentarlo como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera de una resolución favorable.

Atentamente.

  
Bf. Samuel Rolando Barrios Orozco.



## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Jehová es mi fuerza, la razón de mi existencia.
- A MIS PADRES: Marcos Sergio Barrios De León.  
Petrona Orozco de Barrios.
- A MIS HERMANOS: Raúl  
Berta
- A MI ABUELITA: Marcelina Pérez
- A MIS TIOS Y TIAS  
EN ESPECIAL A: Guillermina Barrios y familia.
- A LA SEÑORITA: Clara Luz Hernández S.  
Con amor especial.
- A MIS COMPAÑEROS  
Y AMIGOS ESPECIALMENTE  
A: Jayron Zaldaña, Rosendo López,  
Efraín Ambrocio Solís, Aníbal Grajeda,  
Adrián García y Roselia Melgoza.
- A LA IGLESIA: Asamblea de Dios Gethsemaní  
Por su apoyo moral y espiritual.



TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

Ciudad Tecún Umán, San Marcos

La Universidad de San Carlos de Guatemala

La Facultad de Agronomía.

Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA-

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-

La Federación de Cooperativas Agrícolas de Guatemala  
-FEDECOAG, R.L.-

La Cooperativa Agropecuaria y de Servicios Varios "Santiago  
Agrícola", R.L. Champerico, Retalhuleu.



## AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer públicamente a las personas que colaboraron en el desarrollo y realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Aníbal Bartolomé Martínez Muñoz, por la asesoría en el momento oportuno, cuya colaboración determinó la realización de la presente investigación.

Personal del INCAP, en especial a la División de Ciencias Agrícolas.

Dr. Ricardo Bressani por sus aportes y sugerencias en el presente estudio.

Ing. Agr. Samuel Salazar, Jefe del Departamento de Cómputo y Estadística del ICTA, por su valiosa colaboración en el procesamiento de la información.

Señor Pedro Hoffman, por la utilización de su sistema de computación en la elaboración del informe preliminar.

Todas las personas que en una u otra forma contribuyeron en la realización del presente estudio.

Mi hermano Raúl Barrios Orozco por el apoyo recibido en la ejecución del presente trabajo y durante el desarrollo de mi carrera profesional.



## CONTENIDO

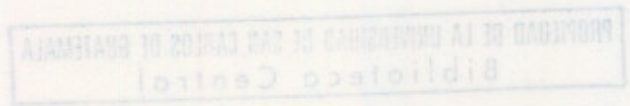
		Página No.
Indice de cuadros		x
Apéndice		xi
Resumen		xii
1. INTRODUCCIÓN		1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		2
3. MARCO TEORICO		3
3.1 MARCO CONCEPTUAL		3
3.1.1 Características generales de la planta		3
3.1.2 Importancia del amaranto		3
3.1.3 Cultivo del amaranto de grano		4
3.1.4 Investigaciones de amaranto en Guatemala		6
3.1.4.1 Colecta de amaranto		6
3.1.4.2 Conservación del germoplasma de amaranto recolectado		8
3.1.4.3 Caracterización e investigaciones de amaranto en Guatemala		8
3.2 MARCO REFERENCIAL		10
3.2.1 Localización		10
3.2.2 Clima y zona de vida		11
3.2.3 Suelos		11
3.2.4 Origen y Características de los cultivares de amaranto		12

CONTENIDO

- A. Cultivares nativos 12
- B. Características de los cultivares de amaranto nativos 14
- C. Cultivares de amaranto introducidos 16
- D. Características de los cultivares de amaranto introducidos 17

INTRODUCCIÓN

- 4. OBJETIVOS 20
- 5. HIPOTESIS 20
- 6. METODOLOGIA 21
  - 6.1 TRATAMIENTOS 21
  - 6.2 MATERIALES UTILIZADOS 22
  - 6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL 22
  - 6.4 UNIDAD EXPERIMENTAL 23
  - 6.5 VARIABLES DE RESPUESTA 23
  - 6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO 24
  - 6.7 ANALISIS DE LA INFORMACION 26
- 7. RESULTADOS Y DISCUSION 27
- 8. CONCLUSIONES 38
- 9. RECOMENDACIONES 39
- 10. BIBLIOGRAFIA 40
- 11. APENDICE 44



## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página No.
1.	Condiciones del suelo en el área de ensayo	12
2.	Datos de recolección de los cultivares nativos	13
3.	Cultivares introducidos de amaranto	19
4.	Material genético de amaranto ( <u>Amaranthus</u> spp.) utilizado en el ensayo	21
5.	Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas, cultivo de <u>Amaranthus</u> spp.	28
6.	Resumen de las características de cultivares evaluados	29
7.	Pruebas de Tukey para las variables significativas	32
8.	Pruebas de Tukey para las variables significativas.	33
9.	Pruebas de Tukey para las variables significativas	34
10.	Resultado del análisis de correlación	35
11.	Comparación de resultados con otras investigaciones realizadas en amaranto ( <u>Amaranthus</u> spp.)	37



## APENDICE

Apéndice No.		Página No.
12 "A".	Cuadros promedios de rendimientos de semilla en Kg/Ha y porcentaje de proteína	44
13 "A".	Cuadro de toma de datos	45
14 "A".	Distribución de los materiales durante la etapa de campo	46
15 "A".	Resultados del muestreo de suelos en el área de ensayo. Laboratorio de Suelos ICTA. 1987.	47



EVALUACION DE RENDIMIENTO EN SEMILLA (Kg/Ha) DE 16  
CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.)  
EN EL VALLE DE LA ASUNCION, GUATEMALA.

EVALUATION OF 16 CULTIVARS OF AMARANTH (Amaranthus spp.)  
SEED GROWING IN THE VALLEY OF LA ASUNCION, GUATEMALA

RESUMEN

Guatemala cuenta con diversidad de cultivos nativos, entre ellos el género Amaranthus, conocido como bleo o amaranto, el cual según evaluaciones realizadas posee un alto contenido de proteína en su semilla. Debido al potencial que existe en este cultivo, se han colectado muestras de amaranto en toda la República de Guatemala y se ha introducido germoplasma de otros países, obteniendo gran cantidad de materiales los que se han identificado y caracterizado en cuanto a rendimiento en semilla, corto ciclo vegetativo entre otras características.

En este trabajo, se evaluaron 16 cultivares, 8 proceden de diversas regiones de Guatemala, 7 de EE.UU. y 1 del Perú. Los materiales introducidos fueron sembrados desde 1983 en la finca propiedad del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP-. Las semillas de cultivares nativos e introducidos utilizados en esta investigación proceden de la cosecha del año anterior. Se pretende identificar los cultivares que en base al fenotipo deseable combinen características tales como baja altura a cosecha, alto porcentaje de proteína en la semilla y alto rendimiento en semilla.

El estudio se realizó en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, habiéndose evaluado las variables días a germinación, porcentaje de germinación, días a floración, altura de planta a floración, días a cosecha, altura de planta a cosecha, porcentaje de proteína en la semilla y rendimiento en semilla expresado en Kg/Ha. Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones, efectuándose el respectivo análisis de varianza, pruebas de medias según Tukey y correlaciones entre las variables. Las variables altura de planta a floración y a cosecha resultaron ser no significativas, mientras que las otras fueron altamente significativas.

El rendimiento de semilla varía de 333.41 Kg/Ha a 2,814.97 Kg/Ha, el rendimiento más alto lo dió el cultivar INCAP 23201 y el más bajo corresponde al cultivar INCAP 18 P CAC 55 B, cultivares nativo e introducido respectivamente.

El contenido de proteína en la semilla está desde 13.25% hasta el 16.65%, el más alto correspondió al cultivar INCAP 7 USA 82 S 1011 y el más bajo el cultivar INCAP 8 USA 82 S 434, ambos cultivares introducidos.

Todos los análisis de correlación efectuados fueron no significativos, por lo que no se puede definir en este estudio la interacción entre las variables estudiadas.

En conclusión, el cultivar INCAP 23201 reportó rendimiento en semilla de 2,814.97 Kg/Ha con el 14.38% de proteína en semilla, altura de planta al momento de la cosecha de 146.33 cm. Ciclo vegetativo de 142 días. El cultivar INCAP 7 USA 82 S 10 11 reportó rendimiento en semilla de 2,237 Kg/Ha, contenido de proteína en la semilla 16.65%, altura de planta al momento de la cosecha de 153 cm. Ciclo vegetativo de 142 días.

Por lo tanto es recomendable que los anteriores cultivares sean utilizados para estudios de fitomejoramiento. Además se deben evaluar los requerimientos de N-P-K en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo del amaranto y efectuar estudios para explicar las correlaciones, tomando en cuenta el tamaño de la panoja en los cultivares más rendidores de semilla.

## 1. INTRODUCCION

El género Amaranthus, del cual existen varias especies comestibles distribuídas en diversas regiones del mundo, tiene un valor nutritivo que en alguna forma puede contribuir a satisfacer la demanda proteínica, de minerales y vitaminas, de los pueblos. Además, para determinados países podría significar la diversificación en la producción de alimentos (23).

En Guatemala el bleado es de consumo popular, muy importante ya que provee en parte los requerimientos de la dieta alimenticia de la población. Esta planta se caracteriza porque se puede consumir en hoja, la cual tiene un sabor agradable, con alta calidad nutritiva rica en proteínas, minerales y vitaminas. El consumo en semilla también es del conocimiento de la población, su rico sabor a nuez la hace más apetecible por aquellos que han encontrado en este cereal el alimento ideal para su nutrición, puesto que al igual que sus hojas, la semilla también contiene un alto porcentaje en proteína.

El programa de amaranto ó bleado se inició en 1,982 con una evaluación preliminar de germoplasma, colectado en el altiplano de Guatemala y materiales introducidos de Perú y México por el INCAP. En ese mismo año se iniciaron exploraciones de colecta por técnicos de ICTA y Facultad de Agronomía, reuniendo 93 muestras de bleado provenientes de diferentes partes del país (5). Este germoplasma se ha diferenciado en sus características morfológicas y bromatológicas, producto de ello se han seleccionado 8 materiales colectados en el país y 8 materiales introducidos por INCAP que han sobresalido en producción de hoja y semilla, además de su corto ciclo vegetativo.

En el presente trabajo se efectuaron evaluaciones de rendimiento en semilla de los 16 cultivares, de los cuales dos resultaron ser los más prominentes, el cultivar INCAP 23201 reportó 2,815 Kg/Ha, con un 14.38% de proteína en la semilla, altura de planta al momento de la cosecha de 146.33 cm., con un ciclo vegetativo de 142 días. El cultivar INCAP 7 USA 82 S 1011 reportó un rendimiento de 2,238 Kg/Ha de semilla, 16.65 % de contenido proteínico en la semilla, altura de planta al momento de la cosecha de 153 cm., con un ciclo vegetativo de 142 días.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la población guatemalteca y del mundo tiene problemas en cuanto a su alimentación se refiere, necesita de una dieta balanceada rica en proteínas. Por ello los agricultores de Guatemala, en su mayoría campesinos necesitan que se les presente opciones para encontrar un cultivo que llene sus expectativas de nutrición. El género Amaranthus, conocido como bledos presenta características aceptables para su consumo en semilla.

El bledo no es desconocido en el país, sin embargo debido a la variabilidad de cultivares existentes, es conveniente que antes de transferir el manejo del cultivo a los agricultores se genere elementos tecnológicos básicos aplicados al proceso productivo, tal es el caso de variedades adecuadas para las condiciones ambientales de la región en donde se puede producir potencialmente.

Se han caracterizado 80 cultivares de amaranto a través de instituciones tales como el Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía -USAC- e ICTA, producto de ello se han seleccionado 8 materiales colectados en el país y 8 materiales introducidos por el INCAP de Estados Unidos y Perú, los cuales han demostrado ser los mejores en características agronómicas.

El presente trabajo tiene como propósito evaluar 16 cultivares de amaranto bajo las condiciones del valle de la ciudad de Guatemala y presentarlo como una opción de cultivo que se pueda realizar en el país. Sabiendo que existe diversidad de los mismos, se necesita conocer los aspectos agronómicos relevantes que poseen estos 16 cultivares en estudio.



### 3. MARCO TEORICO.

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Características Generales de la Planta

El género Amaranthus spp. comprenden hierbas anuales procumbentes o erectas, lisa o pubescentes, generalmente ramificadas, con hojas alternas, pecioladas, las cuales son enteras u onduladas, frecuentemente puntiagudas. Las plantas son monóicas, dióicas o polígamas, con flores pequeñas, bracteoladas y bibracteoladas, aglomeradas, en el conjunto se encuentra en forma de cabeza compacta axilar; espigadas o paniculadas; sépalos en número de 5 o raramente de 1 a 3, membranosos, iguales o desiguales, algunas veces endurecidos en la base después de la antesis, normalmente con estambres, los filamentos bien definidos filiformes o subulados; antera oblonga o línea oblonga de 4 células; ovario ovulado compresado separable a manera de cápsula o abriéndose irregularmente, membranosos o coriáceos, algunas veces de 2 a 3 dentaduras en el ápice, semillas rectas, comprimidas, lisas (32).

Las especies de Amaranthus spp. alcanzan hasta dos 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 aristas fuertes y hueco en el centro en su etapa de madurez.

El fruto es en cápsula que se abre transversalmente fácilmente, contiene semillas de color blanco, negro, café y rojiza, es lisa brillante y tiene forma lenticular (29, 33).

##### 3.1.2 Importancia del amaranto.

"Se ha probado en diferentes lugares de los trópicos, que la adopción de las hortalizas foráneas o europeas, no implica mejora de calidad o cantidad de vitaminas que suplen las hortalizas nativas. Pero, desde la conquista española, el prestigio de los cultivos foráneos está asociado con las clases dominantes, reforzado con la propaganda comercial y por las campañas de extensión agrícola y de nutrición. Contrasta esto con el interés que hay en otras partes del mundo por cultivos

que se abandonan en esta región. El amaranto, conocido comúnmente como alegría o bleo (Amaranthus spp.), cuyo cultivo está muy reducido en México y Guatemala, es objeto de trabajo de mejoramiento en Australia y California, por el valor en proteínas de las hojas y de las semillas, comparables a los mejores cereales y hortalizas" (9).

Las hojas de amaranto son una fuente excelente de proteína y pueden contribuir con un 2 al 5% de los requerimientos diarios, son también una fuente rica de vitamina C, hierro, beta caroteno y calcio (26). Según Devadas, R. y Saroja S., las dietas que contienen amaranto son excelente fuente de Beta caroteno (13).

Respecto a la composición química de las semillas, Sánchez M., (29) 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 mínimas de tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C.

Es importante señalar que el amaranto es de vital importancia porque su semilla contiene un promedio del 15 por ciento de proteína con un buen patrón de aminoácidos, según lo recomendado por FAO/OMS, (30).

### 3.1.3 Cultivo del Amaranto de grano.

Según Martineau, J.R. (22) tres son las principales especies de Amaranthus spp. que se utilizan para la obtención del grano. Estas son: A. caudatus, A. cruentus y A. hypochondriacus; la primera crece en las regiones andinas de Bolivia, Perú y Argentina; la segunda crece en el sur de México y Guatemala; mientras que la última es procedente de la parte central de México y se puede encontrar en Nepal, América Central y la India.

El cultivo del amaranto tuvo gran importancia para los habitantes de México y otros lugares antes de la conquista española. Pero, debido a la asociación que había entre el amaranto y las creencias religiosas, los conquistadores prohibieron su cultivo y empleo (8). Sin embargo, Bressani, R. (7) dice que es necesario analizar el problema en forma más objetiva, a fin de determinar por

qué hoy día en los sistemas de producción agrícola no figura este promisorio grano.

Si en el pasado el pueblo tenía el amaranto en tan alta estima, es difícil aceptar que sólo por razones de origen religioso sea las que expliquen el por qué hoy no se produce en el volumen requerido para hacer de su cultivo y uso, una actividad económica productiva. Debe haber otras razones, y esas causas tienen que ver con las dificultades que su producción agrícola conlleva. Podría argüirse que la falta de uso de la semilla limita la producción agrícola, porque su demanda no es suficiente. Esto desde luego, es un hecho; sin embargo, están a la disposición las tecnologías requeridas para su uso inmediato, y aunque ciertas investigaciones sobre este aspecto deben continuar, el énfasis de esa investigación debe centrarse en aquellos problemas de relación directa con las limitaciones actuales de que adolecen los sistemas agrícolas (7).

Bressani, R. (7), considera que deben atenderse entre otras áreas las siguientes: Selección de cultivares de amaranto con características prácticas mejoradas. En los momentos actuales, muchos o la mayoría de cultivares alcanzan alturas que dificultan su cosecha. Problemas de cosecha. El problema más apremiante en este campo es el tamaño de la semilla. Entre variedades de la misma especie hay una variabilidad significativa en lo que el tamaño del grano concierne. Por ejemplo, en el caso de *A. caudatus*, el peso de la semilla varía de 0.49 a 0.93 mg/semilla. Esta es una característica a tener en cuenta en programas de selección. El tamaño de la semilla también está asociado con las prácticas de cosecha. La cosecha manual es un factor que fácilmente puede inducir a los agricultores a que opten por no sembrar este cultivo ya que, obviamente, constituye un componente significativo en término de costo y rendimiento.

Martineau, J.R. (22) reporta que los agricultores norteamericanos consideran como buenos los rendimientos en semilla de 400 a 500 Kg/Ha, sin embargo, no se reporta si hubo o no fertilización. En los Estados Unidos, los mejores genotipos parecen ser los tipos mexicanos de semilla de la especie *A. cruentus*.

El amaranto es una planta extraordinariamente resistente, crece en lugares donde se goza de plena luz solar y suficiente humedad. Además algunas especies pueden cultivarse bajo condiciones salinas. La semilla es rica en proteína de alta calidad y contiene cantidades apreciables de

amilopectina, constituyente del grano de almidón, ya sea con la semilla molida o reventada. La importancia potencial del amaranto estriba en su combinación de características agronómicas, calidad de su composición desde el ángulo nutricional, y su factibilidad de aplicación como alimento y como forraje (6).

Las semillas de amaranto, de forma lenticular, son muy pequeñas con un diámetro de 1 a 1.5 mm y un peso de 0.6 a 1.0 gr. por 1,000 semillas, generalmente tienen colores pálidos pero el color puede variar desde blanco hueso, café claro, rojo, pardo y negro (6).

Rao, K.S.S. y otros (27) en parcelas experimentales en la India, en el estado de Gujarat, reportan rendimientos en semilla de 1,340 Kg/Ha en A. cruentus; 1,309 Kg/Ha en A. hypochondriacus.

Las investigaciones realizadas en diversos países muestran que en los ensayos efectuados por diferentes investigadores se han obtenido rendimientos en semilla que oscilan en un rango de 683 a 3,900 Kg/Ha (1).

### 3.1.4 Investigaciones de amaranto en Guatemala

#### 3.1.4.1 Colecta de amaranto.

El programa de colecta del amaranto (Amaranthus spp.) y otras especies nativas de Guatemala, se inició en 1982, a raíz del programa general titulado "Búsqueda, conservación y desarrollo de los recursos genéticos vegetales de Guatemala" aprobado por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos -CIRF- el cual fue propuesto por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y avalado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-. Después de cuatro años de trabajo 1982-1985, se reunió gran parte de la variabilidad genética de Amaranthus spp. (bledos) y otros géneros nativos (5).

Durante la etapa de recolección se identificaron 93 muestras de bledo en 72 localidades de

la República de Guatemala a partir de poblaciones ruderales ó arvenses. De esta forma, en la zona cálida del país se encontraron las especies de amaranto: A. polygonoides, A. hybridus, A. dubius y poblaciones híbridas, tales como A. virides x scariosus, A. hybridus x scariosus, A. scariosus x hybridus y A. dubius x hybridus. Además de estas especies se encontró Amaranthus spinosus (güisquilete) la cual no tiene utilidad desde el punto de vista de alimentación humana (5).

En el departamento de El Petén se reporta que el bleado crece libremente después de que el agricultor considera que ha pasado el período crítico de competencia, antes del cual es completamente eliminado. Es importante anotar que únicamente se acostumbra usar la hoja y brotes tiernos en alimentación humana y en ninguna localidad se informa del uso de la semilla de bleado. Siendo más frecuente las especies: A. hybridus, A. caudatus y A. polygonoides (5).

En el altiplano central el bleado es una de las hortalizas nativas más solicitadas por la población y la alta demanda existente no puede cubrirse con el bleado en forma arvense o ruderal y se han establecido verdaderos cultivos del mismo. En los poblados de San Juan Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez del Departamento de Guatemala es frecuente encontrar aldeas que se dedican exclusivamente al cultivo del bleado. 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 material genético con características deseables, tal como lo es la alta producción de materia verde y semilla. La especie que reúne estas condiciones es A. caudatus. Otra especie interesante es A. cruentus, frecuentemente en la región, utilizándose la mayoría de veces como planta ornamental, debido a la coloración rojo púrpura que tiene, solamente en la localidad de San José Poaquil, en el departamento de Chimaltenango, se recabó información referente a que la semilla de este bleado es utilizada en alimentación humana. Las otras especies anotadas se encuentran presentes como malezas y/o ruderales, caracterizándose por tener un porte y tamaño de hoja intermedio (5).

En la Costa Sur del país es frecuente encontrar el denominado bleado blanco, el cual corresponde a Amaranthus hybridus, característico por ser buen productor de hoja, así como de semilla. Es importante anotar que 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 de bledo, situación ésta que se mantiene en los parcelamientos agrarios, tales como La Blanca y Nica en el departamento de San Marcos; Caballo Blanco en Retalhuleu; La Máquina en Suchitepéquez; Nueva Concepción y Cuyuta en Escuintla. En dichas áreas el bledo es una maleza del cultivo del maíz, pero también los agricultores cultivan el bledo a nivel de huerto familiar (5).

### 3.1.4.2 Conservación del germoplasma de amaranto recolectado.

El germoplasma recolectado se instaló en la estación experimental del ICTA en Chimaltenango, en donde existen estanterías apropiadas, envases plásticos no herméticos, deshumificador, libro de entradas y salidas de semillas, pero, carecen de un sistema refrigerante. Por lo que se empezó a utilizar el material para rejuvenecer el germoplasma de esta forma se colocó a disposición de instituciones nacionales e internacionales para investigación, selección y caracterización de amaranto. Actualmente se conserva en el banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (5).

### 3.1.4.3 Caracterización e Investigaciones de amaranto en Guatemala.

Juárez González, J.R. (21) realizó una caracterización preliminar de 16 muestras de bledo (*Amaranthus* spp.) de las regiones del Occidente, Centro y Oriente de Guatemala, llegando a establecer la existencia de tres 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 43 a 117 cm.; color de inflorescencia: verde, rojo o morada y listado (rojo-verde); 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 en semilla de 0.69 a 10.35 gr/planta entre otros datos.

Méndez F., C.A. (25), en el estudio "Evaluación del rendimiento de semilla a diferentes niveles de fertilización (N-P-K) en *A. hypochondriacus* L." reporta que el tratamiento testigo produjo 375 Kg/Ha de semilla bajo condiciones naturales de fertilidad, mientras que el mayor

rendimiento fue de 1,831.15 Kg/Ha con niveles de fertilidad de 45-22-58 Kg/mz de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente.

Alfaro Villatoro, M.A.(2), evaluó el rendimiento y composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en tres diferentes épocas de corte, su objetivo era encontrar la época más adecuada de las hojas, en donde la planta tuviera acumulado la máxima cantidad de alimentos, pero sin que su calidad fuera disminuida. Realizó cosechas a los 25, 40 y 60 días de haber emergido. En cada corte se evaluó variables tales como altura de planta al momento del corte, peso bruto, peso neto, número de hojas, promedio de área foliar y peso de materia verde. Concluye 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 (6,530 Kg/Ha) y contenido promedio de proteína 22.7 por ciento.

Corado Castellanos, M.A. (11), en la "evaluación del rendimiento foliar de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) utilizando dos métodos y diferentes distanciamientos de siembra" reporta rendimientos en materia verde (hojas y peciolo) desde 2,438.87 a 3,372.21 Kg/Ha, con densidades de siembra desde 66,666 a 100,000 plantas por hectárea por el método de siembra directa; mientras que en el método de trasplante y con las mismas densidades de siembra reporta desde 644.44 a 841.66 Kg/Ha de materia verde (hojas y peciolo).

Tujab M., H.L. (34), evaluando el rendimiento de semilla en cinco cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) reportó los siguientes datos: rendimientos en grano de 820.12 Kg/Ha hasta 2,878.86 Kg/Ha; porcentaje de proteína en la semilla del 14.4 al 17.1%; días a cosecha de 49 a 98 días; altura de la planta a floración de 41.9 a 223.2 cm.; días a germinación de 4 a 6 días. Concluye el autor, según análisis de correlación que a mayor días de floración menor es el contenido en porcentaje de proteína en semilla y de igual forma a mayor días a cosecha menor es el contenido de proteína en la semilla. También observó que a mayor diferencia de días entre la cosecha y la floración mayor es el rendimiento de semilla del cultivar.

Estrada M., M. R. (14) al evaluar el efecto de la época de poda sobre el rendimiento de semilla en cinco cultivares de bleo (Amaranthus spp.). La podas fueron en las siguientes épocas:

a) Poda al inicio de la floración; b) Poda a los 35 días después de la emergencia de las plantas y, c) Sin poda. La poda se realizó a cinco centímetros del suelo, cortando transversalmente el tallo con una hoja de afeitar y cuidando no dañar los tejidos. Los datos obtenidos son los siguientes: Días a emergencia de 4 a 5 días; solamente el cultivar 23206 emergió a los 7 días; las alturas medias de los materiales que fueron podados a los 35 días después de la emergencia, oscilaron entre 11.2 y 16.1 cm.; los materiales podados al inicio de la floración presentaron alturas medias entre 34.9 y 49.3 cm. Días a floración después de la emergencia, se observó que en los tratamientos podados al inicio de la floración y en los no podados varió desde 49 hasta 56 días. También reportó que después de efectuada la poda, transcurrieron en general de 37 a 40 días para que ocurriera la floración, este período fue similar al podar a los 35 días, como al inicio de la floración después de la emergencia. En cuanto a días a madurez fisiológica, transcurrieron de 89 a 94 días, para que los cultivares que no fueron podados la alcanzaran. La altura de planta al momento de la cosecha en los materiales no podados presentaron alturas medias que variaron desde 93.5 hasta 120.8 cm. Estrada M., M.R., concluye que el material 23206 presentó rendimientos más altos en semilla de 2,416, 2,831 y 1,816 Kg/Ha, cuando se podó al inicio de la floración, a los 35 días después de la emergencia y cuando no se podó respectivamente; mientras que los rendimientos más bajos lo produjo el cultivar FA 492, con 1044, 1,437 y 1,146 Kg/Ha, cuando se podó al inicio de la floración, a los 35 días después de la emergencia y cuando no se podó respectivamente.

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Localización.

El Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía -CEDA-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está situado al sur de la ciudad capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12. El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- (17) indica que está localizando a una altitud de 1502 m.s.n.m., ubicado a 14° 34' 40" Latitud Norte y 90° 33' 20" Longitud Oeste (16).

### 3.2.2 Clima y zona de vida.

Según la clasificación de zona de vida basado en el sistema Holdridge, R.L. (12), y según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000 publicado por el Instituto Nacional Forestal -INAFOR- (18), la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque húmedo subtropical templado.

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH (17) para el área donde se desarrolló el ensayo son las siguientes:

- a) Precipitación media anual: 1,216.2 mm. distribuidos en 110 días, de mayo a octubre.
- b) Humedad relativa (media): 79%.
- c) Temperatura media anual: 18.8 °C.
- d) Temperatura máxima: 24.7 °C.
- e) Temperatura mínima: 13.7 °C.
- f) Evaporación media: 4.1 mm/día
- g) Insolación promedio: 6.6 horas día.
- h) Radiación: 0.33 cal/cm<sup>2</sup>/minuto.
- i) Velocidad media del viento: 15.4 Km/hora, dirección NNE.

### 3.2.3 Suelos

Simmons, Tarano y Pinto (31), clasifican los suelos del área experimental en "Serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café oscuro, franco arcilloso, friable, de 0.3 a 0.5 mts. de espesor; su suelo subsuperficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso, friable, de 0.5 a 0.6 mts. de espesor. El declive dominante es de 0 a 2%, el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica".

Se analizó el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-. Los resultados se presentan en siguiente cuadro.

Cuadro 1. Condiciones del suelo en el área de ensayo.

pH	6.4
fósforo	30.42 ppm
potasio	258.00 ppm
Ca	16.71 Meq/100 ml de suelo
Mg	4.02 Meq/100 ml de suelo

Fuente: Laboratorio de suelos Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- Guatemala 1987.

### 3.2.4 Origen y características de los cultivares de amaranto evaluados.

#### A. Cultivares nativos.

Se han identificado 93 muestras de amaranto procedentes de 72 localidades de la República de Guatemala, habiéndose diferenciado este material en sus características morfológicas y bromatológicas, producto de ello se han seleccionado 8 materiales que han sobresalido en producción de hoja y semilla, además de su corto ciclo vegetativo (5). En el Cuadro No. 2 se presentan datos de recolección de los cultivares nativos.

Cuadro 2. Datos de recolección de los cultivares nativos.

No.	Identificación	Especie	Lugar de Recolección	Coordenadas	Altitud msnm.
1	FA 637 <sup>*</sup>	<u>A. caudatus</u>	Puente Escondido. Santiago Sacatepéquez.	14° 38' N 90° 40' W	2,130
2	FA 492 <sup>*</sup>	<u>A. cruentus</u>	Santa María Cauqué. Santiago Sacatepéquez.	14° 39' N 90° 41' W	2,000
3	FA 747 <sup>*</sup>	<u>A. caudatus</u>	Tenedores, Morales. Izabal.	15° 39' N 88° 41' W	25
4	FA HS <sup>2</sup>	<u>A. caudatus</u>	Sololá, Sololá.	14° 46' N 91° 11' W	2,114
5	FA 350 <sup>1</sup>	<u>A. cruentus</u>	El Oasis, La Fragua Zacapa.	14° 58' N 89° 31' W	185
6	INCAP 23201 <sup>2</sup>	<u>A. caudatus</u>	San Raymundo, Guatemala.	14° 45' N 90° 35' W	1,585
7	INCAP 23206 <sup>3</sup>	<u>A. caudatus</u>	San Antonio Pachalí. San Juan Sacatepéquez Guatemala, Finca INCAP	14° 30' N 90° 31' W	1,560
8	INCAP 17 GUA **	<u>A. cruentus</u>	San Antonio Pachalí. San Juan Sacatepéquez Guatemala, Finca INCAP	14° 30' N 90° 31' W	1,560

## Fuente:

- \* Azurdía P., C. A.; González S., M. (3)
- <sup>1</sup> \_\_\_\_\_, (5)
- <sup>2</sup> Martínez, A. (24).
- <sup>3</sup> Estrada M., M.R. (14)
- \*\* Dr. Ricardo Bressani -INCAP-  
Comunicación personal.

## B. Características de los cultivares de amaranto nativos.

### 1. FA 637.

Tujab, M. (34), Rivera C. (28) y Hernández D. (19) para este cultivar reportan lo siguiente: Sus hojas, tallo e inflorescencia son de color verde. Semillas de color negro. Emergencia de las plantas entre 5 y 6 días; porcentaje de emergencia el 51 al 100 %; floración 60 a 66 días; altura de planta a floración 94.4 cm.; se cosecha entre 106 a 137 días, a una altura de planta a cosecha de 125.66 a 167.33 cm.; rendimiento en semilla desde 1,154.1 a 1,258.22 Kg/Ha; proteína en la semilla desde 13.93 al 15.61 %.

### 2. FA 492.

Los autores mencionados en el cultivar anterior, reportan para el cultivar FA 492 las características siguientes: Hojas de color manchado (rojo-verde), tallo listado (rojo-verde) ó rosado, inflorescencia de color rojo, semillas son de color negro. Además se reporta que la emergencia de las plantas es de 4 días, porcentaje de emergencia de las mismas desde el 85 al 100 %; floración entre 49 a 79 días; altura de planta a floración 48.7 cm.; cosecha entre 100 a 140 días; altura de planta a cosecha entre 129.6 a 186.63 cm.; rendimiento en semilla 560.40 a 1,531.61 Kg/Ha; proteína en la semilla desde 13.66 a 19.24 %.

### 3. FA 747.

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) realizaron evaluaciones de rendimiento en semilla, reportando para este cultivar los siguientes datos: Sus hojas son verdes o manchadas (rojo-verde), tallo rojo o rosado, inflorescencia de color rojo o corinto, semillas son de color negro. Días a emergencia 5, porcentaje de emergencia de las plantas desde el 73 al 96 %; floración entre 55 a 64 días; cosecha desde 103 a 140 días; rendimiento en semilla desde 1,285.40 a 1,686.48 Kg/Ha; proteína en la semilla 15.66 al 16.64%.

### 4. FA HS.

Hernández D. (19), evaluó el rendimiento y otras características de este material, reportando que sus hojas e inflorescencia son verdes, tallo rosado y semilla de color crema. Además dice que emergen las plantas a los 4 días, con un 100% de emergencia; floración a 61 días, se

cosecha a 140 días, a una altura de planta a cosecha de 166 cm.; obtuvo rendimiento en semilla de 1,358.30 Kg/Ha; proteína en la semilla de 15.80%.

#### 5. FA 350

Tujab M. (34), Rivera C. (28) y Hernández D. (19) encontraron para este cultivar las características siguientes: Hojas de color rojo, rojo-morado ó manchado (verde-rojo), tallo rojo ó rosado, inflorescencia de color rojo ó corinto y semillas de color negro. Reportan que la emergencia de las plantas está entre 3 y 5 días, emergiendo entre el 72 al 100 % de las plantas; floración 49 a 69 días; altura de planta a floración, 80.7 cm.; se cosecha entre 98 a 140 días, a una altura de planta a cosecha de 110.50 a 157.50 cm.; rendimiento en semilla es muy variado reportando desde 325.50 hasta 1,457.31 Kg/Ha; proteína en la semilla desde 16.23 al 18.03 %.

#### 6. INCAP 23201

Rivera C. (28) Hernández D. (19) reportan para este cultivar lo siguiente: Hojas verdes, tallo verde ó rosado, inflorescencia verde y semillas de color negro ó negro-café. Las plantas emergen a los 3 días, 87 y 90% emergen de las mismas; floración 61 y 67 días; se cosecha a los 102 y 137 días, con una altura de planta a cosecha de 138.76 y 157.27 cm.; rendimiento en semilla de 1,306.4 y 2,032.29 Kg/Ha; proteína en la semilla 14.12 y 17.70 %.

#### 7. INCAP 23206

Este cultivar es reportado por los autores Tujab, M. (34), Rivera C. (28) y Hernández D. (19) registrando resultados diversos tales como: Emergencia de las plantas entre 4 a 6 días; porcentaje de emergencia desde el 83 al 100 %; floración desde 54 a 65 días, altura de planta a floración de 89.3 cm.; cosecha entre 101 a 140 días; altura de planta a cosecha de 133.53 a 163.30 cm.; rendimiento en semilla oscila entre 1,189.25 a 2,162.50 Kg/Ha; proteína en la semilla desde 14.80 a 18.05 %. Todos los autores mencionados reportan que sus hojas, tallo e inflorescencia son de color verde y semillas de color negro.

#### 8. INCAP 17 GUA

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) evaluando este cultivar en Sábana Grande, Departamento

de Escuintla y Salcajá, Departamento de Quetzaltenango respectivamente, encontraron las siguientes características: Hojas y tallo de color verde, inflorescencia color amarillo-verde ó verde y semillas de color blanco-amarillo ó crema.

Las plantas emergieron a los 5 y 6 días, emergiendo el 53 y 90 % de las mismas; floración a los 61 y 67 días; cosecha a los 104 y 140 días; con una altura de planta a cosecha de 133.45 y 154.38 cm.; rendimiento en semilla de 757.81 y 1,428.20 Kg/Ha; proteína en la semilla del 16.47 y 18.10 %.

### C. Cultivares de amaranto introducidos.

En 1,983, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- recibió un total de 88 muestras de amaranto, de las cuales 35 provenían de EE.UU., 25 del Perú y el resto de otros países, tales como México, Kenya e India. Los materiales fueron cultivados en la Finca del INCAP, ubicada en la Aldea San Antonio Pachalí, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, en donde se seleccionaron en base a características propias de la planta, entre ellas la pureza de la semilla, rendimiento de semilla por planta, que no presentaran dehiscencia, plantas erectas, área foliar etc. De esta forma los cultivares 2-USA-A-982, 3-USA-A-1113, 8-USA-82-S-434, 10-USA-82-S-1023, 7-USA-82-S-1011, 17-USA-80-S-649 y 20-USA-80-S-1157 utilizados en el presente trabajo, proceden del Centro de Investigaciones Rodale (Rodale Research Center) Kutztown, Pensilvania (EE.UU.).<sup>1</sup> El otro cultivar incluido en esta evaluación es el 18-P-CAC-55-B el cual pertenece a un grupo de 25 variedades procedentes de Cuzco, Perú y al igual que los anteriores, fueron sembrados y cosechados en 1,983 en la finca experimental del INCAP; las semillas de estas 25 variedades fueron proporcionadas por el Ingeniero Luis Sumar Kalinowski, peruano, investigador agrícola dedicado al estudio del cultivo de Amaranto (20).

<sup>1</sup> Entrevista con el Doctor Ricardo Bressani ex-jefe de la División de Ciencias Agrícolas -INCAP-.

**D. Características de los cultivares de amaranto introducidos.****1. 2-USA-A-982**

Se han efectuado evaluaciones de este cultivar por autores tales como Rivera C. (28) y Hernández D. (19) reportando las características siguientes: Hojas de color verde, tallo e inflorescencia pueden ser listados (rojo-verde) ó verde, las semillas son de color crema ó blanco. Además reportan entre 5 a 8 días la emergencia de las plantas, con un 52 al 96 % de emergencia de las mismas; floración entre 68 a 74 días. Cosecha entre 118 a 145 días, con altura de planta a cosecha desde 137.8 a 210.17 cm.; rendimiento en semilla desde 404.68 a 560.40 Kg/Ha; contenido de proteína en la semilla del 14.16 al 15.57 %.

**2. 3-USA-A-1113**

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) reportan para este cultivar las características siguientes: Hojas y tallo son verdes, inflorescencia puede ser verde ó verde amarillo, la semilla es blanca ó crema. Mencionan además que la emergencia de las plantas es de 6 días, emergiendo del 53 al 100 % de las mismas; floración 61 a 72 días; cosecha entre 114 a 145 días; con altura de planta a cosecha de 129.55 y 215.63 cm.; los rendimientos en semilla están en 843.40 y 904.68 Kg/Ha; proteína en la semilla es de 15.24 y 18.14 %.

**3. 8-USA-82-S-434**

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) en sus respectivos informes de evaluación para este cultivar reportan lo siguiente: Hojas son manchadas (rojo-verde), tallo puede ser rojo ó rosado, inflorescencia rosada, semillas pueden ser de color blanco o crema. La emergencia de las plantas es de 5 días, con un porcentaje desde 72 al 100 % de las mismas; floración entre 61 y 66 días. La cosecha se obtiene entre 104 a 137 días, altura de planta a cosecha de 129.70 a 178.53 cm.; rendimiento en semilla desde 544.1 a 701.46 Kg/Ha, proteína en la semilla desde el 15.23 al 18.83 %.

**4. 10-USA-82-S-1023**

Los mismos autores del cultivar anterior mencionan para este otro lo siguiente: Color de hojas verde, tallo listado (rojo-verde) ó rosado, inflorescencia listada (rojo-verde) ó verde,

semillas de color blanco-amarillo ó crema. Emergencia de las plantas entre 4 y 8 días, 71 al 100 % de las plantas emergen; floración entre 46 a 47 días. La cosecha se obtiene entre 82 a 137 días, con una altura de planta a cosecha se obtiene entre 82 a 137 días, con una altura de planta a cosecha desde 105.70 a 133.53 cm. Rendimiento en semilla entre 657 a 688.54 Kg/Ha, proteína en la semilla desde el 14.01 al 18.05 %.

#### 5. 7-USA-82-S-1011

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) para este cultivar dicen lo siguiente: Sus hojas pueden ser verde-amarillo ó manchado (rojo-verde), tallo verde ó rosado, inflorescencia verde-amarillo ó verde, semillas son de color crema ó blanco amarillo. Emergencia de las plantas 4 días, 65 al 90 % de las plantas emergen; floración desde 59 a 61 días. Se cosecha entre 102 a 145 días, a una altura de planta a cosecha desde 134.16 a 154.83 cm.; rendimiento en semilla de 832.30 a 1,887.50 Kg/Ha; proteína en la semilla 15.25 y 20.08 %.

#### 6. 18-P-CAC-55-B

Rivera C. (28) y Hernández D. (19), reportan que este cultivar presenta hojas verdes, tallo listado (verde-rojo), semilla de color ámbar ó crema. Emergencia de las plantas 6 y 7 días, con un 47 y 96% de emergencia de las mismas; floración 62.66 y 76 días; cosecha 121 y 140 días, altura de planta a cosecha 131.2 y 240.40 cm.; rendimiento en semilla 343.75 y 531.40 Kg/Ha; proteína en la semilla 14.25 y 16.79 %.

Imeri V. (20) reporta el contenido de proteína en la semilla en base seca del 14.65 % y grasa en la semilla del 8.22 %.

#### 7. 17-USA-80-S-649

Rivera C. (28) y Hernández D. (19) encontraron en este cultivar las características siguientes: Hojas verdes ó manchadas (rojo-verde), tallo verde ó rosado, inflorescencia verde-amarillo ó verde, semillas de color crema ó blanco-amarillo. Emergencia de las plantas 5 y 6 días, de las cuales emergieron desde el 72 al 90 %; floración entre 61 y 68 días. Cosecha desde 106 a 140 días, altura de planta a cosecha de 131.6 a 154.33 cm.; rendimiento en semilla 806.25 a 1,200.90 Kg/Ha, proteína en la semilla desde el 15.06 al 18.93 %.

### 8. 20-USA-80-S-1157

Los mismos autores mencionados anteriormente reportan para este cultivar lo siguiente: Hojas y tallo color anaranjado, inflorescencia anaranjada ó café, color de la semilla ámbar ó crema. Los días a emergencia de las plantas 5, porcentaje de emergencia entre 72 al 100 %, floración 61 a 64 días. Se cosecha entre 102 a 137 días, con altura de planta a cosecha desde 134.3 a 150.93 cm. Rendimiento en semilla desde 940.62 a 985.40 Kg/Ha, proteína en la semilla del 15.21 al 19.87 %.

Cuadro 3. Cultivares introducidos de amaranto.

No.	Cultivar	Especie	Procedencia
1	INCAP 2 USA A 982	<u>A. caudatus</u>	Centro Rodale EE.UU.
2	INCAP 3 USA A 1113	<u>A. caudatus</u>	Centro Rodale EE.UU.
3	INCAP 8 USA 82 S 434	<u>A. cruentus</u>	Centro Rodale EE.UU.
4	INCAP 10 USA 82 S 1023	<u>A. hypochondriacus</u>	Centro Rodale EE.UU.
5	INCAP 7 USA 82 S 1011	<u>A. caudatus</u>	Centro Rodale EE.UU.
6	INCAP 17 USA 80 S 649	<u>A. cruentus</u>	Centro Rodale EE.UU.
7	INCAP 20 USA 80 S 1157	<u>A. cruentus</u>	Centro Rodale EE.UU.
8	INCAP 18 P CAC 55 B	<u>A. caudatus</u>	Cuzco, Perú.

FUENTE: Dr. Ricardo Bressani  
INCAP.

#### 4. OBJETIVOS

Evaluar 16 cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en cuanto a ciclo vegetativo, altura de planta a cosecha, rendimiento y porcentaje de proteína en la semilla.

Identificar los cultivares que en base al fenotipo deseables combinen características de precocidad, baja altura a cosecha, alto rendimiento en semilla y alto porcentaje de proteína en semilla.

#### 5. HIPOTESIS

Al menos un cultivar de amaranto será diferente del resto evaluado en cuanto a características agronómicas y contenido de proteína.

No.	Cultivar	Espécie	Procedencia
1	INCAP 2 USA A 981	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
2	INCAP 3 USA A 1113	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
3	INCAP 8 USA 82 2 434	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
4	INCAP 10 USA 82 2 1021	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
5	INCAP 7 USA 82 2 1011	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
6	INCAP 17 USA 80 2 646	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
7	INCAP 20 USA 80 2 1127	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.
8	INCAP 18 F CAC 35 B	Δ. quarena	Centro Rodale EE.UU.

FUENTE: Dr. Ricardo Bernal

INCAP

## 6. METODOLOGIA

## 6.1 TRATAMIENTOS.

Para la presente investigación se evaluaron 16 materiales de amaranto, en el Cuadro No. 4 se describen los cultivares, los que a su vez son los tratamientos respectivos.

Cuadro 4. Material genético de amaranto (*Amaranthus* spp.) utilizado en el ensayo.

No.	Cultivar	Especie	Procedencia
1	FA 637	<i>A. caudatus</i>	Santiago Sacatepéquez
2	FA 492	<i>A. cruentus</i>	Santiago Sacatepéquez
3	FA 747	<i>A. caudatus</i>	Morales, Izabal
4	FA HS	<i>A. caudatus</i>	Sololá, Sololá
5	FA 350	<i>A. cruentus</i>	La Fragua, Zacapa
6	INCAP 23201	<i>A. caudatus</i>	San Raymundo, Guatemala
7	INCAP 23206	<i>A. caudatus</i>	Finca INCAP, San Juan Sacatepéquez
8	INCAP 2 USA A 982	<i>A. caudatus</i>	EE.UU.
9	INCAP 3 USA A 1113	<i>A. caudatus</i>	EE.UU.
10	INCAP 8 USA 82 S 434	<i>A. cruentus</i>	EE.UU.
11	INCAP 17 GUA	<i>A. cruentus</i>	Finca INCAP, San Juan Sacatepéquez
12	INCAP 10 USA 82 S 1023	<i>A. hypochondriacus</i>	EE.UU.
13	INCAP 7 USA 82 S 1011	<i>A. caudatus</i>	EE.UU.
14	INCAP 18 P CAC 55 B	<i>A. caudatus</i>	Perú
15	INCAP 17 USA 80 S 649	<i>A. cruentus</i>	EE.UU.
16	INCAP 20 USA 80 S 1157	<i>A. cruentus</i>	EE.UU.

## 6.2. MATERIALES UTILIZADOS.

- Semilla de 16 cultivares de Amaranto evaluados en el ensayo.
- Herramienta para limpia de malezas.
- Equipo de aspersión de pesticidas.
- Libreta de campo para toma de datos.
- Bolsas para coleccionar panojas.
- Etiquetas y rótulos de identificación.
- Fungicida PCNB (Penta Cloro Nitro Benceno).
- Reactivos y equipo de laboratorio para el análisis de proteína y contenido de humedad en la semilla.
- Servicio de cómputo. Se efectuaron los análisis de varianza y pruebas de Tukey en el departamento de Cómputo del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-.

## 6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

De acuerdo a los materiales y características a evaluar, se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con 3 repeticiones y 16 tratamientos, descritos en el Cuadro No. 4. Para el análisis de varianza del experimento se utilizó el modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \bar{M} + T_i + B_j + E_{ij}$$

de donde:

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

$\bar{M}$  = 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 (tratamientos).

$j$  = 1, 2, 3 (repeticiones).

#### 6.4 UNIDAD EXPERIMENTAL

El tamaño de la unidad experimental fue de 5 metros de largo por 3.2 metros de ancho (16 mts<sup>2</sup>), con 5 surcos separados a 0.80 metros, con una distancia entre plantas de 0.40 metros. Se utilizó una parcela neta de 3 surcos centrales para toma de datos.

Cada unidad experimental se circuló con hileras de maíz (*Zea mays* L.) para mantener aislados los materiales al momento de la floración.

El área total del ensayo fue de 1,369.55 metros cuadrados.

#### 6.5. VARIABLES DE RESPUESTA.

##### 6.5.1 Días de Germinación.

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

##### 6.5.2 Porcentaje de germinación.

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

##### 6.5.3 Días a floración.

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

##### 6.5.4 Días a cosecha.

Este dato se obtuvo desde la emergencia hasta el corte de las panojas para su cosecha.

##### 6.5.5 Rendimiento de semilla en Kg/Ha.

Se tomó el peso de semilla de 10 plantas por cultivar, haciendo la conversión a Kg/Ha.

#### 6.5.6 Altura de planta a floración y a la cosecha.

Se midió en centímetros 10 plantas por unidad experimental a partir del suelo hasta el inicio de la inflorescencia principal.

#### 6.5.7 Color de planta y semilla.

Se tomaron datos de color de la planta, de acuerdo a cada una de sus partes en cada parcela experimental. Procediendo de la siguiente manera: Hojas, tallo, inflorescencia y semilla.

#### 6.5.8 Porcentaje de proteína en la semilla.

Por cada uno de los cultivares se tomó 3 muestras de semilla de aproximadamente 25 gr. cada una, las cuales se molieron individualmente en un molino ciclón Neotec. El análisis de proteína se hizo en base seca, determinando la cantidad de nitrógeno utilizando la técnica Macro-Kjeldahl (3), cada uno de los resultados se multiplicó por la constante 6.25, obteniendo de esta forma un porcentaje de proteína (10). Este análisis se realizó en la División de Ciencias Agrícolas del INCAP.

#### 6.5.9. Porcentaje de humedad en la semilla.

Para determinar este porcentaje se relacionó el peso fresco de semilla de cada cultivar con su peso seco, por deshidratación en horno a 75 °C por 24 horas.

### 6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

#### 6.6.1 Preparación del suelo.

Se preparó el suelo a través de arado y dos pasos de rastra hasta dejarlo bien mullido.

#### 6.6.2 Siembra.

Se utilizó el método de siembra directa, realizándose en la primera semana del mes de julio de 1,987. En promedio se colocaron 10 semillas por postura a una profundidad de 1 cm., la distancia de siembra fue de 0.80 metros entre surcos y de 0.40 metros entre plantas. Las semillas provienen de la cosecha del año anterior.

**6.6.3 Raleos.**

Se efectuó entresaque de plantas a los 20 días después de emergidas las plantas dejando una planta por postura.

**6.6.4 Control de malezas.**

Se efectuó con azadón cada 20 días hasta la floración del cultivo.

**6.6.5 Fertilización.**

No se utilizó en esta investigación ningún tipo de fertilizante.

**6.6.6 Control de plagas y enfermedades.**

Al suelo no se aplicó ningún tipo de pesticida. 25 días después de la siembra se aplicó Folidol M-48 (Metil-paration), O,O-dimetil-O-P-nitrofenil-fosforiotato al 44.8 % para el control del ataque de tortuguilla (*Diabrotica* spp.). Se identificó un hongo del género *Thilletia* spp. atacando principalmente la inflorescencia de los cultivares INCAP 7 USA 82 S 1011, INCAP 10 USA 82 S 1023 e INCAP 23201, para su control se efectuaron 3 aplicaciones del fungicida PCNB (Penta cloro nitrobenzeno).

**6.6.7 Cosecha.**

Se efectuó en forma manual cortando cada una de las inflorescencias las cuales se secaron al sol durante 3 días, luego se trillaron manualmente. Se guardó la semilla de cada uno de los cultivares y se identificaron en su respectiva bolsa con el nombre del cultivar y tratamiento al que perteneció.

**6.6.8 Aplicación de riego.**

Debido a un espaciamento largo de falta de lluvia, se aplicó riego por aspersión a los 15 días después de la siembra.

## 6.7 ANALISIS DE LA INFORMACION.

En base al modelo estadístico de Bloques al Azar descrito en el numeral 6.3, se realizó el Análisis de Varianza para las variables medidas con un nivel de confianza del 95% para cada una de las variables y en los casos de significancia se realizaron pruebas de medias según Tukey. También se efectuaron correlaciones utilizando el programa estadístico del Centro de Cómputo del ICTA, con el propósito de observar y determinar el grado de asociación que se mantiene entre una variable con respecto a la otra. De esa forma se realizaron las correlaciones siguientes:

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

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION.

De acuerdo al resumen de los análisis de varianza del Cuadro No. 4, existe alta significancia en las variables: días a germinación, días a floración, días a cosecha, rendimiento de semilla en Kg/Ha, porcentaje de humedad y porcentaje de contenido proteínico en la semilla. Las únicas variables no significativas fueron altura de planta al momento de la cosecha y altura de planta a floración.

Analizando el coeficiente de variación, se observa que los valores se encuentran dentro del rango de aceptación, por lo tanto se deduce que el experimento fue bien manejado y los resultados de este análisis estadístico son confiables.

Un resumen de las características de los 16 cultivares evaluados, contenido en el Cuadro No. 6 indica que los días a germinación oscilan de 4 a 6 días, siendo los cultivares: INCAP 3 USA A 1113 (9), INCAP 7 USA 82 S 1011 (13) e INCAP 18 P CAC 55 B (14), los de más rápida germinación; los cultivares más tardíos en emerger fueron FA 637 (1), FA 350 (5) y el FA 747 (3).

El porcentaje de germinación oscila entre el 10 al 82%, siendo los cultivares INCAP 10 USA 82 S 1023 (12) e INCAP 20 USA 80 S 1157 (16), los de más bajo porcentaje de germinación y el cultivar INCAP 8 USA 82 S 434 (10), el de más alto porcentaje de germinación.

Para los días a floración y a cosecha, los cultivares se comportaron bastante uniformes, sin embargo el cultivar INCAP 10 USA 82 S 1023 (12), manifestó mayor precocidad con 62 días a floración y 113 días a cosecha, los cultivares florearón entre 60 y 74 días, 132 a 152 días a cosecha, el cultivar más tardío en cosechar fue el INCAP 23206 (7) con 152 días a cosecha.

Cuadro 5. Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas, cultivo de Amaranthus spp.

Variable	Fc	Ft.		C.V. (%)
		0.05	0.01	
Días de germinación.	3.58 **	2.01	2.70	17.12
Porcentaje de germinación	29.98 **	2.01	2.70	11.70
Días a floración	335.22 **	2.01	2.70	0.81
Días a cosecha	8.94 **	2.01	2.70	3.51
Rendimiento de semilla en Kg/Ha.	12.97 **	2.01	2.70	18.58
Altura de planta a cosecha en cm.	1.69 N.S.	2.01	2.70	16.55
Altura de planta a floración en cm.	1.91 N.S.	2.01	2.70	21.03
Porcentaje de humedad en semilla	3.23 **	2.01	2.70	10.86
Porcentaje contenido de proteína en semilla	3.51 **	2.01	2.70	6.06

\*\* Altamente significativo al 1%

N.S. No significativo

C.V. Coeficiente de Variación

Cuadro 6. Resumen de las características de los cultivares.

VARIABLE	M A T E R I A L E S															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Días a germinación	6.66	5.33	6.33	4.33	6.66	6.00	5.33	4.33	4.00	4.66	6.00	5.66	3.66	4.00	5.00	5.66
2. Porcentaje de germinación	42	63	56	46	38	70	68	56	62	82	62	10	68	65	33	21
3. Días a floración	73.00	81.00	74.00	69.00	81.00	81.00	81.00	79.00	81.00	62.00	74.00	62.00	72.66	81.00	76.00	72.66
4. Días a cosecha	141.66	142.33	143.66	143.33	142.33	142.00	152.00	143.33	143.66	132.66	138.66	113.00	142.00	143.66	144.00	132.66
5. Rendimiento de semilla Kg/Ha	1202.08	1807.18	1640.65	1680.52	1145.17	2814.97	1540.65	587.35	1205.07	1515.49	1744.37	1884.86	2237.79	333.41	1321.77	1704.51
6. Altura de planta al momento de la cosecha.	132.33	128.00	129.33	156.33	123.66	146.33	123.33	119.66	159.66	134.00	135	113.00	153.00	160.33	141.00	104.00
7. Porcentaje humedad en semilla	12.66	13.66	12.83	11.00	13.16	11.50	11.66	11.00	11.00	16.66	12.16	11.50	11.16	11.00	10.16	11.33
8. Porcentaje contenido proteína en la semilla	14.47	14.61	14.46	16.09	15.87	14.38	14.39	13.26	14.37	13.25	15.50	15.54	16.65	14.35	15.62	15.67
9. Kgs. de proteína en semilla por hectárea.	173.94	264.03	237.24	270.39	181.74	404.79	221.70	77.88	173.17	200.80	270.38	292.91	372.59	47.84	209.58	267.10
Color de hojas	verde	verde manchado (rojo-verde)	verde manchado (rojo-verde)	verde	verde manchado (rojo-verde)	verde	verde	verde	verde	verde manchado (rojo-verde)	verde	verde	verde	verde manchado (rojo-verde)	verde manchado (rojo-verde)	naranja
Color del tallo	rosado	rosado	rosado	rosado	rosado	rosado	verde	verde	verde	rosado	verde	rosado	crema	listado	rosado	naranja
Color de la semilla	negro-café	negro	neg-café	crema	café	negro	negro	crema	crema	crema	crema	crema	crema	beige	blanca	amarilla
color de la inflorescencia	verde	corinto	corinto	verde	corinto	verde	verde	verde	verde	rosado	verde	verde	verde	verde	verde	naranja

En la altura de planta a cosecha, se obtuvieron plantas desde 104 a 160 cm. de altura en promedio. El cultivar de mayor altura fue INCAP 18 P CAC 55 B (14) con 160 cm. de altura en promedio. El cultivar INCAP 20 USA 80 S 1157 (16) reportó 104 cm. de altura en promedio. Los demás cultivares reportaron entre 119.70 a 156.30 cm. de altura en promedio al momento de la cosecha.

El rendimiento de semilla en los 16 cultivares de amaranto varió desde 333.41 a 2,814.97 Kg/Ha. El cultivar que dió el más alto rendimiento es el INCAP 23201 (6), siguiéndole en su orden los cultivares INCAP 7 USA 82 S 1011 (13), INCAP 10 USA 82 S 1023 (12), FA 492 (2), INCAP 17 GUA (11), INCAP 20 USA 80 S 1157 (16); el rendimiento más bajo se obtuvo con el cultivar INCAP 18 P CAC 55 B (14).

Al efectuar comparaciones de rendimiento en semilla obtenidos en esta investigación con autores tales como Rivera Cálix, R.E. (28) que al efectuar evaluaciones de amaranto en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande, Escuintla, reporta rendimientos desde 343.70 a 2,662.50 Kg/Ha; Hernández De León, G.J. (19) al evaluar materiales de amaranto en Salcajá, Quetzaltenango, obtuvo rendimientos en semilla que oscilan entre 325.50 a 1,428.20 Kg/Ha y Tujab Medina, H. (34) reporta rendimientos en semilla que van desde 1,189.25 a 1,531.61 Kg/Ha. El Cuadro No. 11 nos indica que los resultados obtenidos en este estudio son similares en algunos casos para los cultivares FA-637 (1), FA 492 (2), FA 747 (3), FA HS (4), FA 350 (5), INCAP 17 GUA (11), superiores en los cultivares INCAP 23201 (6), INCAP 3 USA-A-1113 (9), INCAP 8 USA 82 S 434 (10), INCAP 10 USA 82 S 1023 (12), INCAP-7-USA-82-S 1011 (13), INCAP 17 USA 80S 649 (15); inferiores en los cultivares INCAP 18 P CAC 55 B (14), INCAP 23206 (7) con respecto a los autores mencionados.

La prueba de Tukey demostró que los cultivares de mayor rendimiento en semilla son: INCAP 23201 (6) e INCAP 7 USA 82 S 1011 (13), con 2,814.97 y 2,237.79 Kg/Ha respectivamente.

El porcentaje de proteína en la semilla va de 13.25 % en el cultivar INCAP 8 USA 82 S 434 (10) introducido de EE.UU., hasta 16.65 % en el cultivar INCAP 7 USA 82 S 1011 (13), el cual es introducido de EE.UU. Estos datos son similares con el rango descrito por los autores mencionados

en el Cuadro No. 11 el cual es de el 13.66 al 20.08 % (19, 28, 34).

Con estos resultados se confirma una vez más el alto valor nutritivo que posee el amaranto (*Amaranthus* spp.) especialmente el alto contenido de proteína de los cultivares INCAP 7 USA 82 S 1011 (13), FA HS (4), FA 350 (5), siendo el primero introducido de EE.UU. y los dos últimos nativos.

La prueba de Tukey nos indica que el cultivar INCAP 7 USA 82 S 1011 (13) tiene el máximo contenido de proteína.

Los cultivares INCAP 23201 (6), INCAP 7 USA 82 S 1011 (13), INCAP 10 USA 82 S 1023 (12) y FA 492 (2) conjugaron un buen rendimiento de semilla y porcentaje de proteína. En los cultivares FA HS (4), FA 350 (5), INCAP 20 USA 80 S 1157 (16), INCAP 17 USA 80 S 649 (15), INCAP 17 GUA (11) se obtuvo un alto porcentaje de proteína del 15.50 a 16.09 % y cuyos rendimientos de semilla fueron desde 1,145.00 Kg/Ha a 1,744 Kg/Ha.

El Cuadro No. 6 nos indica que al relacionar el rendimiento de semilla con el porcentaje de proteína, el mejor resultado en cuanto a rendimiento de proteína en kilogramos por hectárea se obtuvo en el cultivar INCAP 23201 (6) con 404.79 Kg/Ha, siguiéndole en su orden el cultivar INCAP 7 USA 82 S 1011 (13) con 372.59 Kg/Ha de proteína, debido a que conjugaron un buen rendimiento de semilla y el más alto porcentaje de proteína.

De acuerdo a las pruebas de Tukey, el cultivar de mayor porcentaje de humedad en la semilla fue el INCAP 23201 (6) con el 15 % y los de menor porcentaje INCAP 17 USA 80 S 649 (15) y FA HS (4) con el 10.17 % y 10.33 % respectivamente.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para las variables significativas.

No.	Cultivar	Porcentaje de germinación		Comparador
		X		
10	INCAP 8 USA 82 S 434	82.00	A	W=22.03
6	INCAP 23201	69.67	AB	
13	INCAP 7 USA 82 S 1011	68.00	ABC	
7	INCAP 23206	67.67	ABC	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	65.33	ABC	
2	FA 492	63.00	ABCD	
11	INCAP 17 GUA	62.33	ABCD	
9	INCAP 3 USA A 1113	62.00	ABCD	
3	FA 747	56.00	BCDE	
8	INCAP 2 USA A 982	55.67	BCDE	
4	INCAP HS	46.00	CDEF	
1	FA 637	42.00	DEFG	
5	FA 350	37.37	EFG	
15	INCAP 17 USA 80 S 649	33.00	FG	
16	INCAP 20 USA 80 S 1157	21.33	GH	
12	INCAP 10 USA 82 S 1023	9.66	H	
Días a floración				
9	INCAP 3 USA A 1113	81.00	A	W=2.18
2	FA 492	81.00	A	
7	INCAP 23206	81.00	A	
6	INCAP 23201	81.00	A	
5	FA 350	81.00	A	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	81.00	A	
8	INCAP 2 USA A 982	79.00	A	
15	INCAP 17 USA 80 S 649	76.00	B	
3	FA 747	74.00	BC	
11	INCAP 8 USA 82S 434	74.00	BC	
1	INCAP 17 GUA	73.00	C	
16	INCAP 20 USA 80S 1157	72.67	C	
13	INCAP 7 USA 82 S 1011	72.67	C	
4	FA HS	69.00	D	
10	INCAP 8 USA 82 S 434	62.00	E	
12	INCAP 10 82 S 1023	62.00	E	

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

Cuadro 8. Prueba de Tukey para las variables significativas.

No.	Cultivar	Días a cosecha		Comparador
		X		
7	INCAP 23206	152.0	A	W = 17.61
15	INCAP 17 USA 80 s 649	144.0	AB	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	143.7	AB	
9	INCAP 3 USA A 1113	143.7	AB	
3	FA 747	143.7	AB	
4	FA HS	143.3	AB	
8	INCAP USA A 982	143.3	AB	
2	FA 492	142.3	AB	
5	FA 350	142.3	AB	
6	INCAP 23201	142.0	AB	
13	INCAP 7 USA 82S 1011	142.0	AB	
1	FA 637	141.7	AB	
11	INCAP 17 GUA	138.7	AB	
16	INCAP 20 USA 80S 1157	132.7	B	
10	INCAP 8 USA 82S 434	132.7	B	
12	INCAP 10 USA 82 S 1023	113.0	C	
Rendimiento de semilla en Kg/Ha				
6	INCAP 23201	2815.0	A	W = 1012.46
13	INCAP 7 USA 82S 1011	2238.0	AB	
12	INCAP 10 USA 82S 1023	1885.0	ABC	
2	FA 492	1807.0	ABC	
11	INCAP 17 GUA	1744.0	BC	
16	INCAP 20 USA 80S 1157	1705.0	BC	
4	FA HS	1681.0	BC	
3	FA 747	1641.0	BC	
7	INCAP 23206	1541.0	BCD	
10	INCAP 8 USA 82S 434	1515.0	BCD	
15	INCAP 17 USA 80S 649	1322.0	BCDE	
9	INCAP 3 USA A 1113	1205.0	CDE	
1	FA 637	1202.0	CDE	
5	FA 350	1145.0	CDE	
8	INCAP 2 USA A 982	587.4	DE	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	333.4	E	

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

Cuadro 9. Prueba de Tukey para las variables significativas.

Porcentaje de humedad en semilla			
No.	Cultivar	X	Comparador
6	INCAP 23201	15.00 A	W=4.60
2	FA 492	13.67 AB	
3	FA 747	13.50 AB	
1	FA 637	12.67 AB	
5	FA 350	12.50 AB	
11	INCAP 17 GUA	12.17 AB	
7	INCAP 23206	11.67 AB	
12	INCAP 10 USA 82S 1023	11.50 AB	
16	INCAP 20 USA 80S 1157	11.33 AB	
13	INCAP 7 USA 82 S 1011	11.17 AB	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	11.00 AB	
8	INCAP 2 USA A 982	11.00 AB	
9	INCAP 3 USA A 1113	11.00 AB	
10	INCAP 8 USA 82 S 434	10.67 AB	
4	FA HS	10.33 B	
15	INCAP 17 USA 80 S 649	10.17 B	

## Porcentaje de contenido de proteína en semilla

13	INCAP 7 USA 82 S 1011	16.65 A	W=3.23
4	FA HS	16.09 AB	
5	FA 350	15.88 AB	
16	INCAP 20 USA 80 S 1157	15.68 AB	
15	INCAP 17 USA 80 S 649	15.63 AB	
12	INCAP 10 USA 82 S 1023	15.54 AB	
11	INCAP 17 GUA	15.50 AB	
2	FA 492	14.61 AB	
1	FA 637	14.48 AB	
3	FA 747	14.46 AB	
7	INCAP 23206	14.39 AB	
6	INCAP 23201	14.38 AB	
9	INCAP 3 USA A 1113	14.37 AB	
14	INCAP 18 P CAC 55 B	14.35 AB	
8	INCAP 2 USA A 982	13.26 B	
10	INCAP 8 USA 82 S 434	13.25 B	

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

Cuadro 10. Resultados del análisis de correlación.

VARIABLE	CORRELACION ( r )
Días a floración/rendimiento de semilla.	-0.196 N.S.
Días a cosecha/rendimiento de semilla.	-0.105 N.S.
Altura de planta a cosecha/rendimiento en semilla.	+0.283 N.S.
Días a cosecha/% de proteína en semilla.	-0.139 N.S.
Altura de planta a cosecha/% proteína semilla.	+0.123 N.S.
Rendimiento en semilla/% de proteína semilla.	+0.250 N.S.
Días a floración/% proteína en semilla.	-0.123 N.S.

N.S. No significativo

En cuanto al análisis de correlación en el Cuadro No. 10 se observa que todas las correlaciones fueron no significativas, por lo que no se puede determinar el grado de asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo en la correlación altura de planta a cosecha con respecto al rendimiento en semilla, el signo positivo de dicha correlación ( $r=0.283$ ) significaría que a mayor altura de planta se obtiene mayor rendimiento, sin embargo no se puede definir esta situación debido al valor muy bajo que se obtiene en la misma correlación. Solamente se puede inferir que la planta a mayor altura y mayor días a cosecha acumula más fotosíntesis y cuyos productos de la misma se almacenan en el grano, produciendo mayor rendimiento.

El signo negativo en las correlaciones días a cosecha y días a floración contra el porcentaje de proteína indicaría que entre más se prolonga este período se obtiene menor porcentaje de proteína. Comparando este resultado con lo reportado por Rivera C. (28) se indica que se debe principalmente a que en los cultivares más tardíos demandan más nitrógeno y este es utilizado en su fisiología y el poco nitrógeno existente la planta no es capaz de traslocarlo para producir proteína en la semilla; reporta el mismo autor que en la evaluación realizada, el contenido de fibra aumentó en las plantas considerablemente por lo tanto existe aumento en el rendimiento en semilla pero su porcentaje de proteína disminuye.

+0.250 N.S.

-0.123 N.S.

N.S. No significativo

En cuanto al análisis de correlación en el Cuadro No. 10 se observa que todas las correlaciones fueron no significativas, por lo que no se puede determinar el grado de asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo en la correlación entre días a cosecha con respecto al rendimiento en semilla, el signo positivo de dicha correlación ( $r=0.283$ ) significaría que a mayor días a cosecha se obtiene mayor rendimiento, sin embargo no se puede definir esta situación debido al valor muy bajo que se obtiene en la misma correlación. Solamente se puede inferir que la planta a mayor días a cosecha acumula más fotosíntesis y cuyos productos de la misma se almacenan en el grano, produciendo mayor rendimiento.

Cuadro 11. Comparación de resultados con otras investigaciones realizadas en amaranto (*Amaranthus* sp.).

No. Cultivar	Rendimiento de semilla en Kg/Ha.			
	Autor del presente trabajo (1502 msnm)	Rivera C., R. E. (750 msnm)	Tujab M., H. L. (1502 msnm)	Hernández D., G.J. (2,322 msnm)
1	1,202.08	1,166.66	1258.22	1154.10
2	1,807.18	1,778.12	1531.61	560.40
3	1,640.65	1,686.48	**	1285.40
4	1,680.52	**	**	1358.30
5	1,145.17	716.66	1457.31	325.50
6	2,814.97	2,032.29	**	1306.40
7	1,540.65	2,162.50	1189.25	1331.70
8	587.35	404.68	**	1160.50
9	1,205.07	904.68	**	843.40
10	1,515.49	701.46	**	544.10
11	1,744.37	757.81	**	1428.20
12	1,884.86	688.54	**	657.00
13	2,237.79	1,887.50	**	832.30
14	333.41	343.70	**	531.40
15	1,321.77	806.30	**	1200.90
16	1,704.51	940.62	**	985.40

Porcentaje de proteína en semilla				
1	14.47	14.53	14.28	15.61
2	14.61	13.66	14.70	19.24
3	14.46	15.66	**	16.65
4	16.09	**	**	15.80
5	15.87	16.56	16.23	18.03
6	14.38	14.12	**	17.70
7	14.39	15.30	14.28	18.05
8	13.26	14.16	**	15.57
9	14.37	15.24	**	18.14
10	13.25	15.23	**	18.83
11	15.50	16.47	**	18.10
12	15.54	14.01	**	18.05
13	16.65	15.25	**	20.08
14	14.35	14.25	**	16.73
15	15.62	15.06	**	18.93
16	15.67	15.21	**	19.87

\*\* No existen datos  
 Rivera Cáliz, R.E. (28)  
 Tujab Medina, H.L. (34)  
 Hernández De León, G.J. (19)



## 8. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos y diferentes análisis realizados en el presente trabajo se concluye:

1. Existe diferencia altamente significativa en cuanto al rendimiento de semilla y porcentaje de proteína en los 16 cultivares de amaranto evaluados. Esto nos indica que al menos uno de los cultivares se comporta de diferente manera con respecto al resto; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada en el presente trabajo.

En lo que respecta a rendimiento en semilla el cultivar INCAP 23201 (6) reportó 2,815.00 Kg/Ha, con un 14.38% de proteína, altura de planta al momento de la cosecha de 146.33 cm., con un ciclo vegetativo de 142 días.

El cultivar que le sigue en cuanto a características agronómicas es el INCAP 7 USA 82 S 1011 (13) con un rendimiento de 2,238.0 Kg/Ha de semilla, 16.65% de contenido proteínico en la semilla, altura de planta al momento de la cosecha de 153 cm., con un ciclo vegetativo de 142 días.

2. Las únicas variables no significativas fueron altura de planta a cosecha y altura de planta a floración, mientras que el resto de variables todas fueron altamente significativas.
3. Todos los análisis de correlación, fueron no significativos por lo que no se puede definir en este estudio la interacción entre las variables estudiadas.



## 9. RECOMENDACIONES.

1. De acuerdo a las ventajas que manifestaron en cuanto a producción de semilla y contenido proteínico, se recomienda el uso de los cultivares INCAP 23201 (6) e INCAP 7 USA 82 S 1011 (13) para hacer estudios de fitomejoramiento, ya que probaron ser los mejores entre los 16 cultivares evaluados para las condiciones del área de estudio.
2. Se deben realizar estudios en la misma zona donde se efectuó el presente trabajo, evaluando las necesidades de N-P-K en sus diferentes fases de desarrollo.
3. Se recomienda evaluar la comercialización del grano de amaranto en el medio guatemalteco ya sea para consumo final ó para su industrialización.
4. Se recomienda efectuar estudios para explicar mejor las correlaciones, tomando en cuenta el tamaño de la panoja en los cultivares más rendidores de semilla.



## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ALEJANDRE ITURBIDE, G.; GOMEZ LORENCE, F. 1981. Fertilización y densidad de población en amaranto, Amaranthus hypochondriacus L. Chapingo (Nueva Epoca) (Mex.). no. 29-30:20-27.
2. ALFARO VILLATORO, M.A. 1985. Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en tres diferentes épocas de corte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 23-26, 28, 37.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (Wash.). 1970. Official methods of analysis of the AOAC. 11 ed. Washington. 1015 p.
4. AZURDIA PEREZ, C.A.; GONZALEZ SALAN, M. 1984. Avances de investigación, programa: búsqueda conservación y desarrollo de los recursos genéticos vegetales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 59.
5. \_\_\_\_\_ . 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 3-4, 141-148, 152-153.
6. BECKER, R.; SAUNDERS, R.M. 1984. El amaranto: su morfología, composición y usos como alimento y forraje. El Amaranto y su Potencial; Boletín (Gua.). no. 1:1-3.
7. BRESSANI, R. 1985. Algunos comentarios sobre necesidades de investigación del amaranto de grano. El Amaranto y su Potencial; Boletín (Gua.). no. 4:7-9.
8. CAMPOGORRA, I. 1982. Amaranto: el alimento de los aztecas, maná de las zonas áridas. Perspectivas de la UNESCO (París). no. 783:1-5.
9. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS. (C.R.). 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Turrialba, C.R. p. 5.

28. RIVERA CALIX, R.E. 1987. Evaluación de 16 cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en la Unidad Docente Productiva Sábana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
29. SANCHEZ MARROQUIN, A. 1980. Potencialidad agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 238 p.
30. SENFT, J.P. 1977. Protein quality of amaranth grain. In Proceedings of Second Amaranth Conference. Emmaus, EE.UU., Rodale Press. p. 9-11.
31. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
32. STANDLEY, C.; STEYERMARK, J.A. 1946. Flora de Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany v. 24, pte. 4, p. 152-153.
33. SUMAR KALINOWSKY, L. 1983. El pequeño gigante. El Amaranto y su Potencial; Boletín (Gua.) no. 2:4.
34. TUJAB MEDINA, H.L. 1987. Evaluación de rendimiento de semilla de cinco cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en Guatemala, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 29-41.

va. Do.  
*Patwalle*



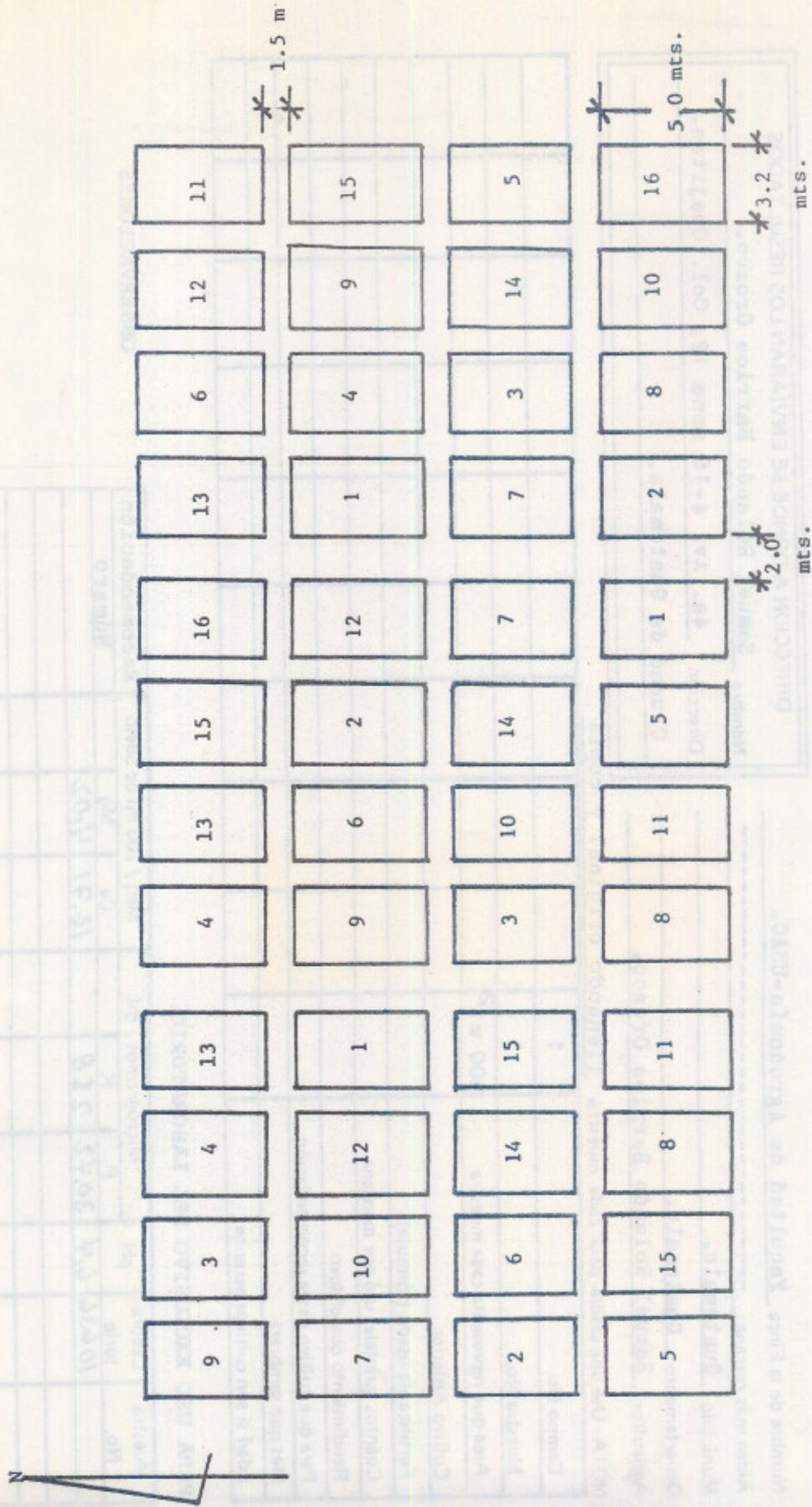
## 11. APENDICE

Cuadro 12 "A". Resultados promedios obtenidos de rendimiento de semilla en Kg/Ha y porcentaje de proteína en el presente estudio.

No. Cultivar	Rendimiento semilla (Kg/Ha)	Kg. de Proteína en Semilla/Ha.	% de proteína en semilla
01	1,202.08	173.94	14.47
02	1,807.18	264.03	14.61
03	1,640.65	237.24	14.46
04	1,680.52	270.39	16.09
05	1,145.17	181.74	15.87
06	2,814.97	404.79	14.38
07	1,540.65	221.70	14.39
08	587.35	77.88	13.26
09	1,205.07	173.17	14.37
10	1,515.49	200.80	13.25
11	1,744.37	270.38	15.50
12	1,884.86	292.91	15.54
13	2,237.79	372.59	16.65
14	333.41	47.84	14.35
15	1,321.77	209.58	15.62
16	1,704.51	267.10	15.67



Cuadro 14 "A". Distribución de los materiales durante la etapa de campo.



200

