

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO FOLIAR, SEMILLA Y PROTEINA DE
16 CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) BAJO CONDICIONES DE LA
CIUDAD CAPITAL Y SAN RAYMUNDO, GUATEMALA.



EN EL ACTO A CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

TESIS DE REFERENCIA
NO
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

Guatemala, agosto de 1987

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DL
01
+ (1051)

TODOS AQUELLO QUE SIRVA PARA FOMENTAR Y
DESARROLLAR LA CULTURA Y CONOCIMIENTOS
DEL HOMBRE, DEBE DARSE TOTALMENTE CON
SENCILLEZ Y HUMILDAD, SIEMPRE Y CUANDO
LOS IDEALES Y LAS METAS SE CRISTALICEN
Y FORMEN PARTE DEL SER MISMO. SOLO ASI
PODREMOS CONTRIBUIR AL ENGRANDECIMIENTO
DE NUESTRA PATRIA Y CONSECUENTEMENTE DE
NOSOTROS MISMOS.

EL AUTOR.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO:	Br. Luis Molina
VOCAL QUINTO:	T.U. Carlos Méndez M.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

27 de agosto de 1987

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

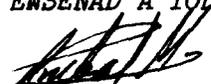
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis del señor Eduardo Eluzahl Estrada Flores sobre "Evaluación preliminar del rendimiento foliar semilla y proteína de 16 cultivares de Amarantho (Amaranthus spp.) bajo condiciones de la ciudad capital y San Raymundo, Guatemala".

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

ABMM/mvp

Guatemala,
agosto de 1987

Señores
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
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: "Evaluación preliminar del rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 materiales de Amarantho (Amaranthus spp.) bajo condiciones de la ciudad Capital y San Raymundo, Guatemala".

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


P.A. Eduardo Eluzán Estrada Flores

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Ser omnipotente, fuente inagotable de sabiduría, me dió entendimiento para comprender algunos misterios de la ciencia.
- A MI MADRE: Irma Yolanda Flores Salguero.
Aunque ausente por la distancia, pero presente en mi corazón y mente, recibe este pequeño sacrificio del cual formas parte.
- A MI HERMANA: Lucía Argentina Estrada Flores.
Por su ayuda espiritual y material que en todo momento me brindó, aún y cuando la distancia ha sido una barrera.
- A MI SOBRINA: Yolanda Adalí Estrada Flores.
Por ser la inspiración y el estímulo para enfrentar con responsabilidad la vida misma.
- A MIS ABUELOS: Pedro Estrada Lima
Manuela Conde Vásquez (Q.E.P.D.)
Eduardo Flores López (Q.E.P.D.)
Especialmente a:
Cándida Rosa Salguero Morales
Por su comprensión y cariño brindado.
- A MIS TIOS: Edgar Leonel Flores Salguero
Olgui de Flores
Carlos Eduardo Flores Salguero
Rosa Amalia de Flores
Por su apoyo moral y espiritual que en todo momento cristalizaron en mí.

A MIS PRIMOS:

Carlos Roberto

Gerson Omar

Marlon Ivan

Elio Daniel

Evelyn Paola

María Alejandra

Especialmente a:

Leonelito, por su lucha y entrega en su formación académica.

A MI NOVIA:

Nora Elizabeth Salguero Morales

Porque a cada instante supo darme estímulo, apoyo moral y espiritual, para la culminación de mi carrera profesional.

A MI PADRE:

Adán Estrada Conde

Por brindarme su apoyo en determinado momento de mi vida.

A LAS FAMILIAS:

González Bautista

González González

Estrada Magariño

Por su apoyo brindado.

TESIS QUE DEDICO

A: Mi Patria Guatemala

A: Universidad de San Carlos de Guatemala

A: Todos mis familiares en general

A: Mis compañeros y amigos

A: Aldea Manzanotes, Zacapa, por su gente sencillamente grande, que con sacrificio y entrega labran los campos que contribuyen a dar frutos que alimentan nuestra patria.

A: Mis centros de estudio:

Escuela Tipo Federación 17 de abril de 1763 de Villa Nueva

Escuela Normal Central para Varones

Instituto Técnico de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva

Por ser el génesis de mis primeros conocimientos.

A: Mis maestros y catedráticos en general

Por enseñarme y fomentar los conocimientos básicos.

A: Iglesia "El Calvario"

Por su apoyo espiritual en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

- A: Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
Mi sincero agradecimiento por su asesoría prestada y su colaboración incondicional que en todo momento me brindó, para culminar el presente trabajo.
- A: Ing. Agr. César Azurdia Pérez e
Ing. Agr. Luis Reyes
Por las observaciones y sugerencias hechas a la investigación, en la fase de campo como en el análisis estadístico.
- AL: Personal Administrativo y de Campo de la Finca Experimental del INCAP, en Pachalí, San Raymundo, en especial al Agr. Mario González y Luis Estrada, por su colaboración prestada en la fase de campo de esta investigación.
- AL: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
Particularmente al personal de Ciencias Agrícolas, por permitirme el análisis químico de los diferentes cultivares, en especial a Vinicio Rosales Amado, por su ayuda incondicional y desinteresada que en todo momento me brindó.
-

I N D I C E

	<u>PAG. No.</u>
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OJETIVOS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
1. Importancia del bledo como alimento	4
2. Características de la planta de bledo	7
3. Distribución de las especies más importantes en América Latina, origen y domesticación	7
4. Estudios realizados sobre rendimiento de hoja y semilla en bledo en Guatemala y otros países	9
V. MATERIALES Y METODOS	10
1. Situación Geográfica	10
2. Características Climáticas	10
3. Características Edáficas	10
4. Material Experimental	12
5. Diseño Experimental	13
6. Modelo Estadístico	13
7. Descripción de las Parcelas	14
8. Arreglo y aleatorización de los tratamientos	14
9. Manejo del Experimento	14
10. Variable Respuesta	18
11. Materiales utilizados	20
12. Análisis Proximal	21
13. Análisis Estadístico	21
VI. RESULTADOS Y SU DISCUSION	23
VII. CONCLUSIONES	40

	<u>PAG. No.</u>
VIII. RECOMENDACIONES	42
IX. BIBLIOGRAFIA	43
X. APENDICE	45

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAG. No.</u>
1	Análisis Bromatológico del Amaranto	5
2	Composición química Proximal de la materia seca de 33 colecciones de Amaranto Guatemalteco	6
3	Condiciones climáticas prevalecientes en los lugares del experimento	10
4	Lugar de procedencia de los 16 cultivares de <u>Amaranthus</u> ssp. evaluados, Guatemala, 1986	12
5	Resumen de los análisis de varianza, en la localidad 1 (Centro Experimental Docente de Agronomía)	25
6	Resumen de los análisis de varianza, en la localidad 2 (Pachalí, San Raymundo)	25
7	Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 1 (CEDA)	26
8	Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 1 (CEDA)	27
9	Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 2 (Pachalí)	28
10	Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 2 (Pachalí)	29
11	Resumen de las variables estudiadas de los cultivares de bledo (<u>Amaranthus</u> ssp.) evaluados en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), Localidad 1	30
12	Resumen de las variables estudiadas de los cultivares de bledo (<u>Amaranthus</u> ssp.) evaluados en el Centro Experimental del INCAP, Pachalí, San Raymundo, Localidad 2	31
13	Análisis de correlación para las variables estudiadas en la localidad 1 (CEDA)	36

CUADRO No.

PAG. No.

14	Análisis de correlación para las variables estudiadas en la localidad 2 (Pachalí, San Raymundo)	37
15	Promedio del crecimiento de 16 cultivares de ble- do (<u>Amaranthus</u> ssp.), cada 12 días en la locali- dad 1 (CEDA)	38
16	Promedio del crecimiento de 16 cultivares de ble- do (<u>Amaranthus</u> ssp.), cada 12 días en la locali- dad 2 (Pachalí, San Raymundo)	39
17	Combinación de ANDEVAS para ambas localidades de las variables significativas	49

INDICE DE GRAFICAS

<u>GRAFICA No.</u>		<u>PAG. No.</u>
1	Localización geográfica de las áreas experimentales donde se llevó a cabo el presente estudio	11
2	Arreglo y aleatorización de tratamientos en la localidad 1 (Centro Experimental Docente de Agronomía)	15
3	Arreglo y aleatorización de tratamientos en la localidad 2 (Pachalí, San Raymundo)	16
4	Comparación de cultivares más sobresalientes de bleo para las diferentes variables evaluadas en ambas localidades	48

RESUMEN

Sin lugar a dudas, por los múltiples trabajos elaborados anteriormente sobre bledo (Amaranthus spp.), se infiere que es un recurso genético de importancia nutricional en la dieta diaria del guatemalteco, con el objetivo primordial de complementar el requerimiento diario de proteína, vitaminas y minerales, considerando que nuestro país atraviesa momentos difíciles con problemas de salud y alto grado de desnutrición y mortalidad infantil, principalmente. No pretendemos con el presente trabajo dar solución a lo anteriormente descrito, pero si se puede contribuir a aportar conocimientos agronómicos y nutricionales en el cultivo del bledo.

El presente estudio tiene por objeto evaluar preliminarmente 16 líneas de bledo (Amaranthus spp.) en función de su rendimiento foliar, de semilla y proteína, tanto en el grano como en las hojas. Al mismo tiempo esta investigación contribuye al estudio de la interacción genotipo-ambiente sobre características determinantes en la producción, como parte de un sub-proyecto en la línea de investigación en amaranto que impulsa el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objetivo de seleccionar los cultivares más rendidores (en cuanto a follaje y semilla se refiere), precoces, de baja altura y alto valor nutritivo.

El trabajo de campo se realizó en las localidades: En el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en la Universidad de San Carlos y en el Centro Experimental del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en la aldea Pachalí, San Raymundo, Guatemala.

De los 16 cultivares, 8 son nativos de Guatemala y el resto proceden de Rodale Press Pennsylvania, Estados Unidos (Cuadro No. 4, pag. 12). En ambos centros experimentales se estableció un Diseño de Bloques al Azar con 3 repeticiones y 16 tratamientos que constituyen los cultivares de bledo utilizados. El experimento en cada localidad ocupó un área neta de 414.72 mt².

Las variedades evaluadas fueron: días a emergencia, porcentaje de germi-

nación, rendimiento de materia verde (hojas y pecíolos) en Kg/Ha, rendimiento de materia seca en Kh/Ha., rendimiento en Kg/Ha. de proteína foliar, porcentaje de fibra cruda y proteína foliar, rendimiento de semilla y proteína en Kg/Ha., porcentaje de proteína, fibra cruda y grasa en semilla.

Al momento de cosechar el follaje (hoja y pecíolo), y la semilla, el rendimiento se determinó promediando el peso de 10 plantas elegidas al azar. Luego se procedió a determinar el contenido de proteína y fibra cruda en la hoja y semilla y solamente a esta última se le determinó el contenido de extracto etéreo (grasa), realizado en los laboratorios de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, mediante los métodos de la Association of Official Agriculture Chemists (AOAC)

Todas las variables anteriores, tanto agronómica como bromatológicas, fueron sometidas a un Análisis de Varianza encontrándose diferencia significativa ($\alpha = .05$) entre tratamientos, a excepción del (%) de germinación, fibra cruda y proteína foliar, y grasa en la semilla.

La discusión de resultados a través del Análisis de Varianza, Prueba de Medias (Tukey), correlaciones y curvas de crecimiento, permitió llegar a las conclusiones siguientes:

1. Todos los materiales de bledo (Amaranthus spp.) evaluados respondieron estadísticamente diferente en las características agronómicas y bromatológicas, a excepción del porcentaje de proteína y fibra cruda en el follaje y el (%) de grasa en la semilla.
2. En ambas localidades (CEDA y Pachalí, San Raymundo) se desarrollaron satisfactoriamente los 16 cultivares.

En la ciudad de Guatemala (CEDA), sobresalieron:

En rendimiento de materia verde y proteína foliar expresado en Kg/Ha., los siguientes:

- a. INCAP-20-USA con 655.83 y 17.20 Kg/Ha.

- b. INCAP-17-USA con 543.74 y 20.50 Kg/Ha.
- c. F.A.-H.S. con 433.68 y 18.70 Kg/Ha. respectivamente.

En rendimiento de semilla y porcentaje de proteína en semilla, los siguientes:

- a. INCAP-8-USA con 2496.87 Kg/Ha. y 17.54%. Fué el más precoz, con 101 días.
- b. INCAP-23206 con 2689.58 Kg/HA. y 14.17%.
- c. INCAP-17-GUA con 2290.62 Kg/Ha. y 15.87% respectivamente.

En la localidad 2 (Pachalí, San Raymundo), sobresalieron:

En rendimiento de materia verde y proteína foliar los siguientes:

- a. F.A.-254 con 491.43 y 18.40 Kg/Ha.
- b. F.A.-637 con 432.41 y 15.90 Kg/Ha.
- c. INCAP-23206 con 357.18 y 15.40 Kg/Ha. respectivamente

En rendimiento de semilla y porcentaje de proteína en semilla, los siguientes:

- a. F.A.-637 con 2991.66 Kg/Ha. y 13.63%
- b. F.A.-747 con 2615.62 Kg/Ha. y 13.24%
- c. INCAP-23206 con 2465.62 Kg/Ha. y 12.67%

3. El rendimiento de proteína foliar y rendimiento de proteína en la semilla se incrementa en proporción directa al rendimiento de materia verde y de semilla, conjugando lógicamente el porcentaje de proteína que puedan tener tanto el follaje como la semilla.
4. El rendimiento de materia verde (hojas y pecíolos), se incrementa conforme la altura de la planta; sin embargo, el contenido de proteína disminuye y aumenta el contenido de fibra cruda en el follaje.
5. En términos generales el crecimiento se comportó logarítmicamente,

manifestándose lento en los primeros 25 días.

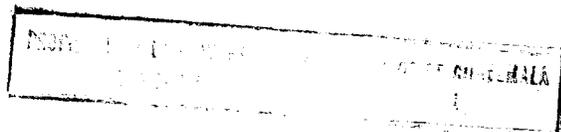
6. El efecto combinado de los Análisis de Varianza en las localidades, dió como resultado que el ambiente influye de manera significativa en los materiales evaluados en las diferentes localidades, en cuanto a rendimiento se refiere.

I. INTRODUCCION

El bledo (Amaranthus spp.) ha sido consumido por nuestros ancestros Mayas, y otras culturas prehispánicas, como Incas y Aztecas, sin embargo, se le había dado poca importancia, hasta hace unos años atrás se evidenció su necesidad como cultivo, el cual requiere seguir una investigación como alternativa para la diversificación en nuestro país y una alternativa para la alimentación. Con justa razón se le ha llamado "El Pequeño Gigante" por el valor nutritivo y calidad protéica que posee, tanto a nivel de follaje, como semilla.

Tomando en consideración los elementos antes descritos, la presente investigación es parte del proyecto que realiza el Instituto de Investigaciones Agronómicas, titulado "Evaluación y Selección de Cultivares Nativos e Introducidos de Amarantho en diferentes ambientes", en coordinación con el INCAP y el ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). Se espera seleccionar los mejores cultivares en cuanto a calidad alimenticia, rendimiento de semilla y follaje (hoja y pecíolos), con el objeto de fomentar su cultivo en el futuro.

Por razones de tipo dedáctico el estudio está desarrollado de la siguiente manera: en capítulo II se plantean las hipótesis de la investigación, en el III se dá un detalle de los objetivos, en el IV se dá un respaldo teórico al trabajo elaborado a través de la revisión de material bibliográfico relacionado con la presente investigación. En el capítulo V se dá un detalle analítico de los materiales y la metodología utilizados, que describen cómo se desarolló la presente investigación; en el VI nos muestra los resultados obtenidos y su amplia discusión y análisis. En los capítulos VII y VIII se muestran las conclusiones a que se llegaron y las recomendaciones para futuras investigaciones similares a la presente, y por último tenemos el apéndice, en donde se complementan cuadros y figuras que respaldan a los resultados.



II. HIPOTESIS

- Todos los materiales a evaluar tendrán un comportamiento diferente en cuanto a rendimiento, contenido proteínico y precosidad bajo las condiciones de la ciudad Capital y San Raymundo, Guatemala.
- Algunos de los materiales tendrán un comportamiento superior entre las 16 líneas nativas e introducidas.

III. OBJETIVOS

1. Evaluar el comportamiento de 16 líneas de bledo en cuanto a las características de: germinación, ciclo vegetativo, rendimiento de follaje y semilla y contenido protéico, bajo las condiciones de la ciudad Capital y San Raymundo, Guatemala.
2. Seleccionar las mejores líneas en función de la capacidad germinativa, precosidad, baja altura, alto rendimiento de hoja y/o semilla y alto contenido protéico.

IV. REVISION DE LITERATURA

1. Importancia del bleo como alimento:

Las hojas de bleo (Amaranthus spp.) son una fuente excelente de proteí-
na y pueden contribuir con un 2 a 5% de los requerimientos diarios, son
también fuente rica de vitamina C, hierro, beta carotenos y calcio (1).

Se ha estimado que una dieta bien balanceada para europeos que contenga
100 gramos de vegetales provee 1/5 de los requerimientos de proteína,
1/3 de calcio, 1/2 de hierro, y el 100% de los requerimientos de carote-
no y vitamina C. Estos datos pueden ser asumidos para determinar el po-
tencial de los vegetales en las áreas tropicales. Las dietas que contie-
nen Amarantho son excelentes fuentes de beta-caroteno. Esto es de inte-
rés si se toma en cuenta que una de las características de la desnutri-
ción en la población de Guatemala es precisamente la deficiencia de vita-
mina A y hierro (1, 14).

Por otro lado, varios autores han coincidido en los resultados al deter-
minar la composición química de la semilla de bleo, encontrando un con-
tenido de proteína entre 14 y 16%, grasa 3 y 6.6%, carbohidratos 50 y 60
%, 510 mg. de calcio, 397 mg. de fósforo, y 11 mg. de hierro. Se han en-
contrado buenas proporciones de tiamina, riboflavina, niacina y vitamina
C. Además es rico en linsina conteniendo un 5 y 4.4% de aminoácidos azu-
frados (metionina y cisteína). El aminoácido limitante es la leucina,
pero éste abunda en otros cereales. Otro componente importante es el ca-
roteno (provitamina A) con un contenido de 14 a 90 mg. por ciento en A.
cruentus y 3500 a 5520 mg. por ciento en otras especies (3,6,7,14.).

La composición química del Amarantho puede observarse en el siguiente cua-
dro.

Cuadro No. 1. Análisis Bromatológico de Amaranto.

(Composición por 100 gr. de porción comestible).

	HOJA		SEMILLA	
Valor energético	42	Cal.	391	Cal.
Humedad en fresco	86	%	-	
Proteína	3.7	gr.	15.0	gr.
Grasa	0.8	gr.	4.7	gr.
Carbohidratos	7.4	gr.	60.7	gr.
Fibra	1.5	gr.	0.5	gr.
Ceniza	2.1	gr.	3.1	gr.
Calcio	313	mg.	490	mg.
Fósforo	74	mg.	544	mg.
Hierro	5.6	mg.	15	mg.
Caroteno (Provitamina A)	1600	mg.	4.6	mg.
Tiamina	.05	mg.	.26	mg.
Riboflavina	.24	mg.	.15	mg.
Niacina	1.2	mg.	1.15	mg.
Acido Ascórbico	65	mg.	61.5	mg.

FUENTE: Tabla de composición de alimentos, INCAP (8).

El crecimiento vegetativo del amaranto es bastante exuberante, hecho sugerente de que la planta podría utilizarse después de cosechar la semilla. Su utilización como forraje para animales haría el cultivo del amaranto más atractivo para el agricultor y mas eficiente en términos de utilización del insumo energético total, por supuesto, en el entendido de que su aceptabilidad y valor nutritivo sean adecuados para el animal.

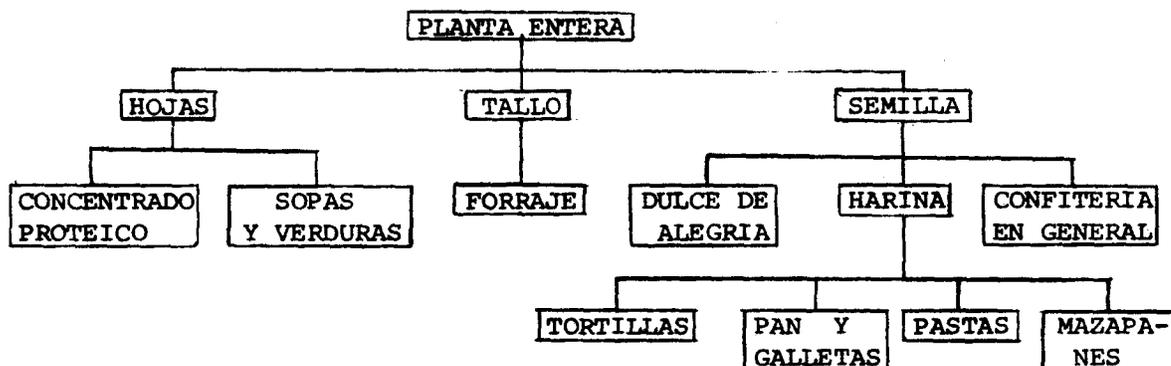
En base a estas consideraciones Bressani y González (3) realizaron un estudio en el INCAP, cosechándose y pesándose la materia seca vegetativa de 33 colecciones de amaranto guatemalteco, luego se recogieron muestras para

su análisis químico proximal. El resto del material se mezcló y molió en un molino de martillos, para su inclusión en las raciones a administrarse a ganado joven, raza Hosltein. La composición química promedio del material cosechado se expone en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2. Composición química proximal de la materia seca vegetativa de 33 selecciones de amaranto guatemalteco.

COMPONENTE QUIMICO	PROMEDIO (%)	RANGO (%)	
		MINIMO	MAXIMO
Humedad	11.3	9.8	12.6
Grasa cruda	1.9	.8	3.4
Fibra cruda	35.8	23.5	45.4
Proteína	7.2	3.7	11.6
Cenizas	11.1	7.8	14.4
Carbohidratos	32.7	12.7	54.4

Sánchez Marroquín (14), hace una utilización integral del amaranto, el cual es muy conocido y cultivado en diferentes regiones de México, lo cual implica que su importancia y uso debe ser obvio para nuestro país. A continuación la división que de la planta se deriva.



2. Características de la Planta:

El género Amaranthus comprende hierbas anuales procumbrantes o erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas. Plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina, algunas formas cultivadas son intensamente soloreadas, las flores son unisexuales, monóicas o dióicas, en densos racimos cimosos situados en las axilas de las hojas (14).

Las especies de amaranto alcanzan hasta 2 mts. de altura. Generalmente tienen un sólo eje central con pocas ramificaciones laterales. Su raíz pivotante es corta y robusta, el tallo es estriado con aristas fuertes y hueco en el centro, en su etapa de madurez, las hojas son largamente pecioladas, romboides, lisas y de ensasa pubescencia y la nervadura central es gruesa y prominente. La inflorescencia es una panícula laxa o compacta y de diversos colores, desde blanco amarillento, verde, rosado, rojo, hasta púrpura. El fruto es un pixidio conteniendo una sola semilla. (14).

El cultivo crece rápidamente a causa de su metabolismo de fijación de carbono en C_4 , y responde muy bien a la edición de nitrógeno, lo que sugiere una asimilación efectiva de éste (1). El amaranto es agrónomicamente atractivo por varias razones. Primero que todo, la mayoría de los integrantes del género siguen en su proceso fotosintético la ruta de la fijación C_4 del carbono, la que constituye una manera más eficiente de fijación de carbono que la del C_3 , prevaleciente. Las plantas con C_4 crecen en general más rápidamente que las de C_3 , y emplean alrededor de 3/5 de la cantidad de agua que la utilizada por una planta con C_3 , para producir la misma cantidad de biomasa (13).

3. Distribución de las especies más importantes en América Latina, origen y domesticación:

El género Amaranthus incluye cerca de 50 especies nativas de los trópicos

y regiones templadas del mundo, en América Latina tenemos como posibles centros de origen a México, Centro América, Puerto Rico, Perú y Bolivia, entre otros. Su historia se remonta a la de los indios americanos que aprendieron a coleccionar la semilla, según lo muestran documentos arqueológicos. En la América precolombina, fueron domesticadas las especies A. caudatus en los Andes, A. cruentus en Centro América y A. hypochondriacus en México (14).

Es muy probable que los amarantos para grano sean todos originarios de América, aunque no está muy claro cuál de las especies silvestres dió origen a las cultivadas. En México, A. hypochondriacus es la especie cultivada más diseminada, suponiéndose que es la más antigua en el área y que probablemente pasó luego a Asia y Europa, pero su verdadero origen, es decir de qué especie silvestre deriva, se desconoce (17).

Antes de la conquista, el amaranto fue uno de los principales granos cultivados en América Central, siendo relegado posteriormente a un segundo plano a consecuencia del desplazamiento por otros cultivos de grano más grande como el maíz, sin embargo, su cultivo está en vías de extinción, siendo desplazado por otros cereales nativos o introducidos por los españoles y al respecto se tienen 2 hipótesis: 1) Dificultad que en los tiempos antiguos representaba la cosecha de granos menudos y 2) Su erradicación obedece a una disposición de los conquistadores españoles al tratar de evitar el culto que los Incas, Aztecas y Mayas profesaban a esta planta (14).

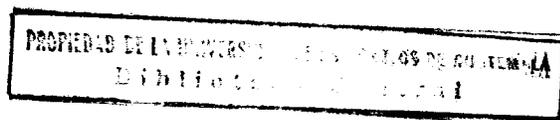
Grubben y Sloten (6), señalan que probablemente todos los tipos de amaranto destinados para grano son de origen Centroamericano y Suramericano, mientras que los tipos destinados a consumo en forma de hortaliza son de origen sur y sur-este Asiático. Al mismo tiempo agregan que A. dubius muestra diversidad en América Central, de donde puede ser nativo, siendo A. cruentus la especie para grano más importante nativa de América Central, probablemente de Guatemala, en donde se cultiva como cereal y como hortaliza en las montañas.

4. Estudios realizados sobre rendimiento de hoja y semilla en bledo en Guatemala y otros países:

Según informe anual de investigación (19), se han caracterizado hasta noviembre de 1984, 36 cultivares de bledo a nivel de tesis, de las especies cruentus, caudatus, polygonoides, hybridus, dubius, blitum, hypochondriacus, spinosus, viridis, de las cuales la Flora de Guatemala (16) señala 7 especies presentes en territorio nacional, todas ellas a excepción de A. spinosus con capacidad de ser consumida tanto el grano como el follaje a manera de cereal y hortaliza respectivamente, además se da la tendencia de utilizar A. hybridus como principal fuente de forraje, dado el porte que alcanza.

En el estudio realizado por Estrada Muy (4), en las especies de A. cruentus, y A. caudatus, obtuvo rendimientos promedio de semilla de 1,044 a 2,831 Kg/Ha en la ciudad capital. En Pensilvania, USA, se han obtenido rendimientos de 1.8 Ton/Ha. En parcelas de ensayo realizado por el departamento de Agronomía de California, USA, las especies A. cruentus, A. caudatus, A. hybridus y A. hypochondriacus, variaron entre 3,140 Kg/Ha a 1,570 Kg/Ha (9). En Guatemala se obtuvo un rendimiento semejante de 1,830 Kg/Ha con la especie A. hypochondriacus (11).

En cuanto al rendimiento de materia fresca, en Arkansas, USA, se hizo un estudio sobre las características y potencial de A. tricolor, se evaluaron 8 adquisiciones de esta especie en función de sus atributos horícolas como cultivo vegetal, determinándose que variaban entre 3.62 - 6.35 Ton/Ha (10). Mientras tanto Villafuerte V. (20) concluyó que el rendimiento promedio de 2 especies evaluadas (A. caudatus, y A. polygonoides) en Cobán A.V., fué de 1.2 Ton/Ha.



V. MATERIALES Y METODOS

1. Situación Geográfica:

La etapa de campo se realizó en el Centro Experimental Docente de Agronomía en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada al sur de la ciudad de Guatemala, teniendo como coordenadas: 14° 35' latitud norte y 90° 31' longitud oeste, y además en la Finca del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá en Pachalí, San Raymundo a 41 Km. al nor-oeste de la ciudad Capital, sus coordenadas son: 14° 45' latitud norte y 90° 36' longitud oeste. (Gráfica 1).

2. Características Climáticas:

El cuadro siguiente nos dará esta información.

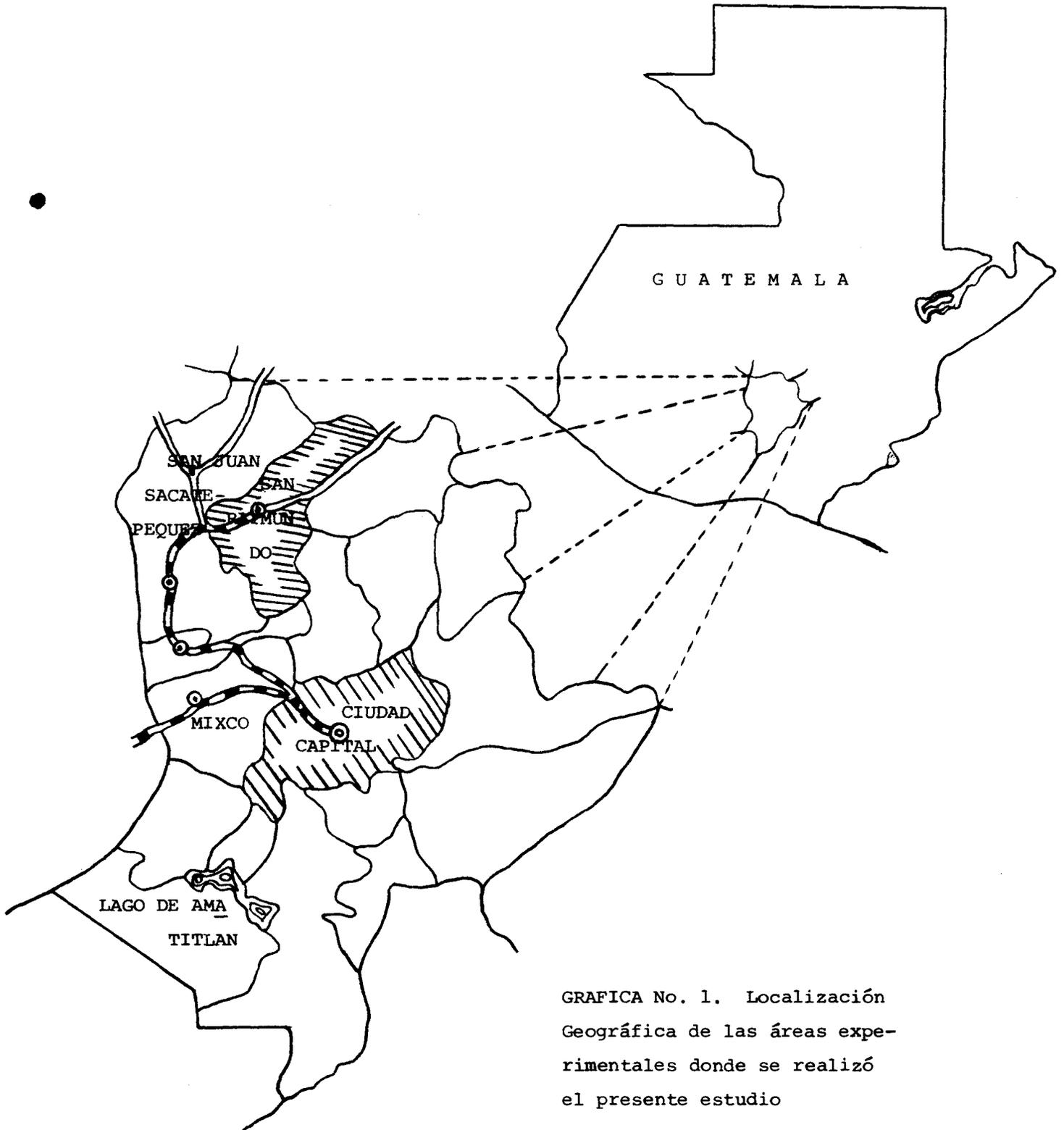
Cuadro No. 3. Condiciones climáticas prevalecientes en los lugares del experimento.

LOCALIDAD	ALTITUD (msnm)	pp \bar{X} ANUAL (mm)	H.R. (%)	T° \bar{X} ANUAL (°C)
CEDA Fac. de Agronomía	1502	1048	79	18.2
Fca. del INCAP Pachalí, San Raymundo	2090	1255	81	16.0

FUENTE: INSIVUMEH.

3. Características Edáficas:

El suelo del Centro Experimental de Agronomía, está comprendido dentro



GRAFICA No. 1. Localización Geográfica de las áreas experimentales donde se realizó el presente estudio

- ⊙ Cabecera Departamental
- ⊙ Cabecera Municipal
- ▬▬ Carretera transitable todo el tiempo.

de la serie de suelos Guatemala, caracterizándose por tener una textura franco-arcillo-arenosa en los primeros 25 cms. de profundidad. En la finca experimental del INCAP, en San Raymundo, los suelos son de la serie Guatemala, poco profundos sobre materiales volcánicos con fertilidad natural alta, con textura franco-arcilloso friable con espesor de 30-50 cms. de profundidad (15). El análisis químico del suelo de ambos sitios experimentales, aparece en el apéndice 1.

4. Material Experimental:

Se sometieron a evaluación 16 cultivares de blado, 8 provenientes de diferentes localidades de Guatemala, y 8 provenientes de colectas hechas en Estados Unidos de Norte América y Perú. Dicho material constituyó el factor de estudio del presente trabajo. (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Lugar de procedencia de los 16 cultivares de Amaranthus spp. evaluados. Guatemala, 1986.

No.	IDENTIFICACION DEL CULTIVAR	PROCEDENCIA	ALTITUD (msnm)	ESPECIE
1	F.A.-H.S.	Sololá	2040	<u>A. Caudatus</u>
2	F.A.-254	San Jacinto Chiquimula	490	<u>A. polygonoides</u>
3	F.A.-350	Estanzuela, Zacapa	190	<u>A. cruentus</u>
4	F.A.-492	San Lucas Sac.	2000	<u>A. cruentus</u>
5	F.A.-637	Santiago Sac.	2131	<u>A. caudatus</u>
6	F.A.-747	Los Amates, Izabal	25	<u>A. caudatus</u>
7	INCAP-23206	San Raymundo, Guatemala	2090	<u>A. caudatus</u>
8	INCAP-17-GUA	San Raymundo, Guatemala	2090	<u>A. cruentus</u>
9	INCAP-CAC-55B-PERU	Perú	-	<u>A. caudatus</u>

CONTINUA...

CONTINUACION CUADRO No. 4.

No.	IDENTIFICACION DEL CULTIVAR	PROCEDENCIA	ALTITUD (msnm)	ESPECIE
10	INCAP-A-982-2USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
11	INCAP-82s-434-8USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>
12	INCAP-80s-649-17USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>
13	INCAP-82s-1014-7USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
14	INCAP-82s-1023-10USA	USA	-	<u>A. hypochondriacus</u>
15	INCAP-A-1113-3USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
16	INCAP-80s-1157-20USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>

FUENTE: (3) y Martínez Muñoz, A. Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, USAC. Comunicación personal, 1986.

5. Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y 16 tratamientos que son los cultivares descritos en el cuadro anterior, para hacer un total de 48 unidades experimentales.

6. Modelo Estadístico:

El modelo estadístico para el diseño experimental y análisis de varianza fué el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de ij-ésima unidad experimental
 U = Efecto de la media general

- B_i = Efecto de la i -ésima repetición
 T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento
 E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

7. Descripción de las parcelas:

Cada parcela bruta consistió en 5 mt. por lado con un total de 10 surcos a una distancia de .6 mt., y .4 mt. entre posturas. La parcela neta consistió de 4 surcos centrales dejando 2 surcos para el corte del forraje y 2 para el corte de la semilla, estos 2 surcos para la semilla fueron separados a .8 mts. Cada unidad experimental se circuló con una hilera de sorgo (*Sorghum vulgare*) para mantener aislados los materiales al momento de la floración.

El área total del ensayo fué de 1,677 mts².

8. Arreglo y aleatorización de los tratamientos:

Los tratamientos fueron distribuidos al azar. El arreglo se muestra en la gráfica No. 2 y 3.

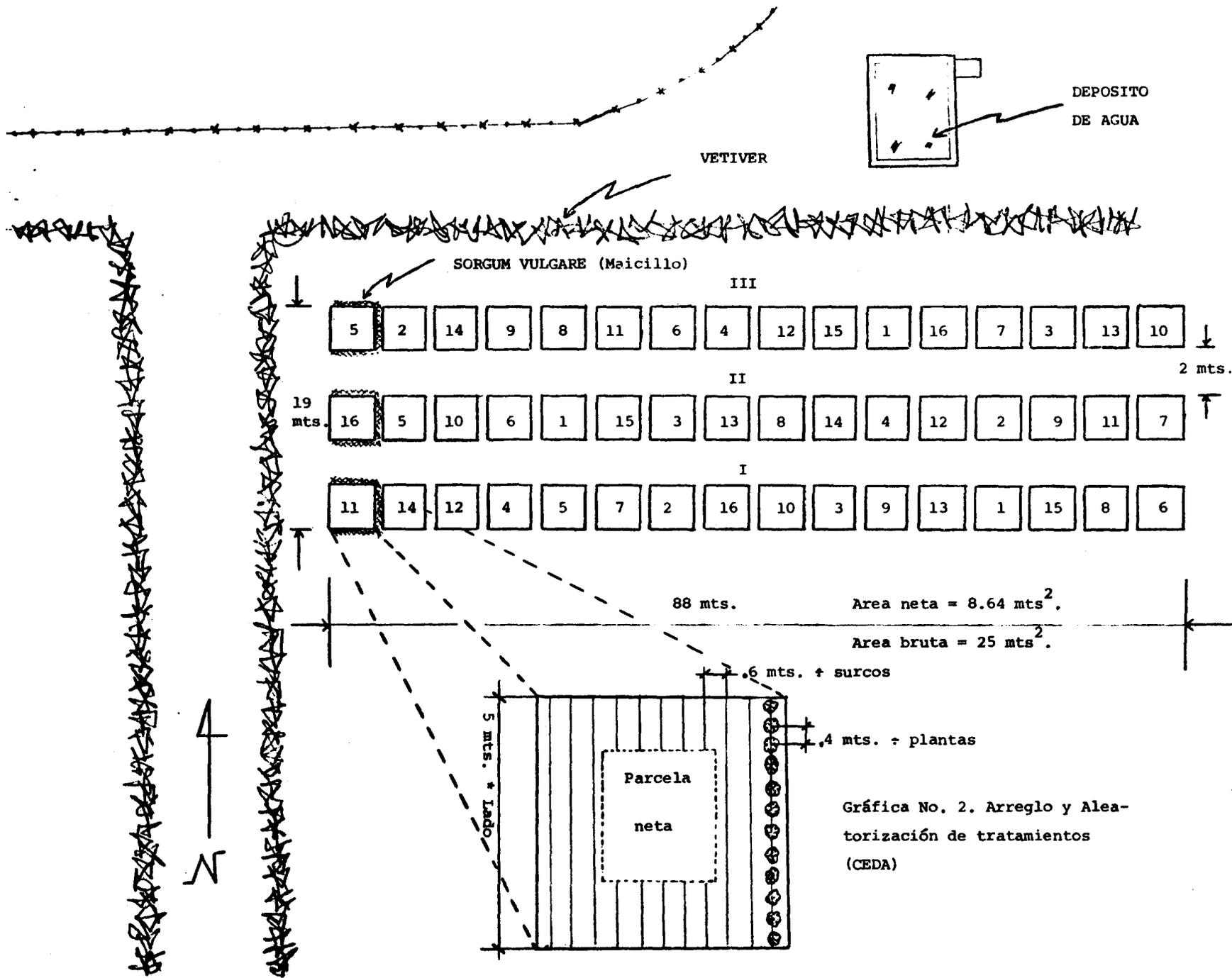
9. Manejo del experimento:

9.1 Preparación del Terreno:

El amaranto fue cultivado en el área experimental de la Facultad de Agronomía, y en la finca Experimental del INCAP en San Raymundo, Guatemala, durante los meses de junio a diciembre de 1986. El terreno se preparó 10 días antes de la siembra mediante un paso de arado y 2 de rastra. Se trazaron las parcelas de acuerdo al diseño experimental y se construyeron los surcos en forma manual.

9.2 Siembra:

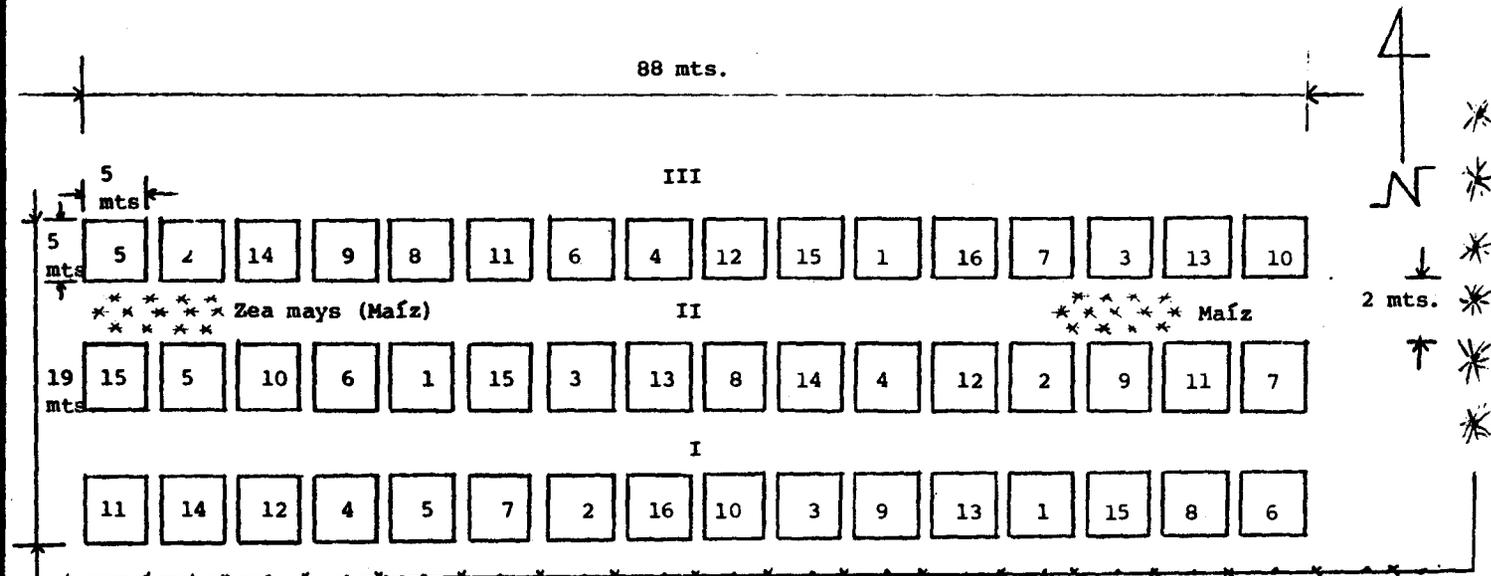
Se efectuó durante la primera quincena del mes de junio. Se colocó



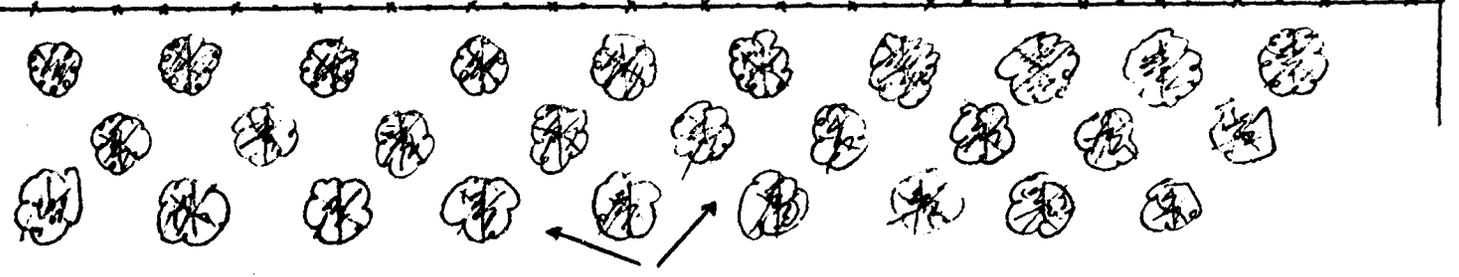
Km. 41

Hacia Ciudad Capital y San Juan Sacatepé-
quez.

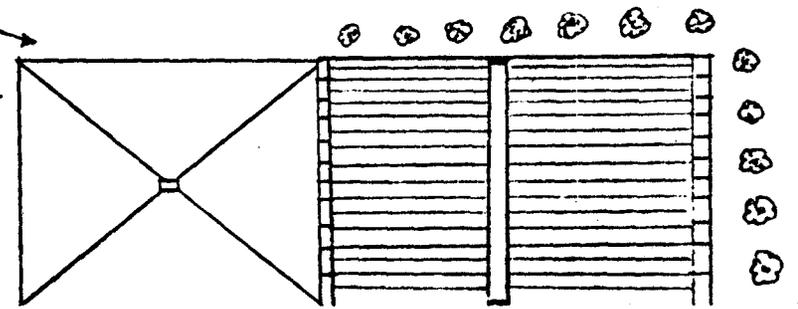
A San Raymundo



Area neta = 8.64 mts².
 Area bruta = 25 mts².



Casco de la finca experimental



Gráfica No. 3. Arreglo y Aleatorización de tratamientos (Pachalí, San Raymundo).

una cantidad de 12-20 semillas por postura a cada 0.4 mts., las cuales se cubrieron ligeramente con tierra. A los 15 días después de la siembra, se procedió al raleo dejando de 2-4 plántulas vigorosas.

9.3 Control de Plagas:

En el suelo se aplicó Phoxin 2.5% (Volatón) para controlar plagas del suelo, especialmente la gallina ciega (Phyllophaga ssp.) en dosis de 44 Kg/Ha., esto se realizó en ambas localidades donde se establecieron los experimentos. En el follaje se aplicó mezclas de 1.1 de Mehamidophos (Tamarón) y Malathion, con el fin de reducir la población de tortuguillas (Diabrotica ssp.) las dosis utilizadas fueron de 0.4-0.5lts/Ha. de producto comercial, el cual se aplicó en ambas localidades, pero con mayor frecuencia en el Centro Experimental de Agronomía.

9.4 Control de Malezas:

Se efectuaron limpiezas manuales con azadón, a cada 15 días considerando la competencia entre las mismas y el bleado.

9.5 Cosecha:

El follaje (hojas y pecíolos) se cortó a los 35 días después de la siembra, se colocó en bolsas de plástico, luego se pasaron en fresco, se cortaron en pedazos y se colocaron en el horno durante 16 horas a 60°C. al final del cual se pesó nuevamente el material, se molió en un molino winley, y se colocaron en frascos de vidrio para que posteriormente se realizara su análisis químico proximal. La semilla se cosechó en forma manual, cortando las panojas, luego fueron trilladas mecánicamente en la granja experimental del INCAP, en seguida se ventilaron por una semana, posteriormente se guardó la semilla en bolsas de plástico, se identificaron con el nombre del cultivar y su edad al momento del corte, así como el número de bloque a que pertenecieron, en seguida se guardó 100 grs. en frascos de vidrio para su posterior análisis proximal.

10. Variables Respuesta:

Durante el desarrollo del cultivo, así como después de la cosecha se le dió mayor énfasis al rendimiento de follaje, semilla y proteína expresado en Kg/Ha.; así mismo el porcentaje de proteína en el follaje y semilla. Se tomaron los siguientes datos:

10.1 Días a emergencia:

Se tomó desde el momento de la siembra, hasta que la plantación alcanzó el 50% de emergencia en el total del área de la parcela.

10.2 Porcentaje de germinación:

Se relacionó el número de posturas emergidas, sobre el número total de posturas en cada parcela.

10.3 Altura al corte de follaje (Hojas y pecíolos):

Se tomó la altura de 10 plantas en cada parcela para obtener un promedio.

10.4 Curvas de crecimiento:

Se tomó lecturas cada 12 días desde la base del tallo al ápice de cms., hasta que alcanzó su madurez fisiológica, tomando 10 plantas para obtener un promedio.

10.5 Días a floración:

Tiempo transcurrido desde el momento de la siembra, hasta que aparecieron inflorescencias en el 50% de las plantas en la parcela.

10.6 Días a madurez fisiológica:

Se determinó cuando la semilla se hubo formado y la uña del dedo pulgar penetró en ella sin mayor esfuerzo.

10.7 Altura de planta a cosecha de semilla:

Se midieron 10 plantas para secar un promedio, desde la base del tallo hasta la inflorescencia.

10.8 Días a cosecha de semilla:

Se determinó cuando la semilla estuvo completamente dura.

10.9 Peso de follaje:

Se pesó el pecíolo y el limbo de las hojas en las plantas después del corte a 5 cms. arriba del suelo. Este peso se determinó en 10 plantas por parcela para obtener un promedio. Posteriormente se convirtió el dato de cada parcela a Kg/Ha.

10.10 Rendimiento de semilla:

Se tomaron los datos de 10 plantas por parcela, promediándose para que posteriormente, se convirtiera el dato de cada parcela en Kg/Ha.

10.11 Color de las hojas:

Se utilizó la siguiente clave:

1. Verde
3. Rojo o morado
5. Manchado (rojo y verde)
7. Anaranjado o rosado
9. Amarillo

10.12 Color del tallo:

Se utilizó la siguiente clave:

1. Verde
3. Rosado
5. Rojo
7. Listado (rojo-verde)
9. Amarillo

10.13 Color de la inflorescencia:

Se utilizó la siguiente clave:

1. Verde
3. Rojo
5. Café
7. Amarillo
9. Listado (rojo-verde)

10.14 Color de la semilla:

1. Blanca
3. Ambar
5. Café
7. Negro

Los colores se basaron en la clave de Grubben (6).

11. Materiales utilizados:

- Follaje y semilla de los 16 cultivares de bleo evaluados en los 2 centros experimentales descritos anteriormente con sus respectivas repeticiones.
- Bolsas plásticas para la recolección del follaje y semilla.
- Sacos de manta para transportar el follaje y semilla.
- Etiquetas para identificación.
- Boletas para toma de datos (ver Apéndice II)
- Navajas para el corte del material.
- Trilladora y ventiladora mecánica
- Arneros para limpieza de semilla
- Vehículo para transporte del material
- Reactivos y equipo de laboratorio para el correspondiente análisis proximal.
- Servicio de cómputo.

12. Análisis proximal:

De cada parcela neta se tomó una muestra de materia verde (en base seca) aproximadamente 100 gr., asimismo, una cantidad similar de semilla, dichas muestras estuvieron almacenadas en frascos de vidrio, las cuales fueron llevadas a la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, donde el autor mediante el método de la AOAC (2), realizó los siguientes análisis:

- Humedad residual (%)
- Nitrógeno (%)
- Proteína (N x 6.25) (%)
- Fibra curda (%)
- Extracto etéreo (%) (sólo en la semilla)

13. Análisis estadístico:

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) para los siguientes datos:

- (%) de germinación
- Días a emergencia
- Rendimiento de materia verde (Kg/Ha.)
- Rendimiento de materia seca (Kg/Ha.)
- Rendimiento de proteína foliar (Kg/Ha.)
- (%) de proteína foliar en base seca
- (%) de fibra cruda foliar en base seca
- Rendimiento de semilla en Kg/Ha.
- Rendimiento de proteína en semilla (Kg/Ha)
- (%) de proteína en semilla
- (%) de fibra cruda en semilla
- (%) de grasa (extracto etéreo) en semilla

Como hubo significancia en los análisis de varianza, se hicieron comparaciones de medias a través de la prueba de Tukey. Además se efectuó análisis de regresión en las curvas de crecimiento y correlaciones simples en-

tre las variables más determinantes basados en los objetivos del presente estudio. En todos los casos se usó un nivel de significancia del 5%. Por último se realizó un Análisis Combinado de las 2 localidades en las ANDEVAS principalmente.

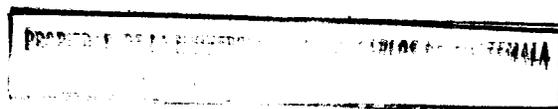
VI. DISCUSION DE RESULTADOS

Para facilidad en la discusión de los resultados se identificará localidad 1 al Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA-, y localidad 2 al Centro Experimental del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, lugares donde se realizó el presente estudio.

En los cuadros No. 5 y 6 los análisis de varianza, de las diferentes variables estudiadas, indican que no existe significancia para el porcentaje de germinación, porcentaje de proteína foliar y el porcentaje de fibra cruda foliar en ambas localidades. Asimismo, en la localidad 1, no existe significancia en el porcentaje de grasa en semilla para los diferentes materiales evaluados. En este caso existe estabilidad, o sea que no se ve afectado por el ambiente los anteriores análisis químicos, incluso se han reportado en algunos estudios realizados, en el caso de Alfaro Villatoro (1), reporta valores de 28.6 a 30.6% de proteína foliar y de 9.8 a 11.9% de fibra cruda foliar, asimismo, García Vásquez (5), reporta valores de 22.06 a 23.78% de proteína foliar y 11 a 14.11% de fibra cruda, Villafuerte Villeda (20) reporta porcentaje de 35.8 máximo y 11% para fibra cruda.

Para las demás variables en estudio: días a emergencia, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, rendimiento de proteína foliar, rendimiento de semilla, rendimiento de proteína en semilla, porcentaje de proteína en semilla y el porcentaje de fibra cruda en semilla, sí existe alta significancia en ambas localidades, y solamente en el porcentaje de grasa en semilla para la localidad 2 hubo significancia al 5%. Esto nos indica que por lo menos un cultivar fué diferente a todos los demás en ambas localidades.

Sin embargo, el coeficiente de variación en las variables rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, rendimiento de proteína foliar, rendimiento de semilla y rendimiento de proteína en semilla, son relativamente altos para ambas localidades, debido principalmente a:



- La variabilidad genética propia de la planta, que ha sido poco o casi nada sometida a mejoramiento o selección, esto se dá incluso dentro de un mismo cultivar; y
- El manejo tan intensivo a que son sometidas las áreas experimentales en donde se llevaron a cabo estos estudios.

Al observar las pruebas de Tukey en los cuadros No. 7, 8, 9 y 10 y además los cuadros No. 11 y 12 que presentan un resumen de todas las variables en ambas localidades, se destaca lo siguiente: Los días a emergencia oscilaron entre 4 a 10 días, siendo el material más rápido en emerger el CAC-55B Perú y el más tardío fué el 254, para ambas localidades, sin embargo la prueba de Tukey nos indica que todos los materiales fueron estadísticamente iguales en emerger para la localidad 1 y que para la localidad 2 relativamente la mayoría de cultivares tardaron más tiempo en germinar, debido posiblemente a una temperatura menor.

El mayor porcentaje de germinación fue para el 10-USA, con 72.5% y 73.5% en las localidades 2 y 1 respectivamente, mientras el material 747 tuvo 35% en la localidad 1, y el cultivar 3-USA con 45.6% en la localidad 2. A pesar de estas diferencias no existió significancia para ambas localidades.

En el rendimiento de materia verde (hojas y pecíolo), todos los cultivares respondieron mejor en la localidad 1 sobresaliendo el cultivar 20-USA, con 655.83 Kg/Ha., mientras que en la localidad 2 el mejor cultivar fué el 254 con 491.43 Kg/HA. Es de resaltar que solo el cultivar INCAP-23206 mostró buena respuesta en ambas localidades, y los cultivares F.A. 350 y F.A.-492 fueron deficientes.

El rendimiento de materia verde está correlacionado con la altura de planta al momento del corte de hoja, lo que se demuestra en los cuadros No. 13 y 14, con una correlación positiva, significativa al 5%, esto implica que a mayor altura de planta, hay un mayor rendimiento de materia verde. También se observa una relación lógica entre el rendimiento de materia verde y seca, oscilando el índice entre estas dos variables entre 17 y 10% en ambas localidades.

Cuadro No. 5. Resumen de los Análisis de Varianza, localidad 1 (CEDA)

VARIABLE	Fc		C.V.
(%) de germinación	1.75	N.S.	16.46
Días a emergencia	3.002	**	19.37
Rendimiento de materia verde (Kg/Ha.)	3.93	**	26.38
Rendimiento de materia seca (kg/Ha.)	4.06	**	26.07
Rendimiento de proteína foliar (Kg/Ha.)	2.37	*	27.29
(%) de proteína foliar (base seca)	1.749	N.S.	9.63
(%) de fibra cruda foliar (B.S.)	1.247	N.S.	11.28
Rendimiento de semilla (Kg/Ha.)	4.117	**	27.32
Rendimiento de proteína Sem. (Kg/Ha.)	4.02	**	28.32
(%) de proteína en semilla	3.377	**	7.17
(%) de fibra cruda en semilla	34.009	**	14.66
(%) de grasa en semilla	1.46	N.S.	13.51

Cuadro No. 6. Resumen de los Análisis de Varianza, localidad 2 (Pachalí)

VARIABLE	Fc		C.V.
(%) de germinación	1.362	N.S.	17.58
Días a emergencia	16.02	**	10.77
Rendimiento de materia verde (Kg/Ha.)	11.25	**	22.69
Rendimiento de materia seca (Kg/Ha.)	11.18	**	25.58
Rendimiento de proteína foliar (Kg/Ha.)	3.96	**	26.57
(%) de proteína foliar (base seca)	.80	N.S.	11.31
(%) de fibra cruda foliar (B.S.)	1.68	N.S.	11.03
Rendimiento de semilla (Kg/Ha.)	7.79	**	26.40
Rendimiento de proteína Sem (Kg/Ha.)	6.61	**	28.64
(%) de proteína en semilla	2.91	**	6.81
(%) de fibra cruda en semilla	23.98	**	15.83
(%) de grasa en semilla	2.5	*	6.56

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5% (2.01)

** = Altamente significativo al 1% (2.7)

Cuadro No. 7. Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 1 (CEDA).

DIAS A EMERGENCIA			RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		
No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%	No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%
2	7.67 a	W' = 3.37	16	655.83 a	W' = 296.8
5	7.67 a		12	543.74 a	
7	7.34 a		1	343.68 a b	
6	7 a		7	419.44 b	
4	6.67 a		14	404.86 b	
3	5.34 a		5	390.27 b	
10	5.34 a		10	376.39 b c	
12	5.34 a		5	363.47 b c	
1	5 a		11	334.02 c	
11	5 a		2	329.99 c	
13	5 a		9	329.16 c	
14	5 a		13	324.72 c d	
15	5 a		6	313.19 c d	
16	5 a		3	236.25 d	
8	4.67 a		4	230.83 d	
9	4.67 a		15	228.33 d	
RENDIMIENTO DE MATERIA SECA			RENDIMIENTO DE PROTEINA FOLIAR		
12	78.19 a	W' = 39.38	12	20.50 a	W' = 125.14
16	74.47 a		1	18.70 a	
1	64.99 a b		16	17.22 a b	
14	60.58 a b		14	15.74 b	
9	56.52 b		9	15.14 b	
7	52.08 b		7	14.98 b	
8	50.96 b		8	14.36 b	
10	50.69 b		5	14.19 b	
5	46.66 b		10	13.91 b	
2	45.83 b		2	13.59 b	
13	44.16 b		13	11.84 b	
6	42.91 b c		6	11.83 b	
11	41.52 b c d		11	10.65 b	
15	31.8 c d		4	8.63 b	
4	27.77 c d e		15	8.32 b c	
3	25.08 d e		3	7.66 c	

Tratamientos con igual letras, son estadísticamente iguales.

Cuadro No. 8. Pruebas de Tukey para las variables significativas en la localidad 1 (CEDA).

RENDIMIENTO DE SEMILLA			RENDIMIENTO DE PROTEINA EN SEMILLA		
No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%	No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%
7	2689.58 a	W' = 1413.41	11	442.5 a	W' = 238.33
11	2406.87 a		7	379.22 a	
8	2290.62 a b		8	363.91 a b	
6	2188.54 b		6	344.56 b	
1	1979.16 b		13	313.41 b	
13	1922.91 b		1	278.62 b	
5	1819.79 b		5	259.7 b	
2	1781.24 b		16	246.31 b	
12	1594.79 b		14	245.48 b	
16	1557.29 b		2	234.82 b	
14	1537.49 b c		12	229.45 b c	
10	1156.24 c		10	183.28 c	
3	1146.87 c d		3	174.29 c	
9	1081.25 d		15	151.57 c	
15	1032.29 d		9	149.2 c d	
4	922.91 d		4	135.88 d	

(%) DE PROTEINA SEMILLA			(%) FIBRA CRUDA EN SEMILLA		
11	17.54 a	W' = 3.29	3	9.61 a	W' = 3.6
13	16.65 a b		6	8.53 b	
14	16.09 a b		5	8.43 b c	
8	15.87 b		4	7.94 b c d	
10	15.82 b		2	7.02 b c d e	
16	15.75 b		7	6.81 b c d e f	
6	15.48 b		14	4.39 f	
3	15.27 b		16	4.14 f	
4	14.69 b		8	3.5 f g	
15	14.55 b		13	3.42 g	
12	14.45 b c		15	3.39 g h	
7	14.17 c		11	3.2 h	
5	14.08 c		12	3.04 h	
1	14.0 c		9	2.9 h	
9	13.88 c d		10	2.89 h	
2	13.24 d		1	2.04 h	

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Cuadro No. 9. Pruebas de Tukey para las variables significativas de la localidad 2 (Pachalí, S.R.)

DIAS A EMERGENCIA			RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		
No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%	No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%
2	10.67 a	W' = 2.21	2	491.43 a	W' = 168.88
6	9 a		5	432.41 a b	
1	8.67 b c		7	357.18 a b c	
4	8.34 c		6	279.3 c	
5	8 c d		11	274.3 c	
3	6.67 d		10	250.46 c d	
10	6.67 d e		13	248.14 d	
11	6.34 e		14	240.5 d	
14	6.33 e f		12	218.05 d	
16	6 f g		8	209.34 d	
7	5.67 g		16	206.01 d e	
8	5.67 g		15	183.33 e	
12	5.34 g		9	174.53 e	
13	5.34 g		3	129.76 e	
15	5 g		1	126.12 e f	
9	4.67 g		4	92.77 f	
RENDIMIENTO DE MATERIA SECA			RENDIMIENTO DE PROTEINA FOLIAR		
2	66.17 a	W' = 25.12	2	18.40 a	W' = 96.23
7	60.01 a b		7	15.92 a b	
5	54.92 a b		5	15.48 a b	
6	44.41 b c d		13	15.25 b	
13	35.11 c d e		6	14.75 b	
14	29.50 e		12	13.71 b	
12	28.98 e		4	11.92 b	
11	28.09 e		9	11.92 b	
10	27.03 e		16	11.67 b	
16	26.87 e		11	11.50 b	
15	25.18 e		10	11.10 b c	
8	24.24 e		15	10.96 b c d	
3	19.74 e f		1	8.24 c d	
9	17.03 f		8	7.44 c d	
4	14.8 f		3	7.03 c d e	
1	14.3 f		4	5.14 e	

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Cuadro No. 10. Pruebas de Tukey para las variables significativas de la localidad 2 (Pachalí, S.R.).

RENDIMIENTO DE SEMILLA			RENDIMIENTO DE PROTEINA EN SEMILLA		
No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%	No. DE CULTIVAR	\bar{X}	COMPARADOR AL 5%
5	2991.66 a	W' = 1265.79	5	407.54 a	W' = 187.27
6	2615.62 a		6	346.59 a	
7	2465.62 a b		7	315.12 a b	
11	2092.7 b		11	293.71 b	
13	1970.83 b c		13	278.5 b	
1	1647.91 c		1	255.65 b c	
16	1605.2 c		16	215.72 c	
14	1434.37 c d		14	207.1 c	
12	1305.2 d		8	172.75 c	
8	1223.95 d e		12	166.55 c d	
9	1139.58 e		9	151.1 d	
4	1020.53 e		4	146.2 d	
2	870.82 e		10	125.02 d	
15	966.66 e		15	124.58 d	
10	963.54 e f		3	116.61 d	
3	796.87 f		2	114.81 d	

(% PROTEINA EN SEMILLA)		(% FIBRA CRUDA EN SEMILLA)		(% GRASA SEMILLA)	
No. DE CULTIVAR	\bar{X}	No. DE CULTIVAR	\bar{X}	No. DE CULTIVAR	\bar{X}
	W' = 2.82		W' = 2.43		W' = 1.8
1	15.43 a	3	9.17 a	13	8.27 a
3	14.62 b	2	9.09 a	12	7.91 b
14	14.44 b	5	7.6 b	16	7.87 b
4	14.38 b	7	7.05 b c	15	7.87 b
8	14.24 b	6	6.84 b c d	10	7.64 b
11	14.09 b	4	6.68 c d e f g	3	7.04 b
13	14.06 b	8	3.93 h	6	6.36 b
5	13.63 b	1	3.69 i	5	6.24 b
16	13.28 b	14	3.65 i	11	6.15 b
9	13.28 b	12	3.64 i	2	6.11 b
6	13.24 b	16	3.54 i	9	6.09 b
15	12.85 b	13	3.48 i	7	5.9 b
10	12.84 b	11	3.28 i	1	5.88 b
12	12.78 b	9	3.2 i	14	5.6 b
7	12.67 b c	10	3.09 i	4	5.59 b c
2	11.85 c	15	2.86 i	8	5.17 c

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

CUADRO No. 11. Resumen de las variables estudiadas de los cultivares de bielo (*Amaranthus* spp.) evaluadas en el Centro Experimental de Agronomía (CEDA), localidad 1.

	(1) H.S.	(2) 254	(3) 350	(4) 492	(5) 637	(6) 747	(7) 23206	(8) 17-GUA	(9) 55PERU	(10) 2-USA	(11) 8-USA	(12) 17-USA	(13) 7-USA	(14) 10-USA	(15) 3-USA	(16) 20-USA
Días a emergencia	5	7	5	6	7	7	7	4	4	5	5	5	5	5	5	5
% de germinación	65.3	46	52.3	43.3	51	35	45	64	54.6	54.6	72.1	55.3	53.6	72.5	50.3	56.6
Altura cosecha de hoja (cms.)	18.2	21.3	14.6	17	19.8	25	21.9	26.7	25.8	24.2	22.2	19.5	25.6	39.3	20.1	28.9
Rend. materia verde (hojas y pacifolos (Kg/Ha))	434.68	329.99	236.25	230.86	363.47	313.19	419.44	390.21	329.16	376.39	334.02	543.74	324.72	404.86	228.33	655.83
Rend. Materia seca (Kg/Ha)	64.9	45.5	25	27.7	46.6	42.9	52	50.9	58.5	50.6	41.5	78.1	44.1	60.5	31.8	74.4
Rend. Proteína foliar (Kg/Ha)	18.70	13.59	7.66	8.63	14.19	11.83	14.98	14.36	15.14	13.91	10.65	20.50	11.84	15.74	8.32	17.22
% Proteína foliar (S.S.)	28.7	29.8	30	29.9	29.7	27.5	29.1	27.9	26.9	27.3	25.8	25.8	26.9	26	25.8	22.7
% Fibra cruda foliar (S.S.)	12.4	14.2	14.2	14	13.7	14.2	12.3	13.6	11.9	12.1	13.7	11.9	14.4	14.5	12.4	13.3
Altura floración (cms.)	111.56	276.66	90.33	83.7	52.03	87.61	108.56	72.5	120.86	111.03	102.34	80.76	44.76	39.36	96.1	69.9
Días a floración	55	145	63	65	48	57	63	48	63	68	60	59	45	33	68	57
Altura corte semilla (cms.)	183.8	312.33	158.06	177.06	162.4	180.43	198.3	195.43	215.23	274.7	177.56	140.43	148.03	135.16	210.83	152.86
Días a cosecha semilla	112	171	99	108	99	107	118	111	127	128	101	113	102	94	128	99
Rend. semilla (Kg/Ha)	1979.16	1781.24	1146.87	922.91	1819.79	2188.54	2689.58	2290.62	1081.25	1156.24	2496.87	1594.79	1922.91	1537.49	1032.29	1557.29
Rend. Proteína Sem. (Kg/Ha)	278.62	234.82	174.29	135.88	259.7	344.56	379.22	363.91	149.2	183.28	442.5	229.45	314.41	254.78	151.57	246.31
% Proteína semilla	14.	13.2	15.2	14.6	14.	15.4	14.1	15.8	13.8	15.8	17.5	14.4	16.6	16	14.5	15.7
% Fibra cruda semilla	2.04	7.02	9.61	7.94	8.43	8.53	6.81	3.5	2.9	2.89	3.2	3.04	3.42	4.39	3.39	4.14
% Grasa en semilla	6.21	5.41	7.89	5.68	6.01	7.43	7.03	7.36	7.51	7.22	6.55	6.50	7.4	6.39	6.27	6.40
Color de las hojas	VERDE	VERDE	ROJO MORADO	MANCHADO	VERDE	MANCHADO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	MANCHADO	VERDE AMARILLO	VERDE	VERDE	ANARANJADO
Color del tallo	VERDE	VERDE	ROJO	LISTADO	VERDE	ROJO	VERDE	VERDE	LISTADO	LISTADO	VERDE	ROJO	VERDE	LISTADO	VERDE	ANARANJADO
Color de inflorescencia	VERDE AMARILLO	VERDE	ROJO	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE	LISTADO	VERDE	VERDE	VERDE AMARILLO	LISTADO	VERDE	ANARANJADO
Color de semilla	BLANCO AMARILLO	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO	BLANCO AMARILLO	AMBAR	BLANCO	BLANCO AMARILLO	BLANCO	BLANCO AMARILLO	BLANCO AMARILLO	BLANCO	AMBAR

CUADRO no. 12. Resumen de las variables estudiadas de los cultivares de bielo (*Amaranthus* esp.) evaluadas en el Centro Experimental del INCAP, Pochil, San Raymundo, localidad 2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
	N.S.	254	350	492	637	747	23206	17-GUA	55-PERU	2-USA	8-USA	17-USA	7-USA	10-USA	3-USA	20-USA	
Días a emergencia	8	10	6	8	8	9	5	5	4	6	6	5	5	6	5	6	
% de germinación	53.3	65.6	89.5	55.2	59.9	64.1	65.6	63.6	66	56	59	69	68	73.3	45.6	72.6	
Altura cosecha de hoja (cms)	17.2	34.5	19	11.8	35	55.1	33.7	19.3	27	14.2	23.5	23.7	29.7	25.4	18.4	25	
Rend. materia verde neto (Kg/ha)	126.12	491.43	129.78	92.77	432.41	279.39	357.18	209.34	174.53	250.46	274.3	218.05	248.14	240.5	183.33	206.01	
Rend. materia seca (Kg/ha)	14.3	66.17	19.74	14.8	54.92	44.41	60.01	24.24	17.03	27.03	28.09	28.98	35.11	29.5	25.18	26.87	
Rend. Proteína foliar (Kg/ha)	13.71	18.40	5.14	8.24	15.92	11.92	15.48	11.67	14.75	10.96	7.44	15.25	11.	11.92	7.03	11.50	
% proteína foliar (B.S.)	26.2	27.7	25.8	26.6	28.5	26.9	26.1	24.6	27.7	28.2	26.2	29	31	28.8	28	25.7	
% fibra cruda foliar (B.S.)	13.46	13.99	16.13	16.01	16.19	15.32	12.81	12.68	13.29	14.47	14.03	15.87	13.47	14.83	13.92	15.16	
Altura a floración (cms.)	93.6	240.1	114.56	95.1	118.7	94.6	106.4	65.6	94.8	88.96	100.3	82.1	101.4	87.7	80	73.8	
Días a floración	72	138	73	75	64	44	68	68	74	78	69	67	68	63	74	63	
Altura corte semilla (cms.)	218.36	290.8	204.33	175.96	199.86	198.1	168.23	147.76	232.9	236.1	196	189.3	169.06	168	219	170.26	
Días a cosecha de semilla	123	173	114	127	124	124	122	127	127	127	118	120	120	117	127	114	
Rend. de semilla (Kg/ha.)	1647.91	970.83	796.87	1020.83	2991.66	2615.62	2465.62	1223.95	1139.58	963.54	2092.7	1305.26	1970.83	1434.37	966.66	1605.2	
Rend. proteína semilla (Kg/ha)	255.65	114.81	116.61	146.2	407.54	346.59	315.13	172.75	151.1	125.02	293.71	166.55	278.58	207.1	124.53	215.72	
% proteína en semilla	15.4	11.8	14.6	14.3	13.6	13.2	12.6	14.2	13.2	12.8	14	12.7	14	14.7	12.8	13.5	
% fibra cruda en semilla	3.69	9.09	9.17	6.68	7.6	6.84	7.05	3.93	3.2	3.09	3.28	3.64	3.48	3.65	2.86	3.54	
% grasa en semilla	5.88	6.11	7.04	5.59	6.24	6.36	5.9	5.17	6.09	7.64	6.15	7.91	8.27	5.65	7.87	7.87	
Color de las hojas	VERDE	VERDE	ROJO MORADO	MANCHADO	VERDE	MANCHADO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	MANCHADO	VERDE	VERDE	VERDE	ANARANJADO	
Color del tallo	VERDE	VERDE	ROJO	LISTADO	VERDE	ROJO	VERDE	VERDE	LISTADO	LISTADO	VERDE	ROJO	VERDE	LISTADO	VERDE	ANARANJADO	
Color de inflorescencia	VERDE AMARILLO	VERDE	ROJO	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE	LISTADO	VERDE	VERDE	ROBADO	VERDE	LISTADO	VERDE	ANARANJADO
Color de la semilla	BLANCO AMARILLO	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO CAFE	NEGRO	BLANCO AMARILLO	AMBAR	BLANCO	BLANCO AMARILLO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	AMBAR	

En lo que respecta al rendimiento de proteína foliar, debido a un estrecho rango en el porcentaje de proteína entre los cultivares para ambas localidades se mantuvo la misma tendencia que para rendimiento foliar en cuanto a los cultivares sobresalientes y los menos eficientes.

En los cuadros No. 13 y 14 vemos que existe una correlación positiva lentamente significativa en el rendimiento de proteína foliar con el rendimiento de materia verde, en la localidad 2 fue el mismo cultivar (17-USA), sin embargo en la localidad 1 no coincidió el mismo cultivar en el rendimiento de materia verde y el rendimiento de proteína foliar, debido a que el material 17-USA tiene mayor porcentaje de proteína (25.8%) que el cultivar 20-USA con solamente 22.7%. Ver cuadros No. 11 y 12.

Existe una correlación significativa pero negativa en el porcentaje de proteína foliar versus altura de planta al momento de corte de hoja, para ambas localidades, o sea que a mayor altura menor el contenido de proteína, esto significa que entre más pequeño se consume el amaranto el valor nutricional será mayor (Cuadros No. 13 y 14).

Es importante señalar que altura de planta a 35 días de edad no tuvo diferencia en ambas localidades, sin embargo, al momento de la floración y cosecha de semilla la altura de la mayoría de los cultivares fué mayor en la localidad 2, al igual que también fueron más tardíos, lo cual nuevamente puede deberse a una menor temperatura en el ambiente. En este caso el cultivar F.A.-254 tuvo una altura muy superior a los restantes, en ambas localidades, con 312.33 y 290.8 cms. en la cosecha en la localidad 1 y 2 respectivamente. También fué el más tardío ya que necesitó 171 y 173 días para ser cosechado en las mismas localidades. El resto de cultivares oscilaron entre 114 y 127 días en la localidad 2 y entre 94 y 128 días en la localidad 1. Los cultivares más precoces en su orden fueron: 10-USA, 20-USA y F.A.-350 en ambas localidades con un promedio de 106 días a cosecha (cuadros No. 11 y 12).

En cuanto a los rendimientos de semilla, en la localidad 1 sobresalen los materiales INCAP-23206 con 2689.58 Kg/Ha., 8-USA con 2496.87 Kg/Ha. y 17-GUA con 2290.6 Kg/Ha., sin embargo, con respecto a los demás son estadís-

ticamente iguales (cuadro No. 8); y de los anteriores, el cultivar 8-USA conjugó un aceptable rendimiento de semilla con el mayor porcentaje de proteína en semilla (17.54%), y uno de los menores porcentajes de fibra cruda 3.2%; este podría ser un cultivar promisorio, ya que alcanzó solamente 101 días a cosecha, siendo el segundo más precoz entre todos los materiales evaluados con un promedio de 177 cms. de altura, siendo un poco alta con respecto al que alcanzó la menor altura de 135 cms. El INCAP-23206, además de su alto rendimiento en semilla, también es buen productor de hoja y con buen balance aceptable entre proteína y fibra (Cuadro No. 11).

En la localidad 2, los mayores rendimientos fueron para los cultivares F.A.-637 con 2991.66 Kg/Ha., F.A.-747 con 2615.62 Kg/Ha y el INCAP-23206 con 2465.52 Kg/Ha., siendo estadísticamente iguales (Cuadro No. 10), sin embargo, su porcentaje de proteína para cada uno fue de 13.63, 13.24 y 12.67 respectivamente (Cuadro No. 12). Los cultivares de semilla negra obtuvieron porcentajes de fibra cruda altos en relación a los cultivares de semilla blanca, para el F.A.-637 con 7.6%, el F.A.-747 con 6.84% y el INCAP-23206 con 7.05%, esto los hace menos asimilables que los de semilla blanca. Otro inconveniente es que son un poco tardíos, 124 días y sus alturas alcanzaron los 200 cms. como promedio, lo que los hace más difíciles de cosechar. Sin embargo, como observamos en contraposición a todo esto sus rendimientos fue ron mucho mayores que en la localidad 1.

Nuevamente el cultivar 8-USA conjugó muy bien el rendimiento de semilla (2406.58 Kg/Ha.) con el mayor porcentaje de proteína (17.45%) en la semilla, asimismo, un bajo porcentaje de fibra cruda (3.2%); si vemos que el mayor porcentaje de fibra cruda es de 9.61%, esto le dá la particularidad de ser excelente para la producción de proteína. Por último tenemos que el porcentaje de grasa para este cultivar fué de 6.55%, pero estadísticamente es igual según el ANDEVA (cuadros No. 5 y 8). Sin embargo, lo supera el material F.A.-637 el cual dió el mayor rendimiento de semilla por Ha. (2991.66 Kg/Ha.) aunque el porcentaje de proteína fué relativamente alto (13.6%), teniendo el inconveniente que su porcentaje de fibra cruda (7.6%) es relativamente alto, si consideramos que los cultivares de semilla blanca poseen me-

nores porcentajes. El porcentaje de grasa en el cultivar F.A.-637 fué de 6.01%, pero estadísticamente son iguales en los 16 cultivares, teniendo además rendimiento foliar y bajo contenido de fibra. Según lo anterior, los cultivares 8-USA e INCAP-23206 pueden considerarse promisorios para la región del altiplano Central.

Los rendimientos sobresalen a los estudios realizados por Tujab Medina (18), quién reporta en su trabajo de tesis un máximo de 1819.83 Kg. de semilla/Ha. y Estrada Muy (4) reporta un máximo de 1815.94 Kg/Ha.

Referente a las correlaciones, es importante resaltar que en ambas localidades resulta negativamente significativo el ciclo vegetativo con respecto al contenido de proteína en la semilla, ya que días a cosecha/% de proteína en semilla, y la diferencia de días a floración y cosecha versus % de proteína, correlacionan negativamente, aunque en la última solo ocurre en la localidad 1 (Cuadros No. 13 y 14).

Es interesante observar las curvas de crecimiento (cuadros No. 15 y 16) que en términos generales demuestran que en la localidad 1 los cultivares tienen un crecimiento más rápido en los primeros 30 días pero al final alcanzan una menor altura a cosecha que en la localidad 2. Además nos damos cuenta en los primeros 25 días se manifiesta un crecimiento relativamente lento de .4 a 1.31 cms/día, después de este período el comportamiento aumenta hasta los 50 días, creciendo de 3.8 a 4.3 cms/días, después empieza a disminuir de 0.53 a 2.58 cms. a los 75 días, en el cual el crecimiento se detiene en las líneas precoces, tal es el caso del cultivar 10-USA entre los 87 a 99 días de edad, mientras en los cultivares tardíos como el F.A.-254 el crecimiento prosigue de tal manera que se hicieron 14 lecturas, llegando a un mayor crecimiento (300.4 cms.), lo que dificulta enormemente su cosecha y por ende aumenta la mano de obra en su cultivo.

Debe hacerse notar que la curva de crecimiento fue muy ambigua en cuanto a su comportamiento, debido esencialmente a condiciones climáticas, y en particular de las precipitaciones que fueron escasas en el período del tra-

bajo experimental de campo, esto es de hacerse notar no solamente para las localidades donde se hizo el estudio, sino para todo el país en general (Gráfica No. 4, Apéndice III).

En la localidad 2, los promedios de altura van desde 3.26 cms. en la primera lectura hasta 298.8 cms. en la última lectura, en el material más tardío, el F.A.-254. Los primeros 25 días al igual que en la anterior localidad, el crecimiento es lento de 0.18 a 0.7 cms./día, después de este período hasta los 50 días se observa un alto crecimiento, que va de 2.82 a 6.48 cms/día, de allí en adelante el desarrollo de los cultivares fue muy variable, en algunos casos aumentó y en otros disminuyó; su causa principal fue la época lluviosa que aparte de ser muy variable, se acentuó una marcada sequía. Al igual que en la localidad 1, el cultivar más precoz y con menor altura, fue el 10-USA con 117 días y 168 cms. de altura, mientras el más tardío igualmente fue el F.A.-254 con 173 días y 298 cms. de altura (Gráfica No. 4, Apéndice III).

Cuadro No. 13. Análisis de correlación para las variables estudiadas en la localidad 1 (CEDA).

VARIABLE	CORRELACION	
Rend. de materia verde/altura cosecha de hoja	.5325	*
Rend. de materia verde/% proteína foliar	+.4432	N.S.
Rend. de materia verde/% fibra cruda foliar	-.4350	N.S.
Rend. de materia verde/Rend. de proteína foliar	.6382	**
Rend. de proteína foliar/% proteína foliar	-.3170	N.S.
% proteína foliar/altura cosecha de hoja	-.5520	*
% fibra cruda foliar/altura cosecha de hoja	.2158	N.S.
Días a floración/% proteína en semilla	.4960	N.S.
Días a floración/% fibra cruda en semilla	.2134	N.S.
Días a cosecha semilla/% proteína en semilla	-.5730	*
Días a cosecha semilla/% fibra cruda en semilla	-.0430	N.S.
Dif. días floración/cosecha/rendimiento de semilla	.2120	N.S.
Dif. días floración/cosecha/% proteína en semilla	-.7330	*
Dif. días floración/cosecha/% fibra cruda semilla	-.7850	*
Altura cosecha semilla/% proteína en semilla	-.3830	N.S.
Altura cosecha semilla/% fibra cruda en semilla	-.3000	N.S.
Dif. altura floración/cosecha/rendimiento de semilla	-.1990	N.S.
Dif. altura floración/cosecha/% proteína semilla	.0230	N.S.
Rend. de semilla/rendimiento de proteína en semilla	.9666	**
Rend. proteína semilla/% proteína en semilla	.3300	N.S.
% proteína en semilla/% fibra cruda en semilla	-.6995	*

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5% (.497)

** - Significativo al 1% (.623)

Cuadro No. 14. Análisis de correlación para las variables estudiadas en la localidad 2 (Pachalí, San Raymundo).

VARIABLE	CORRELACION	
Rend. de materia verde/altura cosecha de hoja	.6062	*
Rend. de materia verde/% proteína foliar	.2339	N.S.
Rend. de materia verde/% fibra cruda foliar	-.0830	N.S.
Rend. de materia verde/rendimiento proteína foliar	.6432	**
Rend. proteína foliar/altura cosecha de hoja	.4466	N.S.
% proteína foliar/altura cosecha de hoja	-.5550	*
% fibra cruda foliar/altura cosecha de hoja	.0374	N.S.
Días a floración/rendimiento de semilla	-.4750	N.S.
Días a floración/% proteína en semilla	-.4330	N.S.
Días a cosecha de semilla/% proteína en semilla	-.5570	*
Días a cosecha de semilla/% fibra cruda en semilla	-.4188	N.S.
Dif. días a floración/cosecha/rendimiento de semilla	.6048	*
Dif. días a floración/cosecha/% proteína semilla	-.0660	N.S.
Dif. días a floración/cosecha/% fibra cruda semilla	-.0040	N.S.
Altura cosecha semilla/% proteína semilla	-.4650	N.S.
Altura cosecha semilla/% fibra cruda semilla	-.2500	N.S.
Dif. altura floración/cosecha/% proteína semilla	.0316	N.S.
Dif. altura floración/cosecha/% fibra cruda semilla	-.5910	*
Rendimiento semilla/rendimiento proteína en semilla	.9898	**
Rendimiento proteína en semilla/% proteína en semilla	.1529	N.S.
% proteína semilla/% fibra cruda en semilla	-.1550	N.S.

N.S. = No significativo

* = Significativo al 5% (.497)

** = Significativo al 1% (.623)

CUADRO No. 15. Promedio del crecimiento de 16 cultivares de bledo (*Amaranthus ssp.*) cada 12 días en la localidad 1. CEDA.

DIAS ETAPA DE CRECIMIENTO	No. DE LECTURA	INTERVALOS DE DIAS	CULTIVARES															
			1 H.S.	2 254	3 350	4 492	5 637	6 747	7 23206	8 17-GUA	9 55 PERU	10 (cms.) 2-USA	11 8-USA	12 17-USA	13 7-USA	14 10-USA	15 3-USA	16 20-USA
0- 25	1	25	12.93	17.03	10.23	11.5	14.2	14.2	17.13	20.43	20.76	18.26	17.53	15.26	20.73	32.9	15.46	20.3
25- 37	2	12	18.23	21.3	14.66	17.06	19.86	25.08	21.93	26.7	25.83	24.26	22.26	19.56	25.6	84.9	20.01	28.98
37- 49	3	12	54.16	61.76	42.8	39.8	48.03	59.03	52.7	70.4	69.16	55.86	55.23	45.86	44.76	112.9	51.43	61.0
49- 61	4	12	102.3	106.7	93.8	76.3	99.9	105.31	100.1	105.3	120.86	118.23	112.3	91.5	92.8	127.13	86.1	104.93
61- 73	5	12	146.16	143.7	110.5	122.86	133.76	139.76	147.3	155.46	146.9	141.03	148.03	118.06	114.86	127.13	133.93	131.6
73- 85	6	12	162.4	169.4	141.5	149.4	155.7	167	167.8	168.9	170.1	168.96	169.96	125.7	130.5	133.5	164.83	149.4
85- 97	7	12	175.7	182.1	153.9	153.8	162.23	181.6	173.4	182.8	184.2	184.2	174.04	134.63	140.5	133.16	181.1	150.4
97-109	8	12	181.4	194.7	155.06	167.4	162.4	190.5	189.2	190.3	200.1	209.4	177.56	139.53	147.3	135.4	200.7	152.8
109-121	9	12	183.8	209.4	-	177.06	-	198.43	198.1	195.4	202.	219.56	-	140.43	148.03	-	210.83	-
121-133	10	12	184.2	249.4	-	-	-	200.4	200.4	-	205.	225.21	-	-	-	-	215.8	-
133-145	11	12	-	270.1	-	-	-	-	-	-	215.2	229.7	-	-	-	-	220.83	-
145-157	12	12	-	282.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
157-169	13	12	-	294.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
169-181	14	12	-	300.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROYECTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DEL GOBIERNO NACIONAL
 CUADRO No. 15

CUADRO No. 16. Promedio de crecimiento de 16 cultivares de bledo (Amaranthus ssp.), cada 12 días en la localidad 2 (Pachali, San Raymundo)

DIAS ETAPA DE CRECIMIENTO	No. DE LECTURA	INTERVALOS DE DIAS	CULTIVARES															
			1 H.S.	2 254	3 350	C R E C I M I E N T O			D U R A N T E			L A			E T A P A (cms.)			
			492	637	747	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
			17-GUA	55-PERU	2-USA	8-USA	17-USA	7-USA	10-USA	3-USA	20-USA							
0- 25	1	25	6.36	16.06	5.26	3.63	15.63	17.6	14.96	7.23	9.86	4.8	8.4	8.96	12.93	8.33	6.2	8.6
25- 37	2	12	17.26	34.5	19.06	11.83	35.06	55.16	33.73	19.06	27.06	14.2	23.56	23.76	29.73	25.46	18.46	25.1
37- 49	3	12	68.1	112.26	86.2	61.96	103.13	89.1	90.26	52.7	72.63	62.33	68.36	73.16	71.03	86.5	56.3	70.2
49- 61	4	12	93.6	129.8	114.56	93.7	122.4	134.23	115.63	76.53	94.23	78.96	90.3	87.96	98.23	111.26	78	97.8
61- 73	5	12	153.93	162.9	153.16	123.96	140.63	166.06	138.6	119.33	142.83	134.26	103.7	114.8	144.96	142.5	129.23	138.1
73- 85	6	12	191.9	196.63	185.4	143.96	150.1	179.06	151.6	135.1	176.7	175.3	142.1	147.73	153.7	151.4	155.8	156.3
85- 97	7	12	203.09	200.1	200	157.82	174.66	185.03	160.1	143.9	187.1	180	167.96	184.7	160.1	160.4	180.1	165.6
97-109	8	12	210.5	211.2	203.8	168.7	187.4	198.1	165.1	146.9	220.1	220.1	191.5	189.3	166.1	167.4	193.4	170.1
109-111	9	12	217.41	240.1	204.33	170.3	199.86	208.5	168.2	147.76	225.1	227.1	194.2	198.1	170.1	168.3	212.7	171.6
121-133	10	12	218.36	261.23	204.51	174.9	201.1	210.1	169.1	149.2	230.1	232.1	196	200.1	172.1	168.5	219.1	171.7
133-145	11	12	-	285.4	-	175.96	-	-	-	150.1	232.9	235.1	-	-	-	-	220.7	-
145-157	12	12	-	290.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
157-169	13	12	-	297.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
169-181	14	12	-	298.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I
 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14

VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye con lo siguiente:

1. Existe alta variabilidad en los cultivares de bledo (Amaranthus spp.) evaluados en ambas localidades en rendimiento de materia verde (hoja y pecíolos), rendimiento de proteína foliar, rendimiento de semilla, porcentaje de proteína en semilla y porcentaje de fibra cruda en semilla; lo que es ventajoso para futuros trabajos de fitomejoramiento. El porcentaje de germinación, porcentaje de proteína foliar, porcentaje de fibra cruda foliar y porcentaje de grasa en ambas localidades muestra uniformidad.
2. En la ciudad Capital sobresalieron en rendimiento de materia verde y rendimiento de proteína foliar los cultivares: INCAP-20-USA, con 655.83 y 17.22 Kg/Ha., el INCAP-17-USA con 543.74 y 20.5 Kg/Ha., y el F.A.-H.S. con 434.68 y 18.7 Kg/Ha., respectivamente.

En rendimiento de semilla, rendimiento de proteína en semilla y porcentaje de proteína en semilla sobresalieron: el cultivar INCAP-8-USA con 2496.87 Kg/Ha. de semilla, 442.5 Kg/Ha. de proteína y 17.54 % de proteína en semilla, al mismo tiempo presentó uno de los más bajos porcentajes de fibra cruda en semilla 3.2%, siendo el más precoz de su ciclo vegetativo con 101 días y una altura mínima de 102.4 cms. Fue el único cultivar que conjugó muy bien las variables más importantes en el estudio. Le siguen en importancia los materiales INCAP-23206, INCAP-17-GUA, F.A.-747 y el F.A.-H.S., aunque su altura dificulta su cosecha.

3. En Pachalí, San Raymundo, sobresalieron los materiales introducidos por la Facultad de Agronomía. En rendimiento de materia verde y rendimiento de proteína foliar están: F.A.-254 con 491.43 y 18.4

Kg./Ha., el F.A.-637 con 432.41 y 15.92 Kg/Ha., y el INCAP-23206 con 357.18 y 15.48 Kg/Ha.

En rendimiento de semilla, y rendimiento de proteína en semilla sobresalió el cultivar colectado por la Facultad de Agronomía, el F.A.-637 con 2991.66 Kg/Ha. de semilla y 407.54 Kg/Ha. de proteína, sin embargo, el porcentaje de fibra cruda en semilla fué relativamente alto 7.6%.

Su ciclo vegetativo fue de 124 días solamente 10 días más tardío que el cultivar más precoz. Su altura al momento de cosecha fué de 199.86 cms., lo que dificulta la misma. Le siguen en importancia los cultivares, F.A.-747, el INCAP-23206 y el F.A.-H.S.

4. El rendimiento de proteína foliar y el rendimiento de proteína en semilla, se incrementa en proporción directa al rendimiento de materia verde y de semilla, conjugando además el porcentaje de proteína que puedan tener tanto el follaje como la semilla.
5. Conforme aumenta los días a cosecha disminuye el contenido de fibra cruda, pero de manera poco significativa.
6. El rendimiento de materia verde (hojas y pecíolos), se incrementa conforme la altura de la planta, sin embargo, el contenido de proteína disminuye y aumenta el contenido de fibra cruda en el follaje.
7. En base a las curvas de crecimiento, esto es bastante lento en los primeros 25 días, aunque en la localidad de Pachalí, es aún más lento (0.13-0.70 cms/día), comparado con la ciudad Capital (0.41-0.83 cms/día), sin embargo, al final de la cosecha de semilla, en esta última localidad se alcanzaron menores alturas. En términos generales el crecimiento tiene un comportamiento logarítmico.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con las evaluaciones de amaranto, para contribuir al estudio del comportamiento genético de los cultivares y sus características, a través de experimentos realizados en las diferentes zonas de vida del país, y así sentar las bases para trabajos de fitomejoramiento.
2. Dar prioridad al cultivo de los materiales que conjuguen la mayoría de las características de baja altura, ciclo vegetativo corto, alto rendimiento y alto porcentaje de proteína, tal es el caso de los materiales: F.A.-H.S., F.A.-637, INCAP-23206, INCAP-8-USA, INCAP-17-USA, INCAP-20-USA, F.A.-747 e INCAP-17-GUA.
3. Promocionar el cultivo y consumo de semilla y hoja de amaranto, el cual es rico en proteína, minerales (Fe., Ca.) y aminoácidos esenciales, tales como Lisina y aminoácidos azufrados, los cuales son deficientes en el maíz, trigo, arroz y la mayoría de hortalizas.
4. Su promoción debe hacerse a través de todos los medios de comunicación y en especial con los agentes de extensión del sector público agrícola.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, A.M. 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. 48 p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (WASH.). 1970. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11th ed. Washington, D.C. 1094 p.
3. BRESSANI, R.; et al. 1983. Chemical composition, amino acid content and nutritive value of Guatemala grain amaranth. In Water Hemisphere Nutrition Congress (7, 1983. Fla.). Miami, Beach, Fla., INCAP. p. 44-52.
4. ESTRADA MUJ, M. 1987. Efecto de la poda sobre el rendimiento de semilla en cinco cultivares de bledo (Amaranthus spp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
5. GARCIA BASQUEZ, C. 1986. Evaluación del 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.
6. GRUBBEN, G.; et al. 1981. Genetic resources of Amaranthus. Roma, Italia. FAO. 57 p.
7. IMERI, A. 1984. Estudio de algunos aspectos químicos, biológicos y tecnológicos de 25 variedades de Amaranthus caudatus; informe anual. Guatemala, INCAP. p. 67-70.
8. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. 1962. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. 9 p.
9. JAIN, S. 1983. Genética y fitomejoramiento del amaranto. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Gua.) no. 4:1-4.
10. MAKUS, K. 1983. Características y potencial del amaranto tricolor en la zona intermedia sur de los EE.UU. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Gua.) no. 3:1-4.
11. MENDEZ FAJARDO, J. 1985. Evaluación del rendimiento de semilla a diferentes niveles de fertilización (N P K) en Amaranthus hypochondriacus L. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.

12. ODOJAN, R. 1983. El amaranto: una cosecha promisoriosa descuidada. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Gua.) no. 4:1-4
13. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1980. Fisiología vegetal aplicada. México, Trillas. 262 p.
14. SANCHEZ, M. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 238 p.
15. SIMMONS, CH.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducción por Pedro Tirado Salsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
16. STANDLEY, C.; et al. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, pte. 3, p. 143-157.
17. SUMAR, K. 1983. El pequeño gigante. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Gua.) no. 2:1-4.
18. TUJAB MEDINA, C. 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.
19. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 255 p.
20. VILLAFUERTE VILLEDA, A. 1986. Evaluación de 4 cultivares de bledo (Amaranthus spp.) en diferentes épocas de corte en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.

Vo Bo

Patualle



X. APENDICE

APENDICE I. Condiciones químicas del suelo en el Centro Experimental Docente de Agronomía.

pH	6.6
M.O.	3.5 %
Ca	14.63 Meq/100 gr. de suelo
Mg	3.43 Meq/100 gr. de suelo
P.	24.44 ppm
K.	304.33 ppm
Relación Ca/Mg	4.26/1 Meq/100 gr. de suelo
Textura	Franco-arcillo-arenosa
Arcilla	33.47 %
Limo	21.87 %
Arena	44.66 %

Condiciones químicas del suelo en la Finca Experimental del INCAP, Pachalí, San Raymundo, Guatemala.

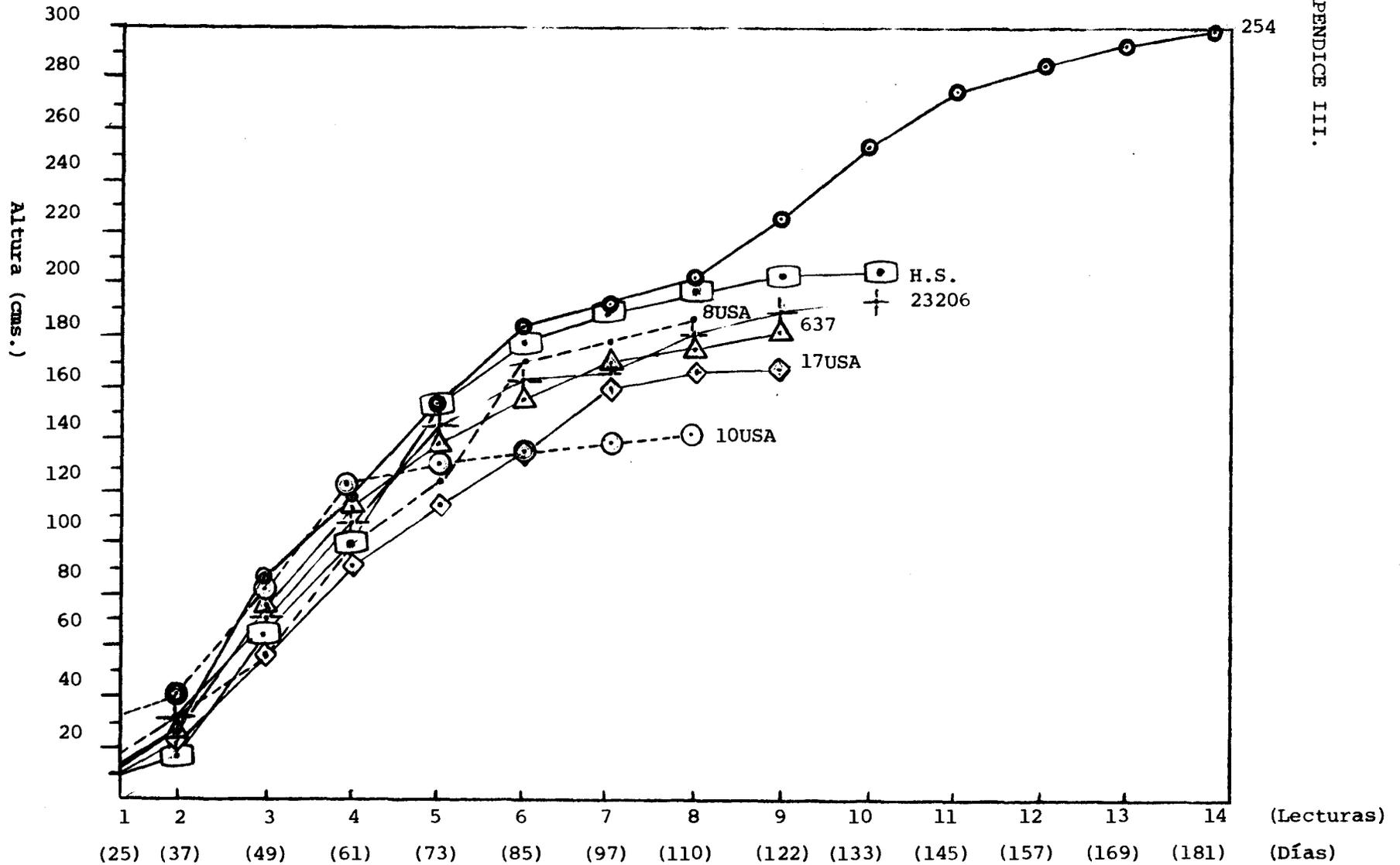
pH	6.75
M.O.	3.1 %
Ca.	10.16 Meq/100 gr. de suelo
Mg.	2.33 Meq/100 gr. de suelo
P.	50.00 ppm
K.	323.66 ppm
Relación Ca/Mg	4.36/1 Meq/100 gr. de suelo
Textura	Franco-arcilloso-fiabile
Arcilla	43.78 %
Limo	15.19 %
Arena	41.03 %

Muestra analizada en el Laboratorio de Suelos del ICTA.

APENDICE II. Cuadro para toma de datos de campo.

Cultivar	Bloque	Días a Emergencia	% de Germinación	Altura (cms.) Corte de Hoja	Crecimiento cada 12 días	Altura (cms.) momento corte hoja	Peso (gr) bruto fresco (hojas y peciolo)	Peso Seco (gr)	Días a Floración	Días a Madurez Fisiológica	Altura cosecha de semilla (cm)	Días a Cosecha	Peso de semilla (gr)	Color de semilla	Color de inflorescencia	Color de tallo	Color de hoja

Gráfica No. 4. Comparación de cultivares más sobresalientes de bleado para las diferentes variables evaluadas en ambas localidades.



APENDICE III.

APENDICE IV

Cuadro No. 17. Combinación de ANDEVAS en las localidades del CEDA y Pachallí, para las variables significativas.

F.V.	Días a Emer- gencia	Rend. Mat. Verde (Kg/Ha)	Rend. Mat. Seca (Kg/Ha)	Rend. Prot. Foliar (Kg/Ha)	Rend. de Semilla (Kg/Ha)	Rend. Prot. Semilla (kg/Ha)	Rend. Port. Semilla (%)	Fibra Cruda Semilla (%)
Localidad	29.52**	59.67**	61.39**	5.01*	1.9 NS	9.14**	51.69**	.034 NS
Tratamien- tos	11.21**	6.22**	6.07**	5.06**	5.59**	8.32**	4.34**	54.53**
Localidad por Trata- mientos	2.69*	5.25**	6.17**	.861 NS	1.7 NS	1.7 NS	2.02*	2.38*

F_t Localidad = 4 al 5% y 7.08 al 1%.

F_t Tratamientos y Localidad por Tratamientos = 1.84 al 5% y 2.35 al 1%.

La presente investigación se realizó bajo el auspicio del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos -(IBPGR en Inglés)-, del Grupo Consultivo de Investigación Internacional -(CGIAR en Inglés)-, como -- parte del Programa "Búsqueda, Conservación y Desarrollo de los Recursos Genéticos Vegetales de Guatemala", ejecutado conjuntamente con la ---- Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y - el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

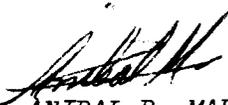
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O