

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CATORCE CULTIVARES DE AMARANTO
(Amaranthus spp.) EN CINCO LOCALIDADES
EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de
la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a religious or historical figure, surrounded by a wreath. The text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" is inscribed around the perimeter of the seal. The name "PIOR" is visible in the center of the seal.

MARIA CONCEPCION SANABRIA VELASQUEZ

en el acto de su investidura como

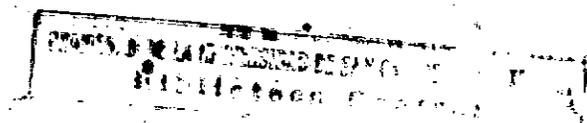
INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

en el grado académico de

LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1988



DL
01
T(1052)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal 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. Marco Antonio Milián
VOCAL QUINTO	P. A. Byron Milián
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....
.....

Guatemala,
6 de mayo de 1988

Ingeniero
Hugo Antonio Tobías V.
Director, Instituto de Investigaciones
Agronómicas
Presente

Señor Director:

Tengo el agrado de comunicarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del texto final de la tesis titulado: "Evaluación de catorce cultivares de Amarantho (Amaranthus spp) en cinco localidades de la República de Guatemala" ejecutado por la señorita María Concepción Sanabria.

Este trabajo constituye un valioso aporte al conocimiento básico e integral sobre el cultivo del Bledo para uso hortícola; y además por el trabajo práctico y conceptual que el mismo requirió recomendando una felicitación especial para la señorita Sanabria en el acto de graduación de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

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

/vdes

Guatemala, 13 de mayo de 1988

Ingeniero Agrónomo
Aníbal Martínez
DECANO
Facultad de Agronomía
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Presente.

Señor Decano:

Atentamente le informo que he procedido a asesorar el trabajo de Tesis de la Profesora MARIA CONCEPCION SANABRIA VELASQUEZ , titulado: " EVALUACION DE CATORCE CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus Spp), EN CINCO LOCALIDADES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA " .

Considerando que el presente trabajo llena todos los requisitos de una Tesis de Grado y que además constituye un valioso aporte en el conocimiento de la variabilidad Genético-Ambiental de este recurso fitogenético, recomiendo su aprobación.

Me es grato suscribime,

" ID Y ENSEÑAD A TODOS "



Ing. Agr. Mario Melgar M.
ASESOR

Guatemala,
Mayo de 1988

Señores
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía.

Señores:

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, expongo al criterio de ustedes el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE CATORCE CULTIVARES DE AMARANTO Amaranthus spp.) EN CINCO LOCALIDADES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA"

Esperando contar con la aprobación del mismo,

Atentamente,



María Concepción Sanabria Velásquez

mCSV.

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

Por ser mi todo

A MIS PADRES

Edwin G. Sanabria

Gloria F. Velásquez

Con amor

A MIS HERMANOS

Edwin Rolando

Celina Lucrecia, y

Luis Fernando

Por darme siempre su apoyo

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A

La Facultad de Agronomía

A

Mis maestros y catedráticos en general
mis agradecimientos por sus sabias en-
señanzas.

A

Mis compañeros y amigos que compartieron
y convivieron años de estudio.

A

La Congregación de Misioneros del Sagrado
Corazón de Jesús,
Por su apoyo espiritual y moral.

A

Todos los agricultores que se forjan
en el campo de nuestra Patria.

RECONOCIMIENTO

A

Ing. Agr. Aníbal B. Martínez

Por su orientación y asesoría durante la realización del presente trabajo de tesis.

A

Ing. Agr. M. Sc. Mario Melgar

Por su asesoría, tiempo e interpretación en el análisis estadístico de la investigación.

Al

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

Por haberme brindado los recursos necesarios para llevar a cabo este trabajo, particularmente al personal que me ayudó y orientó en el análisis químico.

A

Ing. Agr. Marino Barrientos

Por las observaciones y sugerencias planteadas para el mejoramiento del estudio.

I N D I C E

	Página
RESUMEN	i
I INTRODUCCION	1
II HIPOTESIS	2
III OBJETIVOS	3
IV REVISION DE LITERATURA	4
1. Usos de la planta Amaranto	
2. Características generales del género <u>Amaranthus</u>	5
3. Características de las especies	7
4. Requerimientos del cultivo	10
5. Composición química y valor nutritivo del Amaranto	12
6. Prueba de adaptabilidad	15
7. Estudios sobre el rendimiento de hoja y el contenido de proteína en varios genotipos de bledo realizado en otros países.	20
V MATERIALES Y METODOS	27
1. Localización de los experimentos	27
2. Material experimental	29
3. Metodología	30
4. Variables de respuesta	30
5. Análisis de los resultados	31
6. Manejo del experimento	37
VI RESULTADOS Y DISCUSION	39
VII CONCLUSIONES	79
VIII RECOMENDACIONES	81
IX BIBLIOGRAFIA	82
X APENDICE	84
XI ANEXO	92

INDICE DE CUADROS

		Página
1	Análisis bromatológico del Amaranto	14
2	Resumen de las medias por corte de las variables estudiadas en los cuatro cultivares de Bledo, Cobán, Alta Verapaz, 1986.	16
3	Interpretación de los parámetros de estabilidad.	19
4	Comportamiento de 30 genotipos de amaranto en cuatro localidades de la Mesa Central. México, 1987.	22
5	Parámetros de estabilidad para 30 genotipos de amaranto en cuatro localidades de la Mesa Central. México, 1987.	23
6	Contenido de proteína y lisina de genotipos de amaranto en diferentes localidades de México en 1985.	25
7	Efecto de la especie, tipo, color y cubierta de la semilla sobre la calidad nutritiva del Amaranto. México, 1985.	26
8	Características geográficas y climatológicas de las localidades donde se ubicaron los experimentos.	27
9	Lugar de procedencia de los 14 cultivares de <u>Amaranthus</u> spp. evaluados, Guatemala, 1986.	29
10	Análisis de varianza para el diseño de bloques al azar.	32
11	Análisis de varianza utilizado para la estimación de los parámetros de estabilidad.	35
12	Resumen de los ANDEVAS para las cinco localidades estudiadas en <u>Amaranthus</u> spp.	40
13	Resumen de los resultados de altura (cms) para los 14 cultivares de Amaranto en cinco localidades de Guatemala, 1986.	41

14	Resumen de los resultados de rendimiento en materia verde (Kg/há) para los 14 cultivares de Amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	43
15	Resumen de los resultados de rendimiento de materia seca (Kg/ha) para los 14 cultivares de amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	44
16	Resumen de los resultados de contenido de fibra (%) para los 14 cultivares de amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	45
17	Resumen de los resultados del contenido de proteína (%) para los 14 cultivares de amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	46
18	Resumen de los resultados de rendimiento de proteínas (Kg/ha) para los 14 cultivares de amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	47
19	Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en altura.	48
20	Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en materia verde.	49
21	Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en materia seca.	50
22	Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en contenido de proteína y contenido de fibra cruda.	52
23	Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en rendimiento de proteína.	53
24	Resumen de los ANDEVAS combinados de las cinco localidades del <u>Amaranthus</u> spp.	54

25	Resultados de las pruebas de Tukey de las cinco localidades para las variables significativas. Guatemala, 1986.	56
26	Análisis de correlación para las variables estudiadas del Amarantho (<i>Amaranthus</i> spp.) en las cinco localidades de Guatemala, 1986.	57
27	Resultados de los promedios obtenidos de los carotenos en <i>Amaranthus</i> spp. Rep. II, CEDA, 1986.	58
28	Análisis de estabilidad para altura de planta de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	60
29	Análisis de estabilidad para rendimiento de materia verde de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	61
30	Análisis de estabilidad para rendimiento de materia seca de 14 cultivares evaluados en cinco localidades, Guatemala, 1987.	62
31	Análisis de estabilidad para rendimiento de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	63
32	Análisis de estabilidad para contenido de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	64
33	Análisis de estabilidad para contenido de fibra de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	65
34	Parámetros de estabilidad y prueba de Tukey para medias de altura de planta de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	67
35	Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de materia verde de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	68
36	Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de materia seca de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.	69

- 37 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987. 70
- 38 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de contenido de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987. 71
- 39 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de fibra cruda de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987. 72
- 40 Resumen de la interpretación de los parámetros de estabilidad de los 14 cultivares evaluados en las cinco localidades. Guatemala, 1987. 73
- 41 Resumen de los resultados de campo de altura de planta (cms) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 85
- 42 Resumen de los resultados de campo del rendimiento materia verde (Kg/ha) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 86
- 43 Resumen de los resultados de campo de rendimiento de materia seca (Kg/ha) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 87
- 44 Resumen de los resultados de campo del contenido de proteína (%) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 88
- 45 Resumen de los resultados de campo del contenido de fibra cruda (%) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 89
- 46 Resumen de los resultados de campo del rendimiento de proteína (Kg/ha) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades. Guatemala, 1986. 90

INDICE DE FIGURAS

		Página
1	Líneas de regresión entre rendimiento de materia verde e índices ambientales de variedades de <u>Amaranthus</u> spp. en Guatemala. 1986.	75
2	Líneas de regresión entre contenido de proteína (%) e índices ambientales de variedades de <u>Amaranthus</u> spp. en Guatemala, 1986.	77
3	Líneas de regresión entre contenido de fibra cruda (%) e índices ambientales de variedades de <u>Amaranthus</u> spp. en Guatemala, 1986.	78
Mapa 1.	Localización geográfica de las áreas experimentales donde se realizó el presente estudio.	91

EVALUACION DE CATORCE CULTIVARES DE AMARANTO (Amaranthus spp.)
EN CINCO LOCALIDADES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA.

EVALUATION OF FOURTEEN CULTIVARS OF AMARANTH (Amaranthus spp.)
IN FIVE LOCALITIES OF GUATEMALA.

R E S U M E N

Durante los últimos años el interés que se ha manifestado en la investigación por el amaranto, tanto anivel nacional como internacional, es debido al valor nutritivo y económico que este representa principalmente para los países en desarrollo, ya que con la introducción en su dieta se mejoraría grandemente el nivel nutricional de la población.

La presente investigación tiene como objeto conocer la adaptabilidad y estabilidad genética de especies de Amaranto, nativas e introducidas en Guatemala, sobre las características de rendimiento de hoja (verde y seca), contenido de proteína y fibra cruda.

Para esta investigación se seleccionó 6 materiales colectados en el país y 8 materiales introducidos por el Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá (INCAP), tomando como base su respuesta agronómica características nutritivas (proteína y fibra cruda) en hoja.

Los experimentos se realizaron en cinco localidades de la República y los análisis químicos se hicieron en los laboratorios del INCAP.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cms); rendimiento de materia verde (hojas y peciolo) en kg/ha; rendimiento de materia seca en kg/ha; porcentaje de fibra cruda y proteína foliar y rendimiento en kg/ha de proteína foliar.

Todas las variables anteriores, tanto agronómicas como bromatológicas, fueron sometidas a un Análisis de Varianza encontrando que no hay diferencia significativa para las variables: contenido de fibra y proteína, rendimiento de materia verde y materia seca en las localidades de Pachalí y CEDA. Mientras que en el resto de las localidades si la hay para las características citadas, y en el caso de la altura de planta a 35 días de emergencia es altamente significativa en todas las localidades a excepción del CEDA. Dicha variabilidad aparentemente está en relación con la temperatura y factores como el suelo.

Según el análisis combinado todas las características son altamente influenciadas por el ambiente y en el caso de la altura y fibra presentan variabilidad intra e inter varietal, ya que tanto para repetición como variedad muestran significancia. En cambio para los rendimientos solo hay variación inter varietal y la no significancia en las repeticiones demuestran en cierto modo uniformidad dentro de los cultivares estudiados. El contenido de proteína (%) es la característica más estable tanto intra como inter varietal, sin embargo hay un mínimo de influencia ambiental debido especialmente a la temperatura, que influye en el metabolismo vegetal.

Para estabilidad las características altura, contenido de proteína y fibra; no son significativas estadísticamente por lo tanto están sujetas a muy poca influencia ambiental en su expresión de uniformidad o variabilidad por cultivar, debido a que la interacción variedad-ambiente tampoco presenta diferencia significativa. Por el contrario tal como se esperaba todos los rendimientos presentan diferencia significativa a nivel de su composición genética e influenciado por las condiciones ambientales. Sin embargo el comportamiento individual de las anteriores características por variedad es diverso.

En base a las pruebas estadísticas de los Parámetros de Estabilidad, observamos que en los cultivares INCAP 8 USA 82 S

434, INCAP 20 USA 80 S 1157, INCAP 10 USA 82 S 1023 e INCAP 23206 conjugan las características superiores en cuanto a rendimiento, sin embargo observamos que las tres primeras solamente se expresan ventajosamente cuando el ambiente les favorezca, a excepción del cultivar nativo INCAP 23206 que presenta una mejor adaptabilidad a la mayoría de ambientes.

El cultivar nativo F.A. 637, resultó ser el más estable y uniforme. Los cultivares nativos F.A. 254 y F.A 350 que respondieron en ambientes desfavorables y presentan una alta variabilidad; esto puede deberse a que según los datos de colecta estos provienen de ambientes con déficit de humedad y problemas edáficos condiciones característicos de San Jacinto Chiquimula y Estanzuela Zacapa.

El análisis de correlación nos muestra que la altura de planta y los rendimientos guardan una correlación positiva, por ser consistente dicha correlación a nivel de localidad individual, como en la combinación de las cinco localidades.

I. INTRODUCCION

Durante los últimos años el interés que se ha manifestado en la investigación por el amaranto, tanto a nivel nacional como internacional, es debido al valor nutritivo y económico que este representa principalmente para los países en desarrollo, ya que con la introducción en su dieta se mejoraría grandemente el nivel nutricional de la población.

La presente investigación es parte de un programa de investigación en Bledo, desarrollado conjuntamente por la Facultad de Agronomía (USAC), el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF). El programa se inició en 1982 con una evaluación Preliminar de Germoplasma de Bledo 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 del ICTA y de la Facultad de Agronomía, reuniendo más de 80 muestras de Bledo provenientes de diferentes partes del país. Este germoplasma se ha caracterizado morfológica y bromatológicamente.

Producto de ello, para esta investigación se seleccionó 6 materiales colectados en el país y 8 materiales introducidos por el INCAP, tomando como base su respuesta agronómica y características nutritivas (proteína y fibra cruda) en hoja. Los experimentos se realizaron en cinco localidades de la República y los análisis químicos se hicieron en los laboratoriso del INCAP.

Los resultados finales tienen como objeto conocer la adaptabilidad y estabilidad genética de las especies de Amaranto nativas e introducidas, sobre las características de rendimiento de hoja (verde y seca), contenido de proteínas y fibra cruda.

II HIPOTESIS

En base a la alta variabilidad morfológica observada, se espera encontrar diferencias significativas en cuanto a rendimiento foliar, contenido de proteína y de fibra cruda en los materiales a evaluar en las distintas localidades.

III OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la adaptabilidad de 14 cultivares nativos e introducidos en cinco localidades de Guatemala.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.1 Estudiar la interacción genotipo-ambiente en 14 cultivares sobre las características siguientes: Rendimiento de la hoja (verde y seca) y contenido de proteína, carotenos y fibra cruda.
- 2.2 Seleccionar los mejores cultivares en cada localidad en función del rendimiento foliar y contenido de proteína.

IV REVISION DE LITERATURA

1. Usos de la planta Amaranto

El amaranto es realmente un tesoro nutritivo. Los cereales carecen de la lisina considerados "incompletos" La proteína del amaranto contiene casi el doble de la lisina que contiene el trigo, el triple de la del maíz y aún más de la que existe en la leche. El grano entero puede emplearse como cereal para el desayuno, papilla y dulces. Puede prepararse para gachas* o tostarse y molerse para conseguir una harina granulosa y clara para bizcochos, panes, tortas y otras comidas horneadas. (22)

Sin embargo, el amaranto no contiene gluten, debe mezclarse con harina de trigo y ser horneado. El grano revienta cuando es calentado y adquiere consistencia crocante y un sabor a palomitas de maíz con gusto de nuez. La semilla abierta es ligera y crocante y es muy sabrosa como merienda, como cereal servido frío con leche y miel, para empanar el pollo, o ligada con un toque de miel en los confites. (22)

Las semillas no son su único producto nutritivo. Las hojas son ricas en proteínas, vitaminas y minerales. Tienen un sabor suave; las hojas de amaranto hervidas son tan buenas como las espinacas y algunos como las alcachofas. En la mayor parte del mundo las hojas jóvenes y los tallos de los tipos de grano o de verduras del amaranto son hervidos como verduras. Aunque el amaranto no figura en las listas de las estadísticas agrícolas, en realidad podrían ser el cultivo de verduras más extendido en el trópico húmedo. En Asia Central y Occidental, en el Sudeste Asiático (especialmente en Malasia e Indonesia), en la China Meridional, en la India del Sur y en el Caribe, especies como

* (Masa blanda, medio líquida. Puré hecho con harina, agua, sal y leche, caldo).

la A. tricolor, la A. dibiis y la A. cruentus, son cultivadas como verduras para sopa o para ser hervidas. Algunos amarantos son originarios de regiones templadas. Las hojas de A. blitum, por ejemplo, desde la época de Homero, han sido una ensalada favorita de los griegos (que hoy la llaman vleeta). (22)

2. Características generales del género Amaranthus

El género Amaranthus comprende hierbas anuales procumbentes o erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas. Generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamada amarantina; algunas formas cultivadas son intensamente coloreadas. Las flores son unisexuales, monóicas y dióicas, densos racimos situados en las axilas de las hojas y en algunas especies en tirsos terminales, densos, sin hojas. (19).

Las especies de Amaranthus alcanzan hasta dos metros de altura. Generalmente tienen un solo eje central y con pocas ramificaciones laterales. Su raíz pivotante es corta y robusta. El tallo es estriado con aristas fuertes y huecos en el centro en su etapa de madurez.

Las hojas son largamente pecioladas, romboides, lisas y de escasa pubescencia y la nervadura central es gruesa y prominente. La inflorescencia es una panícula laxa o compacta de diversos colores, desde el blanco amarillento, verde, rosado, rojo, hasta púrpura. (12)

El bledo pertenece a un grupo muy raro de plantas de crecimiento rápido y fotosíntesis ultraeficiente. Estas plantas (C_4) requieren menos de dos terceras partes de la humedad que absorben las plantas corrientes (C_3). Esta característica de resistencia a la sequía podría resultar muy valiosa en áreas donde la falta de agua limita perma-

nentemente la producción agrícola. (12)

Muchos tipos de bledo tienen hojas comestibles y nutritivas que pueden consumirse hervidas, forma en que se consumen en Guatemala. Las hojas pueden cosecharse a los 30 días de siembra, lo que permite obtener por lo menos tres cosechas al año. (12). Las hojas suelen presentar diversos colores y de ahí que se les utilice como planta de ornato.

Según Saüer, el género comprende alrededor de cincuenta especies de los trópicos y regiones templadas del mundo. Este investigador ha publicado diversas revisiones sobre sistemática y algunas consideraciones acerca de la distribución geográfica del amaranto. (19)

En otros trabajos se menciona que sesenta especies son nativas de América y otras quince de Europa, Asia, África y Australia; la mayoría anuales, que se producen con abundante luz solar y poca competencia. Las semillas de todas ellas son en general comestibles y tienen un sabor semejante al de los cereales; algunas especies son empleadas como hortalizas, especialmente en Asia, donde se conocen bajo nombres populares tales como "Espinaca china", "Espinaca de malabar", tampala, etc. Desde alrededor de 1850 y aún antes de ése año, se conocen descripciones botánicas de varias especies de amaranto. Quizá uno de los esfuerzos más valiosos y sostenidos tendientes a aclarar la confusión reinante en cuanto a la taxonomía del género, es el de Saüer, quien desde hace tres décadas ha venido investigando las relaciones y orígenes de numerosos ejemplares procedentes de diferentes lugares. (19)

Sus trabajos de 1967 en particular, permitieron reducir la sistemática de especies cultivadas y silvestres de mayor distribución mundial; de las primeras resultaron sólo tres especies: A. hypochondriacus, A. cruentus y A.

caudatus. (19)

Recientemente Coons ha demostrado que existe una relación muy estrecha entre A. cruentus y A. hybridus y entre ésta y A. caudatus, de manera que aunando las listas de características de Saüer y los hallazgos de la joven brasileña, se aclararán probablemente muchas de las dudas que hoy en día prevalecen en ese sentido. Además los estudios agronómicos y genéticos de otros investigadores, están proporcionando también importantes luces que permitirán una mejor comprensión de este importante género. (19).

3. Características de las especies

3.1 Amaranthus hypochondriacus L.

Es una planta probablemente originaria de México, es herbácea, anual, de un metro y medio de altura con el tallo rojizo, ramificado desde cerca de la base y marcado con estrías longitudinales. Las hojas son largamente pecioladas, ovaladas, hasta 15 a 18 cms. de largo por 10 de ancho. Flores en panículas terminales o axilares hasta de 50 cms. de largo, muy ramificadas con numerosas flores rojas o púrpuras de 4 a 5 mm., masculinas unas y femeninas otras. El fruto es una cápsula pequeña que se abre transversalmente y contiene una sola semilla blanca, lisa y brillante, ligeramente aplanada y del tamaño de un grano de mostaza (1 - 5 mm.). (19)

El A. hypochondriacus como espiga dura, es el más extendido e importante de los amarantos productores de grano y es cultivado particularmente en México y Guatemala. Las pequeñas semillas producidas en grandes cantidades son tostadas y pueden ser convertidas en harina. También es utilizada como planta tierna a manera de verdura. (19).

3.2 Amaranthus caudatus L.

La especie A. caudatus incluye la ornamental muy conocida como "amaranto rojo" o "moco de pavo", lo cual se cultiva en muchas partes del mundo o se recolecta como silvestre. Sus características diremos que poseen un tallo rojizo, a veces verde, raramente mayor de 1.80 m. Hojas oval-romboidales, ápice a veces retuso, romo o en ángulo levemente convexilíneo; base atenuada en ángulo casi recto. Pecíolo poco más largo que el ancho de la lámina, a menudo igual o menor. (19).

Inflorescencia, densa, verdosas o rojo-púrpura, cilindráceas, larga, hasta de 50 cms., sin flor terminal, penduladas desde la base o bien no nacen. El alargamiento se produce por crecimiento del ápice. Tepalos internos de las flores fructificadas rómbico-ovaladas, anchamente espetulados, a menudo orbiculares en su mitad superior; la anchura es igual $\frac{1}{2}$ de la longitud. En cuanto su utilidad es una planta cultivada para semilla; útil en la alimentación en las regiones andinas de Perú, Bolivia y noroeste de Argentina. La forma con flores rojas es ornamental y se conocen en EUA con el nombre de "loveliesbleeding", empleándose como planta ornamental. (19)

3.3 Amaranthus cruentus L.

Linneo describió esta especie de planta procedente de China. Este grupo se cultiva para grano solamente en tres lugares de Guatemala. Como ornamental, esta raza es cultivada en muchas partes del mundo. Las inflorescencias de esta raza son mucho más laxas y generalmente más delgadas que las de A. leucocarpus. Aún cuando las puntas de las brácteas delgadas sobresalen de las láminas, las primeras son muy pequeñas, por lo

que la inflorescencia tiene una apariencia "suave". Los tépalos son característicamente más pequeños y un poco menos agudos que en A. leucocarpus y no son recurrentes. (19)

La envoltura del utrículo es peculiar siendo contráctil abajo de las bases de las ramificaciones del estilo. Excepto por algo de variación en la longitud de los tépalos, más notables en los especímenes centroamericanos, la raza común de A. cruentus es muy homogénea. Los especímenes de Guatemala tuvieron tanto semilla oscura como pálida, en proporción aproximadamente igual, todos los demás fueron semillas oscuras. Esta es usada como hierba como estofado y el cultivo de grano en el sureste de Asia. También es cultivada simplemente como planta ornamental del jardín por sus espigas rojas, aunque la planta parece ser muy homogénea puede ser sin embargo, presentar semilla clara y oscura indistintamente. (19)

3.4 Amaranthus hybridus L.

Hierbas erectas, anuales, de porte variable desde 30-40 cm. hasta 130 cm., toscas, algunas veces ramificadas. Hojas de tamaño medio, de 15 cm. o más de largo cuando maduran, ovaladas, rómbico-ovales o lanceoladas, usualmente aguas. (19)

Inflorescencia terminal y axial. La inflorescencia axial aparecen apenas en las axilas de hojas superiores, donde surgen pequeños glómros de flores sésiles. Inflorescencia terminal formada por glómeros flores sésiles de forma pendulada o erecta, con tamaño variable de 8 - 9 cm. hasta 35 cm. (11)

Flores monoicas en tirsos como panículas, delgadas, laxos terminales con muchas ramas laterales cortas amon

tonadas. Las brácteas ligeramente escuden a tépalos y utrículos con nervaduras simples, agudas, rectas. Cinco estambres. Ramas del estilo más bien cortas, erectas, utrículos rugosos, circunsésil. Semilla alrededor de 1 mm de diámetro café oscuro brillante. (19)

Su utilidad a contribuido con sus semillas a la alimentación de pueblos primitivos, también como legumbres y verduras antes de alcanzar la maduración. Su semilla negra se emplea para elaborar atoles en algunas regiones. Como especies silvestres A. hybridus se han utilizado como hortalizas en América. (19).

4. Requerimientos del Cultivo

Todavía estamos aprendiendo dónde y cómo sembrar el amaranto, y distamos en gran medida de una producción óptima. Lo que es más, el amaranto crece en climas, suelos y según sistemas de cultivo muy diferentes, cada uno de los cuales requiere prácticas de cultivo claramente diferentes. (16)

4.1 Ambientales

a) Tipo de suelo: Aparentemente, los amarantos crecen bien en una variedad de tipos de suelo que van desde muy ácidos, y de alto contenido de aluminio, hasta suelos alcalinos y salinos. Están adaptados a tierras que fluctúan entre finas y toscas, siempre que estén bien drenados. (16)

b) Altitud: Si bien muchos genotipos están bien adaptados a los trópicos, otras crecen bien a alturas que llegan a los límites agrícolas superiores, compitiendo con el trigo y otros cultivos a esas altitudes. (16)

- c) **Temperaturas:** Según se ha informado, las temperaturas para germinación óptima son entre 10 y 24°C, no se han determinado las temperaturas diurnas-nocturnas para su crecimiento y producción óptimos, para ciertos genotipos se comportan bien en climas desérticos o tener tolerancia al frío, en especial los cultivados en grandes altitudes. Para cada genotipo debe determinarse el crecimiento-grado de temperaturas días o alguna otra medida de unidades de calor a fin de predecir su comportamiento y adaptabilidad. (16)
- d) **Agua:** La cantidad de agua necesaria para lograr el cultivo variará de un medio ambiente a otro. Bajo condiciones de humedad limitada, rinden tanta semilla como el mejor mijo o sorgo. En Estados Unidos califican el amaranto como más tolerante a la sequía que el maíz o el sorgo. (16)

4.2 Prácticas Agrícolas

Las prácticas de producción óptimas varían ligeramente de genotipos a genotipos y, en gran medida, de ambiente a ambiente. Los que cultivan amaranto han establecido e ideado prácticas de cultivo que, aún cuando no optimicen la producción, inducen una producción comercial lucrativa. (15).

- a) **Preparación del suelo:** Para sembrar la semilla se necesita de un suelo con tierra fina, suelta pero firme, a fin de ordenar la siembra a una profundidad uniforme. Estas condiciones estimulan tanto la erosión como la formación del suelo de costra en la superficie del suelo. (15)

- b) Época de siembra: Para la mayoría de los cultivos, las temperaturas del suelo son las que dictan la época óptima de siembra. En cuanto a la mayor parte de amarantos, la germinación es más rápida a temperaturas que exceden de 18 °C. (16).
- c) Profundidad de siembra: La pequeñez extrema de la semilla requiere una siembra poco profunda. Aunque influenciada en cierto grado por la textura del suelo y la humedad, una profundidad de 1 a 2 cm. parece ser la óptima. (16)
- d) Tasa de siembra: Los amarantos son muy plásticos echan ramas para llenar el espacio disponible, y hasta se ralean entre sí a grandes densidades. Las tasas óptimas dependen de la humedad disponible y el método de cosecha. (16)
- e) Cosecha: Si bien la cosecha manual todavía constituye el método más común, es factible la cosecha mecanizada. En la mayoría de otros países la cosecha se hace a mano, las plantas se zarandean al aire, o bien se baten al aire y se desgranar a mano. (16)
- f) Métodos de siembra: En los EUA, la siembra directa es el único procedimiento práctico, pero en muchos otros países todavía se acostumbra al trasplante. (16)

5. Composición química y valor nutritivo del Amaranto:

Los análisis bromatológicos y nutricionales realizados en algunas especies de amaranto comestibles han demostrado un alto valor alimenticio, tales como los rangos siguientes

que reportan la literatura al respecto y que dan una idea más clara de su importancia: Proteína (13-19%), calcio 400-800 mg.), hierro (11-25 mg.), fósforo (50-397 mg.), vitamina A (más de 300 UV), valor biológico 75-803. (1)

Las partes verdes pueden contener: 1.8 a 6.9% de proteína, 400 a 800 mg. de calcio y de 50 a 80 mg. de fósforo. El hierro está presente en proporción de 18 a 25 mg. (1)

Las hojas de amaranto son una fuente excelente de proteínas y pueden contribuir con un 2 a 5% de los requerimientos diarios, son también una fuente rica de vitamina C, hierro, beta carotenos y calcio. (18)

Se ha estimado que una dieta bien balanceada para europeos, que contenga 100 g. de vegetales provee un quinto de los requerimientos de proteína, un tercio de calcio, un medio del hierro y el 100%, de los requerimientos de carotenos y vitamina C. Estos datos pueden ser asumidos para determinar el potencial de los vegetales en las áreas tropicales. (13)

Según Devasdas y Saroja, las dietas que contiene amaranto pueden ser excelentes fuentes de Beta - carotenos. (7) Esto puede ser de interés si se toma en cuenta que una de las características de la desnutrición en Guatemala es precisamente , la deficiencia de vitamina A y hierro.

La composición química del amaranto puede observarse en el Cuadro No. 1. (15)

Spillari, M., en una evaluación de cinco cultivares de amaranto indica que existe una gran variabilidad en el contenido de nutrientes en los materiales y menciona que esta variabilidad puede estar influida por la localidad o lugar de procedencia de la muestra o materiales, la edad de la planta y la posición de las hojas muestreadas con respecto al tallo y raíz. En su estudio encontró que el contenido de proteína

varió de 20.2 a 28.9 g., con un promedio de 25.4 g., hidratos de carbono entre 41.6 a 52.5 g., con un promedio de 46.3 g., grasa entre 3.8 y 4.5 g., con un promedio de 4.2 g., fibra cruda entre 9 y 15.2 g., con un promedio de 11.7 g., y ceniza entre 16.2 a 18.3 g., con un promedio de 17.3 g., mientras que el contenido promedio de minerales fue: calcio 2184 mg., fósforo 633 mg., y hierro 53.7 mg. (datos expresados en base seca). (21)

Cuadro 1 Análisis bromatológico de amaranto.

Composición por 100 g. de porción comestible.

Valor energético	42	Cal
Humedad	82	%
Proteína	3.7	g
Grasa	0.8	g
Hidratos de carbono	7.4	g
Fibra	1.5	g
Ceniza	2.1	g
Calcio	313.0	mg
Fósforo	74.0	mg
Hierro	5.6	mcg
Vitamina A actividad	1600.0	mcg
Tiamina	0.05	mg
Riboflavina	0.24	mg
Niacina	1.2	mg
Acido Ascórbico	65.0	mg

Fuente: Tabla de Composición de Alimentos. INCAP

Alfaro Villatoro, M. A., evaluando el rendimiento y composición química del bleado (*A. hypochondriacus*), cortado a los 40 días, produjo una mejor cantidad y calidad del producto, tal es el caso que en materia seca entre 10 a 11.1%, humedad entre 87.3 a 89.9%, humedad residual entre 4.8 a 8%, proteína foliar entre 18.6 a 26.3%, extracto etéreo entre 3.6

a 4.7%, carbohidratos entre 40.9 a 48.5%, fibra cruda entre 13.2 a 14.9%, cenizas entre 21.7 a 22.9%, calcio entre 2187.3 a 2543.8 mg, fósforo entre 648 a 887.4 mg, hierro entre 34.4 a 68.6 mg, Beta-carotenos entre 18.4 a 27.6 mg, oxalatos entre 3.3 a 6.7%, rendimientos en proteína entre 14.4 a 32.11 Kg/ha y dando una calidad nutricional adecuada. (1)

Martínez, A. y Elías, L., determinaron la siguiente composición química proximal para la muestra 23206 (A. caudatus): Humedad 12.5 gramos, extracto etéreo 7.5 gramos, fibra cruda 7.2 gramos, nitrógeno 2.401 grs., proteína 15.0 gramos, (valores expresados en 100 gramos de muestra). (17)

Villafuerte Villeda, A., en su evaluación del rendimiento foliar de cuatro cultivares de bledo en Cobán, Alta Verapaz, encontró que el corte a los 40 días dieron los mejores rendimientos en materia verde y a la vez mantiene un buen contenido de proteína, adecuado contenido de fibra, aunque se pierde significativamente el contenido de carotenos (ver Cuadro No. 2). El contenido de proteína y carotenos presentan una correlación negativa con la edad de la planta, comportamiento inverso al contenido de fibra. El color de la hoja y contenido de fibra a los cuarenta días de edad no tienen influencia negativa sobre el sabor y nutricionalmente hay diferencia. (23)

6. Prueba de Adaptabilidad

El término de adaptabilidad presenta algunas dificultades para su interpretación. Para unos investigadores denota la facultad del individuo (o de la población) de responder en la misma forma a los ambientes a que se somete a prueba, y en este sentido tendría el mismo significado de adaptabilidad; algo que no cambia a través del espacio o del tiempo. Sin embargo, para otros puede significar lo contrario, es decir algo que corresponde al cambio ambiental, lo cual estará de acuerdo con la definición de estabilidad, si la

Cuadro 2 Resumen de las medias por corte de las variables estudiadas en los cuatro cultivares de Bledo. Cobán, Alta Verapaz. 1986.

Culti- var	Cor- te	Altura cm	# Hojas	Area Foliar cm ²	Peso bruto fresco Kg/ha	Peso neto fresco Kg/ha	Peso neto seco Kg/ha	100 grs. Materia Seca		
								Proteína g	Fibra g	Carotenos mg
H.S	1	2.80	4		1.10	0.69	0.25			
	2	6.75	6	2.55	31.50	19.00	1.72	33.7	11.0	7.2
	3	17.63	10	29.64	313.31	172.88	29.13	28.7	14.1	4.4
	4	27.75	15	64.80	1204.10	366.44	109.81	30.5	10.9	2.1
492	1	2.64	4		0.78	9.34	0.19			
	2	6.46	5	2.31	12.69	7.47	1.66	35.8	10.3	12.5
	3	18.50	11	17.04	239.63	116.59	19.50	29.3	15.6	3.8
	4	46.56	20	40.15	1170.66	428.31	92.81	30.9	10.3	2.1
637	1	2.75	4		1.13	0.59	0.28			
	2	8.31	5	4.51	26.41	16.00	3.94	32.6	10.7	13.1
	3	26.1	12	22.78	342.97	156.25	30.88	29.0	15.3	5.3
	4	41.52	26	40.73	1844.10	658.10	122.34	28.9	11.1	1.0
350	1	2.93	4		1.31	0.81	0.28			
	2	6.20	5	3.13	17.44	8.91	2.50	31.9	10.5	12.6
	3	20.27	13	14.83	236.38	110.91	18.50	28.3	15.3	5.7
	4	36.16	23	45.63	1259.03	392.94	77.31	30.9	11.6	5.9

Fuente: Tesis Villafuerte Villeda, A. (23).

respuesta al cambio es exacta. (6) Debido a que el término "estabilidad", causa confusión con su aceptación común, una forma genérica de referirnos a la adaptabilidad será "sensibilidad" que se refiere a que una variedad responde (es sensible) a los cambios ambientales, mientras que su contraparte "subsensibilidad", se refiere a que la variedad responde en menor grado a dichos cambios. En esta forma, cuando hablamos de una variedad estable, nos estaremos refiriendo a una variedad subsensible. (6)

Es importante conocer el rango de adaptación de las variedades para lo cual se han utilizado los parámetros de estabilidad como buen indicador de adaptación. Al respecto se afirma que si el medio ambiente ejerciera poca influencia sobre el comportamiento de las variedades evaluadas no sería necesario conducir experimentos en varias localidades o años por lo que un sólo ambiente proveería la información adecuada del rango de adaptación de dicha variedad. Las pruebas de comportamiento y cuando se analizan de la manera convencional, ofrecen la información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan una medida de la estabilidad de las variedades evaluadas, por lo que se hace necesario utilizar una metodología que nos indique el comportamiento de las variedades a través de diferentes condiciones ambientales. Utilizando los coeficientes y desviaciones de regresión para definir los parámetros de estabilidad fenotípica que nos dan buen indicador de la capacidad de las variedades y la adaptación de las plantas, que cuando un cultivo se introduce a una área de producción pueden estar menos adaptados que en las zonas donde normalmente se cultivan. En algunos casos las especies introducidas no tienen buena adaptación al principio, pero después de que se cultivan varias veces, presentan aclimatación y mayor productividad. (6)

Interacción Genotipo - Ambiente: Cuando se evalúan las variedades en varias localidades y durante varios años,

frecuentemente las fuentes de interacción de primero y segundo orden resultan significativas en la prueba de F. Esta prueba sin embargo, es de carácter global y nos dice que algunas variedades están interaccionando con los medios ambientales: ¿Qué significado tiene esto?, se asigna a cada variedad su cuota correspondiente de la variación ambiental y de interacción genética ambiental ($V \times E$), con el modelo, se hace la partición de la varianza entre ambientes y de la interacción genética ambiental lineal y otro de desviación conjunta (no lineal). En esta forma el término $V \times E$ se estima para cada variedad como el coeficiente de regresión de sus medias en los ambientes sobre los índices ambientales, correspondiendo a la desviación conjunta a la suma de cuadrados de las desviaciones de regresión. (6)

Finalmente es necesario que estadísticamente el término estable se refiere a la respuesta de los individuos al ambiente, y se debe distinguir del término común desde el punto de vista biológico y agronómico. (6)

- a) Concepto Biológico: Un individuo estable es aquel que no cambia la manifestación de una característica determinada a pesar de que el ambiente cambia. (6)
- b) Concepto Estadístico: Es estable aquel genotipo que varía en forma proporcional a los cambios del ambiente. Estadísticamente tiene como característica un coeficiente de regresión igual a uno ($B_i = 1$) y una desviación a la línea de regresión de los valores observados igual a cero ($S^2 d_i = 0$). (6)

Se propone la técnica de regresión para establecer el comportamiento de una variedad como respuesta a un grupo de ambientes con base a dos parámetros estadísticos (B_i y $S^2 d_i$). El modelo de Eberhart y Russel cataloga a las variedades en función de los parámetros B_i y $S^2 d_i$, bajo ciertas

situaciones posibles que se dan en el Cuadro 3. (6)

Cuadro 3 Interpretación de los parámetros de Estabilidad

Coefficiente de Regresión	Desviación de la Regresión	Descripción
$B_i = 1$	$S^2 d_i = 0$	Variedad estable
$B_i = 1$	$S^2 d_i > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
$B_i < 1$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes
$B_i < 1$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes
$B_i > 1$	$S^2 d_i = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes
$B_i > 1$	$S^2 d_i > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente

Fuente: Tesis Cruz Lam, M. (6)

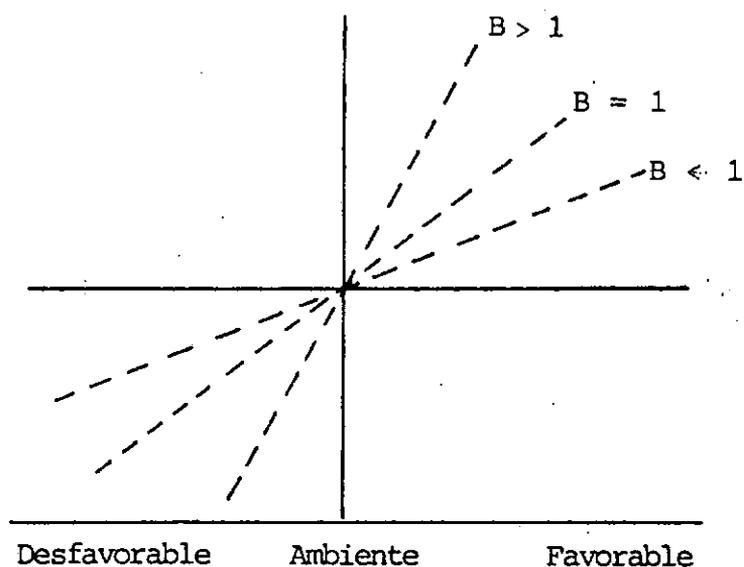
Se hace una descripción en otros términos a que se refiere la clasificación anterior, ya que podría desconcertar el hecho de que una variedad categorizada como de "respuesta mejor en ambientes desfavorables", presente una respuesta mucho mayor en un ambiente favorable de ahí que se presente las siguientes aclaraciones:

$B = 1$ Categorizada como variedad "estable" pero se entiende mejor como sensible en su respuesta a los cambios de ambiente en forma proporcionada a estos mismos. (6)

$B < 1$ Categoría como de "respuesta mejor en ambiente "desfavorable", son genotipos poco sensibles a los cambios de ambiente. (6)

$B > 1$ Categorizada como "respuesta mejor en ambiente favorable", estos genotipos altamente sensibles en su respuesta a los cambios ambientales.
(6)

El comportamiento de estos genotipos se tiene gráficamente
(6)



Con lo anterior se explica que un genotipo tenga una serie de características que le permitan aprovechar la que el medio le proporciona, esta sería el acondicionamiento para vivir en este ambiente determinado o sea adaptación. (6)

Por otro lado adaptabilidad, es la capacidad de algunos individuos de poder modificar sus mecanismos fisiológicos en función de los cambios ambientales con el objeto de lograr la sobrevivencia. (6)

7. Estudios sobre el rendimiento de hoja y el contenido de proteína en varios genotipos de Bledo realizados en otros países

En el estudio realizado para evaluar el comportamiento de 30 genotipos de las especies A. hypochondriacus y A. cruentus; se hizo la siembra en cuatro localidades de la Mesa

Central de México, estas fueron Chapingo, Mex.; La Aguanaja, Tlax.; San Nicolás Tetelco, D.F. y Zacapalco, Mor. La evaluación se realizó en base a días a floración, días a madurez, altura de planta y rendimiento. En Chapingo, Méx., los materiales que presentaron mejor comportamiento fueron los correspondientes a los tratamientos 13, 16, 17, 18 y 20, estos genotipos son del tipo nepal; mientras que en la Aguanaja, Tlax. los más sobresalientes fueron los tratamientos 2, 3, 5, 7 y 9 del tipo mercado. Estas dos localidades fueron donde los materiales presentaron rendimientos más elevados. En San Nicolás Tetelco y Zacapalco se presentaron varios factores que provocaron bajos rendimientos, los materiales más sobresalientes en la primera localidad fueron los pertenecientes a los tratamientos 3, 7, 13, 5 y 17 son los que presentan los mejores promedios de rendimiento. (9)

Considerando conjuntamente las cuatro localidades (Cuadro No. 4), los mejores materiales fueron los que corresponden a los tratamientos 3, 5, 7, 9 y 13 que pertenecen todos al tipo mercado. (9)

En el análisis de parámetros de estabilidad (Cuadro No.5) los materiales que corresponden a los tratamientos 3, 7, 13, 5 y 17 caen dentro de la situación de variedad estable y además son los que presentan los promedios de rendimientos más elevados. (9)

Otro trabajo tuvo como objetivo conocer si hay efectos de genotipo y medio ambiente al relacionarlos con la realidad proteínica de las colectas de amaranto, de las especies A. hypochondriacus, A. cruentus y A. hybridus. (10)

Los estudios se efectuaron en el Campo Agrícola Experimental Valle de México y en el Laboratorio de Calidad de Proteína del CIFAP, en Chapingo, Méxc. se efectuó un ensayo uniforme con 12 genotipos en cuatro localidades de condiciones

Cuadro 4. Comportamiento de 30 genotipos de amaranto en cuatro localidades de la Mesa Central. México, 1987.

Trata- miento	Genealogía	Días Floración	Días madurez	Altura planta (cm)	Rend. Kg/ha
1	81S-1024-10	68.5	121.9 ²	123.4 ²	2208.9
2	153-5-1	71.9	124.1	131.8	2272.8
3	153-5-3	70.3	126.0	131.1	2554.2 ¹
4	12-1-11	69.1	124.3 ⁴	135.9	2150.7
5	10-2-14	72.9	124.8	134.6	2366.4 ⁴
6	10-4-2	71.8	127.2	131.9	2115.2
7	78S-82-1	69.3	124.4	128.8 ⁵	2405.4 ²
8	81S-1024-1	68.2	124.3 ⁵	131.2	2256.9
9	10-2-2	73.4	123.2 ³	145.3	2330.8
10	8-1-3	71.9	126.3	136.3	2097.6
11	139-2	71.4	125.7	127.9 ³	2062.7
12	141-7	72.0	128.7	136.1	2013.6
13	8-1-2	72.7	135.1	143.0	2375.7 ³
14	78S-125-1-5	71.4	129.7	128.1 ⁴	2123.6
15	78S-125-1-6	71.7	129.3	129.9	2060.2
16	78S-125-2-3	72.5	129.0	132.4	2223.9
17	78S-125-2-4	72.3	129.3	133.5	2355.4 ⁵
18	78S-125-2-6	72.1	130.5	130.0	2076.1
19	78S-125-2-8	71.3	129.1	135.6	2082.7
20	78S-125-1-2	72.0	129.2	129.1	2302.0
21	78S-267	64.8 ¹	117.8 ¹	119.3 ¹	1969.0
22	78S-82-2	74.2	127.9	140.6	2235.5
23	142-2-1-4	66.3 ²	133.2	134.1	1590.1
24	142-2-1-5	67.0 ³	134.4	130.4	1813.5
25	1018A	67.0 ⁴	131.8	135.7	1891.9
26	1018B-5	69.8	131.9	138.3	1856.1
27	1018B-11	70.2	132.9	150.1	1765.9
28	1018C-1	68.1 ⁵	132.1	139.1	1764.6
29	1018C-3	68.1 ⁵	129.7	138.8	2022.4
30	1018C-11	68.9	128.3	137.5	1669.0
	\bar{X}	70.4	128.1	133.9	2100.3

Significancia

**

**

**

**

Fuente: Espita, R. E. (9)

* Diferencias significativas

** Diferencias altamente significativas

NS No hay diferencia significativa

1 2 3 4 5 Cinco mejores materiales para cada variable

Cuadro 5. Parámetros de estabilidad para 30 genotipos de amaranto en cuatro localidades de la Mesa Central México. 1987.

Variedad	Medias	Coefficientes de regresión	Desviaciones de regresión	Descripción de las situaciones de variedades
3	2554.20	1.32	- 13267.84	Variedad estable
7	2405.38	1.28	- 45600.15	Variedad estable
13	2375.65	1.20	- 36652.59	Variedad estable
5	2366.42	1.06	125566.36	Variedad estable
17	2355.41	1.05	-503.36	Variedad estable
9	2330.03	1.20	11238.70	Variedad estable
2	2272.84	1.24	- 54139.84	Variedad estable
8	2256.90	1.08	- 20679.66	Variedad estable
22	2235.45	0.94	3871.99	Variedad estable
16	2223.85	0.91	55493.87	Variedad estable
1	2208.88	1.16	- 50450.94	Variedad estable
6	2115.17	0.89	60548.42	Variedad estable
10	2092.63	1.10	- 54531.21	Variedad estable
19	2082.74	1.00	- 55681.06	Variedad estable
11	2062.74	1.05	- 22680.61	Variedad estable
15	2060.20	1.27	- 22074.14	Variedad estable
12	2013.61	0.63	18982.96	Variedad estable
21	1968.95	0.93	24117.89	Variedad estable
26	1856.14	0.81	- 54727.02	Variedad estable
24	1813.50	0.74	- 26443.74	Variedad estable
28	1764.61	0.68	- 38159.36	Variedad estable
30	1668.99	0.83	47429.08	Variedad estable
23	1590.06	0.78	69847.18	Variedad estable
20	2302.04	1.27	141722.11	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
18	2076.11	1.00	162965.24	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
29	2022.39	0.99	157819.93	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
25	1891.87	0.39	151833.55	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente.
27	1765.93	0.49	- 62135.07	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
4	2150.72	1.27	- 61586.74	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente
14	2123.57	1.28	- 60410.94	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente

ecológicas un tanto diferentes. (10)

Los resultados indicaron (Cuadro No. 6), el medio ambiente incide en el contenido de proteína y lisina, encontrándose que cuando los valores de proteína son altos, los niveles de lisina disminuyen. Existen diferencias en el contenido de proteína, lisina, triptofano y fibra cruda entre los diferentes genotipos estudiados; de acuerdo al Cuadro 7 los resultados obtenidos en A. hypochondriacus presentó los niveles más bajos en fibra cruda, los más altos niveles de proteína, triptofano y lisina; A. cruentus, obtuvo los más altos niveles en fibra cruda y bajos en contenido de lisina, aún cuando fue la especie con mayor nivel de proteína; A. hybridus obtuvo altos contenidos de fibra cruda, pero bajos niveles de proteína y lisina. (10)

Cuadro 6. Contenido de proteína y lisina de genotipos de amaranto en diferentes localidades de México en 1985.

Genotipos	Especie	Tipo	Chapingo		Tulyehualco		Tlaxcala		Morelos		Promedios por tipo	
			%P	L/P	%P	L/P	%P	L/P	%P	L/P		
C-132-3	hy	Azteca	15.5	7.5	15.1	5.2	12.5	5.2	13.7	6.1		
C-133-6	hy	Azteca	14.3	7.2	14.9	6.1	12.3	5.6	13.3	6.1	13.9	6.3
C-6	hy	Azteca	14.8	6.2	14.9	6.5	12.6	5.5	13.0	7.0		
C-138-1	hy	Mercado	14.5	6.7	15.0	7.1	14.3	5.5	14.7	6.0		
80S-417	hy	Mercado	14.3	6.5	14.7	5.6	13.9	7.4	14.8	6.3	14.5	6.6
81S-1024	hy	Mercado	14.5	6.2	14.9	5.5	13.5	9.2	14.2	6.8		
79S-151	hy	Nepal	14.3	6.7	15.5	6.4	13.6	9.6	14.3	6.2	14.5	7.2
78S-125	hy	Nepal	14.4	6.8	15.3	6.8	13.9	9.0	14.4	5.6		
C-138-1	cr	Mexicano	14.6	6.0	14.6	6.5	13.7	4.7	13.8	6.6		
80S-421	cr	Mexicano	14.6	6.3	14.1	6.5	14.0	6.0	13.8	6.4		
81S-1012	cr	Mexicano	14.7	6.5	14.9	6.7	14.5	5.9	13.6	7.1	14.3	6.3
1018 G	cr	Mexicano	13.8	6.8	15.7	6.4	13.7	7.6	14.7	5.6		
Criollo	cr	Mexicano							14.3	5.7		
Promedios por localidad			14.5	6.7	15.0	6.4	13.6	7.1	14.1	6.3	14.3	6.6

Fuente: Espita, R. E.; Marquez, A. R. (10)

L/P = Lisina/100 g de proteína

hy = hypochondriacus

cr = cruentus

Cuadro 7 Efecto de la especie, tipo, color y cubierta de la semilla sobre la calidad nutritiva del Amaranto. México, 1985.

Colectas	Especie	Tipo	Color	Testa	% Cenizas	% Fibra Cruda	% Proteína	T/P	L/P
3	hy	Azteca	N	0	3.23	7.10	14.41	1.38	5.14
9	hy	Azteca	B	0	3.18	2.07	14.09	1.53	6.43
5	hy	Mercado	D	0	3.85	2.32	14.41	1.56	6.67
2	hy	Mercado	B	0	4.21	2.49	13.93	1.56	6.91
3	hy	Nepal	N	0	4.26	8.33	13.74	1.23	4.24
3	hy	Nepal	B	0	3.48	2.50	14.59	1.51	7.32
9	cr	Mexicano	B	0	2.05	2.24	14.50	1.50	6.22
8	cr	Mexicano	B	C	3.38	1.84	14.22	1.50	6.08
6	cr	Guatemalteco	N	0	3.40	9.16	14.17	1.16	3.59
2	cr	Guatemalteco	B	C	3.93	2.92	14.28	1.39	6.18
6	cr	Africano	N	0	3.87	7.72	14.90	1.25	4.13
2	cr	Guatemalteco	B	C	3.93	2.92	14.28	1.39	6.18
6	cr	Africano	N	0	3.87	7.72	14.90	1.25	4.13
5	hs	Prima	N	0	3.91	6.38	14.08	1.26	4.54
25 x hy					3.70	3.39	14.20	1.46	6.12
31 x cr					3.53	4.78	14.52	1.38	5.24
5 x hs					3.91	6.38	14.08	1.26	4.54
23		\bar{X}	N		3.73	7.74	14.26	1.26	4.33
33		\bar{X}	B		3.55	2.34	14.32	1.51	6.52
5		\bar{X}	D		3.85	2.32	14.41	1.56	6.67
51			\bar{X}	0	3.64	5.03	14.28	1.39	5.51
10			\bar{X}	C	3.65	2.38	14.25	1.44	6.13
61	Promedio General				3.65	4.59	14.28	1.40	5.62

Fuente: Espita, R.E.; Márquez, A.R. (10)

T/P = Tripofano en 100 g. de proteína

L/P = Lisina en 100 g. de proteína

hy = Hypochondriacus

N = Negro

0 = Opaca

Requerimientos mínimos FAO/WHO

cr = cruentus

D = Dorado

C = Cristalina Tripofano 1.0

Lisina 5.5

hs = hidridus

B = Blanco

V. MATERIALES Y METODOS

1. Localización de los experimentos

En el cuadro No. 8 se presenta el listado de las localidades, con sus respectivas características climatológicas y coordenadas geográficas, donde se realizaron los experimentos.

Cuadro 8. Características geográficas y climatológicas de las localidades donde se ubicaron los experimentos.

No.	Localidades	COORDENADAS GEOGRAFICAS		Altitud m.s.n.m.	Precip. Anual mm	Temperatura Media Mensual °C
		Lat. Norte	Long. Oeste			
1	Fac. Agronomía. CEDA	14°35'11"	90°31'58"	1,502	1,048	18.2
2	Fnc. Bulbuxyá San Miguel Panán. Suchi tepéquez	14°59'35"	90°31'58"	335	4,000	26.84
3	Salamá, Salamá	15°06'05"	90°19'17"	960	903	21.06
4	Sololá, Sololá	14°32'15"	90°36'36"	1,400	991	20.57
5	San Antonio Pachalí. San Raymundo	14°45'34"	90°36'18"	2,090.	1,255	16.00

Fuente: INSIVUMEH

La zona de vida del Centro Experimental de Agronomía -CEDA-, es un "Bosque Húmedo Subtropical" (5). Sus condiciones climáticas corresponden a un clima templado con un invierno benigno (14). La vegetación natural esta representada por bosque, constituida especialmente por Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus spp., Byrsonima crassifolia, que son las más indicadoras de esta zona. Sus suelos están

comprendidos dentro de la serie de suelos Guatemala, caracterizándose por tener una textura franco-arcillo-arenosa en los primeros 25 cms. de profundidad. (20).

En la Finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge es un Bosque Húmedo Subtropical (5). La zona corresponde a un clima cálido con un carácter de clima muy húmedo y un invierno benigno (14). La vegetación natural está constituida especialmente por: Castaño (Sterculia apetala), Palo de hormigo (Platymiscium dimorphandrum), Mora (Chlorophora tinetoria), Laurel (Cordia alliodora) y otras más. Los suelos pertenecen a la clase Cutzán, según Charles Simons, son de textura franco arenoso fino, suelta a friable, espesor aproximado 20-50 cms. (20)

En Salamá esta zona de vida es un Bosque Seco Subtropical (5). La zona corresponde a un clima semicálido con un invierno benigno y su carácter de clima semiseco. La vegetación está constituida principalmente por las especies Pochoyte (Cochlospermum vitifolium), Ceibillo (Ceiba aescutifolia), Conacaste blanco (Albizzia caribaea), Mangle blanco (Avicennia nitida) y otras. (14) El área basados en Simons (20) pertenece a la serie de suelos de Salamá, con textura franco-arenoso-fino en los primeros 20 cms de profundidad.

La parte de Sololá, según Holdridge (5), el sitio está enmarcado en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo. La zona corresponde a un clima templado con invierno benigno. La vegetación natural está representada por rodales de Quercus spp., asociados a Pinus pseudostrobus y Pinus montezumae. (14) El suelo está comprendido dentro de la serie de suelos Patzité. Dichos suelos se caracterizan por tener una textura franco-arenosa suelta en los primeros 25 cm. de profundidad y un contenido en materia orgánica mayor del 6%. (20)

En la Finca Experimental del INCAP, en San Raymundo, está en una zona de vida Bosque Húmedo Subtropical. (5) La

zona corresponde a un clima semicálido, con un carácter de clima húmedo y un invierno benigno. La vegetación natural está constituido especilamente por: Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus spp., Byrsonima crassifolia, que son las más indicadoras de esta zona. (14) 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. (20)

2. Material Experimental

Se sometieron a evaluación 14 cultivares de bleado, 6 provenientes de diferentes localidades de Guatemala y 8 provenientes de colectas hechas en Estados Unidos de Norte América y Perú. Cuyos datos se reunen en el cuadro No. 9.

Cuadro 9. Lugar de procedencia de los 14 cultivares de Amaranthus spp. evaluados, Guatemala, 1986.

No.	Identificación del cultivar	Procedencia	Altitud (msnm)	Especies
1	F.A. - 254	San Jacinto Chiquimula	490	<u>A. polygonoides</u>
2	F.A. - 350	Estanzuela Zacapa	190	<u>A. hybridus</u>
3	F.A. - 492	San Lucas Sacatepéquez	2000	<u>A. cruentus</u>
4	F.A. - 637	Santiago Sacatepéquez	2131	<u>A. caudatus</u>
5	F.A. - 747	Los Amates Izabal	25	<u>A. caudatus</u>
6	INCAP - 23206	San Raymundo Guatemala	2090	<u>A. caudatus</u>
7	INCAP-A-982-2USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
8	INCAP-A-1113-3USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
9	INCAP-82s-1014-7USA	USA	-	<u>A. caudatus</u>
10	INCAP-82s-434-8USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>
11	INCAP-82s-1023-10USA	USA	-	<u>A. hypochondriacus</u>
12	INCAP-80s-649-17USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>
13	INCAP-CAC-55B-PERU	Perú	-	<u>A. caudatus</u>
14	INCAP-80s-1157-20USA	USA	-	<u>A. cruentus</u>

Fuente: (3) y Martínez Muñoz, A. 1987. Procedencia de los cultivares de Amaranthus spp. Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, USAC. Comunicación Personal.

3. Metodología

En cada una de las localidades se utilizó un Diseño Experimental de Bloques al Azar con 14 tratamientos y 3 repeticiones.

Cada unidad experimental comprendió cinco surcos de cinco metros de largo, separados a 0.6 mts. y las plantas se sembraron a 0.20 mts. de separación. De cada parcela se tomaron los tres surcos centrales para la toma de datos, dejando una planta de cada extremo como cabecera.

4. Variables de Respuesta

4.1 Altura de planta

Treinta y cinco días después de la siembra se midió la altura (desde la base del tallo hasta el ápice de la planta) en cms. de 10 plantas de cada parcela, escogidos al azar.

4.2 Rendimiento bruto de materia verde

Las diez plantas marcadas de los surcos centrales se procedió a cortarlas a 2 centímetros del suelo y se pesaron los tallos junto con las hojas en una balanza analítica, expresado en kilogramos por hectárea.

4.3 Rendimiento de materia seca:

Las muestras de hoja se colocaron en bolsas perforadas de papel kraft y sometida a deshidratación en horno de aire caliente durante 16 horas a 60 grados centígrados, luego se pesaron en una balanza analítica, expresado en kilogramos por hectárea.

4.4 Análisis bromatológico

De cada parcela neta se tomó una muestra de materia seca de aproximadamente 100 grs., dichas muestras estuvieron almacenadas en frascos de vidrio, los cuales

fueron llevados a la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, donde mediante el método de la AOAC (2), se realizó las determinaciones del contenido porcentual de: Fibra Cruda, Carotenos, Nitrógeno, Proteínas (Nitrógeno x 6.25) por el método Macro Kjeldhal.

5. Análisis de los Resultados

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

- Altura al momento del corte (cms)
- 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

Se hicieron comparaciones de medias a través de la prueba de Tukey. Se realizó un Análisis Combinado de las cinco localidades en los ANDEVAS principales, se efectuó Análisis de Correlaciones simples entre las variables más determinantes basados en los objetivos del estudio. Y por último se hizo un Análisis de Parámetros de Estabilidad para identificación de las variedades en su comportamiento a través de todas las localidades donde se evaluaron.

a) ANDEVA por localidad

El modelo de análisis estadístico se describe a continuación:

$$X_{ij} = \mu + V_i + R_j + E_{ij}$$

Donde: $i = 1, 2, \dots, v$ cultivares
 $j = 1, 2, \dots, r$ repeticiones

X_{ij} = Valor del carácter estudiado en la prueba de la i -ésima observación en la j -ésima repetición.

μ = Media general del carácter

V_i = Efecto de la i -ésima variedad

R_j = Efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} = Efectos aleatorios asociados a la ij -ésima observación.

Cuadro 10 Análisis de Varianza para el Diseño de Bloques al Azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloques	$r-1$	$\frac{Y^2 \cdot j}{t} - Fc$	$\frac{S.C.B.}{r-1}$	$\frac{C.M.B.}{C.M.E.}$
Tratamientos	$t-1$	$\frac{Y^2 \cdot i}{r} - Fc$	$\frac{S.C.T.}{t-1}$	$\frac{C.M.T.}{C.M.E.}$
Error	$(r-1)(t-1)$	$S_{ct} - (S_{cb} - S_{crt})$	$\frac{S.C.E.}{(r-1)(t-1)}$	
Totales	$rt-1$	$Y^2_{ij} - Fc$		

$$Fc = \frac{Y^2 \cdot \cdot}{rt}$$

b) ANDEVA Combinado:

Para determinar con mayor grado de exactitud el comportamiento de los materiales evaluados se realizó un análisis combinado de las localidades donde se establecieron los ensayos. Dicho análisis se efectuó como un diseño de Bloques al Azar, cuyo modelo de los aleatorios es el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + V_i + L_k + VL_{ik} + R_j(k) + E_{ijk}$$

en donde:

- i = 1, 2, v variedad
- j = 1, 2, r repetición
- k = 1, 2, k localidad

X_{ijk} = Valor del carácter estudiado de la parcela, con la i-ésima variedad en la j-ésima repetición y en la K-ésima localidad

μ = Media general del carácter

V_i = Efecto de la i-ésima variedad

L_k = Efecto de la K-ésima localidad

VL_{ik} = Efecto de la i-K-ésima observación asociada a la interacción variedad por localidad.

$R_j(k)$ = Efecto de la j-ésima repetición dentro de la K-ésima localidad

E_{ijk} = Efecto asociado a la ijK-ésima observación

Esquema del Análisis de Varianza Combinado

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados Medios
Localidad	($l-1$)	
Rep./loc	$l(r-1)$	$e^2_{\sigma} + r \quad r^2 + \frac{r_k}{(v-1)} (V_j - \bar{V})^2$
Variedad	($v-1$)	
Var. X Loc.	$l(v-1)(l-1)$	$e^2 + . r^2$
Error	($v-1$)($r-1$)	e^2

Fuente: Tomado del libro Diseños Experimentales (4)

En donde: r = repeticiones
 k = localidad
 v = variedades
 V = Efecto de las variedades

c) Análisis de estabilidad

Se realizó un análisis de estabilidad utilizando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) (8); para la identificación de parámetros que identifican las variedades por su comportamiento a través de todas las localidades donde se evaluaron. El análisis de estabilidad se realizó bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i + I_j + S^2_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la media varietal de la i -ésima variedad en la j -ésima ambiente ($i = 1, 2, \dots, v$); ($j = 1, 2, \dots, n$)

μ_i = La media de la i -ésima variedad a través de todos los ambientes.

B_i = Coeficiente de Regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes.

I_j = Índice ambiental obtenido como promedio de todas las variedades en el j -ésimo ambiente menos la media general.

S^2_{ij} = Desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j .

En el cuadro 11, aparece el Análisis de Varianza que se utilizó para el modelo.

El cuadrado medio del error conjunto (error ponderado) se obtuvo por sumar la S.C. del error ponderado de los análisis de varianza efectuados para cada experimento en parti

Cuadro 11 Análisis de varianza utilizado para la estimación de los parámetros de estabilidad

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F
Total	nv-1	$\sum_{i,j} \sum Y^2_{ij} - F.C.$		
Variedades (v)	v-1	$\frac{1}{n} \sum_i Y^2_{i.} - F.C.$	CM ₁	$\frac{CM_1}{CM_3}$
Ambiental (A)	n-1	$\sum \sum Y^2_{ij} - Y^2_{i.}/n$		
Ambiente (lineal)	v(n-1)	$\frac{1}{v} \sum_j (\sum_i Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I^2_j$		
V x A (lineal)	1	$\sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I^2_j - S.C. ambiente (lineal)$	CM ₂	$\frac{CM_2}{CM_3}$
Desviaciones ponderadas	v(n-2)	$\sum_{i,j} d^2_{ij}$	CM ₃	
Variedad 1	n-2	$\sum_j Y^2_{ij} - \frac{(Y_{i.})^2}{n} - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I^2_j}$		
·	·	·		
·	·	·		
·	·	·		
Variedad V	n-2	$\sum_j Y^2_{vj} - \frac{(Y_{v.})^2}{n} - \frac{(\sum_j Y_{vj} I_j)^2}{\sum_j I^2_j}$		
Error ponderado	n(r-1)(v-1)		CM ₄	

$$E.C. = \frac{(\sum_i \sum_j Y_{ij}^2)}{Vn}$$

$$CM = \frac{SCE}{n} / r$$

Fuente: Eberhart y Russell (6)

cular y la suma total que resultó se dividió entre el total de grados de libertad del error de cada uno de los experimentos. El valor que resultó se dividió, a su vez, entre el número de repeticiones consideradas en los experimentos individuales. El coeficiente de regresión y las desviaciones de regresión fueron los parámetros utilizados.

Pruebas de Significancia:

1. La significancia de las diferencias entre medias varietales (Hipótesis nula, $H_0: V_1 = V_2 = \dots = V_n$), se efectuó mediante la prueba de F.

$$F = CM_1 = CM_3$$

2. La hipótesis de que no hay diferencia genética entre las variedades para su regresión sobre los índices ambientales se efectuó mediante la siguiente prueba de F.

$$F = CM_2 / CM_3$$

3. La hipótesis (H_0) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero se prueba:

$$F = \left(\sum_j dij^2 / n - 2 \right) / \text{error ponderado}$$

4. La hipótesis de que los coeficientes de regresión son estadísticamente iguales a uno se realizó mediante una prueba de t.

$$t_i = \frac{B_i - 1}{\sqrt{CME / \sum_j I_j^2}}$$

CME = Cuadrado medio del error ponderado

El comportamiento de cada variedad en cada ambiente se predijo usando los estimadores de los parámetros V_i , B_i ,

como: $Y_{ij} = \bar{X}_i + B_i I_j$

Una variedad deseable es aquella que posee las siguientes atribuciones: Uncoeficiente de regresión igual a la unidad ($B_i = 1$), desviación de regresión cercanos a cero ($S_{di}^2 = 0$) la media de rendimiento muy alta.

Comparación Múltiple de Medias:

Con base al Análisis de Varianza utilizado en el diseño de Análisis de Estabilidad, se realizaron las comparaciones entre medias para cada una de las variables evaluadas por medio de prueba de Tukey.

$$\text{Comparador Tukey} = (\bar{S}\bar{X}) (q_{\alpha})$$

Donde: $\bar{S}\bar{X}$ = error estandar de las medias ($\frac{\sqrt{CME}}{r}$)

q_{α} = valor tabular (Gle; no. tratamientos)

d) Correlaciones

Altura a corte/Rend. materia verde

Altura a corte/ % de fibra

Altura a corte/Contenido de proteína

Rend. materia verde/ % de fibra

Rend. materia verde/Contenido de proteína

Rend. materia seca/ % de fibra

Rend. materia seca/ Contenido de proteína

Proteína/ % de fibra

6. Manejo de los Experimentos

El Amaranthus sp. fue cultivado en cinco localidades experimentales. (ver Apéndice Mapa No. 1)

a) Preparación del terreno:

Los terrenos se prepararon 10 días antes de la siembra, mediante un paso de arado y dos de rastra. Se trazaron las parcelas de acuerdo al Diseño Experimental y

se construyeron los surcos en forma manual.

b) Siembra

Se efectuó las siembras por el método de posturas en hileras colocando entre 10-20 semillas en cada una a 0.4 mts.; cubriéndolas posteriormente con una pequeña película de suelo. A los 15 días después de la siembra, se procedió al raleo dejando de 2-4 plántulas vigorosas.

c) Control de Plagas y Enfermedades

Se realizó un control en las diferentes localidades, dándoles un adecuado tratamientos según el problema que se presentó; evitando así que fueran afectadas las plantas antes de la cosecha.

d) Control de Malezas

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

e) Cosecha

El follaje (hoja y peciolo) se cortó a los 35 días después de la siembra, se colocó en bolsas de plástico, luego se pesaron en fresco, se cortaron en pedazos y se colocaron el horno durante 16 horas a 60 grados centígrados, al final del cual se pesó nuevamente el material, se molió en un molino Winley, y se colocaron en frascos de vidrio bien tapados se identificaron con el nombre de cultivar, lugar de siembra, el número de bloque y repetición, posteriormente se realizó el análisis químico proximal de cada material.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro No. 12 presenta un resumen de los resultados del Análisis de Varianza para las variables cuantitativas estudiadas en las cinco localidades, observándose que no en todas las localidades se manifiesta la variabilidad esperada. Dicha variabilidad aparentemente está en relación con la temperatura y factores como el suelo.

No hay diferencia significativa para las variables: contenido de fibra de proteína, rendimiento de materia verde y materia seca en las localidades de Pachalí y CEDA. Mientras que en el resto de las localidades si la hay para las características citadas, y en el caso de la altura de planta a 35 días de emergencia es altamente significativa en todas las localidades a excepción del CEDA.

La altura tiene una relación directa con la temperatura; esto se deduce en Salamá y Bulbuxyá las plantas alcanzaron mayor altura, (Cuadro No. 13), 57 - 98 cms. y 16.10 - 54.50 cms. respectivamente.

La fertilidad del suelo es más importante en determinar el rendimiento de materia verde, puesto que los altos valores obtenidos en Salamá y Sololá, concuerdan con el adecuado contenido de nutrientes en el suelo en su estado natural no sometidos a cultivo, mientras que los suelos del resto de localidades han estado sometidos a un uso intensivo.

Se observa que el contenido de proteína (%) es una característica estable y su baja diferencia significativa en Bulbuxyá puede deberse a la mayor temperatura existente en la región y a una marcada gradiente del suelo, observada en el lugar de ensayo. Esto se comprueba que la significancia que muestran todas las variables estudiadas en dicha localidad.

Cuadro 12. Resumen de los ANDEVAS para las cinco localidades estudiadas en Amaranthus sp.

Localidades	Pachalí			C E D A			Salamá			Sololá			Bulbuxyá		
Variables	Pr	> F	C.V.	Pr	> F	C.V.	Pr	> F	C.V.	Pr	> F	C.V.	Pr	> F	C.V.
Altura (cm)	0.006	**	32.99	0.2119	N.S.	44.49	0.0001	**	6.15	0.0140	**	27.43	0.0001	**	6.36
Rendimiento de Materia Verde (Kg/ha)	0.2250	N.S.	52.33	0.1352	N.S.	41.81	0.0012	**	13.77	0.0001	**	25.46	0.0003	**	35.11
Rendimiento de Materia seca (Kg/ha)	0.0661	N.S.	52.33	0.1500	N.S.	47.86	0.0004	**	11.03	0.0001	**	22.81	0.0001	**	13.09
% del contenido de Fibra Cruda foliar (base seca)	0.2157	N.S.	11.23	0.3303	N.S.	11.86	0.1217	N.S.	9.63	0.0054	**	5.71	0.0001	**	3.61
% del Contenido de Proteína foliar (base seca)	0.6650	N.S.	10.43	0.0770	N.S.	9.70	0.6053	N.S.	7.81	0.1138	N.S.	7.37	0.0302	*	8.14
Rendimiento de Proteína foliar (Kg/ha)	0.1004	N.S.	58.39	0.3546	N.S.	48.95	0.0033	**	12.57	0.0001	**	24.11	0.0001	**	39.17

N.S. No existe significancia

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 13 Resumen de los resultados de altura (cms) para los 14 cultivares de Amaranto en cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades Cultivares	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo												
254	34.50	26.80	42.30	21.13	15.40	31.60	62.67	61.00	64.00	15.00	11.00	19.00	27.03	24.80	30.70
350	19.07	14.90	21.70	14.67	11.00	19.10	81.33	76.00	88.00	25.67	19.00	29.00	50.40	45.20	55.60
492	11.83	10.00	14.40	17.07	13.50	21.10	86.00	83.00	90.00	29.33	18.00	39.00	45.33	43.20	47.20
6378	35.07	16.90	55.30	19.87	11.70	34.10	84.00	78.00	89.00	26.00	16.00	33.00	40.50	38.20	42.60
747	55.17	45.40	66.70	18.63	5.10	28.60	74.67	64.00	86.00	27.33	17.00	33.00	33.47	31.40	36.30
23-206	33.37	16.60	51.70	21.93	15.60	33.60	82.67	78.00	90.00	23.33	20.00	33.00	52.93	50.30	55.40
2 - U	14.20	11.00	16.00	25.83	16.80	34.00	62.67	57.00	68.00	23.33	16.00	33.00	19.20	18.30	20.20
3 - U	18.47	16.10	20.40	39.30	21.50	64.00	76.33	71.00	86.00	15.67	13.00	18.00	28.13	23.50	32.50
7 - U	29.73	20.30	47.30	25.60	17.40	40.20	70.33	68.00	73.00	27.67	16.00	37.00	36.60	34.10	38.20
8 - U	23.57	17.90	27.30	22.27	8.90	32.90	89.00	82.00	93.00	33.67	26.00	44.00	51.33	50.70	52.60
10 - U	25.47	22.50	29.90	39.37	22.80	56.20	78.33	74.00	86.00	42.33	38.00	48.00	41.03	39.60	42.80
17 - U	23.77	21.70	26.80	19.57	10.40	30.40	74.33	69.00	78.00	30.33	29.00	32.00	49.97	48.60	52.60
18 - P	27.07	20.80	35.20	24.27	19.00	32.00	90.00	85.00	98.00	25.33	20.00	33.00	17.35	16.10	18.60
20 - U	25.07	23.40	28.30	28.97	14.20	49.30	78.67	71.00	88.00	34.33	26.00	43.00	45.90	43.20	48.40

Aparentemente la temperatura tiene una relación inversa con el contenido de proteína, ya que según el Cuadro 17, en las localidades de Pachalí, Sololá y CEDA se obtuvieron valores promedios máximos de 31.02%, 30.48% y 30.05% respectivamente, mientras que en Salamá y Bulbuxyá se obtuvieron los valores más bajos.

El alto valor de los coeficientes de variación muestran controversias tanto inter e intra varietal, mostrando lo dificultoso del manejo de este tipo de ensayos o investigaciones que se realizan en este cultivo debido al desconocimiento sobre su manejo y alta variabilidad morfológica.

Los cuadros del No. 19 al 23 presentan las medias de las variables de los 14 cultivares evaluados en cada uno de los ambientes de prueba para los cuales se encontró significancia.

En altura (cuadro 19), en la localidad de Salamá sobresalió el cultivar introducido INCAP 18 P CAC 55 B de Perú con 90 cms; en Pachalí, el cultivar nativo F.A. 747, con 55.17 cms; en Bulbuxyá el cultivar nativo INCAP 23206 con 52.93 cms, y en Sololá el cultivar introducido INCAP 10 USA 82 S 1023 con 42.33 cms.

En rendimiento de materia verde (Cuadro No. 20), en Sololá el de mayor rendimiento fue el cultivar introducido INCAP 10 USA 82 S 1023 con 3,230.33 Kg/ha; en Salamá el cultivar introducido INCAP 8 USA 82 S 434 con 1,682.99 Kg/ha y en Bulbuxyá el cultivar nativo INCAP 23206 con 1,180.83 Kg/ha.

El cuadro No. 21 presenta el rendimiento de materia seca donde en Sololá sobresalió el cultivar introducido INCAP 10 USA 82 S 1023 con 301.17 Kg/ha; luego en Salamá el cultivar introducido INCAP 8 USA 82 S 434 con 198.26 Kg/ha; en Bulbuxyá el cultivar nativo INCAP 23206 con 176.11 Kg/ha y en Pachalí el cultivar nativo F.A. 254 con 132.36 Kg/ha.

Cuadro 14 Resumen de los resultados de rendimiento en materia verde (Kg/ha) para los 14 cultivares de Amarantho en las cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
254	782.87	311.11	1283.33	330.30	258.33	392.08	1139.83	963.65	1311.15	844.00	760.00	930.00	370.27	291.66	485.83
350	249.26	170.00	291.67	202.92	96.25	262.50	1223.09	975.73	1411.67	993.33	920.00	1120.00	823.75	112.50	1535.00
492	143.52	75.00	198.61	197.50	87.50	283.33	1088.51	1008.54	1148.85	1683.33	1180.00	2200.00	810.55	754.16	900.00
637	620.83	168.06	1045.83	296.80	113.33	522.91	1106.11	891.46	1213.43	1842.33	1300.00	2237.00	580.28	553.58	594.75
747	492.13	243.06	694.44	246.53	50.00	354.17	836.80	647.60	939.37	2491.00	2130.00	2873.00	373.89	342.50	401.66
23-206	670.37	422.22	894.44	419.44	341.67	556.25	1320.41	1130.31	1511.56	1580.00	1160.00	2150.00	1180.83	949.16	1333.33
2 - U	434.26	255.56	547.22	409.72	337.50	529.17	1027.92	807.50	1162.50	1539.67	1100.00	1989.00	264.22	239.33	301.66
3 - U	366.83	309.72	461.11	228.33	75.83	416.67	1322.18	1141.35	1522.91	1276.67	1050.00	1520.00	420.05	322.66	497.50
7 - U	588.88	423.61	877.77	358.06	211.67	589.17	1303.61	1169.37	1431.25	2476.67	2210.00	2850.00	478.32	435.80	500.00
8 - U	415.28	286.11	605.56	267.36	50.00	412.50	1682.99	1440.63	2056.46	3116.67	2420.00	4320.00	1003.61	915.00	1104.16
10 - U	481.02	355.56	563.89	471.53	331.25	750.00	1250.73	1145.73	1333.23	3230.33	2330.00	3930.00	582.36	515.41	684.16
17 - U	502.78	327.77	676.39	443.75	108.33	695.83	1272.67	1266.56	1281.87	2476.67	1990.00	3140.00	997.50	907.50	1154.16
18 - P	415.74	252.77	711.11	429.17	237.50	658.33	1180.34	1060.41	1311.87	2278.33	1805.00	2800.00	205.00	195.83	214.16
20 - U	478.70	315.27	702.77	522.50	171.50	793.75	1389.02	1281.87	1480.10	2980.67	2830.00	3130.00	739.66	640.00	837.33

Cuadro 15 Resumen de los resultados de rendimiento de materia seca (Kg/Ha) para los 14 cultivares de amaranto en las cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades Cultivares	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo												
254	132.36	71.39	200.69	46.01	38.75	54.70	134.37	105.21	162.50	89.00	86.00	93.00	64.89	56.66	70.00
350	34.17	21.39	46.53	23.01	16.25	28.33	147.91	145.83	151.04	116.37	95.00	128.00	125.85	123.83	127.87
492	24.95	19.86	27.77	24.44	10.00	38.33	145.14	128.13	161.46	161.42	132.00	200.05	113.94	106.82	120.00
637	89.86	24.03	134.72	39.99	20.40	62.91	136.46	130.21	148.96	168.70	94.30	210.80	100.20	93.33	107.14
747	75.51	38.89	98.06	32.92	9.17	45.00	122.91	109.37	132.29	233.13	203.00	267.40	72.02	65.00	80.23
23-206	106.71	55.97	150.27	58.75	40.83	86.67	184.72	180.21	190.63	192.53	167.00	205.58	176.11	141.66	203.33
2 - U	50.74	30.56	72.77	54.03	42.08	76.67	125.00	106.25	135.41	140.53	106.90	195.70	39.44	24.92	46.73
3 - U	49.95	42.50	62.36	31.80	12.08	57.50	156.60	135.41	180.21	131.97	122.90	138.00	45.19	32.25	55.00
7 - U	76.90	53.75	118.61	47.50	30.83	77.08	140.28	127.08	161.46	234.37	195.00	299.00	104.97	96.66	111.66
8 - U	56.20	45.13	74.44	34.86	10.00	50.00	198.26	177.08	226.04	295.23	227.00	370.70	162.17	148.33	171.37
10 ^o - U	59.02	42.63	70.69	61.25	40.83	98.75	152.08	143.75	164.58	301.17	244.00	355.00	123.62	111.41	140.75
17 - U	64.63	40.00	97.36	60.19	16.67	93.91	151.04	133.33	172.91	225.37	181.00	273.10	158.44	137.90	175.83
18 - P	54.07	31.81	95.41	66.53	25.00	115.83	161.46	148.96	178.13	241.30	194.50	317.00	43.33	55.83	55.83
20 - U	55.66	32.40	94.44	76.80	27.50	135.41	152.43	146.87	163.54	250.20	233.80	271.00	116.25	107.10	129.16

Cuadro 16 Resumen de los resultados de contenido de fibra (%) para los 14 cultivares de amaranto en las cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades Cultivares	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo												
254	13.99	13.00	14.59	14.30	12.95	15.59	14.19	13.07	14.90	14.88	14.66	15.07	11.16	10.95	11.46
350	16.13	14.76	18.61	14.29	12.79	17.07	16.62	14.39	19.73	16.41	15.46	18.16	12.87	12.48	13.26
492	16.02	14.57	18.66	14.09	12.14	17.15	13.86	13.09	14.40	16.08	14.21	17.76	11.85	11.36	12.30
637	16.20	15.45	16.59	13.77	10.27	18.05	14.93	13.28	17.02	14.48	13.65	15.15	13.39	13.01	13.90
747	15.32	14.23	16.74	14.27	12.71	17.14	14.42	12.55	15.79	15.90	14.79	17.43	13.73	13.19	14.17
23-206	12.81	11.00	14.17	12.35	10.77	14.67	14.78	13.53	15.48	15.60	13.83	16.63	12.30	11.46	12.89
2 - U	14.48	12.07	16.00	12.13	11.17	13.23	16.00	15.49	16.61	14.73	14.08	15.83	14.16	13.39	14.86
3 - U	13.92	12.21	14.79	12.45	10.25	14.16	17.27	16.65	17.86	13.68	13.09	14.76	12.53	12.24	12.91
7 - U	13.45	12.15	14.20	14.42	12.46	16.47	16.47	13.82	17.99	13.81	12.87	15.29	14.32	14.01	14.61
8 - U	14.03	12.00	16.10	13.71	12.89	14.13	14.55	13.36	15.33	14.14	13.33	13.81	14.17	13.90	14.63
10 - U	14.83	14.50	15.00	14.58	11.00	16.59	15.23	13.66	16.09	14.61	12.53	15.75	14.47	13.74	14.87
17 - U	15.88	14.00	19.00	11.96	11.19	12.69	16.26	14.19	17.58	14.31	13.24	15.07	12.57	12.26	12.89
18 - P	13.29	12.00	14.87	11.98	10.09	14.33	13.75	13.07	14.57	13.97	13.17	15.03	12.92	12.87	12.97
20 - U	15.17	13.40	16.24	13.39	10.79	15.08	15.17	14.07	16.41	14.46	12.83	15.63	13.21	12.28	14.17

Cuadro 17 Resumen de los resultados del contenido de proteína (%) para los 14 cultivares de amaranto en las cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades Cultiva- res	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo												
254	27.78	27.32	28.22	29.88	28.11	32.03	21.68	20.67	22.80	28.43	26.59	29.99	18.97	16.49	21.81
350	25.86	21.00	29.28	30.06	28.03	33.95	22.29	21.69	23.01	26.00	24.35	27.51	19.55	17.76	21.35
492	26.63	25.98	27.39	29.98	25.00	35.02	21.17	20.62	21.64	25.96	24.91	28.05	21.14	19.64	22.15
637	28.54	25.95	31.19	29.84	25.53	32.82	22.27	20.75	23.46	27.44	25.03	29.69	20.27	17.43	23.57
747	26.91	26.65	27.31	27.56	26.88	28.49	22.46	19.48	24.18	26.88	26.13	27.74	19.58	18.70	20.74
23-206	26.16	23.97	29.99	29.04	27.67	31.21	21.79	19.69	23.97	25.80	22.75	29.13	22.02	20.65	23.00
2 - U	28.29	25.48	31.85	27.38	26.73	27.79	21.16	20.02	22.09	26.76	26.47	26.95	17.03	16.32	17.62
3 - U	28.04	26.82	28.73	25.88	25.11	27.10	21.07	20.00	21.62	26.92	23.19	29.54	17.66	16.10	18.68
7 - U	31.02	28.43	32.76	26.96	25.69	28.63	21.09	18.87	23.53	24.69	22.10	26.11	19.07	17.72	20.36
8 - U	26.27	23.21	28.69	25.88	24.30	27.36	20.85	18.37	24.24	30.48	30.05	31.17	21.03	19.10	22.97
10 - U	28.82	25.60	31.93	26.02	25.62	26.63	21.18	20.17	22.19	26.89	25.51	29.47	19.09	16.60	20.43
17 - U	29.04	27.07	32.49	25.87	22.81	28.48	23.98	23.64	24.52	28.99	26.00	30.96	19.86	18.81	21.11
18 - P	27.71	22.70	32.59	26.97	24.73	28.25	23.13	21.57	24.20	26.21	24.39	27.69	19.16	17.71	20.61
20 - U	25.79	22.73	29.83	22.71	18.10	25.82	21.34	19.17	22.77	25.67	25.29	26.21	21.83	20.32	23.26

Cuadro 18 Resumen de los resultados de rendimiento de proteínas (Kg/Ha) para los 14 cultivares de amaranto en las cinco localidades de Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	Promedio	Mínimo	Máximo												
254	36.96	19.50	56.63	13.60	12.41	15.23	29.25	22.70	22.70	37.05	25.27	24.69	12.44	9.34	15.27
350	8.74	6.26	12.70	7.19	4.58	9.05	32.96	31.63	33.79	20.08	26.13	32.95	24.57	22.71	26.43
492	6.62	5.43	7.21	7.80	2.50	13.42	30.78	26.42	34.93	42.30	32.89	56.11	24.13	20.97	25.96
637	26.62	6.23	42.29	12.28	5.21	19.60	30.29	29.41	30.91	47.15	23.60	59.67	20.25	18.49	23.59
747	20.25	10.62	26.13	9.10	2.50	12.82	27.46	25.77	30.16	62.57	56.31	71.58	14.07	13.25	15.48
23-206	26.97	16.79	36.83	16.83	12.74	23.98	40.17	37.53	43.19	49.71	42.61	59.89	55.46	31.76	87.86
2 - U	14.47	7.79	20.05	14.84	11.25	21.31	26.42	22.69	29.45	37.64	28.29	52.55	6.67	4.39	7.99
3 - U	14.06	12.07	17.91	8.39	3.03	15.58	33.10	27.08	38.96	35.71	28.50	40.77	7.94	6.02	10.01
7 - U	24.24	15.30	38.86	12.73	8.83	20.47	29.52	24.96	33.69	58.34	43.09	77.35	19.97	18.89	21.36
8 - U	14.96	11.37	21.36	8.82	2.73	12.15	40.89	38.23	42.92	89.76	70.76	111.99	33.95	32.73	35.06
10 - U	11.29	2.51	20.45	15.90	10.46	25.47	32.14	31.34	33.19	81.05	62.24	91.19	23.76	18.49	28.76
17 - U	19.35	10.83	31.63	16.70	3.80	27.88	36.22	31.51	41.13	65.54	54.17	84.55	31.60	25.93	37.11
18 - P	16.01	7.21	31.09	17.40	6.98	28.64	37.40	33.93	43.11	62.17	50.38	77.31	8.48	5.46	11.51
28 - U	14.26	7.36	23.44	17.94	6.66	34.96	32.60	28.15	37.23	64.19	61.27	69.13	25.42	21.79	28.31

Cuadro 19. Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en altura.

		A L T U R A (cms)							
LOCALIDADES		P A C H A L I		S A L A M A		S O L O L A		B U L B U X Y A	
CULTIVARES	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	
F.A. -254	34.50	AB	62.67	E	15.00	B	27.03	G	
F.A. -350	19.07	B	81.33	ABCD	25.67	AB	50.40	AB	
F.A. -492	11.83	B	86.00	ABC	29.33	AB	45.33	C	
F.A. -637	35.07	AB	84.00	ABCD	26.00	AB	40.50	CDE	
F.A. -747	55.17	A	74.67	BCDE	27.33	AB	33.47	EFG	
INCAP -23-206	33.37	AB	82.67	ABCD	23.33	AB	52.93	A	
INCAP - 2-U	14.20	B	62.67	E	23.33	AB	19.20	H	
INCAP - 3-U	18.47	B	76.33	ABCDE	15.67	B	28.13	G	
INCAP - 7-U	29.73	AB	70.33	DE	27.67	AB	36.60	DEF	
INCAP - 8-U	23.57	B	89.00	AB	33.67	AB	51.33	AB	
INCAP -10-U	25.47	B	78.33	ABCD	42.33	A	41.03	CD	
INCAP -17-U	23.77	B	74.33	CDE	30.33	AB	49.97	AB	
INCAP -18-P	27.07	B	90.00	A	25.33	AB	17.35	H	
INCAP -20-U	25.07	B	78.67	ABCD	34.33	AB	45.90	ABC	
		Wp = 26.70		Wp = 14.422		Wp = 22.365		Wp = 7.469	

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales entre si de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 20. Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en materia verde.

RENDIMIENTO		DE		MATERIA		V E R D E		(kg/ha)
LOCALIDADES		S A L A M A		S O L O L A		B U L B U X Y A		
CULTIVARES	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*		
F.A. - 254	1139.83	BC	844.00	E	370.27	BC		
F.A. - 350	1223.09	ABC	993.33	DE	823.75	ABC		
F.A. - 492	1088.51	BC	1683.33	ABCDE	810.55	ABC		
F.A. - 637	1106.11	BC	1842.33	ABCDE	580.28	ABC		
F.A. - 747	836.80	C	2491.00	ABCD	373.89	BC		
INCAP - 23-206	1320.41	ABC	1580.00	BCDE	1180.83	A		
INCAP - 2-U	1027.92	BC	1539.67	CDE	264.22	C		
INCAP - 3-U	1322.18	ABC	1276.67	DE	420.05	BC		
INCAP - 7-U	1303.61	ABC	2476.67	ABCD	478.32	BC		
INCAP - 8-U	1682.99	A	3116.67	AB	1003.61	AB		
INCAP -10-U	1250.73	ABC	3230.33	A	582.36	ABC		
INCAP -17-U	1272.67	ABC	2476.67	ABCD	997.50	B		
INCAP -18-P	1180.34	ABC	2278.33	ABCDE	205.00	C		
INCAP -20-U	1389.02	AB	2980.67	ABC	739.66	ABC		
		Wp = 507.28			Wp = 1576.2			Wp = 679.39

* Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales entre si de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 21. Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en materia seca.

LOCALIDADES	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (kg/ha)							
	PACHALI		SALAMA		SOLOLA		BULBUXYA	
CÚLTIVARÉS	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*
F.A. -254	132.36	A	134.37	C	89.00	D	64.89	DE
F.A. -350	34.17	AB	147.91	ABC	116.37	CD	125.85	BC
F.A. -492	24.95	B	145.14	BC	161.42	BCDE	113.94	C
F.A. -637	89.86	AB	136.46	BC	168.70	ABCD	100.20	CD
F.A. -747	75.51	AB	122.91	C	233.13	ABC	72.02	DE
INCAP-23-206	106.71	AB	184.72	AB	192.53	ABCD	176.11	A
INCAP- 2-U	50.74	AB	125.00	C	140.53	CD	39.44	E
INCAP- 3-U	49.95	AB	156.60	ABC	131.97	CD	45.19	E
INCAP- 7-U	76.90	AB	140.28	BC	234.37	ABC	104.97	CD
INCAP- 8-U	56.20	AB	198.26	A	295.23	AB	162.17	AB
INCAP-10-U	59.02	AB	152.08	ABC	301.17	A	123.62	BC
INCAP-17-U	64.63	AB	151.04	ABC	225.37	ABC	158.44	B
INCAP-18-P	54.07	AB	161.46	ABC	241.30	ABC	43.33	C
INCAP-20-U	55.66	AB	152.43	ABC	250.20	ABC	116.25	C
	Wp = 104.67		Wp = 50.024		Wp = 136.37		Wp = 41.363	

* Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En el Cuadro No. 22, tenemos el contenido de proteína (%) que únicamente tuvo diferencia significativa la localidad de Bulbuxyá donde sobresalió el cultivar nativo INCAP 23206 con 22.02%, fue una variable muy estable como puede observarse en el Cuadro No. 17.

En el mismo cuadro No. 22, encontramos el contenido de fibra cruda (%), en donde en Bulbuxyá el cultivar nativo con menor contenido fue F.A. 254 con 11.16% y en Sololá el cultivar introducido INCAP 3 USA A 1113 e INCAP 7 USA 82 S 1011 con 13.68% y 13.81% respectivamente.

Y finalmente en el rendimiento de proteína (Cuadro No. 23), tenemos en Sololá el cultivar introducido INCAP 8 USA 82 S 434 con 89.76 Kg/ha, en Bulbuxyá el cultivar nativo INCAP 23206 con 55.46 Kg/ha y en Salamá el cultivar introducido INCAP 8 USA 82 S 434 con 40.89 Kg/ha y el cultivar nativo INCAP 23206 con 40.17 Kg/ha.

ANALISIS COMBINADOS

El Cuadro No. 24 presenta un resumen de los resultados del Análisis de Varianza Combinado de las cinco localidades para las variables estudiadas. Todas las características son altamente influenciadas por el ambiente y en el caso de la altura y fibra presentan variabilidad intra e inter varietal, ya que tanto para repetición como variedad muestran significancia. En cambio para los rendimientos solo hay variación inter varietal y la no significancia en las repeticiones demuestran en cierto modo uniformidad dentro de los cultivares estudiados.

El contenido de proteína (%) es la característica más estable tanto intra como inter varietal, sin embargo hay un mínimo de influencia ambiental debido especialmente a la temperatura, que influye en el metabolismo vegetal.

Cuadro 22 Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en contenido de proteína y contenido de fibra cruda.

LOCALIDADES	CONTENIDO DE PROTEINA (%)		CONTENIDO DE FIBRA CRUDA (%)			
	BULBUYA		SOLOLA		BULBUYA	
CULTIVARES	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*
F.A. - 254	18.97	AB	14.88	AB	11.16	D
F.A. - 350	19.55	AB	16.41	A	12.87	ABC
F.A. - 492	21.14	AB	16.08	AB	11.85	CD
F.A. - 637	20.27	AB	14.48	AB	13.39	AB
F.A. - 747	19.58	AB	15.90	AB	13.73	AB
INCAP -23-206	22.02	A	15.60	AB	12.30	BCD
INCAP - 2-U	17.03	B	14.73	AB	14.16	A
INCAP - 3-U	17.66	AB	13.68	B	12.53	BCD
INCAP - 7-U	19.07	AB	13.81	B	14.32	A
INCAP - 8-U	21.03	AB	14.14	AB	14.17	A
INCAP -10-U	19.09	AB	14.61	AB	14.47	A
INCAP -17-U	19.86	AB	14.31	AB	12.57	BCD
INCAP -18-P	19.16	AB	13.97	AB	12.92	ABC
INCAP -20-U	21.83	AB	14.46	AB	13.21	ABC
	Wp = 4.875		Wp = 2.542		Wp = 1.439	

* Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales entre si de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 23. Resultados de las pruebas de Tukey para las localidades que fueron significativas en rendimiento de proteína.

LOCALIDADES	RENDIMIENTO DE PROTEINA (kg/ha)		S O L O L A		B U L B U X Y A	
	S A L A M A					
CULTIVARES	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*	MEDIA	Comparación*
F.A. - 254	29.25	AB	25.27	D	12.44	BC
F.A. - 350	32.96	AB	30.08	CD	24.57	BC
F.A. - 492	30.78	AB	42.30	BCD	24.13	BC
F.A. - 637	30.29	AB	47.15	BCD	20.25	BC
F.A. - 747	27.46	B	62.57	ABCD	14.07	BC
INCAP -23-206	40.17	A	49.71	BCD	55.46	A
INCAP - 2-U	26.42	B	37.64	CD	6.67	C
INCAP - 3-U	33.10	AB	35.71	CD	7.94	BO
INCAP - 7-U	29.52	AB	58.34	ABCD	19.97	BC
INCAP - 8-U	40.89	A	89.76	A	33.95	AB
INCAP -10-U	32.14	AB	81.05	AB	23.76	BC
INCAP -17-U	36.22	AB	65.54	ABC	31.60	ABC
INCAP -18-P	37.40	AB	62.17	ABCD	8.48	BC
INCAP -20-U	32.60	AB	64.19	ABCD	25.42	BC
	Wp = 12.411		Wp = 38.936		Wp = 26.511	

* Tratamiento con las mismas letras son estadísticamente iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 24. Resumen de los ANDEVAS combinados de las cinco localidades del Amaranthus spp.

Variables	Altura (cms)		% de fibra Cruda Foliar (base seca)		% de Proteína Foliar (base seca)		Rendimientos Materia Verde (kg/ha)			Rendimiento Materia Seca (kg/ha)			Rendimiento Proteína (kg/ha)		
	C.M.	Pr > F	C.M.	Pr > F	C.M.	Pr > F	C.M.	Pr >	F	C.M.	Pr >	F	C.M.	Pr >	F
Localidad	21243.57	0.0001 **	35.55	0.0001 **	553.01	0.0001 **	20884253.00	0.0001 **		161040.27	0.0001 **		10903.83	0.0001 **	
Rep (loc)	245.21	0.0001 **	11.61	0.0001 **	5.81	0.3272 NS	98716.91	0.3404 NS		1600.15	0.0557 NS		147.79	0.0694 NS	
Variedad	317.17	0.0001 **	4.43	0.0029 **	5.83	0.3156 NS	659386.55	0.0001 **		8090.02	0.0001 **		575.31	0.0001 **	
Var x Loc	239.54	0.0001 **	2.85	0.0098 **	7.51	0.0362 *	408305.66	0.0001 **		3812.13	0.0001 **		319.53	0.0001	
Error	56.54		1.69		5.03		86862.49			857.23			82.76		
C. V.	19.29		9.11		9.06		31.00			25.79			32.47		

NS = No existe significancia

* = Significativo al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad

Por haber encontrado diferencia altamente significativa en lo que a variedades se refiere; se rechazó la hipótesis nula de que no existen diferencias entre las variedades, procediéndose a la comparación de medias de las variables de las diferentes localidades.

La prueba de Tukey (cuadro No. 25) clasificó en altura, en primer lugar el cultivar introducido INCAP 10 USA 82 S 1023, superando a las nativas con 45.31 cms.

El cultivar introducido INCAP 18 P CAC 55 B de Perú, sobresalió con 13.20% de contenido de fibra cruda seguido de los cultivares nativos INCAP 23206 con 13.57% y F.A. 254 con 13.70%.

En relación a los rendimientos (materia verde y seca; y proteína) sobresalieron en orden de importancia los cultivares introducidos: INCAP 8 USA 82 S 434; INCAP 10 USA 82 S 1023; INCAP 17 USA 82 S 1011; INCAP 20 USA 80 S 1157 y la nativa INCAP 23206 con rendimiento en materia verde que oscilan entre 1297.18 y 1034.21 Kg/ha.

En la interacción de localidades por variedad se encontró en todas alta significancia, procediéndose a la realización del análisis de los parámetros de estabilidad.

CORRELACIONES

El Análisis de Correlaciones realizado para cada una de las localidades y combinado para las cinco (Cuadro No. 26), nos muestra que solo la altura de planta y los rendimientos guardan una correlación positiva, por ser consistente dicha correlación a nivel de localidad individual, como en la combinación de las cinco localidades. Igual situación ocurre en las correlaciones entre los diferentes rendimientos.

Cuadro 25 Resultados de las pruebas de Tukey de las cinco localidades para las variables significativas. Guatemala, 1986.

Variables	Altura (cms)		Rendimiento de materia verde (Kg/ha)		Rendimiento de materia seca (Kg/ha)		% de fibra cruda foliar (base seca)		Rendimiento de proteína foliar (Kg/ha)	
	Media	Comparación*	Media	Comparación*	Media	Comparación*	Media	Comparación*	Media	Comparación*
F.A. - 254	32.06	CD	693.39	D	93.33	EF	13.70	B	23.50	BCD
F.A. - 350	37.36	ABCD	689.52	D	87.02	EF	15.43	A	20.43	D
F.A. - 492	37.91	ABCD	784.68	CD	93.97	DEF	14.37	AB	22.33	CD
F.A. - 637	41.09	ABC	889.27	BCD	107.16	CDEF	14.55	AB	27.31	ABCD
F.A. - 747	41.85	AB	888.07	BCD	107.29	BCDEF	14.73	AB	26.69	ABCD
INCAP - 23-206	42.92	AB	1034.21	ABCD	143.76	AB	13.57	B	37.83	A
INCAP - 2 U	29.03	D	735.16	D	81.95	F	14.30	AB	20.01	D
INCAP - 3 U	35.58	BCD	722.81	D	83.10	F	13.97	AB	19.84	D
INCAP - 7 U	37.99	ABCD	1041.11	ABCD	120.80	ABCDE	14.49	AB	28.96	ABCD
INCAP - 8 U	43.97	AB	1297.18	A	149.34	A	14.12	AB	37.68	A
INCAP - 10 U	45.31	A	1203.19	AB	139.43	ABC	14.75	AB	32.83	ABC
INCAP - 17 U	39.59	ABC	1138.67	ABC	131.93	ABC	14.19	AB	33.88	AB
INCAP - 18 P	38.19	ABCD	951.48	ABCD	118.33	ABCDEF	13.20	B	29.71	ABCD
INCAP - 20 U	42.59	AB	1222.11	AB	130.27	ABCD	14.27	AB	30.88	ABCD

Wp = 9.389

Wp = 368.007

Wp = 36.559

Wp = 24.359*

Wp = 11.359

* Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Cuadro 26 Resumen de los ANDEVAS combinados de las cinco localidades del Amaranthus spp.

VARIABLE	LOCALIDADES	1	2	3	4	5	GENERAL
Altura de planta cms/contenido de fibra %		N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	/ **
Altura de planta cms/contenido de proteína %		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	- **
Altura de planta cms/Rendimiento de materia verde en (kg/ha)		**	*	*	**	**	/ **
Altura de planta cms/Rendimiento de materia seca en (kg/ha)		**	**	**	**	**	/ **
Altura de planta cms/Rendimiento de proteína en (kg/ha)		**	*	**	**	**	/ **
Rendimiento de materia verde (kg/ha)/Fibra %		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	/ *
Rendimiento de materia verde (kg/ha)/Rendimiento de materia seca(kg/ha)		**	**	**	**	**	/ **
Rendimiento de materia verde (kg/ha)/Contenido de Proteína %		*	**	N.S.	N.S.	**	N.S.
Rendimiento de materia verde (kg/ha)/Rendimiento de Proteína (kg/ha)		**	N.S.	**	**	**	/ **
Rendimiento de materia seca (kg/ha)/Rendimiento de Proteína (kg/ha)		**	**	**	**	**	/ ***
Contenido de Fibra %/Contenido de Proteína %		N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.
Contenido de Fibra %/Rendimiento de materia seca en (kg/ha)		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	/ *
Contenido de Fibra%/Rendimiento de Proteína(kg/ha)		N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.
Contenido de Proteína %/Rendimiento de materia seca (Kg/ha)		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.
Contenido de Proteína %/Rendimiento de Proteína en (Kg/ha)		*	N.S.	*	*	**	N.S.

N.S. = No significativo
 * = Significativo al 5%
 ** = Significativo al 1%

Localidades

- 1 = Pachalí
- 2 = Ceda
- 3 = Salamá
- 4 = Solola
- 5 = Bulbuyá

General = incluye todas.

El Cuadro No. 27 presenta los resultados obtenidos sobre el contenido de Carotenos en los 14 cultivares evaluados. Los resultados no fueron los esperados debido al manejo que se le dió al momento del corte y secamiento; algunos materiales llegaron muy afectados por mucha humedad o quemados y los análisis químicos no se llevaron a cabo inmediatamente del corte, sino después de tres meses, por falta de reactivos en el país, provocando que los carotenos se degradaran. Por ello sólo se seleccionó en lugar representativo de los cinco; el CEDA, tomando la Repetición II en base al mayor contenido de proteína foliar.

Se esperaba que los carotenos oscilaran entre 18 - 27% (1), sin embargo, el cultivar con mayor contenido de carotenos fue INCAP 17 USA 80 S 649 con 19.44%, luego en su orden le siguen: INCAP 3 USA A 113 con 16.67%; una nativa F.A. 350 con 16.57% y por último INCAP 18 P CAC 55 B de Perú con 16.12%.

Cuadro 27 Resultados de los promedios obtenidos de los Carotenos en Amaranthus spp. Rep. II, CEDA, 1986.

CULTIVARES	CAROTENOS mg/100 gr. muestra %
1 F.A. - 254	13.36
2 F.A. - 350	16.57
3 F.A. - 492	14.57
4 F.A. - 637	8.79
5 F.A. - 747	12.07
6 INCAP - 23206	14.51
7 INCAP - 2 U	10.64
8 INCAP - 3 U	16.67
9 INCAP - 7 U	11.59
10 INCAP - 8 U	12.81
11 INCAP - 10 U	13.99
12 INCAP - 17 U	19.44
13 INCAP - 18 P	16.12
14 INCAP - 20 U	11.38

PARAMETROS DE ESTABILIDAD

Según los Cuadros 28 al 33, que presentan los resultados de los Análisis de Varianza para estabilidad, las características altura, contenido de proteína y fibra; no son significativas estadísticamente por lo tanto están sujetas a muy poca influencia ambiental en su expresión de uniformidad o variabilidad por cultivar, debido a que la interacción variedad-ambiente tampoco presenta diferencia significativa.

Sin embargo el comportamiento individual de las anteriores características por variedad es diverso, en su mayoría la altura estadísticamente es diferente; mientras que para el contenido de proteína y fibra solo dos y tres cultivares presentan diferencia significativa. Lo anterior significa que las características contenido de proteína y fibra, tienen un comportamiento uniforme de un ambiente a otro.

Por el contrario tal como se esperaba todos los rendimientos presentan diferencia significativa a nivel de su composición genética e influenciado por las condiciones ambientales; tal como en las características anteriores estas también presentan un variado comportamiento a nivel de variedades individuales; tal es el caso en los cultivares nativos F.A. 254 y F.A. 350, que presentan diferencia significativa para rendimiento de materia verde, materia seca y de proteína.

Mientras tanto los cultivares nativos F.A. 492, F.A. 637, e introducidos INCAP 7 USA 82 S 1011, INCAP 8 USA 82 S 434, INCAP 17 USA 80 S 649 e INCAP 20 USA 80 S 1157 no presentan diferencia para las mismas características. Lo anterior nos indica que la diferencia del componente de la variación genética, se debe a que dentro del estudio se incluyeron materias no sometidos a ningún método de selección

Cuadro 28 Análisis de estabilidad para altura de planta de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	34023.690			
Variedades (V)	13	1359.680	104.591	1.277	N.S.
Ambiente (A)	56	32664.010			
Am. (lineal)	1	28326.310			
V x A (lineal)	13	898.494	69.115	0.844	N.S.
Desv. Ponderada	42	3439.207	81.886		
VARIEDADES					
1 F.A. - 254	3	222.250	74.083	3.930	**
2 F.A. - 350	3	233.329	77.77	4.126	**
3 F.A. - 492	3	227.929	75.977	4.031	**
4 F.A. - 637	3	81.043	27.015	1.433	N.S.
5 F.A. - 747	3	749.174	249.725	13.248	**
6 INCAP - 23-206	3	201.269	67.089	3.559	*
7 INCAP - 2 U	3	211.455	70.485	3.739	*
8 INCAP - 3 U	3	483.872	161.291	8.557	**
9 INCAP - 7 U	3	4.219	1.406	0.075	N.S.
10 INCAP - 8 U	3	131.751	43.91	2.329	N.S.
11 INCAP - 10 U	3	199.346	66.449	3.525	*
12 INCAP - 17 U	3	180.551	60.183	3.193	*
13 INCAP - 18 P	3	452.087	150.696	7.994	**
14 INCAP - 20 U	3	60.920	20.307	1.077	N.S.
*Error Ponderado	128		18.85		

Prueba de Significancia:

(13,42) NS menor a 1.97
 * mayor a 1.97
 ** mayor a 2.59

(3,128) NS menor a 2.60
 * mayor a 2.60
 ** mayor a 3.78

Cuadro 29 Análisis de estabilidad para rendimiento de materia verde de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	37969860.00			
Variedades (V)	13	2867876.00	220605.900	3.783	**
Ambiente (A)	56	35101980.00			
Am. (lineal)	1	26961910.00			
V x A (lineal)	13	4691030.00	360848.500	6.188	**
Desv. Ponderada	42	2449046.00	58310.620		
VARIEDADES					
1 F.A. - 254	3	303752.80	101250.900	3.497	*
2 F.A. - 350	3	378708.40	126236.100	4.359	**
3 F.A. - 492	3	155791.90	51990.630	1.796	N.S.
4 F.A. - 637	3	26260.63	8753.542	0.302	N.S.
5 F.A. - 747	3	269031.00	89677.000	3.097	*
6 INCAP - 23-206	3	212506.70	70835.560	2.446	N.S.
7 INCAP - 2 U	3	80805.00	26935.000	0.930	N.S.
8 INCAP - 3 U	3	225182.10	75060.710	2.592	N.S.
9 INCAP - 7 U	3	61122.25	20374.080	0.703	N.S.
10 INCAP - 8 U	3	68526.00	22842.000	0.789	N.S.
11 INCAP -10 U	3	286822.50	95607.500	3.302	*
12 INCAP - 17 U	3	96000.00	32000.000	1.105	N.S.
13 INCAP - 18 P	3	173215.50	57738.500	1.994	N.S.
14 INCAP - 20 U	3	111153.50	37051.170	1.279	N.S.
Error Ponderado	128		28954.160		

Prueba de Significancia:

(13,42) NS menor a 1.97
 * mayor a 1.97
 ** mayor a 2.59

(3,128) NS menor a 2.60
 * mayor a 2.60
 ** mayor a 3.78

Cuadro 30 Análisis de estabilidad para rendimiento de materia seca de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	317544.400			
Variedades (V)	13	34525.560	2655.813	2.879	**
Ambiente (A)	56	283018.800			
Amb. (Lineal)	1	215028.800			
V x A (Lineal)	13	29240.030	2249.233	2.437	*
Des. Ponderada	42	38750.030	922.619		
VARIEDADES					
1 F.A. - 254	3	5780.914	1926.971	6.743	**
2 F.A. - 350	3	4880.514	1626.838	5.693	**
3 F.A. - 492	3	1913.982	637.993	2.233	N.S.
4 F.A. - 637	3	629.749	209.916	0.735	N.S.
5 F.A. - 747	3	2554.436	851.479	2.979	*
6 INCAP - 23-206	3	3143.820	1047.940	3.667	*
7 INCAP - 2 U	3	1881.901	627.301	2.195	N.S.
8 INCAP - 3 U	3	3197.901	1065.967	3.731	*
9 INCAP - 7 U	3	910.669	303.557	1.062	N.S.
10 INCAP - 8 U	3	1286.672	428.891	1.501	N.S.
11 INCAP - 10 U	3	3557.805	1185.935	4.150	**
12 INCAP - 17 U	3	2116.893	705.631	2.469	N.S.
13 INCAP - 18 U	3	5058.842	1686.281	5.901	**
14 INCAP - 20 U	3	1836.045	612.015	2.141	N.S.
Error Ponderado	128		285.740		

Prueba de Significancia:

(13,42)	NS menor a 1.97	(3,128)	NS menor a 2.60
	* mayor a 1.97		* mayor a 2.60
	** mayor a 2.59		** mayor a 3.78

Cuadro 31 Análisis de estabilidad para rendimiento de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	22712.630			
Variedades (V)	13	2478.156	190.627	3.086	**
Ambiente (A)	56	20234.470			
Amb. (lineal)	1	14617.310			
V x A (lineal)	13	3022.560	232.505	3.763	**
Desv. Ponderada	42	2594.600	61.776		
VARIETADES					
1 F.A. - 254	3	414.189	138.063	5.004	**
2 F.A. - 350	3	235.267	78.423	2.842	*
3 F.A. - 492	3	125.953	41.984	1.521	N.S.
4 F.A. - 637	3	64.805	21.601	0.783	N.S.
5 F.A. - 747	3	103.529	34.509	1.251	N.S.
6 INCAP - 23-206	3	628.269	209.423	7.591	**
7 INCAP - 2 U	3	123.835	41.278	1.496	N.S.
8 INCAP - 3 U	3	162.634	54.211	1.965	N.S.
9 INCAP - 7 U	3	64.551	21.517	0.779	N.S.
10 INCAP - 8 U	3	117.189	39.063	1.416	N.S.
11 INCAP - 10 U	3	202.178	67.393	2.443	N.S.
12 INCAP - 17 U	3	44.617	14.872	0.539	N.S.
13 INCAP - 18 P	3	230.859	76.953	2.789	*
14 INCAP - 20 U	3	76.724	25.575	0.927	N.S.
Error Ponderado	128		27.590		

Prueba de Significancia:

(13,42)	NS menor a 197	(3,128)	NS menor a 2.60
	* mayor a 127		* mayor a 2.60
	** mayor a 2.59		** mayor a 3.78

Cuadro 32 Análisis de estabilidad para contenido de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	911.578			
Variedades (V)	13	24,261	1.866	0.812	N.S.
Ambiente (A)	56	887.316			
Amb. (lineal)	1	756.136			
V x A (lineal)	13	34.672	2.667	1.161	N.S.
Des. Ponderada	42	96.508	2.297		
VARIEDADES					
1 F.A. - 254	3	2.854	0.951	0.569	N.S.
2 F.A. - 350	3	11.213	3.737	2.238	N.S.
3 F.A. - 492	3	10.321	3.441	2.060	N.S.
4 F.A. 637	3	1.989	0.663	0.397	N.S.
5 F.A. - 747	3	0.809	0.269	0.161	N.S.
6 INCAP - 23-206	3	7.432	2.477	1.483	N.S.
7 INCAP - 2 U	3	1.295	0.431	0.259	N.S.
8 INCAP - 3 U	3	2.627	0.876	0.524	N.S.
9 INCAP - 7 U	3	16.086	5.362	3.211	*
10 INCAP - 8 U	3	18.885	6.295	3.769	*
11 INCAP - 10 U	3	3.366	1.122	0.671	N.S.
12 INCAP - 17 U	3	9.683	3.227	1.933	N.S.
13 INCAP - 18 P	3	2.525	0.841	0.503	N.S.
14 INCAP - 20 U	3	7.419	2.473	1.481	N.S.
Error Ponderado	128		1.670		

Prueba de Significancia:

(13,42) NS menor a 1.97
 * mayor a 1.97
 ** mayor a 2.59

(3,128) NS menor a 2.60
 * mayor a 2.60
 ** mayor a 3.78

Cuadro 33 Análisis de estabilidad para contenido de fibra de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	
Total	69	117.015			
Variedades (V)	13	18.373	1.413	1.607	N.S.
Ambiente (A)	56	98.641			
Amb. (lineal)	1	48.537			
V x A (lineal)	13	13.182	1.014	1.153	N.S.
Desv. Ponderada	42	36.923	0.879		
VARIEDADES					
1 F.A. - 254	3	4.722	1.574	2.811	*
2 F.A. - 350	3	0.624	0.208	0.371	N.S.
3 F.A. - 492	3	7.212	2.404	4.293	N.S.
4 F.A. - 637	3	2.183	0.727	1.299	N.S.
5 F.A. - 747	3	1.761	0.587	1.049	N.S.
6 INCAP - 23-206	3	3.561	1.187	2.119	N.S.
7 INCAP - 2 U	3	3.229	1.077	1.922	N.S.
8 INCAP - 3 U	3	4.852	1.617	2.888	*
9 INCAP - 7 U	3	4.916	1.639	2.926	*
10 INCAP - 8 U	3	0.227	7.589	0.136	N.S.
11 INCAP - 10 U	3	0.130	0.043	0.077	N.S.
12 INCAP - 17 U	3	2.273	0.757	1.353	N.S.
13 INCAP - 18 U	3	0.876	0.291	0.521	N.S.
14 INCAP - 20 U	3	0.355	0.119	0.211	N.S.
Error Ponderado	128		0.560		

Prueba de Significancia:

(13,42) NS menor a 1.97
 * mayor a 1.97
 ** mayor a 2.59

(3,128) NS menor a 2.60
 * mayor a 2.60
 ** mayor a 3.78

y que provinieron de cultivares primitivos colectados dentro del Programa de Colecta de Recursos Fitogenéticos de Guatemala y que fueron escogidos a partir de los resultados de caracterización de germoplasma que dentro del mismo programa se ha realizado. Así mismo incluyó cultivares introducidos que en menor o mayor grado han sido sometidos a un programa de mejoramiento y selección y que debido al cambio de ambiente manifestaron alguna expresión fenotípica diferente al que podría tener en su ambiente original.

En base a las pruebas estadísticas de los Parámetros de Estabilidad incluidos en los Cuadros No. 34 al 39, observamos que en los cultivares INCAP 8 USA 82 S 434, INCAP 20 USA 80 S 1157, INCAP 10 USA 82 S 1023 e INCAP 23206, conjugan las características superiores en cuanto a Rendimiento, sin embargo observamos que las tres primeras solamente se expresan ventajosamente cuando el ambiente les favorezca ya que su Coeficiente de Regresión es mayor a uno ($B_i = 1$) y por su Desviación de Regresión (S_{di}^2), se deduce que son cultivares genéticamente uniformes, por tanto su uso es solamente recomendable para aquellos ambientes donde significativamente sobresalieron en relación al resto de cultivares, a excepción del cultivar nativo INCAP 23206 que presenta una mejor adaptabilidad a la mayoría de ambientes y debido a su Desviación de Regresión mayor a cero ($S_{di} > 0$) nos ofrece posibilidad de que a través de la selección sirva de fuente de variabilidad para que obtengamos cultivares de altos rendimientos.

En relación al cultivar nativo F.A. 637 (Cuadro No. 40) que resultó ser el más estable y uniforme podría utilizarse en futuros programas de mejoramiento como un comparador para establecer el avance genético en los diferentes ciclos de selección a que se han sometido los cultivares superiores o para comparar otros cultivares detectados en los estudios de caracterización.

CUADRO No. 34 Parámetros de estabilidad y prueba de Tukey para medias de altura de planta de 14 cultivos evaluadas en cinco localidades. Guatemala, 1987.

CULTIVARES	Medias de rendimiento	Coef. de Reg. B_i	Desy. de Reg. S_{di}^2	Interpretacion de los parámetros de estabilidad
1 F.A. - 254	32.067 CD	0.756 *	55.233 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
2 F.A. - 350	37.357 ABCD	1.187 NS	58.927 **	Ambiente estable e inconsistente
3 F.A. - 492	37.913 ABCD	1.282 *	57.127 **	Ambiente favorable e inconsistente
4 F.A. - 637	41.087 ABC	1.106 NS	8.165 NS	Variedad estable
5 F.A. - 747	41.853 AB	0.809 *	230.875 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
6 INCAP - 23206	42.920 AB	1.086 NS	48.239 *	Ambiente estable e inconsistente
7 INCAP - 2 U	29.047 D	0.795 *	51.635 *	Ambiente desfavorable e inconsistente
8 INCAP - 3 U	35.580 BCD	0.977 NS	142.441	Ambiente estable e inconsistente
9 INCAP - 7 U	37.987 ABCD	0.823 NS	17.443 NS	Variedad estable
10 INCAP - 8 U	43.967 AB	1.206 *	25.067 NS	Ambiente favorable y consistente
11 INCAP - 10 U	45.307 A	0.815 NS	47.599 *	Ambiente estable e inconsistente
12 INCAP - 17 U	39.593 ABC	0.961 NS	41.333 *	Ambiente estable e inconsistente
13 INCAP - 18 P	38.193 ABCD	1.245 *	131.846 **	Ambiente favorable e inconsistente
14 INCAP - 20 U	42.587 AB	0.946 NS	1.457 NS	Variedad estable

CV = 19.29%

Valor $t_{0.05} = 1.96$

Cuadro No. 35 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de materia verde de 14 cultivares evaluadas en cinco localidades. Guatemala, 1987.

	Cultivares	Medias de rendimiento	Coef. de Reg. Bi	Desv. de Reg. Sdi ²	Interpretación de los parámetros de estabilidad	
1	F.A. - 254	693.394	D	0.285 *	72296.77 *	Ambiente desfavorable e inconsistente
2	F.A. - 350	689.521	D	0.473 *	97281.97 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
3	F.A. - 492	784.682	CD	0.867 NS	23036.47 NS	Variedad estable
4	F.A. - 637	889.271	BCD	0.851 NS	20200.62 NS	Variedad estable
5	F.A. - 747	888.069	BCD	1.253 *	60722.84 *	Ambiente favorable e inconsistente
6	INCAP - 23-206 *	1034.211	ABCD	0.591 *	41881.40 NS	Ambiente desfavorable y consistente
7	INCAP - *2 U	735.157	D	0.732 *	2019.16 NS	Ambiente desfavorable y consistente
8	INCAP - 3 U	722.814	D	0.673 *	46106.55 NS	Ambiente desfavorable y consistente
9	INCAP - 7 U	1041.107	ABCD	1.237 *	8580.07 NS	Ambiente favorable y consistente
10	INCAP - 8 U	1297.180	A	1.631 *	6112.16 NS	Ambiente favorable y consistente
11	INCAP - 10 U	1203.193	AB	1.623 *	66653.35 *	Ambiente favorable e inconsistente
12	INCAP - 17 U	1138.671	ABC	1.145 NS	3045.84 NS	Variedad estable
13	INCAP - 18 P	951.481	ABCD	1.722 NS	28784.34 NS	Variedad estable
14	INCAP - 20 U	1222.111	AB	1.465 *	8097.01 NS	Ambiente favorable y consistente

CV = 31%

Valor de $t_{0.05} = 1.96$

Cuadro 36 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de materia seca de 14 cultivos evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Cultivos	Medias de Rendimiento	Coef. de Reg. B _i	Desv. de Reg. S _d _i	Interpretación de los parámetros de estabilidad
1 F.A. - 254	93.326	EF 0.179 *	1641.231 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
2 F.A. - 350	87.021	EF 0.719 *	1341.098 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
3 F.A. - 492	93.978	DEF 0.996 NS	352.253 NS	Variedad estable
4 F.A. - 637	107.042	CDEF 0.760 NS	75.823 NS	Variedad estable
5 F.A. - 747	107.299	BCDEF 1.177 NS	565.739 *	Ambiente estable e inconsistente
6 INCAP-23206	143.763	AB 0.829 NS	762.200 *	Ambiente estable e inconsistente
7 INCAP- 2 U	81.947	F 0.673 *	341.561 NS	Ambiente desfavorable y consistente
8 INCAP- 3 U	83.103	F 0.797 NS	780.227 *	Ambiente estable e inconsistente
9 INCAP- 7 U	120.802	ABCDE 1.139 NS	17.817 NS	Variedad estable
10 INCAP- 8 U	149.345	A 1.699 *	143.151 NS	Ambiente favorable y consistente
11 INCAP- 10 U	139.428	ABC 1.522 *	900.194 **	Ambiente favorable e inconsistente
12 INCAP- 17 U	131.933	ABC 1.063 NS	419.891 NS	Variedad estable
13 INCAP- 18 P	118.339	ABCDEF 1.256 NS	1400.541 **	Ambiente estable e inconsistente
14 INCAP- 10 U	130.268	ABCD 1.187 NS	326.275 NS	Variedad estable

CV = 25.79%

Valor de $t_{0.05} = 1.95$

Cuadro 37

Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de rendimiento de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Cultivares	Medio de Rendimiento	Coef.de Reg. Bi	Desv.de Reg. Sdi ²	Interpretación de los parámetros de estabilidad
1 F.A. - 254	23.503 BCD	0.151 *	110.473 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
2 F.A. - 350	20.433 D	0.573 *	50.833 *	Ambiente desfavorable e inconsistente
3 F.A. - 492	22.327 CD	0.878 NS	14.394 NS	Variedad estable
4 F.A. - 637	27.319 ABCD	0.767 NS	5.989 NS	Variedad estable
5 F.A. - 747	26.690 ABCD	1.273 NS	6.919 NS	Variedad estable
6 INCAP- 23-206	37.829 A	0.609 *	181.833 **	Ambiente desfavorable e inconsistente
7 INCAP- 2 U	20.007 D	0.666 *	13.688 NS	Ambiente desfavorable y consistente
8 INCAP- 3 U	19.841 D	0.739 NS	26.621 NS	Variedad estable
9 INCAP- 7 U	28.961 ABCD	1.057 NS	6.073 NS	Variedad estable
10 INCAP- 8 U	37.677 A	1.949 *	11.473 NS	Ambiente favorable y consistente
11 INCAP- 10 U	32.828 ABC	1.683 *	39.803 NS	Ambiente favorable y consistente
12 INCAP- 17 U	33.883 AB	1.188 NS	12.717 NS	Variedad estable
13 INCAP- 18 P	29.709 ABCD	1.261 NS	49.363 *	Ambiente estable e inconsistente
14 INCAP- 20 U	30.883 ABCD	1.202 NS	2.015 NS	Variedad estable

CV = 32.47%

Valor de $t_{0.05} = 1.96$

Cuadro 38 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de contenido de proteína de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Cultivares	Medias de Rendimiento	Coef. de Reg. Bi	Desv.de Reg. Sdi ²	Interpretación de los parámetros de estabilidad
1 F.A. - 254	25.348 A	1.270 NS	0.719 NS	Variedad estable
2 F.A. - 350	25.121 A	0.989 NS	2.067 NS	Variedad estable
3 F.A. - 492	24.977 A	0.939 NS	1.771 NS	Variedad estable
4 F.A. - 637	25.671 A	1.117 NS	1.007 NS	Variedad estable
5 F.A. - 747	24.679 A	0.945 NS	1.400 NS	Variedad estable
6 INCAP - 23-206	24.961 A	0.744 NS	0.807 NS	Variedad estable
7 INCAP - 2 U	24.122 A	1.309 NS	1.238 NS	Variedad estable
8 INCAP - 3 U	23.913 A	1.174 NS	0.794 NS	Variedad estable
9 INCAP - 7 U	24.567 A	1.167 NS	3.692 *	Ambiente estable e inconsistente
10 INCAP - 8 U	24.901 A	0.926 NS	4.625 *	Ambiente estable e inconsistente
11 INCAP - 10 U	24.400 A	1.085 NS	0.547 NS	Variedad estable
12 INCAP - 17 U	25.551 A	0.955 NS	1.557 NS	Variedad estable
13 INCAP - 18 P	25.206 A	0.933 NS	0.828 NS	Variedad estable
14 INCAP - 20 U	23.470 A	0.443 *	0.803 NS	Ambiente desfavorable y consistente

CV = 9.06 %

Valor de $t_{0.05} = 1.96$

Cuadro 39 Parámetros de estabilidad y pruebas de Tukey para medias de Fibra Cruda de 14 cultivares evaluados en cinco localidades. Guatemala, 1987.

Cultivares	Medias de Rendimiento	Coef.de Reg. Bi	Desv.de Reg. Sdi ²	Interpretación de los parámetros de estabilidad
1 F.A. - 254	13.703 B	1.046 NS	1.014 *	Ambiente estable e inconsistente
2 F.A. - 350	15.435 A	1.695 NS	0.351 NS	Variedad estable
3 F.A. - 492	14.379 AB	1.211 NS	1.844 NS	Variedad estable
4 F.A. - 637	14.554 AB	0.867 NS	0.167 NS	Variedad estable
5 F.A. - 747	14.730 AB	0.603 NS	0.027 NS	Variedad estable
6 INCAP - 23-206	13.569 B	1.282 NS	0.627 NS	Variedad estable
7 INCAP - 2 U	14.301 AB	1.152 NS	0.516 NS	Variedad estable
8 INCAP - 3 U	13.971 AB	1.741 NS	1.057 *	Ambiente estable e inconsistente
9 INCAP - 7 U	14.495 AB	0.409 NS	1.079 *	Ambiente estable e inconsistente
10 INCAP - 8 U	14.119 AB	0.197 *	0.484 NS	Ambiente desfavorable y consistente
11 INCAP - 10 U	14.747 AB	0.259 NS	0.517 NS	Variable estable
12 INCAP - 17 U	14.196 AB	1.895 *	0.197 NS	Ambiente favorable y consistente
13 INCAP - 18 P	13.201 B	0.677 NS	0.268 NS	Variable estable
14 INCAP - 20 U	14.279 AB	0.960 NS	0.441 NS	Variable estable

CV = 9.11%

Valor de $t_{0.05}$ = 1.96

Cuadro 40 Resumen de la interpretación de los parámetros de estabilidad de los 14 cultivos evaluados en las cinco localidades. Guatemala, 1987.

CULTIVARES	Altura	Rendimiento materia verde Kg/ha	Rendimiento materia seca Kg/ha	Contenido de fibra cruda %	Contenido de proteína %	Rendimiento de proteína Kg/ha
1. F.A. - 254	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Ambiente desfavorable e inconsistente
2. F.A. - 350	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente desfavorable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente desfavorable e inconsistente
3. F.A. - 492	Ambiente favorable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
4. F.A. - 637	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
5. F.A. - 747	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente favorable e inconsistente	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
6. INCAP - 23-206	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente desfavorable y consistente	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente desfavorable e inconsistente
7. INCAP - 2 U	Ambiente desfavorable e inconsistente	Ambiente desfavorable y consistente	Ambiente desfavorable y consistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente desfavorable y consistente
8. INCAP - 3 U	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente desfavorable y consistente	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable
9. INCAP - 7 U	Variedad estable	Ambiente favorable y consistente	Variedad estable	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable
10. INCAP - 8 U	Ambiente favorable y consistente	Ambiente favorable y consistente	Ambiente favorable y consistente	Ambiente desfavorable y consistente	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente favorable y consistente
11. INCAP - 10 U	Ambiente estable e inconsistente	Ambiente favorable e inconsistente	Ambiente favorable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente favorable y consistente
12. INCAP - 17 U	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente favorable y consistente	Variedad estable	Variedad estable
13. INCAP - 18 P	Ambiente favorable e inconsistente	Variedad estable	Ambiente estable e inconsistente	Variedad estable	Variedad estable	Variedad estable
14. INCAP - 20 U	Variedad estable	Ambiente favorable y consistente	Variedad estable	Variedad estable	Ambiente desfavorable y consistente	Variedad estable

En el mismo Cuadro No. 40 es interesante observar el comportamiento de los cultivares nativos F.A. 254 y F.A. 350 que respondieron en ambientes desfavorables y presentan una alta variabilidad; esto puede deberse a que según los datos de colecta, estos provienen de ambientes con déficit de humedad y problemas edáficos, condiciones características de San Jacinto Chiquimula y Estanzuela Zacapa.

El contenido de proteína y fibra son características que muestran uniformidad (Cuadro No. 40), en cuanto a su expresión, independiente del ambiente y del cultivar, mientras que la altura es la más inestable y de mayor variabilidad en función de los cultivares.

La interpretación del comportamiento de los cultivares en función de la estabilidad se refuerza con el análisis de las Figuras; en donde para Materia Verde (Fig. 1) los cultivares INCAP 8 USA 82 S 434, INCAP 10 USA 82 S 1023 e INCAP 20 USA 80 S 1157, presentan una recta más pronunciada en función al comportamiento de rendimiento con respecto a los ambientes, indicándonos que un ambiente totalmente desfavorable tiene un rendimiento muy inferior, el cual aumenta consistente y significativamente conforme mejoran las condiciones para su desarrollo, mientras el cultivar F.A. 254, tal como se indicó anteriormente, proviene de ambientes con déficit de humedad y altas temperaturas, presentando una inclinación moderada en función a un ambiente desfavorable y en el caso del F.A. 637 que fue tipificado como un cultivar estable es una recta menos prolongada que la de INCAP 8 USA e indica que su respuesta es congruente con su característica fisiológica adaptadas en condiciones ecológicas extremas, puesto que la diferencia de sus rendimientos de condiciones favorables a desfavorables es menor, el INCAP 23206 presenta una recta con un rendimiento base más alto que las anteriores en condiciones desfavorables y un rendimiento no muy alto en con-

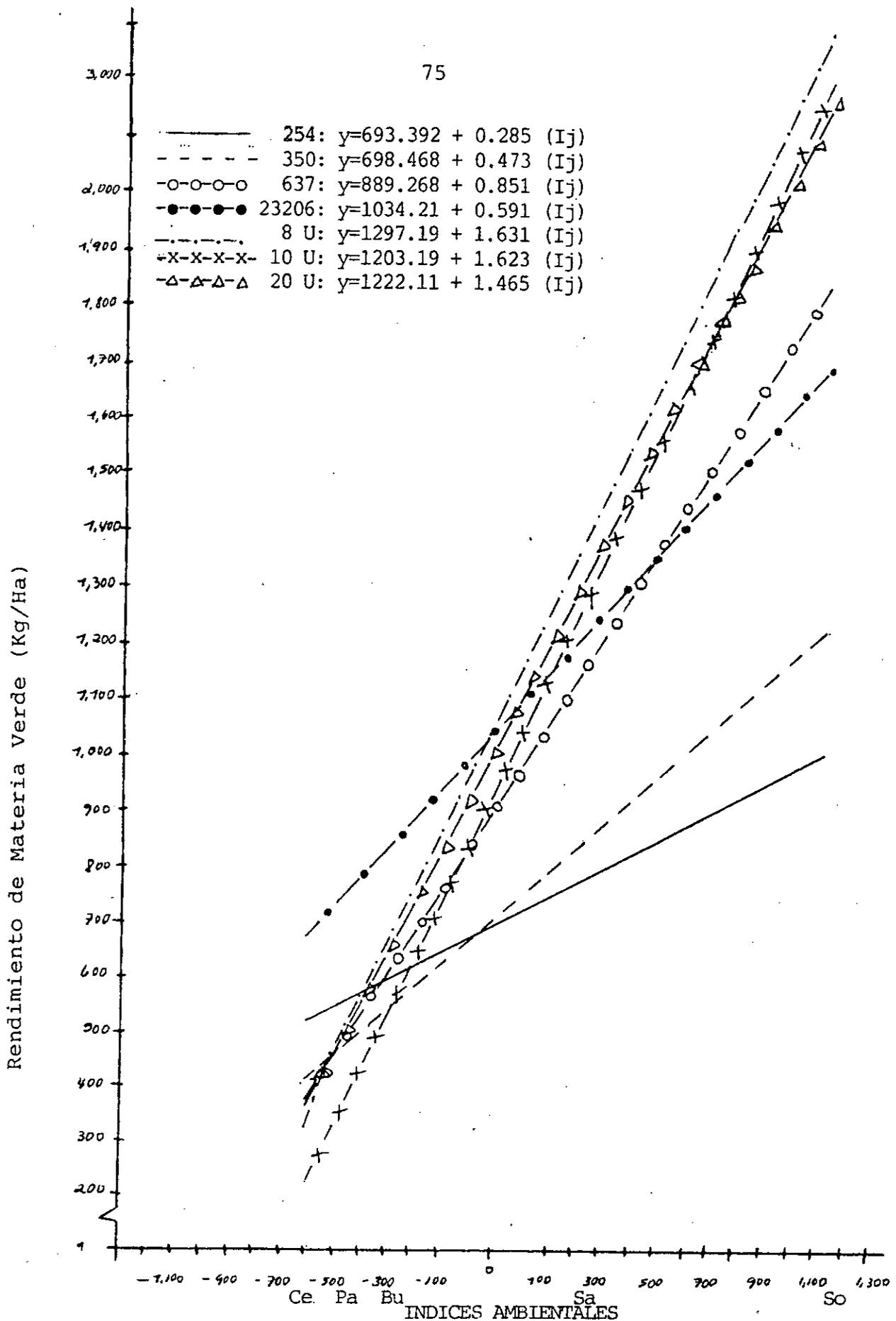


Figura 1 Líneas de Regresión entre rendimiento de Materia Verde e Índices Ambientales de Variedades de Amaranthus sp. en Guatemala. 1986.

diciones favorables, lo que la ubica como el cultivar más apropiado para ambientes desfavorables.

En el caso de la proteína (Fig. 2) la F.A. 254 presenta una recta de mayor inclinación y con rangos mayores manifestando entonces una expresión acorde a como las condiciones ambientales van mejorando mientras que el cultivar INCAP 20 USA 80 S 1157 manifiesta una recta con menor pendiente tal y con un contenido de proteína más alto en el ambiente más desfavorables en relación al resto de cultivares y un aumento poco significativo en aquellos ambientes desfavorables por lo que se confirma se adaptación a los primeros.

Por otro lado en relación a Fibra Cruda, es el cultivar INCAP 20 USA 80 S 1157 (Fig. 3), la de mayor estabilidad puesto que su Coeficiente de Regresión es más cercano a la unidad (0.96), aparentemente las condiciones favorables favorecen la mayor formación de Fibra lo que la hace un cultivar no apropiado del resto que manifiesta formación de Fibra menor en todos los ambientes.

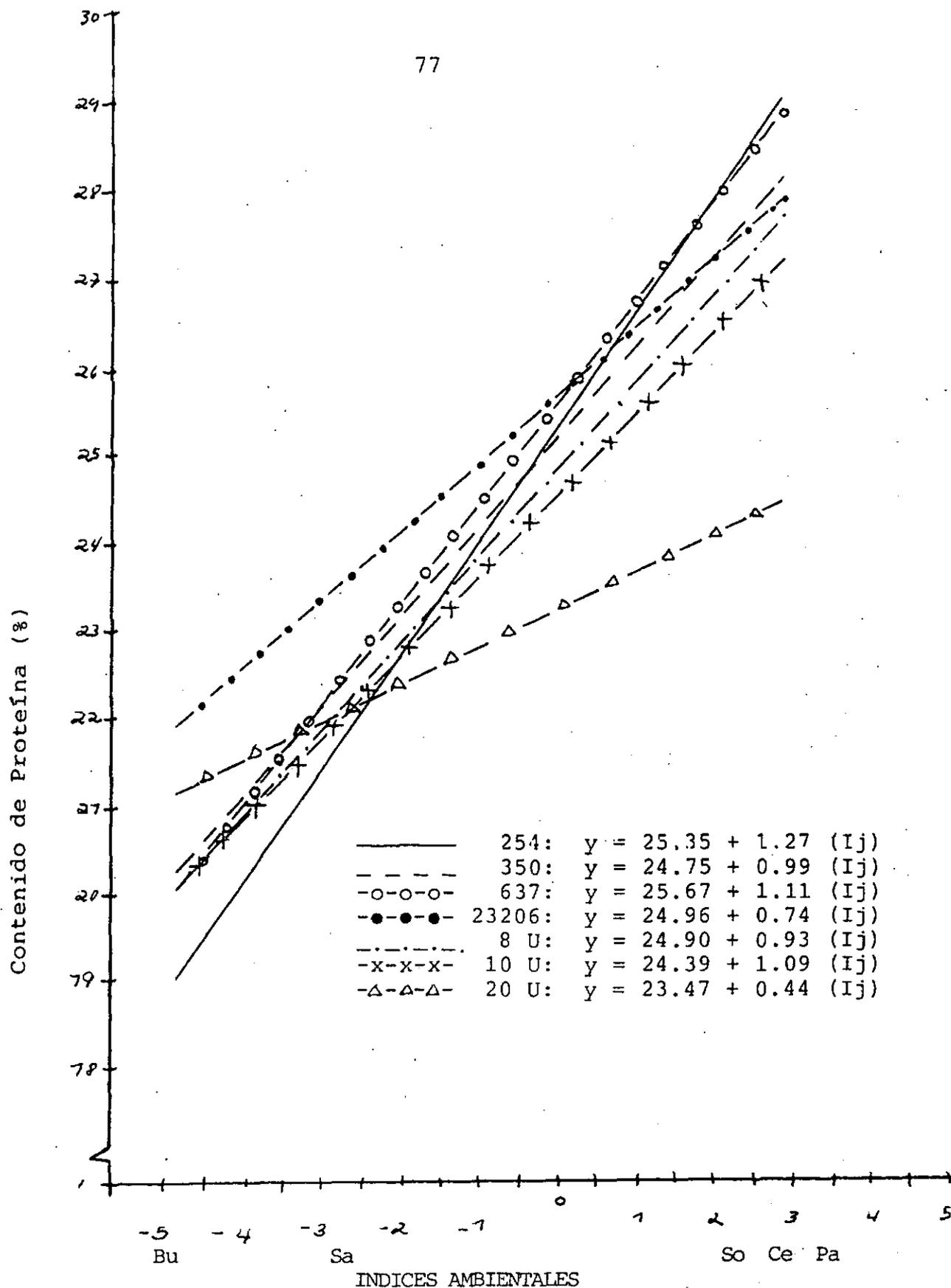


Figura 2 Líneas de Regresión entre Contenido de Proteína (%) e Índices Ambientales de Variedades de Amaranthus sp. en Guatemala, 1986.

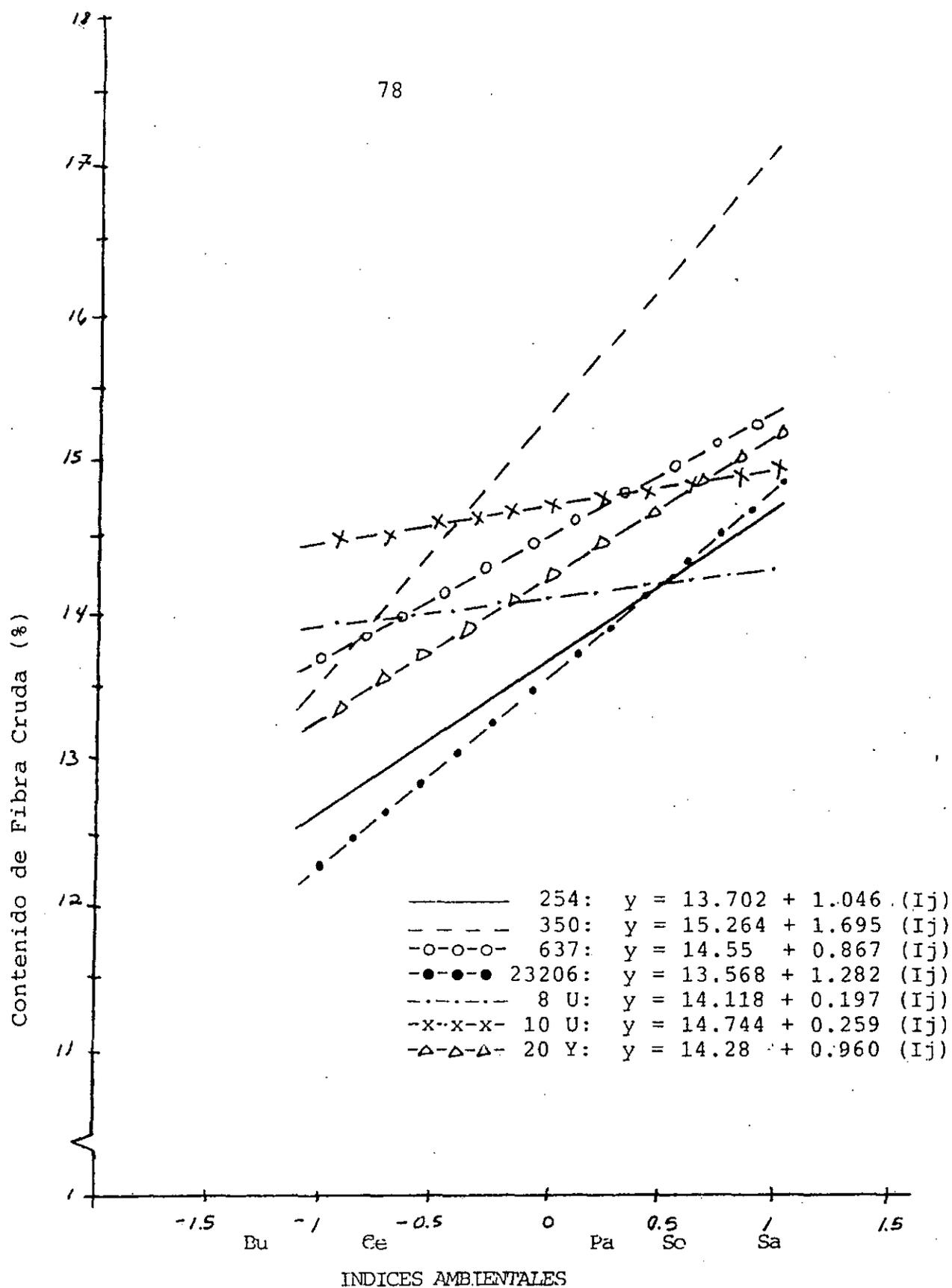


Figura 3 Líneas de Regresión entre Contenido de Fibra Cruda (%) e Índices Ambientales de Variedades de Amaranthus sp. en Guatemala, 1986.

VII CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye en lo siguiente:

1. En el análisis de varianza por localidad para la variables cuantitativas estudiadas, se observó que no en todas las localidades se manifiesta la variabilidad esperada.
2. Con la interpretación conjunta de los análisis de varianza por localidad y el combinado en relación a las características evaluadas se plantea lo siguiente:
 - 2.a La altura de planta y contenido de fibra presentan variabilidad intra e inter varietal.
 - 2.b En los rendimientos solo hay variación inter varietal; así mismo esta característica es altamente influenciada por el ambiente.
 - 2.c La altura de planta guarda una relación directa con la temperatura.
 - 2.d El contenido de proteína (%) es una característica relativamente estable. Porque la temperatura tiene una pequeña relación inversa provocando mayor concentración de proteína a bajas temperaturas.
3. En base al análisis de los parámetros de estabilidad las características tienen el siguiente comportamiento:
 - 3.a La altura de planta y los contenidos de proteína y fibra manifiestan estabilidad en su comportamiento en las diferentes condiciones ambientales o sea la relación en variabilidad que guardan los cultivares entre sí, se mantienen independiente del ambiente.
 - 3.b Los rendimientos son características no estables por lo que el ambiente no tiene un efecto específico sobre el carácter, sino que está sujeto a múltiples interacciones genéticas y ambientales.

- 3.c En forma independiente del ambiente para cada cultivar las características evaluadas expresaron fenotipo diverso en cuanto a uniformidad o diversidad de su expresión.
4. En relación al comportamiento de los cultivares evaluados se estableció lo siguiente:
- 4.a En rendimiento de materia verde para las localidades donde hubo significancia, en Sololá el mayor fue el cultivar INCAP 10 USA 82 S 1023 con 3,230.33 Kg/ha; en Salamá el cultivar INCAP 8 USA 82 S 434 con 1,582.99 Kg/ha y en Bulbuxyá el cultivar INCAP 23206 con 1,180.83 Kg/ha.
- 4.b En fibra cruda (%) para localidades donde hubo significancia en Bulbuxyá el cultivar con menor contenido fue F.A. 254 con 11.16% y en Sololá el cultivar INCAP 3 USA A 1113 e INCAP 7 USA 82 S 1011 con 13.68% y 13.81 respectivamente.
5. En base al análisis combinado los cultivares con mayor rendimiento de materia verde en todas las localidades fueron: INCAP 8 USA 82 S 434, INCAP 10 USA 82 S 1023, INCAP 17 USA 82 S 1011, INCAP 20 USA 80 S 1157 e INCAP 23206 con rendimientos promedios que oscilaron entre 1,297.18 - 1,034.21 Kg/ha.
6. En base al análisis de parámetros de estabilidad, los cultivares con mayor adaptación a ambientes favorables son los siguientes: INCAP 8 USA 82 S 434, INCAP 20 USA 80 S 1157 e INCAP 10 USA 82 S 1023. El cultivar F.A. 637 resultó ser el más estable y uniforme podría utilizarse en futuros programas de mejoramiento.

Los cultivares F.A. 254 y F.A. 350 respondieron en ambientes desfavorables y presentaron una alta variabilidad; sin embargo el cultivar INCAP 23206 tiene ventaja sobre los anteriores ya que tuvo un rendimiento mayor en las mismas condiciones en que se evaluaron.

VIII RECOMENDACIONES

1. Repetir el estudio en las mismas condiciones y cultivares con el objeto de evaluar la influencia de variabilidad climática que se da a través del tiempo y obtener conclusiones más generales.
2. Iniciar estudios específicos en fitomejoramiento en Sololá, por haber sido el ambiente que proporcionó mejores condiciones para la expresión de los cultivares evaluados.
3. Sobre los cultivares INCAP 23206, INCAP 8 USA 82 S 434 e INCAP 10 USA 82 S 1023, continuar estudios de fitomejoramiento para obtener líneas superiores en rendimiento de materia verde y conjugar contenido de proteína y fibra.
4. Se recomienda utilizar el cultivar F.A. 637 preliminarmente como un comparador en futuros trabajos de esta naturaleza, en el que se evalúen cultivares que se vayan seleccionando en trabajos de caracterización.
5. Para ambientes con déficit de humedad y condiciones edáficas desfavorables se recomienda los cultivares INCAP 23206, F.A. 254 y F.A. 350.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, M.A. 1985. Evaluación del rendimiento y la composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) entre 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. 11 fh. 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 Western Hemisphere Nutrition Congress (7, 1983, Fla.). Miami, Beach, Fla., Futura Publishing Company. 64 p.
4. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1976. Diseños experimentales. 2 ed. México, TRILLAS. p. 597.
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. CRUZ LAM, M.E. 1985. Evaluación de tres variedades comerciales y cuatro líneas avanzadas de trigo (Triticum aestivum L.) en siembra de segunda en seis municipios de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.
7. DEVADAS, P.R.; SAROJAS, S. 1980. Availability of iron and b-carotene from amaranth to children. In Proceeding of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press. p. 15-21.
8. EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. 1966. Yield and stability for a 10 line diallel of single cross and double-cross maize hybrids. Crops Sci. (E.E.U.U.) 9:36-40.
9. ESPITA, R.E. 1987. Evaluación de 30 genotipos de amaranto en cuatro localidades de la Mesa Central. In Coloquio Nacional del amaranto. (1987, Querétaro). Memorias. Querétaro Méx, Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social. p. 73-88.
10. _____; MARQUEZ, A.R. 1987. Efecto de genotipo y medio ambiente sobre el contenido proteínico de amaranto. In Coloquio Nacional del amaranto. (1987, Querétaro). Memorias. Querétaro Méx. Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social. p. 137-148.
11. FREITAS, H. DE. 1968. Especies de Amaranthus que ocurren como invasoras no Municipio de Campinas. BRAGANTIA, Boletín (Bra.) 27(36): 477-491.

12. GARCIA VASQUEZ, V.A. 1986. Evaluación de rendimiento y contenido de proteína foliar en amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) a diferentes estados de desarrollo y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
13. GRUBBEN, G.J.H. 1980. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth with special reference to South Benin. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A., Rodale Press. p. 63-67.
14. GUATEMALA. MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS. s.f. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. s.esc. Color. s.p.
15. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. 1962. Tabla de Composición de alimentos para uso de América Latina. Guatemala. p. 23-24.
16. MARTINEAU, J.R. 1985. Resumen agronómico del amaranto de grano. Descripción Botánica. El Amaranto y su Potencial, Boletín. (Gua.) no. 4:10.
17. MARTINEZ, A.; ELIAS, L. 1985. Evaluación preliminar botánica, agronómica y bromatológica de 17 muestras de Amaranto (Amaranthus spp.). In Reunión sobre recursos Fitogenéticos de Guatemala. (1985: Gua.). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Investigaciones de la Facultad de Agronomía. 63 p.
18. OKE, O.L. 1980. Amaranth in Nigeria. In Proceedings of the Second Amaranth Conference. Emmaus, U.S.A. Rodale Press. p. 31.
19. SANCHEZ MARROQUIN, A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. 238 p.
20. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. 1000 p.
21. SPILLARI F., M.M. 1983. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (Solanum spp.), chipilín (Crotalaria longirostrata) y amaranto (Amaranthus spp.) en Guatemala. Técnico fitotecnista. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. 41 p.
22. VIETMEYER, N. 1982. Nueva gloria del amaranto. Ceres (Italia). 15(5): 43-46.
23. VILLAFUERTE VILLEDA, A. 1986. Evaluación del rendimiento de cuatro cultivares de amaranto (Amaranthus spp.) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39.

10. Nos.

Pataalla



05

X. A P E N D I C E

Cuadro 41 Resumen de los resultados de campo de altura de planta (cms) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
254	34.40	26.80	42.30	16.40	15.40	31.60	63.00	64.00	61.00	15.00	11.00	19.00	30.70	25.60	24.80
350	14.90	21.70	20.60	11.00	13.90	19.10	88.00	80.00	76.00	29.00	19.00	29.00	45.20	-	55.60
492	10.00	14.40	11.10	13.50	21.10	16.60	83.00	90.00	85.00	31.00	18.00	39.00	43.20	47.20	45.60
637	33.00	55.30	16.90	11.70	13.80	34.10	89.00	85.00	78.00	29.00	16.00	33.00	38.20	42.60	40.70
747	45.40	66.70	53.40	0.51	22.20	28.60	86.00	64.00	74.00	33.00	17.00	32.00	36.30	32.70	31.40
23-206	32.90	51.70	16.60	16.60	15.60	33.60	78.00	90.00	80.00	30.00	20.00	20.00	53.10	55.40	50.30
2 - U	16.00	15.60	11.00	16.80	34.00	26.70	68.00	63.00	57.00	33.00	21.00	16.00	20.20	18.30	19.10
3 - U	18.90	16.10	20.40	64.00	21.50	32.40	86.00	72.00	71.00	16.00	18.00	13.00	28.40	23.50	32.50
7 - U	47.30	20.30	21.60	17.40	40.20	19.20	73.00	70.00	68.00	16.00	37.00	30.00	37.50	34.10	38.20
8 - U	17.90	27.30	25.50	0.89	25.00	32.90	93.00	92.00	82.00	31.00	44.00	26.00	50.70	52.60	50.70
10 - U	24.00	29.90	22.50	22.80	39.10	56.20	86.00	74.00	75.00	38.00	41.00	48.00	42.80	39.60	40.70
17 - U	22.80	26.80	21.70	10.40	17.90	30.40	78.00	76.00	69.00	29.00	30.00	32.00	52.60	48.70	48.60
18 - P	20.80	35.20	25.20	19.00	21.80	32.00	98.00	87.00	85.00	33.00	20.00	23.00	18.60	16.10	-
20 - U	23.40	28.30	23.50	23.40	14.20	49.30	88.00	77.00	71.00	43.00	34.00	26.00	48.40	46.10	46.10

Cuadro 42 Resumen de los resultados de campo del rendimiento materia verde (Kg/Ha) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULEUXYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
254	754.17	311.11	1283.33	339.58	258.33	392.08	1144.69	1311.15	963.65	930.00	760.00	842.00	485.23	333.33	291.66
350	170.00	291.67	286.11	96.25	262.50	250.00	1281.87	975.73	1411.67	940.00	920.00	1120.00	112.50	-	1535.00
492	198.61	75.00	156.94	221.67	283.33	87.50	1148.95	1008.54	1108.13	1180.00	1070.00	2200.00	754.16	900.00	777.50
637	648.61	1045.83	168.06	113.33	254.17	522.91	1213.43	1213.43	891.46	1190.00	1300.00	2237.00	553.58	594.75	592.50
747	243.06	538.89	694.44	50.00	354.17	335.41	923.43	647.60	939.37	2130.00	2470.00	2873.00	401.66	377.50	342.50
23-206	894.44	422.22	694.44	360.41	341.67	556.25	1130.31	1511.56	1319.37	2150.00	1160.00	1430.00	1260.00	1333.33	949.16
2 - U	255.56	547.22	500.00	362.50	529.17	337.50	1162.50	1113.75	807.50	1989.00	1100.00	1530.00	301.66	239.33	251.66
3 - U	329.67	461.11	309.72	75.83	416.67	192.50	1302.29	1522.91	1141.35	1260.00	1520.00	1050.00	440.00	322.66	497.50
7 - U	423.61	465.27	877.77	211.67	589.17	273.33	1431.25	1310.21	1169.37	2370.00	2210.00	2850.00	499.16	435.80	500.00
8 - U	354.17	605.56	286.11	50.00	412.50	339.58	2056.46	1551.87	1440.67	2610.00	4320.00	2420.00	915.00	1104.16	991.66
10 - U	355.56	523.61	563.68	333.33	750.00	331.25	1333.23	1145.73	1273.23	2330.00	3930.00	3431.00	684.16	515.41	547.50
17 - U	327.77	676.39	504.17	108.33	695.83	527.08	1281.87	1269.58	1266.56	2300.00	1990.00	3140.00	1154.16	907.50	930.83
18 - P	252.77	711.11	283.33	237.50	658.33	391.67	1311.87	1060.41	1168.75	2800.00	1805.00	2230.00	214.16	195.83	-
20 - U	315.27	702.77	418.06	171.25	602.50	793.75	1281.87	1405.10	1480.10	2982.00	3130.00	2830.00	837.33	741.66	640.00

Cuadro 43 Resumen de los resultados de campo de rendimiento de materia seca (Kg/Ha) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
254	125.00	71.39	200.69	44.58	38.75	54.70	135.41	163.50	105.21	93.00	88.00	86.00	68.00	70.00	56.66
350	21.39	34.58	46.53	16.25	28.33	26.67	146.87	145.83	151.04	128.00	95.00	126.10	127.87	-	123.83
492	27.22	27.77	19.86	25.00	38.33	10.00	145.83	128.13	161.46	132.00	152.20	200.05	106.82	115.00	120.00
637	110.83	134.72	24.03	20.40	36.67	62.91	130.21	130.21	148.96	201.00	94.30	210.80	107.14	100.12	93.33
747	38.89	89.58	98.06	9.17	45.00	44.58	127.08	109.37	132.29	203.00	229.00	267.40	80.23	70.83	65.00
23-206	150.27	55.97	113.89	40.83	48.75	86.67	183.33	190.63	180.21	205.00	167.00	205.58	203.33	183.33	141.66
2 - U	30.56	72.77	48.89	42.08	76.67	43.33	133.33	135.41	106.25	195.70	119.00	166.90	46.73	24.92	46.66
3 - U	45.00	62.36	42.50	12.08	57.50	25.83	154.17	180.21	135.41	138.00	135.00	122.90	48.33	32.25	55.00
7 - U	53.75	58.33	118.61	30.83	77.08	34.58	132.29	161.46	127.08	209.10	195.00	299.00	106.60	96.66	111.66
8 - U	45.13	74.44	49.03	10.00	50.00	44.58	226.04	191.67	177.08	227.00	370.70	288.00	171.37	166.80	148.33
10 - U	42.63	63.75	70.69	44.17	98.75	40.83	164.58	147.91	143.75	244.00	355.00	304.50	111.41	118.70	140.75
17 - U	40.00	97.36	56.53	16.67	93.91	70.00	146.87	172.91	133.33	181.00	222.00	273.10	161.58	137.90	175.83
18 - P	31.81	95.41	35.00	25.00	115.83	58.75	178.13	148.96	157.29	317.00	194.50	212.40	55.83	30.83	-
20 - U	40.13	94.44	32.40	27.50	67.50	135.41	146.87	146.87	163.54	245.80	271.00	233.80	107.10	129.16	112.50

Cuadro 44 Resumen de los resultados de campo del contenido de proteína (%) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

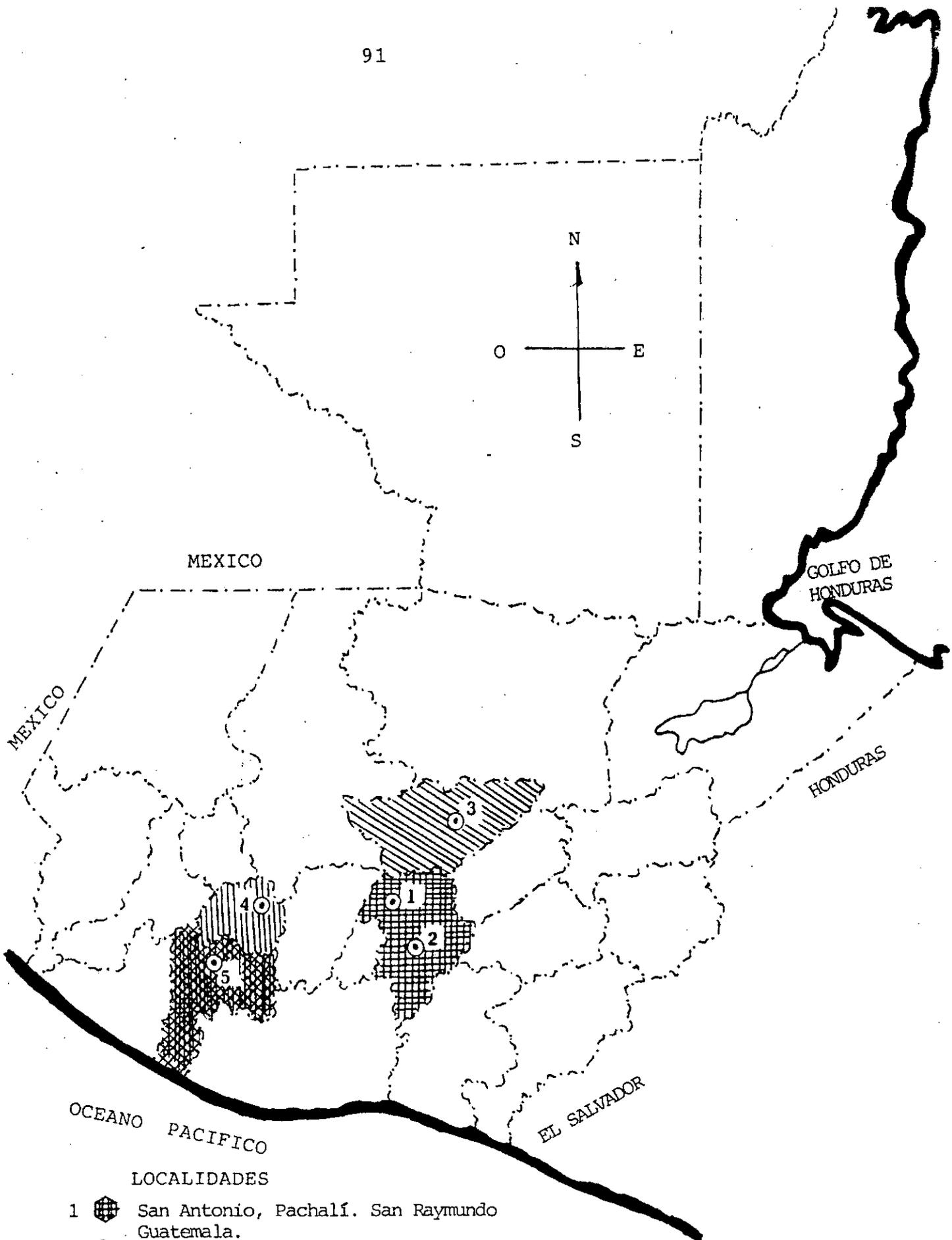
Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUNYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
254	27.81	27.32	28.22	29.49	32.03	28.11	20.67	22.80	21.58	26.59	29.99	28.71	18.60	21.81	16.49
350	29.28	21.00	27.30	28.19	28.03	33.95	23.01	21.69	22.16	24.35	27.51	26.13	17.76	-	21.34
492	26.52	25.98	27.39	29.93	35.02	25.00	21.25	20.62	21.64	24.92	24.91	28.05	19.64	22.15	21.63
637	28.29	31.39	25.95	25.53	32.82	31.16	23.46	22.59	20.75	29.69	25.03	27.60	17.43	23.57	19.81
747	27.31	26.78	26.65	27.30	28.49	26.88	23.73	24.18	19.48	27.74	26.13	26.77	19.30	18.70	20.74
23-206	24.51	29.99	23.97	31.21	28.23	27.67	21.71	19.69	23.97	22.75	25.52	29.13	23.00	20.65	22.42
2 - U	25.48	27.55	31.85	26.73	27.79	27.61	22.09	20.02	21.36	26.85	26.95	26.47	16.32	17.62	17.14
3 - U	26.82	28.57	28.73	25.11	27.10	25.42	21.58	21.62	20.00	29.54	28.04	23.19	16.10	18.68	18.19
7 - U	28.47	31.83	32.76	28.63	26.56	25.69	18.87	20.87	23.53	26.11	22.10	25.87	17.72	20.36	19.13
8 - U	26.90	28.69	23.21	27.36	24.30	25.98	18.37	19.95	24.24	31.17	30.21	30.05	19.10	21.02	22.97
10 - U	25.60	31.93	28.93	26.63	25.80	25.62	20.17	21.19	22.19	25.51	25.69	29.47	16.60	20.24	20.43
17 - U	27.07	32.49	27.57	22.81	28.48	26.33	24.52	23.79	23.64	29.93	26.09	30.96	19.66	18.81	21.11
18 - P	22.70	32.59	27.84	27.93	24.73	28.25	24.20	23.61	21.57	24.39	26.55	27.69	20.61	17.71	-
20 - U	29.88	24.82	22.73	24.22	18.10	25.82	19.17	22.08	22.77	25.29	25.51	26.21	20.32	21.92	23.26

Cuadro 45 Resumen de los resultados de campo del contenido de fibra cruda (%) para los 14 cultivares de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Repeticiones															
Cultivares															
254	14.59	13.00	14.38	12.95	14.35	15.59	14.90	13.07	14.59	15.07	14.92	14.66	10.95	11.06	11.46
350	18.61	14.76	15.02	13.00	12.79	17.07	14.39	19.73	15.74	18.16	15.46	15.62	12.48	-	13.26
492	18.66	14.57	14.82	12.14	12.99	17.15	14.40	13.09	14.08	17.76	16.27	14.21	11.36	12.30	11.88
637	16.55	15.45	16.59	13.00	10.27	18.05	14.49	13.28	17.02	14.63	15.15	13.65	13.01	13.27	13.90
747	15.00	14.23	16.74	12.95	12.71	17.14	14.93	15.79	12.55	17.43	15.49	14.79	13.84	13.19	14.17
23-206	13.27	11.00	14.17	11.61	10.77	14.67	13.53	15.33	15.48	16.35	16.63	13.83	11.46	12.89	12.55
2 - U	16.00	12.07	15.36	12.00	11.17	13.23	15.91	16.61	15.49	15.83	14.28	14.08	14.24	13.39	14.86
3 - U	14.76	12.21	14.79	12.95	10.25	14.16	17.30	17.86	16.65	13.09	13.76	13.19	12.24	12.45	12.91
7 - U	14.00	14.20	12.15	12.46	14.33	16.47	17.99	17.61	13.82	13.27	15.29	12.87	14.01	14.61	14.34
8 - U	14.00	12.00	16.10	14.11	12.89	14.13	15.33	14.95	13.36	14.27	14.81	13.33	14.63	13.97	13.90
10 - U	15.00	15.00	14.50	11.00	16.16	16.59	15.94	13.66	16.09	15.75	15.56	12.53	13.97	14.87	14.81
17 - U	14.00	19.00	14.63	12.00	12.69	11.19	17.02	17.58	14.19	15.07	14.63	13.24	12.89	12.55	12.26
18 - P	12.00	13.00	14.87	11.52	10.09	14.33	13.62	14.57	13.07	13.71	15.03	13.17	12.87	12.97	-
20 - U	13.40	16.24	15.86	15.08	10.79	14.29	16.41	15.03	14.07	15.63	14.93	12.83	12.28	13.17	14.17

Cuadro 46 Resumen de los resultados de campo del rendimiento de proteína (Kg/Ha) para los 14 cultivos de Amaranthus spp. en las cinco localidades, Guatemala, 1986.

Localidades	PACHALI			CEDA			SALAMA			SOLOLA			BULBUXYA		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
254	34.76	19.50	56.63	13.15	12.41	15.23	27.99	37.05	22.70	24.73	26.39	24.69	12.71	15.27	9.34
350	6.26	7.26	12.70	4.58	7.94	9.05	33.79	31.63	33.47	31.17	26.13	32.95	22.71	-	26.43
492	7.21	7.21	5.43	7.48	13.42	2.50	30.99	26.42	34.93	32.89	37.91	56.11	20.97	25.47	25.96
637	31.35	42.29	6.23	5.21	12.03	19.60	30.55	29.41	30.91	59.67	23.60	58.18	18.67	23.59	18.49
747	10.62	23.99	26.13	2.50	12.82	11.98	30.16	26.45	25.77	56.31	59.83	71.58	15.48	13.25	13.48
23-206	36.83	16.79	27.29	12.74	13.76	23.98	39.80	37.53	43.16	46.63	42.61	59.89	46.77	87.86	31.76
2 - U	7.79	20.05	15.57	11.25	21.31	11.16	29.45	27.11	22.69	52.55	32.07	28.29	7.63	4.39	7.99
3 - U	12.07	17.91	12.21	3.03	15.58	6.57	33.27	28.96	27.08	40.77	37.85	28.50	7.78	6.02	10.01
7 - U	15.30	18.57	38.86	8.83	20.47	8.88	24.96	33.69	33.69	29.90	54.59	43.09	77.35	18.89	19.67
8 - U	12.14	21.36	11.37	2.73	12.15	11.58	41.52	38.23	42.92	70.76	111.99	86.54	32.73	35.06	34.07
10 - U	10.91	2.51	20.45	11.76	25.47	10.46	33.19	31.34	31.89	62.24	91.19	89.73	18.19	24.03	28.76
17 - U	10.83	31.63	15.58	3.80	27.88	18.43	36.01	41.13	31.51	54.17	57.91	84.55	31.77	25.93	37.11
18 - P	7.21	31.09	9.74	6.98	28.64	16.59	43.11	35.17	33.93	77.31	50.38	56.81	11.51	5.46	-
20 - U	11.97	23.44	7.36	6.66	12.21	34.96	28.15	32.43	37.23	62.16	69.13	61.27	21.79	28.31	26.17



- LOCALIDADES
- 1  San Antonio, Pachalí. San Raymundo Guatemala.
 - 2  Facultad Agronomía. CEDA. Guatemala.
 - 3  Salamá, Salamá.
 - 4  Sololá, Sololá
 - 5  Finca Bulbuxyá. San Miguel Panán Suchitepéquez.

Mapa 1. Localización geográfica de las áreas experimentales donde se realizó el presente estudio.

XI. ANEXO

INFORMACION PARA CÁLCULAR EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD UTILIZANDO EL MODELO PROPUESTO POR EBERHART Y RUSSEL (1966).

Para la estimación de Parámetros que identifiquen a las variedades por su comportamiento a través de varias localidades donde se evalúen. El Análisis de Estabilidad se realizará bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i + I_j + S^2_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Es la media varietal de la i -ésima variedad en la j -ésima ambiente ($i = 1, 2, \dots, v$) ; ($j = 1, 2, \dots, n$)

μ_i = La media de la i -ésima variedad a través de todos los ambientes.

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes.

S^2_{ij} = Desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j .

El modelo de Eberhart y Russell cataloga a las variedades en función de los parámetros B_i y S^2_{di} , bajo ciertas situaciones posibles que se dan en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 1 Interpretación de los Parámetros de Estabilidad según Carballo y Márquez, 1970

Coeficiente de Regresión	Desviación de la Regresión	Descripción
$B_i = 1$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable
$B_i = 1$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
$B_i < 1$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes
$B_i < 1$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
$B_i > 1$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes
$B_i > 1$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente

Cuadro 2 Clasificación de las variedades de acuerdo a su sensibilidad a los cambios ambientales definida por los parámetros de estabilidad B_i y S^2_{di} . (Márquez y Córdova, 1977)

Clase	P a r á m e t r o s		D e s c r i p c i ó n
	B_i	S^2_{di}	
1	= 1	= 0	Sensible; no Interacciona
2	= 1	0	Sensible; Interacción-2
3	1 ¹²	= 0	Supersensible; Interacción 1
4	1	0	Supersensible; Interacción 2
5	1	= 0	Subsensible; Interacción-1
6	1	0	Subsensible; Interacción-2

Interacción -1; interacción debida a B_i
 Interacción -2; interacción debida a S^2_{di}
 Interacción 12-; interacción debida a B_i y S^2_{di}

Metodología del Análisis:

Cuadro 3 Tabla de datos de los cultivares a evaluar en determinadas localidades

Variedades	Localidades					$Y_i.$ Total	$\bar{Y}_i.$ Media
	1	2	3	4	5... n		
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	$Y_{1.}$	$\bar{Y}_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}		
3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}		
.	.	.	Y_{ij} (medias				
.	.	.					
v	Y_{v1}	Y_{v2}	Y_{vn}			$Y_{v.}$	$\bar{Y}_{v.}$
$\Sigma Y.j$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.n}$			$\Sigma Y_i.$	$\Sigma \bar{Y}_i.$

$\bar{Y}_{..}$ Media General

EJEMPLO: Se realizó un estudio en donde se evaluaron tres variedades de Bledo utilizando un diseño de Bloques al Azar, con tres repeticiones en cinco aldeas de Chimaltenango.

Datos obtenidos sobre la altura alcanzada por las plantas de Bledo a los 35 días, luego de sembrada en cinco aldeas de Chimaltenango.

Variedades	L o c a l i d a d e s					Yi.	\bar{Y}_i	
	A	B	C	D	E			
1	35	25	23	22	19	124	24.8	
2	42	35	40	41	33	191	38.2	
3	26	39	23	45	24	157	31.4	
Y.j	103	99	86	108	76	472	94.4	
$\bar{Y}.j$	34.333	33.000	28.667	36.000	25.333	157.33	31.467	$\bar{Y}..$
Ij	2.87	1.53	-2.80	4.53	-6.13			

Luego se efectúa un Análisis de Varianza de un diseño completamente al azar (cuadro No. 4), para obtener los valores de las Sumas de Cuadrados del total, variedades y el residual. Continuamos con el ejemplo:

$$SC_{\text{Total}} = \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(\sum_i \sum_j Y_{ij})^2}{vn} \text{ ---- F.C. (1)}$$

v = variedades
n = localidades

$$= (35)^2 + (25)^2 + \dots (24)^2 - \frac{(472)^2}{3 \times 5}$$

$$= 1057.73$$

Cuadro 4. Análisis de Varianza utilizado para la estimación de los parámetros de estabilidad

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	nv-1	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} - F.C.$		
Variedades (v)	v-1	$\frac{1}{n} \sum_i Y^2_{i.} - F.C.$	CM ₁	$\frac{CM_1}{CM_3}$
Ambiental (A)	n-1	$\sum_i \sum_j Y^2_{ij} - \sum_i Y^2_{i.}/n$		
Vars. x Amb.	v(n-1)			
Ambiente (lineal)	1	$\frac{1}{v} \frac{(\sum_j Y_{.j} I_j)^2}{\sum_j I^2_j}$		
V x A (lineal)	v-1	$\sum_i \left[\frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I^2_j} \right] - S.C. \text{ ambiente (lineal)}$	CM ₂	$\frac{CM_2}{CM_3}$
Desviaciones Ponderadas	v(n-2)	$\sum_i \sum_j s^2_{ij}$	CM ₃	
Variedad 1	n-2	$\left[\sum_j Y^2_{ij} - \frac{(Y_{i.})^2}{n} \right] - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I^2_j}$		
·	·			
·	·			
·	·			
Variedad v	n-2	$\left[\sum_j Y^2_{vj} - \frac{(Y_{v.})^2}{n} \right] - \frac{(\sum_j Y_{vj} I_j)^2}{\sum_j I^2_j}$		
Error ponderado	n(r-1)(v-1)		CM ₄	

$$F.C. = \frac{(\sum_{ij} Y_{ij}^2)}{Vn}$$

$$CM = \frac{SCE}{n} / r$$

$$\begin{aligned}
 SC_{\text{variedades}} &= \frac{\sum_i Y_i^2}{n} - F.C. \dots\dots\dots (2) \\
 &= \frac{(124)^2 + (191)^2 + (157)^2}{5} - F.C. \\
 &= 448.93
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SC_{\text{residual}} \text{ (ambiente)} &= \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{\sum_i Y_i^2}{n} \dots\dots\dots (3) \\
 &= SCT - SCV \\
 &= 608.8
 \end{aligned}$$

La suma de cuadrados del residual comprime el efecto ambiental y el genético ambiental. De la suma de cuadrados del residual se extraen las sumas de cuadrados correspondientes a la regresión ambiental (lineal) y a la interacción genético-ambiental (lineal).

a) Cálculo de la suma de cuadrados de ambiente (lineal):

$$SC.A \text{ (lineal)} = \frac{1}{v} \frac{(\sum_j Y_j I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \dots\dots\dots (4)$$

en donde los índices ambientales se calculan:

$$I_j = \left(\sum_i Y_{ij} / v \right) - \left(\sum_i \sum_j Y_{ij} / nv \right)$$

Índice ambiental Localidad:

$$I_A = \frac{(35 + 42 + 26)}{3} - \frac{(35 + 25 + \dots + 24)}{15}$$

$$= 2.87$$

$$I_B = \frac{(25 + 35 + 39)}{3} - \frac{(35 + 25 + \dots + 24)}{15}$$

$$= 1.53$$

$$I_C = \text{etc.}$$

$$\begin{aligned} \text{Para } \sum_j I_j &= (2.87)^2 + (1.53)^2 + \dots + (-6.13)^2 \\ &= 76.52 \end{aligned}$$

$$\sum_j I_j = \text{Sumatoria de Cuadrados el Indice Ambiental ... (5)}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \text{SC.A (lineal)} &= \frac{1}{v} \left[103(2.86) + 99(1.53) + \dots + 76(-6.14) \right]^2 \\ &\quad / \sum_j I_j^2 \\ &= 229.72 \end{aligned}$$

b) Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión genético-ambiental (lineal)

$$\text{SC}_{V_{XA}} \text{ (lineal)} = \sum_i \left[\frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \right] - \text{SC.A (lineal)} \dots (7)$$

$$\text{Primero se estima } (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 \dots (6)$$

$$\begin{aligned} \sum_j Y_1 I_j &= 35(2.87) + 25(1.53) + 23(-2.8) + 22(4.53) + 19(-6.13) \\ &= 57.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_j Y_2 I_j &= 42(2.87) + 33(1.53) + \dots + 33(-6.13) \\ &= 45.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_j Y_3 I_j &= 26(2.87) + 39(1.53) + \dots + 24(-6.13) \\ &= 126.62 \end{aligned}$$

Cada uno de los valores así obtenidos se elevan al cuadrado y se dividen entre la varianza del Indice Ambiental

$$\sum_j I_j^2 \text{ (5)}$$

Los valores obtenidos V se suman:

$$\left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 \quad \dots (2)$$

$$V_1 = 57.49; (57.49)^2 / 76.52 = 43.374$$

$$V_2 = 45.53; (45.53)^2 / 76.52 = 27.091$$

$$V_3 = 126.62; (126.62)^2 / 76.52 = \underline{209.522} \quad +$$

$$\sum_i \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 \quad 279.987$$

A la Suma Total se le resta la S.C.A (lineal), esta operación da como resultado final la SC_{VxA} (lineal):

$$SC_{VxA} \text{ (lineal)} = \sum_i \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 - SCA. \text{ (lineal)}$$

$$= 279.99 - 229.72$$

$$= 50.27$$

La suma de cuadrados de la Desviación Ponderada... $\sum_i \sum_j dij$... se calcula:

$$\sum_i \sum_j dij^2 = \left(\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{\sum Y_{ij}^2}{n} \right) - \frac{1}{v} \left(\sum_j Y_{.j} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 - \dots$$

$$\dots - \sum_i \left[\left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 \right] - SCA \text{ (lineal)}$$

es decir, resulta de restar de la suma de cuadrados residual, las sumas de cuadrados correspondientes al ambiente (lineal) y a la interacción genético-ambiental (lineal):

$$\sum_i \sum_j dij^2 = SC^{(3)} \text{ Res.} - SC.A^{(4)} \text{ (lineal)} - SC_{VxA}^{(7)} \text{ (lineal)}$$

$$= 608.8 - 229.72 - 50.27$$

$$= 328.81$$

La S.C. de Desviaciones Ponderadas se descomponen en las sumas de cuadrados de desviaciones de regresión $\sum_j dij^2$ para cada una de las variedades.

$$\begin{aligned} \sum_j d_{ij}^2 &= \left(\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{i.})^2}{n} \right) - \frac{(\sum_j Y_{ij}I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \\ &= \text{SC total para } i\text{-ésima variedad} - \text{SC de regresión} \\ &\quad \text{para la } i\text{-ésima variedad.} \end{aligned}$$

Los valores de $(\sum_j Y_{ij}I_j)^2 / \sum_j I_j^2$ ya fueron calculadas en el cálculo de la SC de la regresión genética ambiental.

De donde:

$$\begin{aligned} \sum_j d_{1j}^2 &= \left[(35)^2 + (25)^2 + (23)^2 + (22)^2 + (19)^2 \right] - \dots \\ &\quad \dots - \left[\frac{(35 + 25 + \dots + 19)^2}{5} \right] - 43.374 \\ &= 105.426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_j d_{2j}^2 &= \left[(42) + \dots + (33) \right] - \left[(42 + \dots + 33) \right] - 27.091 \\ &= 35.709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_j d_{3j}^2 &= \left[(26) + \dots + (24) \right] - \left[(26 + \dots + 24) \right] - 209.522 \\ &= 187.678 \end{aligned}$$

El cuadrado medio del Error Conjunto (error ponderado) se obtiene por sumar las SC del error experimental de los análisis de varianza efectuados para cada experimento en particular y la suma total que resulta se divide entre el total de grados de libertad del error experimental resultante de sumar los g.l. de cada uno de los experimentos (Cuadro No. 5). El valor que resulta se divide a su vez entre el número de repeticiones consideradas en los experimentos individuales.

CUADRO No. 5 Resumen de los análisis de varianza de las cinco localidades para la estimación del error conjunto.

LOCALIDADES	G.L.E.	S.C.E.
1	4	200
2	4	150
3	4	25
4	4	130
5	4	95
TOTAL	20	600

donde:

$$s^2e/r = CMEC = \frac{SCEK}{n} / r \quad K = 1 \dots t \quad r = 3$$

$$= \frac{800}{20} / r = 10 \quad n = GLE_1 + GLE_2 + \dots + GLE_5$$

Pruebas de Significancia

- a. La significancia de las diferencias entre medias varietales (Hipótesis) nula, $H_0: V_1 = V_2 = \dots V_n$ se efectúa mediante la prueba de F.

$$F = CM_1 / CM_3$$

- b. La hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre las variedades para su regresión sobre los índices ambientales se efectúa mediante la siguiente prueba de F.

$$F = CM_2 / CM_3$$

- c. La hipótesis (H_0) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero se prueba:

$$F = \frac{\sum_j dij^2}{n-2} / \text{error ponderado}$$

- d. La hipótesis de que los coeficientes de regresión son estadísticamente iguales a 1 se realiza mediante una prueba de t.

$$t = \frac{B_i - 1}{\sqrt{CME / \sum_j I_j^2}}$$

- e. Para determinar los parámetros de estabilidad debemos de efectuar: Primero el Coeficiente de Regresión:

$$B_1 = 57.47/76.52 = 0.751$$

$$B_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} \quad B_2 = 45.53/76.52 = 0.595$$

$$B_3 = 126.62/76.52 = 1.655$$

Segundo la Desviación de Regresión:

$$s^2_{di} = \left(\frac{\sum_i dij^2}{n-2} \right) - S^2_{e/r}$$

$$= CM (\text{desviaciones de c/variedad}) - CME$$

Cuadro 6. Análisis de Varianza para Estabilidad de tres variedades evaluadas en cinco localidades de Chimaltenango.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc		
Total	14	1057.7300				
Variedades (V)	2	448.9300	224.4650	CM ₁	4.096	N.S.
Ambiental (A)	12	608.8000				
V x A	8					
Ambiental (lineal)	1	229.72				
V x A(lineal)	2	50.27	25.135	CM ₂	0.459	N.S.
Desv. Ponderada	6	328.81	54.802	CM ₃		
Var. 1	3	105.43	35.143		3.514	*
2	3	35.71	11.903		1.190	N.S.
3	3	187.68	62.560		6.256	**
Error Ponderado	20		10.000			

Significancia: (2,6) NS menor 5.14 (3,20) NS menor 3.10
 * mayor 5.15 * mayor 3.10
 ** mayor 10.92 ** mayor 4.94

Cuadro 7. Parámetros de estabilidad para medias de altura de variedades evaluadas en cinco localidades de Chimaltenango.

Variedades	Altura*	Coeficiente de Regresión		NS	Desviación de Regresión		Interpretación
		B _i	t		S ² _{di}		
1	24.8	0.751	-0.689	NS	24.802	*	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistente.
2	38.2	0.595	-1.120	NS	1.903	NS	Variedad estable
3	31.4	1.655	1.812	NS	52.560	**	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistente

Significancia: ¹⁸Valor de t_{0.05} = 2.09 - 2.85

* Altura en cms.

El comportamiento de cada variedad en cada ambiente puede predecirse usando los estimadores de los parámetros:

$$Y_{ij} = \bar{Y}_i + B_i I_j$$

Variedad 1: $Y = 24.8 + 0.751 I_j$

Variedad 2: $Y = 38.2 + 0.595 I_j$

Variedad 3: $Y = 31.4 + 1.655 I_j$

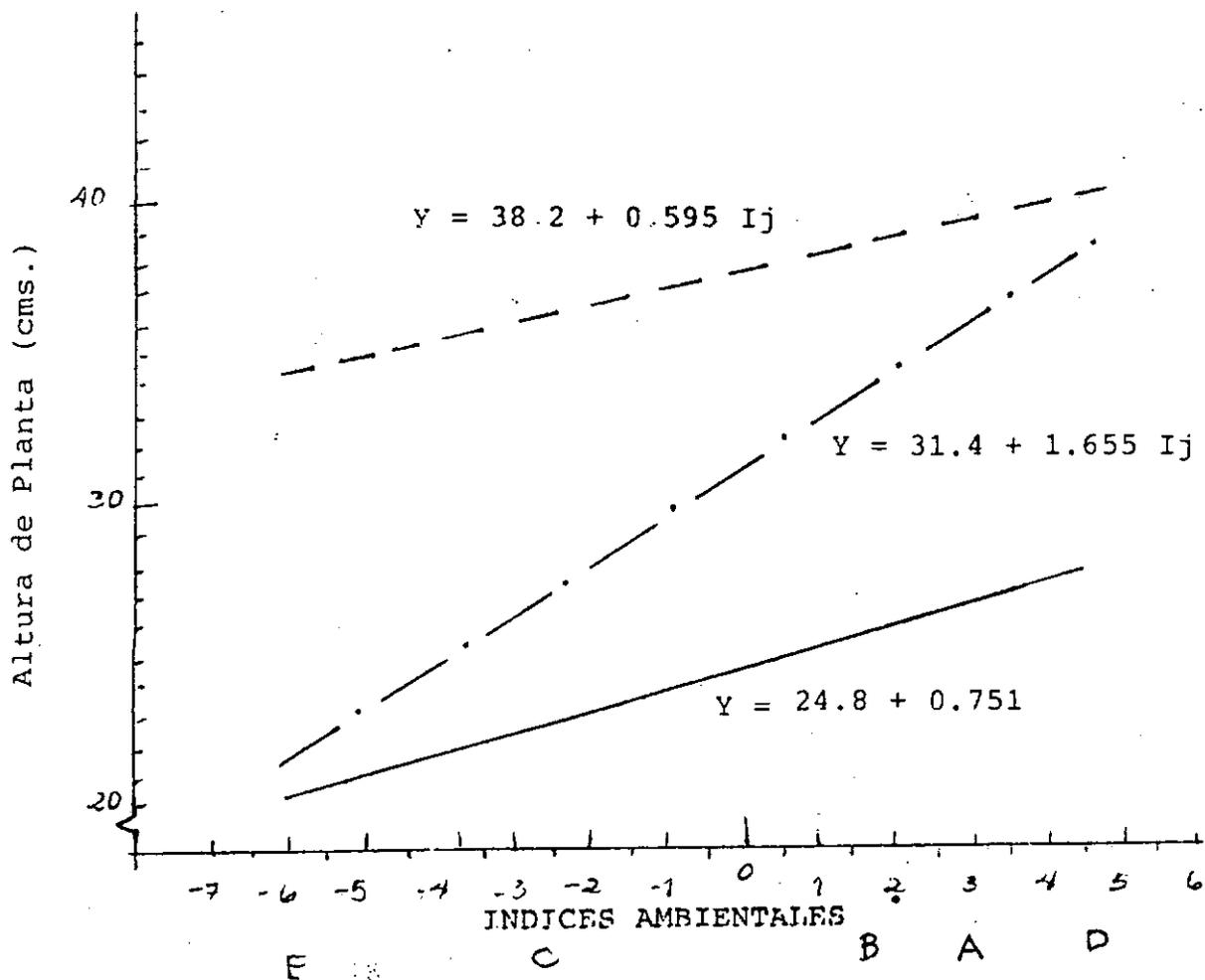
Una unidad deseable será aquella que presente los siguientes atributos:

Un coeficiente de regresión igual a la unidad ($B_i = 1$)

Desviación de regresión cercanas a cero ($S^2_{di} = 0$) y

La media de rendimiento muy alta.

Figura 1. Líneas de regresión entre altura de planta e índices ambientales de tres variedades de Amaranthus spp. evaluadas en Chimaltenango.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto 24 de mayo, 1988

"IMPRIMASE"



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