

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA.

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

DETERMINACION DE LA INTERACCION CULTIVAR/LOCALIDAD
SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE 12
CULTIVARES DE Amaranthus sp. EN 4 LOCALIDADES
DE 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

P O R

FRANCISCO EDUARDO CALDERON VILLATORO.

en el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

en el grado académico de

LICENCIADO

INCAP-T-461

Guatemala, abril de 1989.

DL
01
T(1142)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|---------------|--------------------------------|
| DECANO | Ing. Agr. Aníbal Martínez M. |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Agr. Gustavo A. Méndez |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. Jorge Sandoval |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. Mario Melgar |
| VOCAL CUARTO | Br. Marco Antonio Hidalgo |
| VOCAL QUINTO | P. A. Byron Milián |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Rolando Lara Alecio. |

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
Oficina Regional de la
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

Guatemala, Marzo 1989

IN-067-89/CAQ

Ing. Agrónomo
Hugo A. Tobías
Director Instituto de
Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad

Señor Director:

Tenemos el agrado de informarle que hemos concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis del Br. Francisco Eduardo Calderón V., titulado "DETERMINACION DE LA INTERACCION CULTIVAR/ LOCALIDAD SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE DOCE CULTIVARES DE AMARANTHUS SP. EN 4 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, recomendamos su aprobación.

Atentamente,

Ricardo Bressani, Coordinador
de Investigación en Ciencias
Agrícolas y de Alimentos
Asesor

Anibal Martínez T., Decano
Facultad de Agronomía - USAC
Asesor

RB/mr

Guatemala, Marzo de 1989

Señores
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

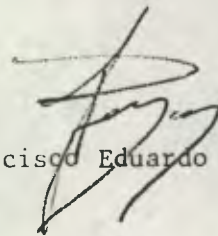
Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "Determinación de la interacción cultivar/localidad sobre algunas características fenotípicas de doce cultivares de Amaranthus sp. en cuatro localidades de la República de Guatemala".

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

Esperando contar con la aprobación del mismo.

Atentamente,



Br. Francisco Eduardo Calderón V.

DEDICO ESTE ACTO

| | |
|------------------|--|
| A DIOS | TODOPODEROSO |
| A MIS PADRES | Augusto Reynaldo Calderón Castillo María Cristina Villatoro de Calderón |
| A MI HERMANA | Rosa Ana Calderón Villatoro |
| A MIS ABUELOS | En especial a: Francisca Sosa v. de Villatoro (Q.E.P.D.) |
| A MIS FAMILIARES | En general |
| A MIS AMIGOS | Todos |
| A LA DOCTORA | Patricia del Rosario López Mérida |

DEDICO ESTA TESIS

- A Mi país Guatemala

- Al Departamento de Huehuetenango

- A La Universidad de San Carlos de Guatemala

- A La Facultad de Agronomía

- Al Colegio "De La Salle"

- Al Colegio "Maryknoll"

- Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

- A Los campesinos de mi país

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres Quienes hoy ven coronados sus esfuerzos.

Al Dr. Ricardo Bressani Por su asesoría al presente trabajo.

Al Ing. Anibal Martínez Por su acertada asesoría.

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Al Personal Profesional y Técnico de la División de Ciencias
Agrícolas y de Alimentos del INCAP, por su valiosa ayuda.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron
en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

| | <u>PAGS.</u> |
|---|--------------|
| I.INTRODUCCION | 1 |
| II.....OBJETIVOS | 2 |
| 1.....General | 2 |
| 2.....Específicos | 2 |
| III.....HIPOTESIS | 3 |
| IV.....REVISION DE LITERATURA | 4 |
| Características botánicas | 4 |
| Ecología del cultivo | 5 |
| Características agronómicas | 5 |
| El grano de Amaranto | 6 |
| Composición química del grano de Amaranto ... | 7 |
| Interacción genotipo-ambiente | 8 |
| Adaptación y adaptabilidad | 9 |
| Estabilidad | 11 |
| V.....MATERIALES Y METODOS | 13 |
| Localidades | 13 |
| Materiales | 13 |
| Metodología experimental | 14 |
| Descripción de las parcelas | 14 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| Variables respuesta | 15 |
| Análisis de la información | 17 |
| Parámetros de estabilidad | 18 |
| VI.....RESULTADOS Y DISCUSION | 20 |
| Cuadros de resultados | 23 |
| VII.....CONCLUSIONES | 47 |
| VIII....RECOMENDACIONES | 49 |
| IX.....BIBLIOGRAFIA | 50 |

INDICE DE CUADROS

paqs.

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Descripción de coeficiente y desviación de regresión | 12 |
| 2 | Características geográficas y climatológicas de las localidades donde se ubicaron los ensayos | 13 |
| 3 | Cultivar, especie y origen de los 12 cultivares que se evaluaron, Guatemala, 1986. | 14 |
| 4 | Valores de F, significancia estadística y coeficientes de variación de las variables estudiadas, por localidad .. | 23 |
| 5 | Valores promedio de cada variable en cada localidad | 23 |
| 6 | Tukey para variables: % de germinación, días y altura a floración, y días a cosecha en la localidad 1 | 24 |
| 7 | Tukey para variables: altura a cosecha, rendimiento, % de fibra cruda y % de grasa en la localidad 1 | 25 |
| 8 | Tukey para variables: días y altura a floración, días y altura a cosecha, en la localidad 2 | 26 |
| 9 | Tukey para variables: rendimiento, % de grasa, % de proteína y % de fibra cruda, en la localidad 2 | 28 |
| 10 | Tukey para variables: % de germinación, días y altura a floración, y días a cosecha en la localidad 3 | 29 |
| 11 | Tukey para variables: altura a corte, rendimiento, % de fibra cruda y % de grasa en la localidad 3 | 30 |
| 12 | Tukey para variables: % de germinación, días a floración, días a corte y rendimiento en la localidad 4 .. | 31 |
| 13 | Tukey para variables: % de fibra cruda y % de grasa en la localidad 4 | 34 |

| | | |
|----|--|----|
| 14 | Significancia estadística de las variables bajo estudio en localidad, cultivar e interacción: localidad X cultivar .. | 34 |
| 15 | Tukey para variables: % de germinación, días y altura a floración, y días a cosecha: entre localidades | 35 |
| 16 | Tukey para variables: altura a corte, rendimiento, % de proteína y % de fibra cruda entre localidades | 36 |
| 17 | Tukey para variable: % de grasa entre localidades | 37 |
| 18 | Valores promedio de cada variable evaluada, de los 12 cultivares entre localidades | 39 |
| 19 | Resumen de: parámetros de estabilidad y su significancia . | 40 |
| 20 | Valores de desviación y coeficiente de regresión | 43 |
| 21 | Descripción de valores de desviación de regresión y coeficiente de regresión | 44 |
| 22 | Coefficientes de correlación y su significancia entre variables: altura a floración, rendimiento de semilla, contenido de proteína y grasa | 46 |

RESUMEN

"DETERMINACION DE LA INTERACCION CULTIVAR/LOCALIDAD SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE DOCE CULTIVARES DE Amaranthus sp. EN CUATRO LOCALIDADES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA".

"STUDIES ON THE VARIETY-LOCALITY INTERACTION ON SOME PHENOTYPIC CHARACTERISTICS OF TWELVE CULTIVARS OF Amaranthus sp. IN FOUR DIFFERENT GUATEMALAN LOCALITIES".

Un recurso fitogenético importante en Mesoamérica es el género Amaranthus, conocido como bledo. Es una planta alimenticia potencial, pues sus hojas y semillas son fuente de proteína de buena calidad.

Este trabajo tiene como objeto conocer la adaptabilidad y estabilidad genética de especies de Amaranthus, nativas e introducidas en Guatemala; estudiar la interacción cultivar-localidad principalmente en características de rendimiento y contenido de proteína en semilla, seleccionar los mejores cultivares entre localidades y la mejor localidad para la expresión de las mismos.

Las variables evaluadas fueron: % de germinación, altura y días a floración, altura y días a cosecha, rendimiento de semilla, % de proteína, grasa y fibra cruda. Los experimentos se realizaron en 4 localidades: Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez y Sololá; estableciéndose un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y 12 tratamientos.

Las variables medidas se sometieron a un análisis de varianza por localidad y un combinado entre localidades. Se encontró que el contenido de proteína es la característica más estable tanto dentro como entre cultivares, pues presenta diferencias significativas solo en la localidad: Guatemala. En la localidad: Sololá, variables como altura a floración y altura a corte no presentan diferencias estadísticas significativas.

Según el análisis de varianza combinado, todas las variables bajo estudio presentan diferencias significativas para: localidad, cultivar y la interacción localidad/cultivar.

En base a las pruebas estadísticas de los parámetros de estabilidad, se ve que las variables: % de germinación y altura a corte, son características de mayor estabilidad, pues tanto para cultivares como para la interacción localidad/cultivar no presentan diferencias estadísticas significativas. En el caso de características como: días y altura a floración, días a cosecha, % de proteína, fibra y grasa, muestran mayor estabilidad a la localidad mientras que a nivel de cultivares presentan diferencias significativas, esto indica que son características que en cierta forma dependen más del componente genético que del efecto del ambiente; el rendimiento de semilla presenta diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.05 para la interacción cultivar/localidad y para los cultivares las diferencias son altamente significativas a un nivel de 0.01.

El análisis de correlación entre: rendimiento, altura a floración contenido de proteína y contenido de grasa, en cada localidad demuestra en general, estabilidad de los cultivares, pues no presenta diferencias significativas, con excepción de: proteína-grasa en la localidad: Escuintla y rendimiento-grasa en la localidad Sololá. Los cultivares que presentaron el mayor rendimiento de semilla y mayor contenido de proteína por hectárea, en el análisis combinado fueron: el INCAP - 23206 y el 1011-USA-7; además mostraron estabilidad a todas las localidades pero inconsistencia en su expresión. La mejor localidad para la expresión de los cultivares fué Sololá.

Hay plantas que no han sido explotadas aún, algunas de las cuales no son nuevas ya que fueron consumidas, domesticadas y cultivadas en la antigüedad, pero por diversas razones, no se desarrollaron en la agricultura moderna. El Amaranto (Amaranthus sp.) es una de esas plantas alimenticias potenciales, por su alto valor nutritivo; tanto el grano como sus hojas, son fuente de proteína de buena calidad y aptas para consumo humano.

En Guatemala el Amaranto es conocido como bleado y es consumido en pequeñas cantidades en algunas regiones indígenas, específicamente en el altiplano occidental del país. Al incrementarse la aceptación de éste cultivo se lograría diversificar en parte la producción agrícola y mejorar la dieta popular.

Es conveniente que antes de transferir el manejo del cultivo a los agricultores se generen elementos tecnológicos básicos aplicables al proceso productivo, tal el caso de variedades adecuadas para las condiciones ambientales de las regiones potenciales para su producción.

Este trabajo incluye 12 selecciones de las cuales 6 son nativas y 6 introducidas de los Estados Unidos, todos los cultivares muestran cierta variabilidad entre y dentro de ellos, en función de lo cual se ha considerado necesario someterlos a una evaluación de adaptabilidad a diferentes ambientes y estudiar la interacción genotipo ambiente sobre características físicas y químicas del grano [semilla] de Amaranto.

II.

OBJETIVOS

1. General:

Evaluar la adaptabilidad de 12 cultivares de Amarantho, en 4 diferentes localidades de Guatemala.

2. Específicos:

2.1 - Estudiar la interacción cultivar-localidad sobre las características: porcentaje de germinación, altura y días a floración, altura y días a cosecha, rendimiento de semilla, porcentaje de proteína, grasa y fibra cruda en los cultivares de Amarantho.

2.2 - Determinar los parámetros de estabilidad (desviación de regresión y coeficiente de regresión) para las características: porcentaje de germinación, altura y días a floración, altura y días a cosecha, rendimiento de semilla, porcentaje de proteína, fibra cruda y grasa; a evaluar en las diferentes localidades.

2.3 - Seleccionar los mejores cultivares por localidad y entre localidades en función de: altura y días a floración, altura y días a cosecha, rendimiento de semilla y contenido de proteína.

2.4 - Determinar en que localidad fué mejor la respuesta de los 12 cultivares de Amaranthus sp.

III.

HIPOTESIS

- La adaptabilidad de 12 cultivares de Amaranthus sp. será diferente en las 4 localidades.

- Si existe efecto de interacción cultivar-localidad sobre las características: porcentaje de germinación, altura y días a floración, altura y días a cosecha, rendimiento de semilla, contenido de proteína, fibra cruda y grasa.

- La respuesta de los cultivares a los parámetros de estabilidad (desviación de regresión y coeficiente de regresión) será positiva.

- Al menos uno de los cultivares presentará condiciones de adaptabilidad en todas las localidades.

- No todos los ambientes presentan condiciones adecuadas para el cultivo del Amaranthus sp.

IV.

REVISION DE LITERATURA

Existen especies vegetales subutilizadas, las cuales en determinado momento de la humanidad constituyeron fuentes significativas de nutrientes para civilizaciones pasadas. Este es el caso del amaranto (Amaranthus sp.), cuyas semillas y hojas eran de uso popular y siguen siendo usadas por pobladores de México, Centro y Sur América y en algunos lugares de Asia y Africa. (6, 20, 27, 29).

El género *Amaranthus* comprende especies que se conocen comunmente como bledos, que al igual que otros vegetales de consumo tradicional son fuente de nutrientes esenciales para el hombre. (1)

Este cultivo tiene por lo menos 8,000 años, y el que haya sobrevivido como planta útil es prueba de su gran capacidad para adaptarse a ambientes nuevos y variados. (18)

CARACTERISTICAS BOTANICAS:

El género *Amaranthus* comprende hierbas anuales erectas, que alcanzan hasta 2 metros de altura; tienen un solo eje central y pocas ramificaciones laterales, con hojas simples, alternas, enteras, largamente pecioladas, romboides, lisas, de escasa pubescencia y la nervadura central es gruesa y prominente. El tallo es estriado con aristas fuertes y hueco en el centro en su etapa de madurez. Tiene una raíz pivotante corta pero robusta, provista de numerosas raicillas secundarias. La inflorescencia es grande alcanzando entre 30 y 90 cms. de largo, es una panícula laxa o compacta, erguida o decumbente, de tipo amarantiforme o glomerulada,

de diversos colores, desde el blanco amarillento, verde, rosado y rojo hasta el púrpura. En los glomérulos hay por lo general una flor estaminada con 3 a 5 pétalos libres, y varias pistiladas con 0 a 5 pétalos libres, algunas de las cuales no se fecundan ni producen semillas. El fruto es un pixidio que contiene una sola semilla de 1 a 1.5 mm. de diámetro y de colores variados: blanquesino, rosado, amarillo, pardo, rojizo y negro. La mayor parte de la semilla la ocupa el embrión que se enrolla en círculo (17, 27, 29).

ECOLOGIA DEL CULTIVO:

El Amaranto crece desde climas tropicales húmedos hasta climas templados de relativa altitud. La semilla requiere temperaturas de aproximadamente: 18 grados centígrados o más en el suelo para germinar. Para obtener crecimiento óptimo de la planta se necesita buena humedad, especialmente en las primeras fases del crecimiento. Cuando se ha alcanzado suficiente crecimiento vegetativo, la planta es bastante resistente a ciertas condiciones de sequía. La planta puede desarrollarse bien sobre un amplio rango de condiciones de suelo, los cuales van desde los muy ácidos, y con alto contenido de aluminio, hasta suelos alcalinos y salinos; desde suelos con una textura muy arenosa hasta suelos de textura fina. (16,18,19).

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS:

El Amaranto pertenece a un grupo muy raro de plantas de crecimiento rápido y fotosíntesis ultraeficiente. La mayor parte de especies fijan carbono por el mecanismo C3. El mecanismo de

fijación de carbono C4 grupo al cual pertenece el Amaranto, es mucho más eficiente que el C3; plantas con C4 usan aproximadamente 3/5 de la cantidad de agua que utilizan las plantas C3 para producir la misma cantidad de material vegetal. Además, la mayoría de especies silvestres de amaranto son muy resistentes a la sequía, probablemente debido a la longitud de su sistema radicular. (15, 18).

La abundancia de proteínas en hojas y semillas, así como de la alta concentración de nitratos en las vacuolas de las células, indican alta eficiencia en fijación de nitrógeno. (27)

EL GRANO DE AMARANTO:

Las semillas de amaranto, de forma lenticular, son muy pequeñas, ya que tienen un diámetro de 1 a 1.5 mm. y un peso de 0.6 a 1.0 gramos por mil semillas. Las semillas, tipo grano presentan colores que van desde el blanco hueso, beige, café claro, rojo pardo y negro. El embrión (germen) circunda el perispermo en uno de sus cantos. La envoltura de la semilla y el perispermo están firmemente unidos el uno al otro, pero son susceptibles de separar por molienda abrasiva. El revestimiento de la semilla es una capa delgada y única, cuya porción exterior contiene el pigmento que imparte color a la semilla.

Los cuerpos proteínicos están ubicados en los tejidos embriónico y del endospermo. En el perispermo la proteína se presenta en forma de depósitos entre los pequeños granulos amiláceos de forma poligonal (4)

COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE AMARANTO:

Varios autores reportan resultados similares en cuanto a la composición química del grano de amaranto; el alto valor nutricional de la semilla es debido a su contenido y calidad de proteína, la cual es rica en aminoácidos esenciales como lisina y azufrados (metionina y cistina) y cuyo contenido está entre 12 a 16%, 7.5 % de grasa, 62 % de carbohidratos, 5 % de fibra, 3% de cenizas; 510 miligramos de Calcio, 397 miligramos de Fósforo, 11 miligramos de Hierro y aproximadamente 1.5 % de vitaminas principalmente: vitamina C, niacina, vitaminas B1 y B2, y alrededor de 10 % de humedad. (4, 20, 23, 28)

La semilla de amaranto contiene niveles más elevados de aminoácidos como lisina, el cual es limitante en la mayoría de los cereales; y los azufrados los cuales son limitantes en las leguminosas; no obstante el amaranto también es limitado en el contenido de algunos aminoácidos como lo son: la leucina, la treonina y la valina, los cuales se encuentran en niveles adecuados en los cereales comunes (4, 17, 27, 28).

La envoltura de la semilla es rica en calcio, sodio y manganeso, mientras que el hierro y el cobre están concentrados en el germen (4).

Algunos estudios han indicado que la variación estacional puede interferir con el contenido de nutrientes de los vegetales; se ha determinado que el contenido de nutrientes de los vegetales varía de acuerdo al suelo, clima, método de cultivo, fertilización y forma de riego; también se ha determinado que durante la época fría hay una disminución de la humedad, pero no hay cambio en el contenido de proteína, calcio, fósforo y hierro. (12, 17)

El principal mérito del Amaranto es que tanto el grano como las hojas son fuente de proteína de buena calidad (20).

Las proteínas son moléculas de elevado peso molecular; dichas moléculas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. El contenido proteico, de un material biológico o de un alimento, se puede estimar mediante la determinación cuantitativa del nitrógeno, multiplicando el valor encontrado por 6.25 (100/16) debido a que la cantidad de nitrógeno presente en la mayoría de las proteínas corresponde aproximadamente al 16 %. (10)

INTERACCION GENOTIPO - AMBIENTE:

El concepto de correlación genética puede aplicarse en la solución de algunos problemas conectados con la interacción del genotipo con el ambiente. El principal problema que la interacción genotipo y ambiente produce se relaciona con la adaptación de los individuos a las condiciones locales. La existencia de la interacción genotipo-ambiente puede significar que el mejor genotipo en un ambiente, no lo es en otro diferente. (7, 13).

Para alcanzar un conocimiento profundo en la respuesta de las plantas a los diferentes niveles de cada uno de los factores del ambiente y, lo que es aún más importante, la respuesta de las plantas a la acción conjunta de varios factores ecológicos, es importante conocer el mecanismo de respuesta de los genotipos en condiciones variables del ambiente y sus interacciones. (5, 22).

Algunos hallazgos han revelado que los factores suelo y clima influyen la composición química de los cultivos. Así, se ha determinado, en algunos estudios hechos en Tailandia, que el nitrógeno

desempeña un papel importante en controlar la síntesis de oxalato y la acumulación de nitrato en el amaranto. (25).

Una diferencia específica de ambiente puede tener un mayor efecto en algunos genotipos que en otros, o puede haber un cambio en el orden con respecto al mérito en una serie de genotipos, cuando éstos se miden en diferentes ambientes. Esto significa, que el genotipo A puede ser superior al genotipo B en el ambiente X, pero inferior en el ambiente Y. (13).

Un posterior análisis de varianza en una clasificación de dos entradas de genotipos-ambientes producirá estimas de la varianza genotípica (entre genotipos), de la varianza ambiental (entre ambientes) y de la varianza atribuible a la interacción de genotipos con ambientes. (13)

El análisis de varianza de parámetros de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell en 1966, permite identificar cada uno de los materiales de acuerdo con su interacción con el ambiente; señala además, que la respuesta de una variedad en diferentes ambientes se expresa en función del término estabilidad, en cuyo caso una variedad estable es aquella que interactúa menos con el ambiente y, si además presenta un rendimiento alto, debe ser la que se seleccione. (22).

ADAPTACION Y ADAPTABILIDAD:

La adaptación puede considerarse como una característica particular, la cual tiene un valor de sobrevivencia constante bajo las condiciones de su habitat, o como la aptitud de un organismo, para sobrevivir en un ambiente determinado. (2, 22, 30).

La adaptabilidad implica una propiedad por la cual los organismos capacitados sobreviven y se reproducen en ambientes fluctuantes. Es una habilidad genética que resulta de estabilizar las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos. (21, 22).

Oka, citado por Mier Castillo (24) clasificó en 1967, la adaptabilidad de los cultivos en: general y específica. La primera se refiere a la habilidad de las plantas para producir consistentemente un rendimiento alto, bajo diferentes condiciones ambientales, y la segunda, a la habilidad que tiene el vegetal para reaccionar y resistir una condición particular, como puede ser el frío, una sequía o una plaga.

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 solo ambiente proveería la información adecuada del rango de adaptación de dicha variedad. Las pruebas de comportamiento cuando se analizan de manera convencional, ofrecen 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 un buen indicador de la capacidad de las variedades de amortiguar cambios

ambientales. Se dice sobre el medio ambiente y la adaptación de las plantas, que cuando un cultivo se introduce a un 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 mejor aclimatación y mayor productividad. (11).

ESTABILIDAD:

En 1966 Eberhart y Russell mencionaron que los parámetros de estabilidad son el coeficiente de regresión (b_i) y el cuadrado medio de las desviaciones de regresión ($S^2 d_i$). El coeficiente de regresión para un cultivar y un ambiente en particular, mide la respuesta de la variable dependiente (rendimiento, contenido proteico, etc.) por unidad de cambio de la variable independiente (índice ambiental). Las desviaciones de regresión miden la proporción en que la respuesta predicha está de acuerdo con la respuesta observada. (25)

Según Finlay y Wilkinson (14) el rendimiento medio de todas las variedades en cada ambiente da un gradiente numérico de ellos y además es una evaluación útil que describe un ambiente natural complejo, sin necesidad de definir o analizar los factores interactuantes que lo componen. Así mismo, utilizan la regresión lineal como una medida cuantitativa de la estabilidad fenotípica, es decir $b_i = 1.0$ indica que tiene estabilidad media sobre todos los ambientes, y cuando existe además un rendimiento mayor que el promedio general, se dice que las variedades tienen adaptabilidad general.

Perkins y Jinks (27) en 1968, emplearon la media de rendimiento y el coeficiente de regresión para describir la sensibilidad de una

línea a ambientes cambiantes. De acuerdo con éste modelo, una línea de regresión con $b_i = 1.0$ y con $S^2 d_i = 0$ tendría una estabilidad media y representaría ausencia de interacción genotipo por ambiente.

En 1972, Carballo y Márquez (9, 28) basandose en el modelo propuesto por Eberhart y Russell, el cual toma en cuenta los coeficientes y las desviaciones de regresión, hicieron las siguientes clasificaciones de variedades:

CUADRO 1: DESCRIPCION DE COEFICIENTE Y DESVIACION DE REGRESION

| Coeficiente de regresión | Desviación de regresión | Descripción |
|--------------------------|-------------------------|--|
| $b = 1.0$ | $S^2 d_i = 0$ | Variedad estable y consistente. |
| $b = 1.0$ | $S^2 d_i > 0$ | Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente. |
| $b < 1.0$ | $S^2 d_i = 0$ | Responde mejor en ambientes desfavorables, consistente. |
| $b < 1.0$ | $S^2 d_i > 0$ | Responde mejor en ambientes desfavorables, inconsistente. |
| $b > 1.0$ | $S^2 d_i = 0$ | Responde mejor en buenos ambientes, consistente. |
| $b > 1.0$ | $S^2 d_i > 0$ | Responde mejor en buenos ambientes, inconsistente. |

MATERIALES Y METODOS

LOCALIDADES:

El ensayo se llevó a cabo en 4 localidades: Finca Sabana Grande en Escuintla; Centro Experimental de Agronomía, USAC Guatemala; Centro Experimental del INCAP, San Juan Pachalí, Sacatepequez; y Escuela de Formación Agrícola, Sololá. Las condiciones climáticas de éstas localidades son diferentes, contrastantes y aceptables para el desarrollo del cultivo del bledo y se muestran en el cuadro 2.

CUADRO 2: CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATOLOGICAS DE LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARON LOS ENSAYOS.

| Localidad | Latitud | Longitud | Altitud (msnm) | Precipit. anual mm. | Temp. °C |
|---------------|-----------|-----------|-------------------|------------------------|-------------|
| Sabana Grande | 14°22'03" | 90°49'48" | 730 | 3,014.8 | 24.6 |
| Fac Agro USAC | 14°34'16" | 90°31'58" | 1,490 | 1,067.5 | 18.6 |
| Pachalí INCAP | 14°42'22" | 90°42'44" | 1,850 | 1,106.0 | 16.0 |
| EFA Sololá | 14°48'40" | 91°13'32" | 2,025 | 1,316.8 | 14.2 |

Fuente: INSIVUMEH

MATERIALES:

Se evaluaron 12 cultivares de Amaranto, 6 nativos y 6 introducidos procedentes de Rodale, Estados Unidos; éstos últimos ya han sido sometidos a ciertas evaluaciones en nuestro país, en los últimos años. La descripción de los materiales bajo estudio se hace en el cuadro: 3

CUADRO 3: CULTIVAR, ESPECIE Y ORIGEN DE LOS 12 CULTIVARES
EVALUADOS, GUATEMALA, 1986.

| Número | Cultivar | Especie | Origen |
|--------|-------------|-----------------|----------------|
| 1 | 254 | cruentus | Chiquimula |
| 2 | 350 | cruentus | Zacapa |
| 3 | 492 | cruentus | Sn. Lucas Sac. |
| 4 | 637 | caudatus | Santiago Sac. |
| 5 | 747 | cruentus | Izabal |
| 6 | 23206 | caudatus | * |
| 7 | 982-USA 2 | caudatus | USA |
| 8 | 1011-USA 7 | * | USA |
| 9 | 434-USA 8 | cruentus | USA |
| 10 | 1023-USA 10 | hypochondriacus | USA |
| 11 | 649-USA 17 | cruentus | USA |
| 12 | 1157-USA 20 | cruentus | USA |

* = No determinados

FUENTE: Ing. Agr. A. Martínez. Instituto de Investigaciones
Facultad de Agronomía, USAC.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

La investigación se hizo en 4 localidades y en cada una de ellas se usó un diseño experimental de Bloques al Azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones, a fin de tener 36 unidades experimentales en cada localidad, haciendo un total de 144 unidades experimentales en conjunto.

DESCRIPCION DE LAS PARCELAS:

Cada parcela bruta midió 5 mts. por lado con un total de 10 surcos a una distancia de 0.5 mts. y 0.4 mts. entre posturas. La par-

cela neta consistió en 4 surcos centrales dejando los surcos laterales como bordes. El terreno se preparó con un paso de arado y 2 de rastra aplicándose al suelo Volatón en dosis de 30 Kgs./Ha.

VARIABLES RESPUESTA:

Durante el desarrollo del cultivo, se evaluaron algunas características agronómicas y químicas importantes, dándosele mayor énfasis al rendimiento de semilla y al contenido de proteína en la misma; además se tomaron los siguientes datos:

- Días a emergencia:

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

- Porcentaje de germinación:

Se sembraron entre 12 y 20 semillas por postura, luego se relacionó el número de plantas emergidas, sobre el número total de posturas en cada parcela una semana después de la siembra; 2 días más tarde se hizo un raleo dejando 2 plantas bien desarrolladas por postura.

- Días a floración:

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

- Altura a floración:

Se midieron 10 plantas desde la base del tallo hasta el ápice, en la misma fecha que se tomó el dato de días a floración.

- Días a cosecha:

Tiempo transcurrido desde el momento de la siembra, hasta que se realizó la colecta de semilla.

- Altura a cosecha:

Se midieron 10 plantas desde la base del tallo hasta el ápice, justo antes de la colecta de la semilla.

- Rendimiento de semilla:

Se tomó el rendimiento promedio de 10 plantas por parcela, el cual posteriormente se expresó en kgrs/Ha.

- Porcentaje de proteína:

Cada una de las parcelas aportó cierta cantidad de semilla de donde se sacó una muestra al azar de aproximadamente 100 grs., a la cual, se le determinó la cantidad de nitrógeno siguiendo la técnica Macro-Kjeldahl y se multiplicó el resultado por la constante 6.25, obteniendo así un porcentaje de proteína aparente. (3, 10)

- Porcentaje de fibra cruda:

A cada una de las muestras antes mencionadas, se le hizo una determinación de fibra cruda expresando los resultados en porcentaje.

- Porcentaje de grasa:

Así también se determinó el contenido de grasa en la semilla de amaranto, siguiendo el método de extracto etéreo, expresando los resultados en porcentaje; todos los métodos aquí seguidos son los que se encuentran descritos en el manual de la Asociación Oficial de Química Agrícola (AOAC) (3).

Los análisis químicos hechos a la semilla de amaranto, fueron realizados en los laboratorios de la División de Ciencias Agrícolas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Se hizo un análisis de varianza para cada una de las localidades, tomando como base el modelo estadístico propuesto para el diseño de bloques al azar: $X_{ij} = \mu + V_i + r_j + E_{ij}$

en donde:

$i = 1, 2, \dots, v$ variedades (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 (cultivar)

r_j = efecto de la j -ésima repetición.

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

Análisis combinado:

El análisis de varianza combinado se hace para determinar, el comportamiento de los materiales a evaluar en los distintos ambientes bajo estudio, siguiendo el modelo estadístico:

$$X_{ijk} = \mu + R_j (K) + V_i + L_k + (VL)_{ik} + E_{ijk}$$

En donde:

μ = media general del carácter.

$R_j(k)$ = efecto de la j -ésima repetición en la k -ésima localidad.

V_i = efecto de la i -ésima variedad (cultivar).

L_k = efecto de la k -ésima localidad.

$(VL)_{ik}$ = efecto de la $i-k$ -ésima observación asociada a la interacción cultivar/localidad.

E_{ijk} = efecto aleatorio asociado a la $i-j-k$ -ésima observación.

V = variedad (cultivar)

R = repetición.

L = 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.

PARAMETROS DE ESTABILIDAD:

Para estimar el efecto que tiene el ambiente sobre el rendimiento de los distintos cultivares, se estiman los parámetros de estabilidad aplicando el modelo de Eberhart y Russel, a las medias de rendimiento en los distintos ambientes de prueba. Por ello cada sitio experimental se considera como un ambiente. El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i + I_j + S_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = es la media varietal del i -ésimo cultivar en el j -ésimo ambiente ($i = 1, 2, \dots, v$; $j = 1, 2, \dots, n$)

μ_i = media del i -ésimo cultivar a través de todos los ambientes.

B_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad en diferentes ambientes.

I_j = índice ambiental obtenido como el promedio de todos los cultivares en el j -ésimo ambiente menos la media general.

S_{ij} = desviación de regresión del cultivar i en el ambiente j .

Prueba de significancia:

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. $F_c = CM1 / CM3$

La hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre los cultivares para su regresión sobre los índices ambientales se efectuó mediante la siguiente prueba de F. $F = CM2 / CM3$

La hipótesis nula de que las desviaciones de regresión para cada cultivar son estadísticamente iguales a cero, se efectúa mediante la prueba de F. $F = \sum_i d^2_{ij} / n - 2 / \text{error ponderado.}$

La hipótesis de que los coeficientes de regresión, son estadísticamente iguales a 1 se realiza mediante la prueba de t:

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

CME: Cuadrado medio del error ponderado.

El comportamiento de cada cultivar en cada ambiente se predice usando los estimadores de los parámetros V_i , B_i como:

$$Y_{ij} = X_i + b_i I_j$$

Un cultivar deseable es aquel que posee los siguientes atributos: Un coeficiente de regresión igual a uno ($B_i = 1$), desviación de regresión cercana a cero ($S^2_{d_i} = 0$) y la media de rendimiento muy alta.

Como hubo significancia en los análisis de varianza, se hicieron comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey. Además se hizo correlaciones entre las variables: altura a floración, rendimiento, porcentaje de proteína y porcentaje de grasa.

VI.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para fines de facilitar la discusión de resultados se identifican las localidades donde se hizo el estudio de la manera siguiente:

Localidad # 1 - Finca Sabana Grande, Escuintla.

Localidad # 2 - Centro Experimental de Agronomía, USAC

Localidad # 3 - Centro Experimental de INCAP, Sacatepéquez.

Localidad # 4 - Escuela Formación Agrícola, Sololá.

El cuadro 4 presenta un resumen de los resultados obtenidos en los diferentes análisis de varianza, para las variables más importantes, en cada localidad; se puede observar que en la localidad 2 las variables: días y altura a floración así como días a corte no presentan valores de F y coeficiente de variación debido a que se trabajó con valores promedio en cada bloque, caso similar se observa en la localidad 3 en donde las variables afectadas por esto mismo son: días y altura a floración, y días y altura a cosecha.

En la localidad 1 (finca Sabana Grande) todas las variables bajo estudio presentaron diferencias estadísticamente significativas a excepción de la variable: porcentaje de proteína.

En la localidad 2 (Centro experimental de Agronomía) las diferencias estadísticas significativas se observan para la mayoría de las variables bajo estudio, lo cual indica que existe alta variabilidad entre los cultivares.

En la localidad 3 (Centro experimental del INCAP) el comportamiento de los cultivares es similar a la localidad 1, las diferencias significativas fueron para todas las variables a excepción del porcentaje de proteína el cual no presentó mayor diferencia.

En la localidad 4 (Escuela Agrícola, Sololá) se observa menos variabilidad en el comportamiento de los cultivares (en relación a las otras localidades), puesto que fueron 6 las variables con diferencias altamente significativas: % germinación, días a floración, días a cosecha, rendimiento, % de fibra y % de grasa; mientras que variables como altura a floración, altura a cosecha y % de proteína no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Al observar éstos resultados notamos que existe alta variabilidad entre los cultivares evaluados, lo cual se debe a que la mayoría de ellos no han sido sometidos a selección y a que provienen de diferentes lugares.

El cuadro 6, resume la prueba de comparación múltiple de medias Tukey y se puede observar que el porcentaje de germinación más alto, en la localidad 1, lo presenta el cultivar F.A.492 con valor de 85%, mientras que el valor más bajo lo presentó el cultivar F.A.637 con 51.67%; en la localidad 2 (cuadro 8) el mayor porcentaje de germinación lo presenta el cultivar 1023-USA-10 con valor de 56.67 % y el menor, el cultivar F.A.747 con 35 %; en la localidad 3 (cuadro 10) el valor más alto lo presenta el cultivar 1011-USA-7 con 66.67% y el valor bajo el cultivar 982-USA-2 con 42.67 %; en la localidad 4 (cuadro 12) el mayor porcentaje de germinación lo presentó el cultivar F.A.747 con 61.33 % y el valor más bajo fué para el cultivar F.A.254 con un valor de 14.00 %.

Para la variable días a floración, en la localidad 1 el cultivar más tardío fué la F.A.254, pues se tardó 125 días para floración y el cultivar más precoz fué la 1023-USA-10 con 47 días a floración ver cuadro 6; en la localidad 2 el comportamiento de los cultivares en

relación al tiempo de floración fue similar a la localidad 1 pues el más tardío fue el F.A.254 con 145 días y el más precoz fue el cultivar 1023-USA-10 con 33 días; en la localidad 3 el cultivar F.A.254 fue también el que más se tardó en florear tomando 138 días mientras que el más precoz fue la F.A.747 con solo 44 días, finalmente en la localidad 4 se vuelve a obtener resultados similares a las localidades 1 y 2, pues el cultivar más tardío fue el F.A.254 con 131 días y el más precoz fue el 1023-USA-10 con 48 días.

Para la variable altura a floración, al igual que en la variable anterior (días a floración), el cultivar F.A.254 se comportó de forma similar en las 4 localidades estudiadas, así pues, en la localidad 1 alcanzó una altura de 173 cms., en la localidad 2 fue de 277 cms., en la 3 de 240 cms. y en la 4 de 112 cms.; en cuanto a los cultivares que presentaron alturas bajas a floración está el 1023-USA-10 que se comportó similar en las localidades 1 y 2 con alturas de: 38 cms. y 39 cms. respectivamente, para la localidad 3 el cultivar de porte más bajo fue el 1157-USA-20 altura de 74 cms. mientras que para la localidad 4 fue el 982-USA-2 con 52 cms. de altura a floración.

La variable días a cosecha presenta resultados similares a las anteriores variables, así pues el cultivar F.A.254 respondió de forma similar en las 4 localidades con tiempo máximo reportado a la cosecha de: 153 días en la localidad 1, 175 días en la 2, 183 días en la 3 y 193 días en la 4; mientras que el menor tiempo lo reportó el cultivar 1023-USA-10 en las localidades 1, 2 y 4 con valores de: 82, 94 y 116 días respectivamente, observandose para la localidad 3 que el cultivar más precoz fue el 1157-USA-20 con 114 días a corte.

CUADROS DE RESULTADOS

CUADRO 4: VALORES DE F, SIGNIFICANCIA ESTADISTICA Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LAS VARIABLES BAJO ESTUDIO, EN CADA LOCALIDAD.

| VARIABLES | LOCALIDADES | | | | | | | | |
|-------------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------|-----------|------------|-----------|------|
| | SABANA GRANDE | | FAC. AGRO-USAC | | PACHALI-INCAP | | EFA-SOLOLA | | |
| | F | SIG. C.V. | F | SIG. C.V. | F | SIG. C.V. | F | SIG. C.V. | |
| % Germinac. | 8.3 | ** | 7.48 | 2.92 * | 16.1 | 3.72 ** | 12.7 | 11.82 ** | 15.1 |
| Días flor. | 31.4 | ** | 7.84 | -- | - | -- | - | 15.30 ** | 13.4 |
| Altura flor | 257.35 | ** | 3.24 | -- | - | -- | - | 2.06 NS | 22.9 |
| Días corte | 101.09 | ** | 3.46 | -- | - | -- | - | 14.92 ** | 5.6 |
| Altura cort | 45.14 | ** | 3.08 | 398.70 ** | 1.6 | -- | - | 1.47 NS | 18.6 |
| Rendimiento | 69.31 | ** | 9.84 | 5.01 ** | 28.7 | 6.19 ** | 28.0 | 5.21 ** | 22.2 |
| % Proteína | 2.14 | NS | 6.83 | 4.67 ** | 5.9 | 2.03 NS | 7.3 | 0.61 NS | 11.9 |
| % Fibra | 10.22 | ** | 13.97 | 30.48 ** | 12.3 | 21.01 ** | 15.5 | 6.71 ** | 17.8 |
| % Grasa | 10.24 | ** | 5.75 | 10.61 ** | 6.7 | 29.57 ** | 4.7 | 5.17 ** | 6.7 |

CUADRO 5: VALORES PROMEDIO DE CADA VARIABLE EN CADA LOCALIDAD.

| VARIABLES | LOCALIDADES | | | | | | | |
|---------------|---------------|-------|----------------|-------|---------------|-------|------------|-------|
| | SABANA GRANDE | | FAC. AGRO-USAC | | PACHALI-INCAP | | EFA-SOLOLA | |
| % Germinación | 70.34 | % | 48.65 | % | 53.86 | % | 40.94 | % |
| Días a flor | 70 | días | 64 | días | 73 | días | 65 | días |
| Altura a flor | 95.88 | cms | 95.82 | cms | 108.58 | cms | 83.25 | cms |
| Días a corte | 106 | días | 112 | días | 126 | días | 139 | días |
| Altura-corte | 134.37 | cms | 174.00 | cms | 197.25 | cms | 148.69 | cms |
| Rendimiento | 1142.74 | kg/ha | 1748.82 | kg/ha | 1686.13 | kg/ha | 2687.55 | kg/ha |
| % proteína | 14.87 | % | 15.26 | % | 13.47 | % | 13.48 | % |
| % fibra | 5.76 | % | 5.59 | % | 5.54 | % | 6.30 | % |
| % grasa | 6.73 | % | 6.45 | % | 6.48 | % | 7.43 | % |

PRUEBAS DE TUKEY PARA VARIABLES SIGNIFICATIVAS POR LOCALIDADES.

CUADRO 6: PRUEBA DE TUKEY PARA VARIABLES: % de germinación, días a floración, altura a floración y días a cosecha, en la localidad 1.

| LOCALIDAD No. 1 (Sabana Grande, Escuintla) | | | | | |
|--|----------|----|------------------|----------|----|
| % germinación | | | Días a floración | | |
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 3 | 85.00 | a | 1 | 125.00 | a |
| 6 | 83.33 | a | 7 | 90.00 | b |
| 5 | 72.67 | ab | 3 | 69.67 | c |
| 2 | 71.67 | ab | 2 | 69.33 | c |
| 1 | 71.67 | ab | 11 | 68.33 | c |
| 11 | 71.67 | ab | 4 | 66.00 | c |
| 9 | 71.67 | ab | 9 | 65.67 | c |
| 12 | 70.67 | ab | 6 | 65.33 | c |
| 10 | 70.67 | ab | 12 | 64.00 | c |
| 8 | 65.00 | bc | 5 | 60.00 | cd |
| 7 | 52.50 | c | 8 | 59.00 | cd |
| 4 | 51.67 | c | 10 | 47.33 | d |

| Altura a floración | | | Días a cosecha | | |
|--------------------|----------|----|----------------|----------|---|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 173.00 | a | 1 | 153.33 | a |
| 7 | 109.50 | b | 7 | 117.50 | b |
| 3 | 108.33 | b | 11 | 106.33 | c |
| 2 | 108.00 | b | 4 | 105.67 | c |
| 11 | 102.00 | bc | 3 | 105.00 | c |
| 6 | 94.67 | cd | 9 | 103.67 | c |
| 9 | 92.00 | d | 5 | 102.67 | c |
| 4 | 91.00 | d | 6 | 102.33 | c |
| 12 | 89.00 | d | 12 | 102.33 | c |
| 8 | 76.00 | e | 8 | 101.67 | c |
| 5 | 74.00 | e | 2 | 101.00 | c |
| 10 | 37.67 | f | 10 | 81.67 | d |

CUADRO 7: PRUEBA DE TUKEY PARA VARIABLES: Altura a cosecha, rendimiento, % de fibra cruda y % de grasa en la localidad 1.

| Altura a corte | | | Rendimiento | | |
|----------------|----------|---|-------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 179.67 | a | 6 | 2,162.33 | a |
| 3 | 137.67 | b | 8 | 1,887.33 | ab |
| 7 | 137.50 | b | 3 | 1,778.00 | b |
| 12 | 134.33 | b | 5 | 1,686.33 | b |
| 8 | 134.33 | b | 4 | 1,167.00 | c |
| 6 | 133.67 | b | 12 | 941.00 | cd |
| 2 | 133.33 | b | 11 | 806.00 | de |
| 5 | 131.00 | b | 2 | 716.67 | def |
| 11 | 131.00 | b | 9 | 702.00 | def |
| 9 | 129.67 | b | 10 | 688.67 | def |
| 4 | 125.67 | b | 1 | 526.67 | ef |
| 10 | 105.67 | c | 7 | 405.00 | f |

| Porcentaje de fibra | | | Porcentaje de grasa | | |
|---------------------|----------|-----|---------------------|----------|------|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 2 | 8.37 | a | 2 | 8.03 | a |
| 1 | 7.93 | a | 8 | 7.53 | ab |
| 4 | 7.03 | ab | 9 | 7.43 | abc |
| 6 | 6.77 | ab | 10 | 7.00 | abcd |
| 5 | 6.37 | abc | 7 | 6.95 | abcd |
| 3 | 5.47 | bcd | 11 | 6.83 | bcd |
| 7 | 5.40 | bcd | 5 | 6.77 | bcd |
| 9 | 4.93 | bcd | 12 | 6.70 | bcd |
| 11 | 4.80 | bcd | 4 | 6.40 | cde |
| 10 | 4.17 | cd | 6 | 6.23 | de |
| 12 | 3.97 | cd | 3 | 5.53 | e |
| 8 | 3.83 | d | 1 | 5.50 | e |

CUADRO 8: PRUEBA DE TUKEY PARA VARIABLES: días a floración, altura a floración, días a cosecha y altura a cosecha en la localidad 2.

LOCALIDAD No. 2 (Fac. Agronomía, USAC)

| Días a floración | | | Altura a floración | | |
|------------------|----------|---|--------------------|----------|---|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 145.00 | a | 1 | 277.00 | a |
| 7 | 68.00 | b | 7 | 111.00 | b |
| 3 | 65.00 | c | 6 | 109.00 | c |
| 2 | 63.00 | d | 9 | 102.00 | d |
| 6 | 63.00 | d | 2 | 90.00 | e |
| 9 | 60.00 | e | 5 | 88.00 | f |
| 11 | 59.00 | f | 3 | 84.00 | g |
| 12 | 57.00 | g | 11 | 81.00 | h |
| 5 | 57.00 | g | 12 | 70.00 | i |
| 4 | 48.00 | h | 4 | 52.00 | j |
| 8 | 45.00 | i | 8 | 45.00 | k |
| 10 | 33.00 | j | 10 | 39.00 | l |

| Días a cosecha | | | Altura a cosecha | | |
|----------------|----------|---|------------------|----------|----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 175.00 | a | 7 | 269.00 | a |
| 7 | 128.00 | b | 6 | 198.00 | b |
| 6 | 118.00 | c | 1 | 184.00 | c |
| 11 | 113.00 | d | 5 | 180.00 | c |
| 3 | 108.00 | e | 9 | 178.00 | c |
| 5 | 107.00 | f | 3 | 177.00 | c |
| 8 | 102.00 | g | 4 | 162.00 | d |
| 9 | 101.00 | h | 2 | 159.00 | de |
| 2 | 99.00 | i | 12 | 153.00 | ef |
| 4 | 99.00 | i | 8 | 148.00 | fg |
| 12 | 99.00 | i | 11 | 140.00 | gh |
| 10 | 94.00 | j | 10 | 135.00 | h |

En la variable altura a corte nuevamente el cultivar F.A.254 presenta los valores más altos tanto en la localidad 1 (cuadro 7) como en la localidad 3 (cuadro 11) con 180 cms. y 291 cms. respectivamente; en la localidad 2 (cuadro 9) el cultivar más alto fué el 982-USA-2 con 269 cms. y en la localidad 4 el cultivar 434-USA-8 llegó a medir 197 cms.; en cuanto a los valores más bajos encontrados tenemos en las localidades 1 y 2 al cultivar 1023-USA-10 con 106 y 135 cms. respectivamente, en la localidad 3 al cultivar 23206 con 168 cms. y en la localidad 4 el cultivar F.A.254 con 123 cms. de altura a corte.

Para el rendimiento tenemos que tanto en la localidad 1 como en la 2 (cuadros 7 y 9) el cultivar 23206 presentó los valores más altos siendo: 2,162 Kg/Ha y 2,689 Kg/Ha respectivamente; en la localidad 3 (cuadro 11) el cultivar más rendidor fué la F.A.637 con 2,991 Kg/Ha, y en la localidad 4 el mejor cultivar fué el 434-USA-8 con 3,820 Kg/Ha. (cuadro 12). Los cultivares menos rendidores en cada localidad fueron: para la localidad 1 el cultivar 982-USA-2 con 405 Kg/Ha; en la localidad 2 el cultivar F.A.492 con 889 Kg/Ha; en la localidad 3 el cultivar F.A.350 con 797 Kg/Ha; y en la localidad 4 el cultivar F.A.254 con 1,043 Kg/Ha.

En cuanto al contenido de proteína en las localidades 1, 3 y 4 no se encontraron diferencias estadísticas significativas, pero se pudo determinar que tanto en la localidad 1 como en la 3 el cultivar que presentó los valores más altos fué el F.A.350 con 16.53 % y 14.57 % respectivamente; en la localidad 2 se observó diferencia estadística significativa en donde el cultivar con mayor porcentaje de proteína fué el 434-USA-8 con 17.50 % y en la localidad 4 fué el cultivar 1157-USA-20 con 15 % (cuadro 9).

CUADRO 9: PRUEBA DE TUKEY PARA VARIABLES: Rendimiento, % de grasa, % de proteína y % de fibra, en la localidad 2.

| Rendimiento | | | % de Grasa | | |
|-------------|----------|-----|------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 6 | 2689.67 | a | 2 | 8.50 | a |
| 9 | 2497.00 | ab | 5 | 7.30 | ab |
| 5 | 2188.33 | ab | 8 | 7.27 | ab |
| 8 | 1923.00 | abc | 6 | 7.20 | ab |
| 4 | 1819.67 | abc | 11 | 6.70 | bc |
| 1 | 1781.33 | abc | 7 | 6.60 | bce |
| 11 | 1595.00 | abc | 9 | 6.30 | bce |
| 12 | 1557.33 | abc | 12 | 6.07 | bce |
| 10 | 1537.67 | abc | 4 | 5.73 | ce |
| 2 | 1152.00 | abc | 10 | 5.53 | ce |
| 7 | 1156.33 | bc | 1 | 5.50 | ce |
| 3 | 889.67 | c | 3 | 5.40 | e |

| Porcentaje de proteína | | | Porcentaje de fibra | | |
|------------------------|----------|-----|---------------------|----------|----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 9 | 17.50 | a | 2 | 9.10 | a |
| 8 | 16.60 | ab | 5 | 8.47 | ab |
| 10 | 16.03 | ab | 4 | 8.20 | ab |
| 7 | 15.77 | abc | 3 | 7.93 | ab |
| 2 | 15.75 | abc | 1 | 6.97 | ab |
| 12 | 15.70 | abc | 6 | 6.77 | b |
| 5 | 15.43 | abc | 10 | 4.37 | c |
| 3 | 14.67 | bc | 12 | 4.10 | c |
| 11 | 14.40 | bc | 8 | 3.40 | c |
| 6 | 14.33 | bc | 9 | 3.13 | c |
| 4 | 14.07 | bc | 11 | 3.03 | c |
| 1 | 13.23 | c | 7 | 2.87 | c |

CUADRO 10: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES: % de germinación, días a floración, altura a floración y días a cosecha en la localidad 3.

LOCALIDAD No. 3 FINCA PACHALI (INCAP)

| Porcentaje de germinación | | | Días a floración | | |
|---------------------------|----------|-----|------------------|----------|---|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 8 | 66.67 | a | 1 | 138.00 | a |
| 10 | 63.33 | ab | 7 | 78.00 | b |
| 6 | 62.33 | abc | 3 | 75.00 | c |
| 5 | 59.67 | abc | 2 | 73.00 | d |
| 12 | 54.67 | abc | 9 | 69.00 | e |
| 2 | 53.67 | abc | 8 | 68.00 | f |
| 4 | 52.00 | abc | 6 | 68.00 | f |
| 3 | 49.00 | abc | 11 | 67.00 | g |
| 9 | 49.00 | abc | 4 | 64.00 | h |
| 11 | 48.33 | abc | 10 | 63.00 | i |
| 1 | 45.00 | bc | 12 | 63.00 | i |
| 7 | 42.67 | c | 5 | 44.00 | j |

| Altura a floración | | | Días a cosecha | | |
|--------------------|----------|---|----------------|----------|---|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 240.00 | a | 1 | 183.00 | a |
| 4 | 119.00 | b | 3 | 127.00 | b |
| 2 | 115.00 | c | 7 | 127.00 | b |
| 6 | 105.00 | d | 4 | 124.00 | c |
| 8 | 101.00 | e | 5 | 124.00 | c |
| 9 | 100.00 | f | 6 | 122.00 | d |
| 3 | 95.00 | g | 8 | 120.00 | e |
| 5 | 95.00 | g | 11 | 120.00 | e |
| 7 | 89.00 | h | 9 | 118.00 | f |
| 10 | 88.00 | i | 10 | 117.00 | g |
| 11 | 82.00 | j | 2 | 114.00 | h |
| 12 | 74.00 | k | 12 | 114.00 | h |

CUADRO 11: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES: altura a cosecha, rendimiento, porcentaje de fibra y porcentaje de grasa en la localidad 3.

| Altura a cosecha | | | Rendimiento | | |
|------------------|----------|---|-------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 291.00 | a | 4 | 2991.67 | a |
| 7 | 237.00 | b | 5 | 2615.13 | ab |
| 2 | 204.00 | c | 6 | 2465.67 | ab |
| 4 | 200.00 | d | 9 | 2093.00 | abc |
| 5 | 198.00 | e | 8 | 1971.00 | abc |
| 9 | 196.00 | f | 12 | 1605.33 | abc |
| 11 | 189.00 | g | 10 | 1434.33 | bc |
| 3 | 176.00 | h | 11 | 1304.67 | bc |
| 12 | 170.00 | i | 3 | 1021.00 | c |
| 10 | 169.00 | j | 1 | 971.00 | c |
| 8 | 169.00 | j | 7 | 963.67 | c |
| 6 | 168.00 | k | 2 | 797.00 | c |

| Porcentaje de fibra | | | Porcentaje de grasa | | |
|---------------------|----------|---|---------------------|----------|----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 9.07 | a | 8 | 8.00 | a |
| 2 | 9.03 | a | 11 | 7.83 | a |
| 4 | 7.53 | a | 12 | 7.67 | ab |
| 6 | 7.03 | a | 7 | 7.43 | ab |
| 5 | 6.80 | a | 2 | 6.87 | bc |
| 3 | 6.63 | a | 9 | 6.17 | cd |
| 10 | 3.60 | b | 4 | 6.17 | cd |
| 11 | 3.57 | b | 5 | 5.93 | d |
| 12 | 3.50 | b | 1 | 5.80 | de |
| 8 | 3.43 | b | 10 | 5.57 | de |
| 9 | 3.23 | b | 6 | 5.43 | de |
| 7 | 3.10 | b | 3 | 4.90 | e |

CUADRO 12: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES: % de germinación, días a floración, días a cosecha y rendimiento en la localidad 4.

LOCALIDAD No. 4 EFA (SOLOLA)

| Porcentaje de germinación | | | Días a floración | | |
|---------------------------|----------|-------|------------------|----------|---|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 5 | 61.33 | a | 1 | 130.67 | a |
| 10 | 57.67 | ab | 4 | 67.67 | b |
| 11 | 52.67 | abc | 2 | 62.00 | b |
| 4 | 48.33 | abcd | 9 | 61.33 | b |
| 9 | 45.67 | abcde | 6 | 60.67 | b |
| 3 | 41.33 | bcde | 5 | 60.33 | b |
| 6 | 40.67 | bcde | 11 | 58.33 | b |
| 8 | 35.33 | cde | 3 | 57.67 | b |
| 12 | 34.67 | cde | 12 | 57.00 | b |
| 2 | 30.00 | def | 8 | 56.67 | b |
| 7 | 29.67 | ef | 7 | 56.67 | b |
| 1 | 14.00 | f | 10 | 48.00 | c |

| Días a cosecha | | | Rendimiento | | |
|----------------|----------|----|-------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 193.00 | a | 9 | 3820.00 | a |
| 7 | 152.00 | b | 8 | 3540.00 | a |
| 3 | 139.67 | b | 7 | 3385.00 | a |
| 2 | 138.67 | bc | 10 | 3126.67 | a |
| 6 | 136.33 | bc | 6 | 3036.67 | ab |
| 11 | 135.67 | bc | 11 | 2935.00 | ab |
| 4 | 134.00 | bc | 12 | 2728.33 | abc |
| 5 | 132.33 | bc | 5 | 2543.33 | abc |
| 12 | 130.67 | bc | 3 | 2528.33 | abc |
| 8 | 130.33 | bc | 4 | 2243.33 | abc |
| 9 | 129.33 | bc | 2 | 1321.00 | bc |
| 10 | 116.00 | c | 1 | 1043.00 | c |

El cultivar con mayor porcentaje de fibra cruda, en las localidades 1 y 2 fué el F.A.350 con valores de: 8.37 % y 9.10 % respectivamente (cuadros 7 y 9); en la localidad 3 el cultivar F.A.254 fué el que presentó el valor más alto con 9.07 % y en la localidad 4 fué el cultivar F.A.637 con 9.13 % (cuadros 11 y 13). Los valores mínimos encontrados fueron: en la loc. 1 el cultivar 1011-USA-7 con 3.83 %, en las localidades 2 y 3 el cultivar 982-USA-2d con 2.87 % y 3.10 % respectivamente, y en la localidad 4 el cultivar 649-USA-17 con 4.20 % de fibra.

Otra de las variables estudiadas es el contenido de grasa en el grano de amaranto, obteniéndose que el cultivar F.A.350 presentó los valores más altos en las localidades 1 y 2, con valores de: 8.03 % y 8.50 % respectivamente, en la localidad 3 fué el cultivar 1011-USA-7 el que presentó el valor más alto: 8 % y en la localidad 4, el cultivar 23206 reportó un valor de 8.57 %; en relación a los valores mínimos encontrados tenemos que en las localidades 1 y 4 el cultivar F.A.254 fué el que presentó los valores más bajos de: 5.50 % y 6.30 %, mientras que en las localidades 2 y 3 fué el cultivar F.A.492 el que mostró los valores más bajos siendo: 5.40 % y 4.90 % respectivamente.

En el cuadro 14, se presenta el resumen de los resultados de los análisis de varianza combinados (entre localidades) y en los cuadros 15, 16 y 17 las respectivas pruebas de comparación múltiple de medias Tukey; para cada una de las variables bajo estudio.

Se observa que para todas las variables existen diferencias estadísticas significativas entre: localidades, cultivares y la interacción localidad X cultivar.

Para la variable: % de germinación se observa que el cultivar que presentó el valor promedio más alto entre localidades fué el 1023-USA-10 con valor de: 62.08 % y el más bajo lo presentó el cultivar 982-USA-2 con valor de 44.37 %.

Para los días a floración encontramos que el cultivar F.A.254 fué el más tardío con un tiempo promedio de: 135 días y el más precoz fué el cultivar 1023-USA-10 con un tiempo promedio de 48 días.

La variable altura a floración presentó resultados similares a la variable días a floración, ya que el cultivar más tardío fue también el que alcanzó mayor altura, siendo éste el F.A.254 con 201 cms. y el más precoz: 1023-USA-10 presentó el valor promedio de altura más bajo con 64 cms.

Este comportamiento también se mantuvo para la variable días a cosecha, ya que el cultivar que promedió mayor tiempo en todas las localidades fué el F.A.254 con 176 días y el más precoz fué el 1023-USA-10 con 102 días.

La altura de la planta al momento del corte dió como resultado que el cultivar 982-USA-2 presentó la mayor altura: 197 cms. mientras que el cultivar más bajo en todas las localidades fué el 1023-USA-10 con 136 cms.

En cuanto al rendimiento el cultivar que presentó el valor promedio más alto entre localidades fué el INCAP-23206 con 2,588 Kg/ha mientras que el menos rendidor fué el: F.A.350 con 997 Kg/Ha. Ver cuadro 16.

El porcentaje de proteína expresado como: porcentaje de Nitrógeno X 6.25, presentó poca variabilidad en cuanto a su contenido tanto entre especies como entre localidades, así pues, observamos que el

CUADRO 13: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES:
% de fibra cruda y % de grasa en la localidad 4.

| Porcentaje de fibra | | | Porcentaje de grasa | | |
|---------------------|----------|------|---------------------|----------|------|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 4 | 9.13 | a | 6 | 8.57 | a |
| 6 | 8.70 | a | 7 | 8.43 | ab |
| 5 | 7.90 | ab | 9 | 8.17 | abc |
| 3 | 7.63 | abc | 8 | 7.90 | abc |
| 2 | 7.30 | abcd | 11 | 7.60 | abcd |
| 1 | 7.03 | abcd | 2 | 7.30 | abcd |
| 12 | 5.07 | bcd | 5 | 7.20 | abcd |
| 8 | 4.97 | bcd | 4 | 7.10 | abcd |
| 10 | 4.87 | bcd | 12 | 7.03 | bcd |
| 9 | 4.50 | cd | 3 | 6.80 | cd |
| 7 | 4.37 | cd | 10 | 6.80 | cd |
| 11 | 4.20 | d | 1 | 6.30 | d |

CUADRO 14: SIGNIFICANCIA ESTADISTICA DE LAS VARIABLES BAJO ESTUDIO EN:
LOCALIDAD, CULTIVAR Y LA INTERACCION: LOCALIDAD X CULTIVAR.

RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO

| | P.G. | DaF. | AaF. | DaC. | AaC. | REN. | P.P. | P.F. | P.G. |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LOCALIDAD | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| CULTIVAR | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| LOC. X CULT. | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

CUADRO No. 15: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES: % de germinación, días y altura a floración, y días a cosecha; entre localidades.

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS TUKEY (entre localidades)

| Porcentaje de germinación | | | Días a floración | | |
|---------------------------|----------|----|------------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 10 | 62.08 | a | 1 | 134.66 | a |
| 6 | 57.83 | ab | 7 | 73.16 | b |
| 5 | 57.16 | ab | 2 | 66.83 | bc |
| 11 | 57.00 | ab | 3 | 66.83 | bc |
| 8 | 55.16 | ab | 6 | 64.25 | cd |
| 3 | 54.66 | ab | 9 | 64.00 | cd |
| 12 | 53.42 | ab | 11 | 63.16 | cd |
| 9 | 52.41 | bc | 4 | 61.41 | cde |
| 2 | 50.83 | bc | 12 | 60.25 | cde |
| 4 | 50.75 | bc | 8 | 57.16 | de |
| 1 | 44.16 | c | 5 | 55.33 | e |
| 7 | 44.37 | c | 10 | 47.83 | f |

| Altura a floración | | | Días a corte | | |
|--------------------|----------|-----|--------------|----------|-----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 1 | 200.58 | a | 1 | 176.08 | a |
| 9 | 99.83 | b | 7 | 131.12 | b |
| 2 | 96.66 | bc | 3 | 119.91 | c |
| 6 | 95.08 | bc | 6 | 119.66 | c |
| 3 | 92.25 | bcd | 11 | 118.75 | cd |
| 7 | 90.37 | bcd | 5 | 116.5 | cde |
| 11 | 87.08 | bcd | 4 | 115.66 | cde |
| 4 | 87.00 | bcd | 2 | 113.16 | cde |
| 5 | 85.33 | cde | 8 | 131.12 | de |
| 12 | 80.33 | de | 9 | 113.00 | e |
| 8 | 73.16 | ef | 12 | 111.5 | e |
| 10 | 63.58 | f | 10 | 102.16 | f |

CUADRO 16: PRUEBA DE TUKEY PARA LAS VARIABLES: altura a corte, rendimiento % de proteína y % de fibra cruda entre localidades.

| Altura a corte | | | Rendimiento | | |
|----------------|----------|----|-------------|----------|------|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 7 | 197.20 | a | 6 | 2588.58 | a |
| 1 | 194.50 | ab | 8 | 2330.33 | ab |
| 9 | 175.08 | bc | 9 | 2278.00 | abc |
| 5 | 163.00 | cd | 5 | 2258.33 | abc |
| 3 | 162.16 | cd | 4 | 2055.41 | abcd |
| 6 | 159.41 | cd | 12 | 1707.99 | bcde |
| 2 | 157.16 | cd | 10 | 1696.83 | cde |
| 11 | 156.33 | cd | 11 | 1660.16 | cde |
| 12 | 155.41 | de | 7 | 1477.50 | def |
| 4 | 153.66 | de | 3 | 1554.25 | def |
| 8 | 151.66 | de | 1 | 1080.50 | ef |
| 10 | 136.00 | e | 2 | 996.66 | f |

| Porcentaje de Proteína | | | Porcentaje de Fibra | | |
|------------------------|----------|----|---------------------|----------|----|
| Cultivar | Promedio | | Cultivar | Promedio | |
| 2 | 15.18 | a | 2 | 8.45 | a |
| 8 | 15.04 | a | 4 | 7.97 | ab |
| 9 | 14.89 | a | 1 | 7.75 | ab |
| 12 | 14.84 | a | 5 | 7.38 | ab |
| 5 | 14.42 | ab | 6 | 7.31 | ab |
| 10 | 14.31 | ab | 3 | 6.91 | b |
| 7 | 14.13 | ab | 10 | 4.25 | c |
| 3 | 14.04 | ab | 12 | 4.16 | c |
| 4 | 13.93 | ab | 9 | 3.94 | c |
| 11 | 13.89 | ab | 8 | 3.90 | c |
| 6 | 13.62 | ab | 11 | 3.90 | c |
| 1 | 13.02 | b | 7 | 3.93 | c |

CUADRO 17: PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE:
% de grasa entre localidades.

| <u>Porcentaje de grasa</u> | | |
|----------------------------|-----------------|-----|
| <u>Cultivar</u> | <u>Promedio</u> | |
| 8 | 7.67 | a |
| 2 | 7.67 | a |
| 7 | 7.35 | ab |
| 11 | 7.24 | abc |
| 9 | 7.01 | bc |
| 12 | 6.86 | bcd |
| 6 | 6.85 | bcd |
| 5 | 6.80 | cd |
| 4 | 6.35 | de |
| 10 | 6.22 | ef |
| 1 | 5.77 | fg |
| 3 | 5.65 | g |

cultivar con el mayor contenido fué el F.A.350 con 15.18 %; mientras que el cultivar que presentó el menor valor fué el F.A. 254 con 13.02%.

El porcentaje de fibra más alto se observó en el cultivar F.A.350 con un valor de 8.45 % mientras que el menor valor lo presentó el cultivar 982-USA-2 con 3.93 % (ver cuadro 16).

En cuanto al contenido de grasa en el grano de amaranto se obtuvo un valor máximo de 7.67 % en la variedad: 1011-USA-7 y un valor mínimo de 5.65 % en la variedad F.A.492 (ver cuadro 17).

RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD:

Según el cuadro 19 las variables: porcentaje de germinación y altura a corte son unas de las características de mayor estabilidad en vista de que tanto para cultivares como para la interacción X localidad (lineal) no existen diferencias estadísticas significativas. En el caso de características como: días a floración, altura a floración, días a cosecha, porcentaje de proteína, porcentaje de fibra y porcentaje grasa, muestran mayor estabilidad a la localidad mientras que a nivel de cultivares muestra diferencias estadísticas significativas lo cual indica que son características que en cierta manera dependen más del componente genético que del efecto de la localidad, a diferencia del rendimiento en semilla que por ser un carácter eminentemente cuantitativo muestra diferencias estadísticas significativas tanto a nivel de cultivar como de la interacción cultivar X localidad.

A pesar de lo señalado para las variables porcentaje de germinación y altura a cosecha, algunos cultivares específicos no

CUADRO 18: VALORES PROMEDIO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES EVALUADAS,
DE 12 CULTIVARES ENTRE LOCALIDADES.

VALORES PROMEDIO DE CADA VARIEDAD ENTRE LOCALIDADES

| CULTIVAR | VARIABLES | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|---------|---------|-----------------|
| | % Germ | Dias flor | Altura flor | Dias corte | Altura corte | RENDIMIENTO | % PROTEINA | % FIBRA | % GRASA | PROT. Kg/Ha. |
| 1 | 44.16 | 135 | 200.58 | 176 | 194.50 | 1,080.50 | 13.02 | 7.75 | 5.77 | 140.68 |
| 2 | 50.83 | 67 | 96.67 | 113 | 157.16 | 996.67 | 15.18 | 8.45 | 7.67 | 151.29 |
| 3 | 54.66 | 67 | 92.25 | 120 | 162.17 | 1,554.25 | 14.04 | 6.91 | 5.66 | 218.22 |
| 4 | 50.75 | 61 | 87.00 | 116 | 153.67 | 2,055.42 | 13.93 | 7.97 | 6.35 | 286.32 |
| 5 | 57.16 | 55 | 85.33 | 117 | 163.00 | 2,258.33 | 14.42 | 7.38 | 6.80 | 325.65 |
| 6 | 57.83 | 64 | 95.08 | 120 | 159.42 | 2,588.58 | 13.62 | 7.32 | 6.86 | 352.56 |
| 7 | 44.37 | 73 | 90.37 | 131 | 197.21 | 1,477.50 | 14.14 | 3.93 | 7.35 | 208.92 |
| 8 | 55.16 | 57 | 73.17 | 114 | 151.66 | 2,330.33 | 15.04 | 3.91 | 7.67 | 350.48 |
| 9 | 52.41 | 64 | 99.83 | 113 | 175.08 | 2,278.00 | 14.89 | 3.95 | 7.02 | 339.19 |
| 10 | 62.08 | 48 | 63.58 | 102 | 136.00 | 1,696.83 | 14.32 | 4.25 | 6.22 | 242.99 |
| 11 | 57.00 | 63 | 87.08 | 119 | 156.33 | 1,660.17 | 13.90 | 3.90 | 7.24 | 230.76 |
| 12 | 53.42 | 60 | 80.33 | 112 | 155.41 | 1,707.99 | 14.84 | 4.16 | 6.87 | 253.46 |

CUADRO 19: RESUMEN DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (coeficiente de regresión y desviación de regresión) Y SU SIGNIFICANCIA

PARAMETROS DE ESTABILIDAD

| CATEGORÍA DE ESTABILIDAD | VARIABLES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------|----|-----------------|-------------|----|-----------------|-------------|----|-----------------|------------|----|-----------------|--------------|----|-----------------|-------------|----|-----------------|------------|----|-----------------|-------------|----|-----------------|------------|----|-----------------|-----|----|----|-----|----|----|
| | % DE GERM. | | | DIAS A FLOR | | | ALTURA FLOR | | | DIAS CORTE | | | ALTIMO CORTE | | | RENDIMIENTO | | | % DE PROL. | | | % DE CIERRE | | | % DE GRASA | | | | | | | | |
| | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | Fc | Bi | Sd ² | | | | | | |
| tivares | N S | | | ** | | | ** | | | ** | | | N S | | | ** | | | ** | | | ** | | | ** | | | | | | | | |
| t X Amb | N S | | | ** | | | ** | | | ** | | | N S | | | ** | | | ** | | | ** | | | ** | | | | | | | | |
| neal) | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | N S | | | | | | | | |
| tivar 1 | ** | >1 | >0 | ** | <1 | >0 | ** | >1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | >1 | >0 | ** | <1 | >0 | N S | <1 | =0 | N S | <1 | =0 | ** | <1 | >0 | N S | =1 | =0 | | | |
| tivar 2 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | ** | <1 | >0 | N S | =1 | =0 |
| tivar 3 | * | >1 | >0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | <1 | =0 | N S | <1 | =0 | ** | <1 | >0 | ** | <1 | >0 |
| tivar 4 | N S | <1 | =0 | ** | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | <1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | >1 | =0 | N S | >1 | =0 | N S | >1 | =0 |
| tivar 5 | ** | =1 | >0 | ** | <1 | >0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | N S | >1 | =0 | N S | =1 | =0 |
| tivar 6 | N S | >1 | =0 | N S | =1 | =0 | * | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | * | =1 | >0 | ** | =1 | >0 |
| tivar 7 | ** | =1 | >0 | ** | >1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | =1 | >0 | ** | >1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | ** | >1 | >0 | ** | >1 | >0 |
| tivar 8 | ** | =1 | >0 | * | >1 | >0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | ** | =1 | >0 | * | >1 | >0 |
| tivar 9 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | N S | >1 | =0 | N S | <1 | =0 |
| tivar 10 | N S | <1 | =0 | ** | >1 | >0 | ** | <1 | >0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | >1 | =0 | * | >1 | >0 | * | >1 | >0 |
| tivar 11 | * | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | * | <1 | >0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | ** | =1 | >0 |
| tivar 12 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | <1 | =0 | * | =1 | >0 | N S | <1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | N S | =1 | =0 | ** | <1 | >0 |

muestran uniformidad en éstos caracteres tal el caso de los cultivares: F.A.254, 982-USA-2 y 649-USA-17 los cuales muestran diferencias significativas; ésta situación sucede aunque de forma contraria para aquellas características que muestran inconsistencia genética tales como: días a floración, altura a floración y días a corte, que en algunos cultivares específicos muestran uniformidad tal el caso del cultivar F.A.350 que es no significativo para la mayoría de características.

Es curioso observar que el rendimiento a pesar de presentar inestabilidad a nivel genético y a nivel de localidad, solamente hay 3 cultivares que muestran alta significancia, mientras que el resto se manifiestan uniformes esto se explica en que el estudio comprendió desde cultivares primitivos provenientes de colectas y caracterizaciones preliminares, hasta líneas obtenidas en programas de mejoramiento en los Estados Unidos.

En base al cuadro 19 se puede determinar que el ciclo vegetativo interpretado en relación a días a corte indica que la precocidad o lo tardío de un cultivar es un carácter intrínsecamente de tipo genético cuya consistencia o inconsistencia para cada cultivar está en función de su grado de uniformidad genética alcanzado a través del proceso de mejoramiento, tal el caso de los cultivares: F.A.254 y F.A.350 que muestran heterogeneidad fenotípica pero con estabilidad en cualquier localidad, debido a su condición silvestre en que fué colectado, a diferencia del cultivar F.A.492 que además de que su ciclo vegetativo es estable en cualquier localidad muestra, uniformidad y coincide con su condición de cultivar mejorado.

Variabes como altura a floración, altura a cosecha y rendimiento son caracteres que corroboran lo discutido en el cuadro 19 ya que su comportamiento muestra variantes de un cultivar a otro, mientras que las características químicas tienden a un comportamiento estable en las diferentes localidades y uniformidad de un cultivar a otro.

En el cuadro 21 se describen los valores de desviación de regresión y coeficiente de regresión y podemos observar que el cultivar 11 (649-USA 17) fué el más estable y consistente siguiéndole en orden el cultivar 2 (F.A. - 350); el cultivar 8 (1011-USA 7) también se mostró bastante estable pero inconsistente más sin embargo fué éste cultivar el que presentó el mayor rendimiento; el cultivar 9 (434-USA 8) fué el la único que respondió de forma favorable-consistente, es decir que responde mejor en ambientes favorables y es consistente en su expresión; el cultivar 7 (982-USA 2), respondió mejor en ambientes favorables pero de forma inconsistente; y el cultivar 1 (F.A. 254) respondió mejor en ambientes desfavorables de forma consistente.

El análisis de correlaciones entre las variables: altura a floración, rendimiento de semilla, porcentaje de proteína y porcentaje de grasa; realizado para cada una de las localidades y combinado para las cuatro (cuadro 22) muestra en términos generales que no hay diferencias estadísticas significativas, exceptuando la correlación entre proteína-grasa en la localidad 1 y rendimiento-grasa en la localidad 4 donde presenta correlación positiva en ambos casos; en el análisis combinado la relación entre rendimiento-grasa muestra un bajo coeficiente de correlación negativa. Esto indica que para éstas

CUADRO 20: VALORES DE DESVIACION DE REGRESION Y COEFICIENTES DE REGRESION.

| VARIABLES | | | | | | | | VARIABLES | | | | | | | | VARIABLES | |
|------------|------|-------------|-------|---------------|-------|--------------|------|----------------|------|-------------|------|------------|------|------------|-------|------------|-----|
| % de Germ. | | Días a flor | | Altura a flor | | Días a corte | | Altura a corte | | Rendimiento | | % Proteína | | % de Fibra | | % de Grasa | |
| D.R. | Bi | D.R. | Bi | D. R. | Bi | D. R. | Bi | D. R. | Bi | D. R. | Bi | D.R. | Bi | D.R. | Bi | D.R. | Bi |
| 71.53 | 1.82 | 87.53 | -0.76 | 4010.15 | 4.94 | 65.38 | 1.06 | 2612.75 | 2.01 | 297283.4 | 0.24 | 0.30 | 0.40 | 0.59 | -1.89 | 0.007 | 0. |
| 3.15 | 1.37 | 6.77 | 1.15 | 51.14 | 1.64 | 30.53 | 1.21 | 87.64 | 1.15 | 42164.4 | 0.38 | 0.06 | 1.09 | 0.16 | -2.39 | 0.690 | -0. |
| 42.58 | 1.59 | 13.51 | 1.42 | 142.76 | 0.54 | 2.47 | 1.12 | 28.26 | 0.60 | 526376.4 | 0.64 | 0.05 | 0.19 | 1.35 | 1.18 | 0.004 | 1. |
| 12.65 | 0.09 | 79.92 | 1.09 | 815.75 | 1.33 | 36.47 | 1.05 | 16.87 | 1.23 | 625375.8 | 0.53 | 0.36 | 0.38 | 0.19 | 2.16 | 0.007 | 1. |
| 256.04 | 0.69 | 47.56 | -1.05 | 56.67 | 0.40 | 0.30 | 0.95 | 41.58 | 1.11 | 54700.4 | 0.47 | 0.29 | 1.31 | 0.96 | 1.03 | 0.400 | 0. |
| 9.68 | 1.55 | 5.89 | 0.63 | 115.57 | 1.30 | 28.41 | 0.90 | 613.85 | 0.75 | 57485.6 | 0.54 | 0.11 | 1.32 | 0.06 | 2.57 | 0.830 | 2. |
| 77.15 | 0.61 | 112.14 | 2.50 | 756.81 | 1.46 | 54.16 | 0.91 | 1893.02 | 1.98 | 35174.7 | 1.97 | 0.43 | 1.53 | 1.47 | 1.43 | 0.200 | 1. |
| 99.97 | 0.93 | 22.99 | 1.87 | 519.81 | 1.22 | 1.29 | 0.96 | 31.17 | 0.43 | 83522.1 | 1.14 | 0.20 | 1.14 | 0.22 | 2.15 | 0.090 | 0. |
| 22.44 | 0.98 | 8.06 | 0.92 | 8.55 | -0.22 | 7.25 | 0.88 | 769.48 | 0.75 | 40836.5 | 1.93 | 0.50 | 1.91 | 0.58 | 1.51 | 0.120 | 2. |
| 7.77 | 0.49 | 66.89 | 2.26 | 1243.57 | -0.07 | 71.50 | 1.08 | 63.78 | 0.87 | 64219.4 | 1.57 | 0.84 | 0.97 | 0.18 | 1.41 | 0.410 | 1. |
| 41.58 | 0.66 | 5.11 | 1.13 | 117.76 | -0.03 | 1.63 | 0.85 | 447.35 | 0.66 | 46698.6 | 1.38 | 0.06 | 0.93 | 0.49 | 0.85 | 0.370 | 0. |
| 13.21 | 1.15 | 7.16 | 0.82 | 62.98 | -0.54 | 14.81 | 0.95 | 109.46 | 0.41 | 68102.1 | 1.14 | 0.13 | 0.77 | 0.23 | 1.93 | 0.600 | 0. |

CUADRO 21: DESCRIPCION DE LOS VALORES DE DESVIACION DE REGRESION Y COEFICIENTE DE REGRESION:

| VARIABLES | | | | | VARIABLES | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|--|
| Germinación | Días a Flor | Altura a Flor | Días a corte | Altura corte | Rendimiento | % de Proteína | % de fibra | % de G | |
| Favorable | Desfavorable | Favorable | Estable | Favorable | Desfavorable | Desfavorable | Desfavorable | Desfavo | |
| Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consis | |
| Estable | Estable | Favorable | Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Desfavorable | Estab | |
| Consistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Favorable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Desfavo | |
| Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consis | |
| Desfavorable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Desfavorable | Favorable | Desfavo | |
| Consistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Estable | Desfavorable | Desfavorable | Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Estab | |
| Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Favorable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Favorable | Estab | |
| Consistente | Consistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Estable | Favorable | Estable | Estable | Favorable | Favorable | Favorable | Estable | Favor | |
| Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consis | |
| Estable | Favorable | Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Favorable | Estab | |
| Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consis | |
| Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Favorable | Favorable | Favorable | Favor | |
| Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Consis | |
| Desfavorable | Favorable | Desfavorable | Estable | Estable | Favorable | Estable | Estable | Estab | |
| Consistente | Inconsistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estab | |
| Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estable | Estab | |
| Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |
| Estable | Estable | Desfavorable | Estable | Desfavorable | Estable | Estable | Favorable | Estab | |
| Consistente | Consistente | Consistente | Inconsistente | Inconsistente | Consistente | Consistente | Consistente | Consis | |

variables los cultivares presentaron estabilidad a las diferentes condiciones ambientales en que fueron evaluadas.

En general se puede decir que, aunque los cultivares de Amarantho fueron sometidos a prueba a diferentes ambientes, las características de éste como buen rendidor de semilla y alto contenido de proteína; se expresan de forma adecuada, pues los rendimientos son comparables a los del maíz ya que se obtuvieron valores promedio por localidad desde los 1686 kg/ha. hasta 2688 kg/ha. a nivel experimental; además puede observarse que el contenido de proteína no se ve afectado por el ambiente de una forma significativa, esto puede permitir hacer mejoras fitogenéticas al cultivo con el objeto en el futuro, de encontrar materiales que se adapten a un amplio rango de ambientes, que sean de alta productividad y que mantengan un adecuado contenido de proteína.

De ésta forma se estaría aprovechando al máximo uno de los grandes recursos fitogenéticos con que cuenta el país, se contribuiría a la diversificación de cultivos y se tendrá una alternativa nutricional más en la dieta de los Guatemaltecos.

CUADRO 22: COEFICIENTES DE CORRELACION Y SU SIGNIFICANCIA ENTRE VARIABLES:
 ALTURA A FLOR, RENDIMIENTO DE SEMILLA, CONTENIDO
 DE PROTEINA Y GRASA

| VARIABLES | LOCALIDAD 1 ESCUINTLA | LOCALIDAD 2 FAC. AGRO | LOCALIDAD 3 PACHALI | LOCALIDAD 4 SOLOLA | COMBINADO 4 LOCALIDADE |
|--------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| ALTURA/REND | -0.2616 N S | 0.0562 N S | -0.1659 N S | -0.0557 N S | -0.1334 N.S. |
| REND/ %PROT | 0.0208 N S | 0.0862 N S | -0.0023 N S | -0.2300 N S | -0.2213 * * |
| REND/ %GRASA | -0.2169 N S | 0.1665 N S | -0.1205 N S | 0.5419 * * | 0.2618 * * |
| %PROT/%GRASA | 0.5778 * * | 0.1174 N S | 0.0268 N S | -0.2395 N S | -0.0220 N.S. |

N.S. = No presenta diferencias significativas.

* * = Presenta diferencias estadísticas significativas.

CONCLUSIONES

1. La adaptabilidad de los 12 cultivares de Amaranthus sp. fué diferente en las 4 localidades bajo estudio, las características evaluadas presentaron alta variabilidad.
2. Se observó alta variabilidad en todas las características evaluadas, tanto para localidad y cultivar como también para la interacción: localidad X cultivar. Esto indica alta variabilidad de los materiales e influencia del ambiente en la expresión de los mismos.
- 3.1. El contenido protéico es una característica relativamente estable, pues no presenta diferencias estadísticas significativas en 3 de las 4 localidades bajo estudio.
- 3.2. El cultivar 11 (649-USA 17) fué el más estable y consistente; el cultivar 7 (982-USA 2) se adaptó más a ambientes favorables pero no fué uniforme en su respuesta; el cultivar 9 (434-USA 8) se adaptó bien a ambientes favorables y de forma uniforme, y el cultivar 8 (1011-USA 7) fué estable pero inconsistente en su expresión.
- 3.3. El único cultivar que en términos generales respondió bien en ambiente desfavorable y de forma uniforme fué el 1 (F.A. 254).
4. El cultivar más tardío fué el 1 (F.A. 254) con 135 días a floración y 176 días a cosecha. El cultivar más precoz fué el 10 (1023-USA 10) con 48 días a floración y 102 días a cosecha.
5. El cultivar que mostró el mayor rendimiento de semilla en el análisis de varianza combinado de las 4 localidades, fué el 6 (INCAP 23206) seguida del cultivar 8 (1011 - USA 7).

6. El cultivar con mayor contenido de proteína por hectárea fué el 6 (INCAP 23206) con 352.56 Kg/Ha. siguiéndole en su orden el 8 (1011 - USA 7) con 350.48 Kg/Ha.
7. Las correlaciones entre: altura a floración, rendimiento, contenido de proteína y contenido de grasa no fueron significativas en las localidades, con excepción de la relación proteína-grasa en la localidad 1 y la relación rendimiento-grasa en la localidad 4.
8. Los cultivares respondieron mejor, en términos generales, en la localidad 4 (EFA-SOLOLA).

VIII.

RECOMENDACIONES

1. Repetir el estudio con los mismos cultivares y bajo las mismas condiciones, con el objeto de evaluar la influencia de variabilidad climática que se da a través del tiempo.
2. Se recomienda hacer estudios específicos en fitomejoramiento en el área de Sololá, por haber sido el ambiente que proporcionó mejores condiciones para la expresión de los cultivares evaluados.
3. Dar prioridad al cultivo de los materiales que conjugan la mayoría de las características de baja altura, ciclo vegetativo corto, alto rendimiento de semilla y alto porcentaje de proteína.
Siendo en éste caso el cultivar No. 6 (INCAP 23206) y el cultivar No. 8 (1011 - USA 7).

IX.

BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO VILLATORO, M. 1985. Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus) en tres diferentes épocas de corte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
2. ALLARD, R.W. 1964. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. *Crop Science* (EE. UU.) 4(2):503-507.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (Wash.). 1970. Official methods of analysis of the AOAC. 11 ed. Washington. 1015 p.
4. BECKER, R.; et al. 1981. A compositional study of amaranth grain. *Journal Food Science* (EE. UU.) 46(4):1175-1180.
5. BETANZOS, M.E. 1970. Dos aspectos en el estudio de la interacción genético ambiental. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. 25.
6. BRESSANI, R. 1983. El amaranto. El amaranto y su Potencial. *Boletín* (Guatemala) no. 2, p 1.
7. CAMACHO, L.H. 1968. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol (Phaseolus vulgaris) y su implicación en la selección por rendimiento. *Agronomía Tropical* (México) 18(2):211-224.
8. CARBALLO, M.; MARQUEZ, F. 1972. Composición de variedades de maíz de el Bajío y la Meseta central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* (México) 5(1):129-146.
9. COLLADO MARTINEZ, C.A. 1982. Evaluación de rendimiento y adaptación de híbridos y variedades blancas de maíz en los municipios de la Nueva Concepción y Tiquisate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.
10. CONN, E.; STUMPF, P. 1977. *Bioquímica fundamental*. 3 ed. México, LIMUSA. p. 89.
11. CRUZ LAM, M.E. 1985. Evaluación de tres variedades comerciales y cuatro líneas avanzadas de trigo (Triticum aestivum) en siembra de segunda en seis municipios de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 P.

12. DEVADAS, R.; et al. 1969. Seasonal variation in the nutrient content of Amaranthus flavus. Journal Nutr. & Diet. (EE. UU.) 6(2):305-307.
13. FALCONER, D.S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. México, Continental. p. 165-166, 380-382.
14. FINLAY, R.; WILKINSON, G. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Journal Agric. (EE. UU.) 14(4):742-754.
15. HARWOOD, R. 1980. The present and future status of amaranth. In Amaranth Conference. (2., 1980, Pa., EE. UU.) Proceedings. EE. UU., Rodale Press. p. 153-160.
16. HUAPTLI, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranth. In Amaranth Conference (1., 1977, Pa., EE. UU.). Proceedings. EE. UU., Rodale Press. p. 71-76.
17. IMERI, A.G. 1985. Estudio de algunos aspectos químicos, biológicos y tecnológicos de 25 variedades de Amaranthus caudatus. Tesis Mag Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos. 83 p.
18. LEES, P. 1983. Amaranto, el supercultivo del futuro. Agricultura de las Américas (EE. UU.) 32(8):16-18.
19. MARTINEAU, J.R. 1985. Resumen agronómico del amaranto de grano. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Guatemala) no. 4, p. 1-4.
20. MARX, J.L. 1977. Amaranth: a comeback for the food of the Aztecs. Science (EE. UU.) 198(4559): 40.
21. MATSUO, T. 1975. Adaptability, stability and productivity for varieties in crop plants. Estados Unidos de América, Jibp. p. 173-177.
22. MIER CASTILLO, R. 1984. Estabilidad en rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris) en la zona templada húmeda de México. Agricultura Técnica en México (México) 10(2):133-151.
23. ODTOJAN, R. 1983. El amaranto, una cosecha promisoriosa descuidada. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Guatemala) no. 4, p. 1-3.
24. OKA, H.J. 1967. Breeding for wide adaptability. Estados Unidos de América. Jibp. p. 177-185.
25. FATMA, V. 1986. Efecto de los factores ambientales en el contenido de nutrientes y antinutrientes de vegetales foliares seleccionados. El Amaranto y su Potencial, Boletín (Guatemala) no. 2, p. 7.

26. PERKINGS, J. 1968. Environmental and genotype environmental components of variability; non linear interactions for multiple inbred lines. *Heredity* (EE. UU.) 23(5): 525-535.
27. SANCHES MARROQUIN, A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. p. 15-17, 28-32, 54-61, 66-67.
28. SENFT, J.P. 1979. Protein quality of amaranth grain. In *Amaranth Conference*. (2., 1979, Pa., EE. UU.) *Proceedings*. EE. UU., Rodale Press. p. 43-47.
29. SUMAR KALINOWSKI, L. 1983. El pequeño gigante. El Amaranto y su Potencial, *Boletín* (Guatemala) no. 2, p.1-3.
30. WILSIE, C.P. 1962. Crop adaptation and distribution. San Francisco, EE. UU: Freeman p. 448.

No. 30.

Patwalle



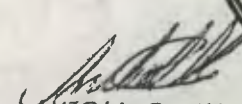


FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

14 - IV - 1989

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO