

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

USO DE METODOS DE ESCARIFICACION PARA ACELERAR LA  
GERMINACION EN BLEDO (*Amaranthus sp.*)”.



Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Agronomía de la Univer-  
sidad de San Carlos de Guatemala.

**SILVIA MARIBEL MORALES YAN**

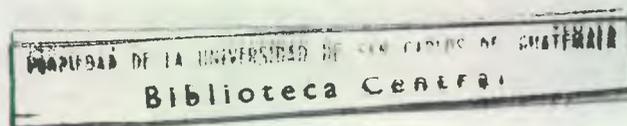
En el Acto de Investidura como

**INGENIERO AGRONOMO**

En el Grado Académico de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

Guatemala, Agosto de 1984.



D.L.  
0.  
T(767)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda Salguero
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO	Prof. Heber Arana Quiñónez
VOCAL QUINTO	Prof. Leonel A. Gómez L.
SECRETARIO	Ing. Agr. J. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL  
EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda Salguero
EXAMINADOR	Ing. Agr. Fredy Hernández Ola
EXAMINADOR	Ing. Agr. Oscar Leiva Ruano
EXAMINADOR	Ing. Agr. Maynor Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr. J. Rodolfo Albizúrez P.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

Guatemala,  
20 de agosto de 1984

Ingeniero Agrónomo  
César A. Castañeda S.  
Decano de la Facultad de Agronomía

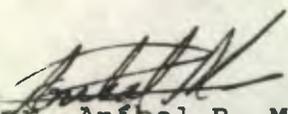
Señor Decano:

En cumplimiento de la designación para asesorar el trabajo de tesis de la señorita Silvia Maribel Morales Yan, tengo el agrado de informar la conclusión del mismo.

El trabajo "USO DE METODOS DE ESCARIFICACION PARA ACELERAR LA GERMINACION EN BLEDO ( Amaranthus sp.)" aporta conocimientos sobre el manejo de la semilla de bledo para su cultivo, por lo que recomiendo sea aprobado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

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

ABM/amvg

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

Guatemala,  
Agosto de 1984

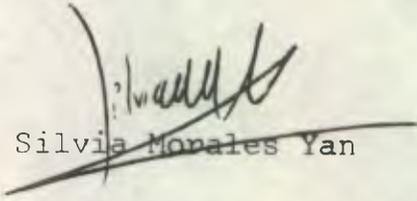
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis, titulado:

"USO DE METODOS DE ESCARIFICACION PARA  
ACELERAR LA GERMINACION EN BLEDO"  
(Amaranthus sp.)"

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

Deferentemente,

  
Silvia Morales Yan

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Humberto Morales  
Fidelina Yan

A MIS HERMANOS:

Rigoberto Leonel,  
Liza Delia,  
Pedro Ernesto

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A TODOS LOS AGRICULTORES DEL PAIS

A LA INVESTIGACION AGRICOLA

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

En especial a:  
María Eugenia Monterroso  
de Cáceres

A MIS PADRINOS

Licda. Alma Guisela Pimente  
tel.  
Ing. Agr. Fulgencio Joel  
Delgado

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA EL SALVADOR

AL PUEBLO DE GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## AGRADECIMIENTOS

A mi ASESOR: Ing. Agr. Aníbal Martínez Muñoz, por su interés y dedicación en la Asesoría y revisión del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno, por su colaboración en el análisis e interpretación de resultados.

Al Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía.

Al Ejercicio Profesional Supervisado, por haberme permitido un área de terreno para la siembra de los cultivares usados.

## I N D I C E

	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1 - 2
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. OBJETIVOS	4
4. HIPOTESIS	5
5. REVISION DE LITERATURA	6
5.1 Generalidades	6
5.2 Germinación y Latencia	14
5.3 Características Generales y Distribución del Amaranto	15
5.4 Importancia del Amaranto	18
6. MATERIALES Y METODOS	21
6.1 Materiales	21
6.2 Métodos	21
6.3 Descripción del Area Experimental	21
6.4 Características Principales de los Cultivares Usados	22
6.5 Distancias y densidades de siembra	23
6.6 Tratamientos Utilizados	23
6.7 Diseño Experimental	23
6.8 Factores Estudiados	24
6.9 Técnicas Experimentales de Campo	24
6.10 Manejo del Trabajo Experimental	25 - 26
7. PRESENTACION DE RESULTADOS	27 - 45
8. DISCUSION DE RESULTADOS	46 - 47
9. CONCLUSIONES	48
10. RECOMENDACIONES	49
11. BIBLIOGRAFIA	50 - 51
12. APENDICE	53

## RESUMEN

Hace muchos años el Amarantho constituyó un cultivo de mucha importancia en la dieta de Pueblos Aztecas y Mayas, en la actualidad el cultivo ha perdido importancia debido a diversos factores y uno de los principales es el desconocimiento que se tiene del cultivo por una buena mayoría de la población.

Es una planta cuyo consumo es mayor en el área rural, y al momento actual no se han realizado trabajos de investigación a pesar que el cultivo compite en forma sorprendente en cuánto a sus características nutricionales con otras hortalizas foráneas de mayor consumo en nuestro medio.

La literatura reporta que las semillas del género Amaranthus presentan dormancia y en algunas especies ésta puede durar hasta más de un año. Por eso se considera de importancia probar métodos de escarificación para poder romper dicha dormancia.

Se realizó un experimento en los campos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando dos especies diferentes de semillas de Amaranthus A. cruentus, A. caudatus . Las semillas de ambas especies fueron escarificadas con los métodos siguientes: remojo de semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; remojo de semillas en agua a temperatura de 60°C durante medio minuto, semillas en refrigeración a temperatura de 5°C durante 24 horas y semillas sin tratamiento. La finalidad de tratar las semillas fué la de romper su dormancia y por consiguiente acelerar la germinación de las semillas. Para la siembra se utilizaron dos profundidades de siembra: superficial y enterrado.

El diseño estadístico que se utilizó fué: Parcelas subdivididas con bloques al azar con cuatro repeticiones y las variedades estudiadas fueron: días a emergencia, porcentaje de germinación, altura de plantas, grosor del tallo y peso foliar. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba DMS.

Los resultados obtenidos fueron:

Para porcentaje de germinación las semillas no tratadas tuvieron el porcentaje más alto; en cuanto a las variedades utilizadas no hubo diferencia en cuanto al porcentaje de germinación. Para días a emergencia al tratar las semillas con agua normal durante 24 horas provocó una más rápida emergencia de las plantas.

Comparando las dos variedades utilizadas se observó que la especie cruentus tuvo más rápida germinación y un mayor peso foliar.

Es importante resaltar que la profundidad de siembra no afectó el porcentaje ni la velocidad de germinación.

## 1. INTRODUCCION

La búsqueda de nuevas fuentes de alimentos, especialmente dentro de la flora y fauna nativa es una alternativa para satisfacer la demanda de alimentos en cantidad y calidad.

Se han realizado esfuerzos tecnológicos para incrementar los índices de producción y productividad de algunos cultivos, pero se han abandonado por completo el estudio y mejoramiento de muchos cultivares nativos, tales como el Amaranto (Amaranthus sp), Hierba mora (Solanum sp), Chipilín (Crotalaria sp), Guicoy (Cucurbita pepo), Pito (Erythrina rubrinervia), etc.

Es importante notar que en la mayoría de los casos la adopción de un cultivo foráneo no mejora los aspectos nutricionales, ni resulta más fácil o barata su preparación como alimento; en hortalizas, se ha probado en diferentes lugares de los trópicos que la adopción de las hortalizas europeas no implica ninguna mejora en la cantidad de vitaminas o minerales que suplen las hortalizas nativas. Tampoco resulta más económica su producción o su preparación para el consumo. (11)

El bleado (Amaranthus sp), constituye un cultivo de particular importancia en la dieta de la población guatemalteca, principalmente del área rural. Ocupa un lugar muy relevante como fuente de proteína a la par de muchas hortalizas que tienen un mayor consumo dentro de la población.

El mérito principal del amaranto es que el grano y las hojas son fuente de proteína de una calidad aceptable.

La proteína contenida en el amaranto tiene un porcentaje mucho mayor de aminoácido que otros cereales; por lo tan to el amaranto es un alimento importante para la población rural, donde la deficiencia de proteína es un grave problema nutricional. ( 6 )

El menor aprovechamiento del bleado está determinado por la falta de conocimiento que se tiene sobre éste cultivo e incluso por las características sociales que prevalecen en nuestro país, además está determinado por varios otros factores entre los que figuran el poco o casi nada desarrollo de la investigación y consecuentemente el de la tecnología.

Debido a la importancia del cultivo mencionada ante riormente, se considera de sumo interés estudiar los aspectos relacionados con el letargo que presentan las semillas y algunos métodos sencillos de escarificación para romper dicho letargo.

Es de hacer notar que a pesar que en otros países se han realizado algunos experimentos en el nuestro falta mucho por hacer.

En este sentido, el presente trabajo pretende contribuir al desarrollo de la investigación del amaranto, estudiando uno de los aspectos como lo es Latencia y Germinación de la semilla y a la vez pretende dejar la inquietud para que en un futuro se siga investigando y poder darle la debida importancia que tiene el cultivo.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La escasez de alimentos, relativa actualmente pero que se agudizará en el futuro, ha motivado una serie de investigaciones orientadas a la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias entre la fauna y la flora nativas de una región geográfica o de un país determinado.

Guatemala es parte de uno de los centros de origen de plantas cultivadas más importantes del mundo. Las áreas de Guatemala aún no manejadas intensamente o poco controladas por el hombre constituyen excelentes bancos genéticos de plantas y animales de gran potencial económico, ecológico, científico y cultural para el mundo. Sin embargo, "muchas de las especies nativas no cultivadas o aún poco conocidas, tienden a desaparecer en favor de otras de alto rendimiento por tradición e imposición cultural". A ello se agrega la falta de áreas silvestres localizadas estratégicamente en diferentes regiones del país de acuerdo a la representatividad de ecosistemas.

Guatemala, por sus condiciones biogeográficas es una de las áreas de Mesoamérica con mayor diversidad fitogenética, a ello se agrega la riqueza cultural y conocimiento de algunas de dichas plantas heredadas de los mayas, aunque parte de dicha herencia aún no la hubiésemos recobrado o recogido adecuadamente. ( ? )

El proceso de germinación del Amaranthus es desconocido en la actualidad pues en Guatemala aún no se han realizado trabajos de esa índole. La literatura muestra que las semillas del género Amaranthus presentan latencia y viabilidad; de ahí la importancia de estudiar métodos de escarificación para poder romperla y así acelerar la germinación de las plantas.

### 3. OBJETIVOS

- 3.1 Estudiar el efecto de diferentes tratamientos de escarificación sobre la latencia de la semilla y la velocidad de germinación a diferentes profundidades de siembra.
- 3.2 Estimar la influencia de las diferentes profundidades de siembra en cuánto al porcentaje de germinación y emergencia.

#### 4. HIPOTESIS

- 4.1 Hay efecto en cuánto a romper latencia y acelerar la germinación de la semilla del Amaranthus usando diferentes tratamientos de escarificación.
- 4.2 La profundidad a que se deposite la semilla tiene influencia en el porcentaje de germinación y emergencia.

## 5. REVISION DE LITERATURA

### 5.1 Generalidades

Devlin, define el reposo o letargo como la detención del crecimiento debida a la falta de algún factor indispensable del medio externo.(8)

Otros autores consideran que la suspensión del crecimiento, mientras se hallan en un medio seco, no debe ser considerada como latencia sino más bien como una imposibilidad para crecer debida a la falta de un factor tan esencial para el desarrollo como es el agua. (3)

Las causas que provocan el letargo son variadas, estando centradas en asincronías entre el desarrollo del embrión y endospermo, impermeabilidad de las cubiertas seminales y presencia de inhibidores, sean de tipo físico o químico. El primero de los casos, siendo en teoría el más sencillo, es el que con menos frecuencia se presenta.

La asincronía se logra por circunstancias aún desconocidas cuando el endospermo alcanza madurez encontrándose el embrión inmaduro. La viabilidad que el disponer de nutrientes adecuados para desencadenar el proceso de germinación proporciona el en dospermo se ve entonces detenida por la incapacidad del embrión para utilizarlos adecuadamente y para i niciar la diferenciación celular.

La naturaleza de las cubiertas seminales incide directamente sobre la rehidratación de los teji-

dos y el intercambio gaseoso. Cuando la humedad ambiental actúa como factor limitante del proceso y se dan las condiciones óptimas, las cubiertas oponen mayor resistencia física a la penetración según su composición, estableciendo además, en función de ésta, una competencia por la captación del agua con el suelo.

De igual manera, la dureza relativa de las cubiertas favorecerá o impedirá el paso de gases, oxígeno y dióxido de carbono principalmente

Las cubiertas seminales pueden ser libremente permeables tanto al oxígeno como al agua, y a pesar de todo, continuar manteniendo la semilla en fase de reposo. Por ejemplo, las semillas de Amaranthus silvestre tienen una cubierta seminal permeable al oxígeno y al agua, pero suficientemente resistente como para no permitir la expansión del embrión. Estas semillas pueden en ocasiones conservar su estado de reposo sin dejar de ser viables durante muchos años.

Cuando la germinación resulta inhibida por la resistencia mecánica de la cubierta seminal o por la impermeabilidad de éstas al paso del agua o de oxígeno, puede interrumpirse el reposo mediante la escarificación.

La escarificación mecánica de las semillas de cubierta dura se realiza mediante algún tipo de tratamiento de la semilla que rompa o desgaste la cubierta seminal, tal como la agitación de semillas con algún tipo de material abrasivo (Ej. arena) o mediante raspado, o cortando la cubierta con cuchillo.

La escarificación química es así mismo un método muy

eficaz para interrumpir el reposo debido a la cubierta se minal. Si se sumergen las semillas en ácidos fuertes, como el ácido sulfúrico, o en disolventes orgánicos, como la acetona o el alcohol, se puede lograr interrumpir éste tipo de reposo.

Para éste propósito, incluso se ha empleado con éxito el agua hirviendo. Como la escarificación mecánica, la escarificación química interrumpe el reposo por debilitamiento seminal. (8)

Más estudiado es el problema de semillas en letargo por acción de inhibidores. La existencia de temperaturas óptimas para la germinación de numerosas especies indica ya que temperaturas extremas alejadas de ese óptimo, pueden impedir indirectamente la germinación. La recepción de luz por parte de cromóforos específicos en los cotiledones puede actuar tanto de inhibidor, como activando el proceso de la germinación.

Los inhibidores químicos revisten particular importancia por su extrema variabilidad y por su utilización agrícola. Se trata de compuestos que alteran procesos me tabólicos esenciales, bien sea a nivel de obtención de energía o a nivel de síntesis protéica por lo que el embrión no puede crecer. Compuestos fenólicos que intervienen en la formación de ligninas, tales como los ácidos cumárico, cinámico y caféico que se encuentra en altas concentraciones en suelos de origen orgánico por degradación microbiana de la madera, pueden actuar también como inhibidores de la germinación. (7)

En cuánto al *Amaranthus* la literatura reporta que la mayoría de las especies del género *Amaranthus* se caracte-

rizan por ser de tipo biológico anual. Por tanto, la semilla tiene una importancia sustancial en la multiplicación de las especies.

Además posee una enorme capacidad para regenerar sus poblaciones, ya que el número de semillas producidas por individuos se estima alrededor de 40,000.

Distintos autores sitúan la temperatura óptima para la germinación de A. retroflexus y A. híbridus L. entre 20 y 30°C. Otro autor considera que 35°C es la temperatura máxima para la germinación de la primera especie. Por otra parte se sabe que la luz estimula la germinación.

Un estudio muestra que la dormancia de A. retroflexus no es afectada por el ácido giberélico a la dosis de 500 ppm, y se verifica que ésta ausencia sólo actúa cuando las semillas tienen cierta edad.

La dormición o dormancia de la semilla de A. retroflexus parece estar ligada esencialmente a un problema de penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla. Esta dormición innata está causada por la impermeabilidad o la resistencia mecánica de la semilla.

Otro autor (1969), señaló la existencia de la variación en la germinación de las poblaciones. Su estudio de 15 especies "de malas hierbas representada por 22 poblaciones distintas mostró la existencia de especies que presentan "polimorfismo germinativo". (5)

La germinación del *Amaranthus* se ve influenciada en forma directa por el período de siembra después de la re

colección de la semilla como se muestra en un ensayo realizado en cuatro especies de *Amaranthus*, sometiendo las semillas a oscuridad y a la luz fluorescente continua y a temperatura constante de 30°C.

Estos ensayos se realizaron en cámaras de cultivos, empleando placas petri con papel filtro y esponja esterilizada a 120°C. Se ensayó con 50 semillas (sin desinfectar) por cada planta y tratamiento. Las observaciones se hicieron 10 días después de comenzar el ensayo, obteniéndose los resultados siguientes (ver cuadro 1 y 2)

#### CUADRO 1

Germinación (expresada en %) de las cuatro especies principales de *Amaranthus* en oscuridad o a la luz y a 30°C de temperatura (tres meses después de la recolección de la semilla)

ESPECIE	LOCALIDAD	30°C OSCURIDAD	30°C LUZ
<u>A. cruentus</u>	Terrer	0	8
	Aula Dei	0	12
<u>A. hybridos</u>	Terrer	25	70
	Aula Dei	0	56
<u>A. retroflexus</u>	Peregiles	10	100
	Aula Dei	0	100
<u>A. blitoides</u>	Terrer	2	80
	Aula Dei	0	96

## CUADRO 2

Germinación (en %) de A. cruentus; A. hybridus; A. retroflexus y A. blitoides (un año después de recoger las semillas)

ESPECIE	LOCALIDAD	LUZ	OSCURIDAD	LUZ/OSCURIDAD	
		CONTINUA	CONTINUA	12h.	12h.
<u>A. cruentus</u>	Terrer	84	42	86	
<u>A. hybridus</u>	Terrer	94	92	88	
<u>A. retroflexus</u>	Peregiles	100	42	100	
<u>A. blitoides</u>	Terrer	88	66	94	

Las conclusiones a las que se llegó fueron las siguientes: en el ensayo realizado con semillas de 3 meses en oscuridad se obtuvieron porcentajes de germinación muy débiles. Sin embargo, temperatura de 30°C y luz continua dieron excelentes resultados en A. retroflexus. En la oscuridad las semillas observadas durante un año, germinaron en mayor número que las conservadas tres meses. (5)

Las altas temperaturas tienen influencia en el retardo del crecimiento vegetativo del Amaranthus, esto fué demostrado en un ensayo con Amaranthus caudatus.

El tratamiento que se le siguió a Amaranthus se hizo como sigue: (ver cuadro 3).

CUADRO 3

CAJAS	TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO DE EXPOSICION POR DIA
A	Pre-emergente	Calor a 45°C	Por 10 hrs. el primer dia
B	Post-emergente	Calor a 38°C	Por 8 hrs. los días 13 y 14
C	Post-emergente	Calor a 38°C	Por 8 hrs. los días 18 y 19
D	Control	Sin calor	

Los tratamientos fueron repetidos cuatro veces, y el experimento total se repitió dos veces, obteniéndose los mismos resultados.

Las conclusiones a las que se llegó fueron las siguientes:

Los resultados muestran que la cantidad de peso fresco de los retoños fué significativamente disminuido en las cajas A y B. El peso fresco de las hojas fué significativamente disminuido en las cajas A y B. El peso fresco de las hojas fué significativamente disminuido en todos los tratamientos efectuados (A, B, C).

De esto se deduce que ambos tratamientos, pre y post-emergente, redujeron los contenidos significativamente. (12)

La luz es un estimulante de la germinación en el caso del *Amaranthus*, la oscuridad es un inhibidor. Esto fué demostrado en un pequeño experimento realizado en la Universidad de El Salvador Dr. José Matías Delgado, donde a nivel de laboratorio

se sembraron semillas de Amaranthus tanto en luz como en oscuridad. Las semillas expuestas a la luz germinaron, las colocadas en la oscuridad no germinaron.\*\*

---

\*\*SANTAMARIA R.E. Santa Ana, El Salvador. Comunicación personal.

## 5.2 Germinación y Latencia

En 1975, Ikenaga et al. estudiaron las condiciones óptimas de germinación de semillas de Amaranthus viridis y observaron lo siguiente:

- A) El tratamiento con ácido sulfúrico concentrado (aproximadamente dos minutos) elevó el porcentaje de germinación tres veces más que el de las semillas no tratadas.
  
- B) La temperatura óptima para la germinación fué de 35°C obteniéndose un porcentaje de alrededor de cien. Con la disminución de la temperatura, ese porcentaje de germinación disminuía. El tratamiento con ácido sulfúrico no fué efectivo en condiciones óptimas de calor, pero con temperaturas bajas su efecto fué excelente; y,
  
- C) La giberalina no afectó la germinación de las semillas.

En Ames, Iowa, utilizando semillas de Amaranthus retroflexus recolectadas en Norteamérica y el este de Europa, Macwilliams et al. encontraron que la germinación de semillas del norte, a 20°C, era significativamente mayor que la de semillas del sur, a la misma temperatura. Los porcentajes de germinación fueron mayores en todos los casos, a 35°C. No se encontró una correlación entre el porcentaje de germinación a 35°C y la latitud, pero hubo una amplia variación en la respuesta a la germinación. Las poblaciones de las partes más secas de Estados Unidos tendieron a mostrar una mayor latencia. Se

concluyó que las variaciones en el porcentaje de germinación entre poblaciones a cualquier temperatura eran el resultado de una diferenciación ecológica.

Usualmente se piensa que una especie tiene grados de latencia y germinación característicos en todo su rango de adaptación. Sin embargo, esta aseveración parece no ser válida para A. retroflexus.

Existe evidencia que demuestra que acontecen hibridaciones entre A. retroflexus y A. powelli, una especie con semillas a las que es difícil romper la latencia. Algunos híbridos naturales presentaron caracteres intermedios en morfología, peso de semilla y latencia de ésta. La hibridación podría explicar la existencia de poblaciones de A. retroflexus con latencia de semilla en Norteamérica, de donde ambas especies son aparentemente nativas, pero no explicaría la variación en las colecciones europeas. Pueden haberse introducido a Europa semillas de diferentes períodos de latencia. (13)

### 5.3 Características generales y distribución del Amarantho

El género *Amaranthus* comprende hierbas anuales procumbentes o erectas, con hojas simples, alternas enteras y largamente pecioladas. Plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina; algunas formas cultivadas son intensamente coloreadas. Las flores son unisexuales,

monoicas o dioicas, en densos racimos situados en las axilas de las hojas; cada dicacio lleva una bráctea persistente de punta espinosa. Tépalos libres, 3-5. Ramificaciones del estilo 3, plumosas. Utrículo circunsésil o indehiciente. Semilla lenticular, café oscura o blancas, con el embrión enrollado alrededor de un endospermo amiloso. Las hojas suelen presentar diversos colores y de ahí que se les utilice como plantas de ornato. (13)

### 5.3.1 Distribución mundial

Las especies silvestres están ampliamente distribuídas en todo el mundo. Dos de ellas, A. hybridus y A. Powellii, tienen particularmente un rango de latitudes muy amplio.

A. spinosus y A. dubius son malezas tropicales bastante esparcidas. Esta última se distingue fácilmente de las otras por sus peculiares espinas y por los arreglos anómalas de las flores estaminadas y pistiladas en la inflorescencia.

### 5.3.2 Distribución principal

	<u>ESPECIE O SINONIMIA</u>
México	<u>A. hypocondriacus</u>
	<u>A. cruentus</u>
	<u>A. hybridus</u>
	<u>A. retroflexus</u>

---

---

Estados Unidos            Los cuatro anteriores y  
                                 además:  
                                 A. powelli y otros.

---

Centro y Sudamérica      Los cinco anteriores y  
                                 además:  
                                 A. caudatus  
                                 A. quitensis  
                                 A. dubius

---

Asia                            A. gangeticus  
                                 A. lividus  
                                 A. tristis  
                                 A. hypocondriacus  
                                 A. spinosus  
                                 A. cruentus

---

Africa                         A. gracilis  
                                 A. hypocondriacus

---

Europa                         A. retroflexus  
                                 A. caudatus  
                                 A. melancholicus  
                                 A. albus  
                                 A. leucocarpus  
                                 A. lividus

---

Oceanía                        A. gangeticus  
                                 A. caudatus  
                                 A. cruentus

---

#### 5.4 Importancia del Amaranto

Las especies silvestres se empleaban como hortalizas o legumbres en sopas, atoles, estofados y otras formas, llegando a constituir una apreciable fuente de energía, proteína, minerales y vitaminas. Al asociarse las semillas de amaranto con las del maíz, probablemente en épocas posteriores, se logró integrar un alimento más balanceado y racional, lo que indudablemente fué un gran adelanto respecto a la dieta de las tribus primitivas. El amaranto llegó a constituir, según Safford, el origen de la agricultura en el Nuevo Mundo y lo considera "un cereal de los incas", por otros investigadores, ya que la especie A. caudatus, cultivada desde hace siglos en el Perú, llegó a ser un importante alimento conocido entonces con los nombres de quihuiche e inca-pachaqui. Linneo mismo sugirió que A. caudatus se originó probablemente en Perú, Persia o Ceilán.

En México, la especie A. hypochondriacus o A. leucocarpus como se la ha llamado repetidas veces, fué quizás la más utilizada como alimento, conjuntamente con A. cruentus, también llamada A. paniculatus. En cambio, se conocía la especie peruana A. caudatus como cultivo que llegó a extenderse hasta la Argentina y Bolivia utilizándose como grano y hortaliza.

Por otra parte, las especies A. quitensis y A. dubius llegaron a utilizarse como grano y hortalizas en varias regiones sudamericanas, lo cual representó un renglón muy importante en la alimentación de varias tribus autóctonas. Se sabe así mismo, que las especies silvestres A. hybridus, A. Powellii

y A. retroflexus también se utilizaron en esos tiempos como legumbres.

Es interesante señalar que en la India los usos antiguos del amaranto son similares a los de México: en forma de panes, con el nombre de patties y en forma de pequeñas esferas con el nombre de laddoos, en ambos países se empleaban las semillas reventadas y el jarabe en su elaboración. Sing indica que en algunas regiones los granos reventados se mezclan con nata de leche o se muelen para harinas, y que en otras partes las semillas se cuecen con arroz añadiendo o no hojas tiernas de mostaza y algo de sal; el producto resultante recibe el nombre de phambra. En otras regiones utilizan la harina para hacer el equivalente de la tortilla mexicana o del pinole. Aún la manera de preparar el reventado y las proporciones de jarabe son similares a las usadas en México para elaborar "alegría".

Por todo lo que acaba de anotarse, resulta evidente que el amaranto fué en otros tiempos un vegetal de gran importancia económica y alimentaria y que su cultivo en los tiempos recientes ha disminuído ostensiblemente, razón por la cual es preciso insistir en que debe reincorporarse a la economía agrícola moderna. (13)

CUADRO No. 4ANALISIS BROMATOLOGICO DEL AMARANTO

(Composición por 100 grs. de porción comestible)

<u>ANALISIS</u>	<u>AMARANTO</u>
Valor energético (cal)	42
Humedad (%)	86
Proteína (gm)	3.7
Grasa (gm)	0.8
Hidratos de carbono (gm)	7.4
Fibra (gm)	1.5
Ceniza (gm)	2.1
Calcio (mg)	313.0
Fósforo (mg)	74.0
Hierro (mg)	5.6
Vitamina A actividad(mcg)	1600.00
Tiamina (mg)	0.05
Riboflabina (mg)	0.24
Niacina (mg)	1.2
Acido ascórbico (mg)	65.0

Fuente: Tabla de Composición de Alimentos. INCAP

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 Materiales

Semillas de 2 variedades diferentes de Amaranthus  
Terrenos de la Facultad de Agronomía  
Herramientas de trabajo de campo  
Termómetro  
Agua  
Refrigerador  
Estacas  
Cinta métrica  
Tijera de podar  
Cubetas  
Balanza  
Vernier

### 6.2 Métodos

### 6.3 Descripción del área experimental

#### 6.3.1 Localización y suelos

El experimento se efectuó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, el cual se localiza a una altitud de 1502 m.s.n.m. los suelos donde se realizó el experimento pertenecen a la serie Guatemala (GU); material madre: ceniza volcánica color claro; relieve casi plano; drenaje interno: bueno; textura y consistencia: Franco arcillosa; friable; peligro de erosión: baja; fertilidad natural alta; Nitrógeno 16 ppm; fósforo 35 ppm; potasio 370 ppm, calcio 16 meq/100 gramos. (1)

### 6.3.2 Condiciones climáticas

Precipitación: 1246.8 mm distribuidos en 110 días; humedad relativa 79%, temperatura máxima de 24.7°C, media de 18.2°C y mínima de 13.9°C, Evaporación media: 4.1; insolación media 6.6, viento; velocidad media 15.4, dirección NNE.(1)

## 6.4 Características principales de los cultivares usados

### 6.4.1 Amaranthus cruentus

Variedad recolectada en Sacsuy, San Juan Sacatepequez, Guatemala a una altura de 1845 m, Con No. de recolección del INCAP 23202.(4)

Color de semilla negro, semilla brillante, textura de la semilla lisa, mucha frondosidad, color del tallo verde, color de la hoja verde, ramificación simple, arquitectura erecta, color de la raíz rosada, color de inflorescencia verde-rojizo, tipo de inflorescencia espi-ga, posición de inflorescencia axilar terminal.

Variedad promisorio para el consumo de hojas.(14)

### 6.4.2 Amaranthus Caudatus

Variedad recolectada en San Raymundo, Guatemala a una altura de 1560 m con número de recolección del INCAP de 23201. (4)

Color de la semilla negro, semilla brillante, textura de la semilla lisa, frondosidad media, color del tallo verde, color de la hoja verde, ramificación simple, arquitectura erecta, color de la raíz rosado, color de la inflores-

cencia roja, tipo de inflorescencia espiga, posición de inflorescencia axilar-terminal. (14)

#### 6.5 Distancias y densidades de siembra

Las distancias de siembra del bledo fueron 0.20 m entre surco y surco y 0.10 m entre postura y postura, se colocaron 5 semillas por postura.

#### 6.6 Tratamientos utilizados

Se dividieron las semillas en cuatro lotes distintos, y los tratamientos que se les aplicaron fueron:

Primer lote de semillas: sin tratamiento

Segundo lote de semillas: remojo de las semillas en agua a temperatura de 60°C durante medio minuto.

Tercer lote de semillas: semillas en refrigeración a temperatura de 5°C durante 24 horas.

Cuarto lote de semillas: Semillas remojadas en agua normal durante 24 horas.

#### 6.7 Diseño Experimental

El diseño estadístico utilizado fué parcelas sub-divididas con bloques al azar, el esquema de este diseño tuvo cuatro repeticiones, 16 tratamientos y las variables estudiadas fueron: % de germinación, días a emergencia, altura de planta, grosor del tallo y peso foliar.

## 6.8 Factores estudiados

Parcela Principal = Variedades  
 Parcela Media = Profundidades de siembra  
 Parcela Chica = Tratamiento de semilla

## 6.9 Técnicas experimentales de campo

### 6.9.1 Tamaño de parcela y área útil

La unidad experimental fué de 119.70 m.  
 Tendrá 17.10 m de largo orientados hacia el norte, y 7 m de ancho orientados hacia el este.

El área útil fué de 38.40 m cuadrados distribuidos de la siguiente manera: Parcela sub-dividida 0.60 m cuadrados, habrá 0.60 m de ancho y 1.00 m de longitud del surco.  
 El tamaño de parcela fué de 3.0 m, espacio entre bloque y bloque 1.00 m.

### 6.9.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó fué:

$$g_{ijkl} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + \alpha\gamma_{jk} + \xi_{ijk} + \delta l + \alpha\delta_{jl} + \delta\gamma_{kl} + \alpha\delta\gamma_{jkl} + \xi_{ijkl}$$

Donde:

- $\mu$  = efecto de la media general
- $\beta_i$  = efecto del i....ésimo bloque
- $\alpha_j$  = efecto del j....ésimo nivel del Factor A
- $\delta_k$  = efecto del k...ésimo del Factor B
- $\alpha\delta_{jk}$  = efecto de la interacción AB
- $\xi_{ijk}$  = efecto del error B
- $\delta l$  = efecto del....ésimo nivel del Factor C
- $\alpha\delta_{jl}$  = efecto de la interacción AC
- $\delta\gamma_{kl}$  = efecto de la interacción BC

$\alpha\delta\gamma jkl$  = efecto de la interacción ABC

$\xi ijkl$  = efecto del error C

#### 6.10 Manejo del trabajo experimental

1. Preparación del terreno: Se realizó en el mes de marzo la preparación del mismo mediante un muestreo de suelo; luego se realizó un paso de arado, dos pasos de rastra y trazo del terreno.
2. Tratamientos de las semillas: en el mes de abril se llevó a cabo los tratamientos a los distintos lotes de semillas de la manera siguiente:
  - a) remojo de la semilla en agua normal a temperatura ambiente durante 24 horas;
  - b) el segundo lote se remojó en agua a una temperatura de 60°C durante 30 segundos;
  - c) el tercer lote de semillas fué puesto en refrigeración a temperatura de 5°C bajo cero durante 24 horas;
  - d) el cuarto lote de semillas no fué tratada.
3. Control de malezas: antes de proceder a la siembra definitiva se realizó un control de malezas con Afalón en una dosis de 3 Lbs/mz; después de la siembra directa al campo, se realizaron 4 limpiezas a mano cada 12 días después de la siembra.
4. Siembra: se procedió a la siembra para lo cual se utilizaron 2 profundidades de siembra: superficial y enterrado.

5. Riegos: se aplicó un riego posterior a la siembra, otro cuando las semillas tenían 8 días de sembradas, y otro a los 15 días de germinadas las plantas.
6. Control de plagas: en forma curativa se aplicó Lannate 90% en dosis de 1 copa Bayer, por rociadora de 4 galones de agua para controlar la "tortuguilla" (*Diabrotica balteata*)
7. Mediciones efectuadas: los datos empezaron a tomarse a partir de mayo y fueron los siguientes:
  - 7.1 Días a emergencia
  - 7.2 Porcentaje de germinación
  - 7.3 Altura de planta (cms)
  - 7.4 Grosor del tallo (cms)
  - 7.5 Peso foliar (Grs)
8. Análisis de datos: el análisis de las 5 variables se realizó en el Departamento de Estadística y Cómputo de la Facultad de Agronomía (USAC); obteniéndose análisis de varianza para las 5 variables y utilizando la prueba DMS. El trabajo finalizó el 24 de junio.

## 7. PRESENTACION DE RESULTADOS

En el cuadro No. 5, el análisis de varianza para días a emergencia indica alta significancia entre las dos variedades utilizadas y significancia para los tratamientos utilizados. Sin embargo, para profundidad de siembra el resultado fué no significativo, también se observa significancia para la interacción: variedad, profundidad de siembra y tratamiento.

Lo anterior se corrobora con la comparación de medias (Cuadro No. 6), en donde el material de la especie *Cruentus* muestra una media de 6.6562 en comparación con la especie del material *caudatus* con media de 9.1484 y para los niveles de tratamiento el nivel 3 muestra la media superior (6.4094) que es tratamiento de la semilla con agua durante 24 horas, luego le sigue el nivel 1 con media 7.8625 que corresponde al tratamiento de la semilla con agua a temperatura de 60°C en 30 segundos, luego sigue el nivel 4 con media de 8.3312 que corresponde al tratamiento de la semilla a temperatura de 5°C durante 24 horas; y por último la media más alta (9.0062) corresponde al nivel 2 en el cual no se hizo ningún tratamiento a la semilla. Para la triple interacción observamos que la combinación de material *cruentus* sembrado superficialmente y tratada la semilla con agua a temperatura normal durante 24 horas, presenta la media menor (4.0375) y la media mayor la presenta la interacción del material de *caudatus* sembrado superficialmente y tratada la semilla con agua a temperatura de 60°C.

En el cuadro No. 7, el análisis de varianza para el porcentaje de germinación sólo nos muestra alta signifi-

cancia para tratamiento de la semilla y el resto de las variantes no es significativo.

En la comparación de medias Cuadro No. 8, es el nivel 2 o sea semilla sin tratamiento que muestra la media más alta 24.4987 y la más baja, la presenta el nivel 3 o sea el tratamiento con agua a temperatura normal durante 24 horas (13.5019)

En el Cuadro No. 9 se presenta el análisis de varianza para grosor del tallo en el cual se observa significancia entre variedades y alta significancia para profundidad de siembra, tratamientos y las diferentes interacciones.

En el Cuadro No. 10 correspondiente a la **comparación** de medias para grosor del tallo, nos muestra superioridad del material de Caudatus con media de 0.6784 cm. Superioridad para semilla superficial con media de 0.7697 cm y superioridad en los niveles 2 con media superior de (0.7744) en el cual no se hizo ningún tratamiento de la semilla, y el nivel 1 con media de (0.7587) que corresponde al tratamiento de la semilla con agua a temperatura de 60°C durante 30 segundos. En este mismo orden la interacción del material de cruentus y siembra para semilla superficial, muestra una media superior de 0.9044. En la interacción de variedad con tratamiento las medias superiores corresponde al material de Cruentus con media de (0.9587) correspondiente al nivel 1 que es tratamiento de la semilla en agua a temperatura de 60°C durante 30 segundos y el material Caudatus con el tratamiento 2 que corresponde a semilla sin tratamiento con media de (0.7987). En la interacción profundidad de siembra por

tratamiento las medias superiores corresponde a semilla superficial con los tratamientos 2 y 1 respectivamente 0.9587 y 0.7987. Para la triple interacción las medias superiores corresponden a la interacción del material de Caudatus con semilla superficial con los tratamientos 2 y 4 que corresponde a semilla sin tratamiento y semilla en refrigeración a temperatura de 5°C (0.9375 y 0.9100 respectivamente).

El cuadro No. 11, nos muestra alta significancia en altura de plantas para variedades y en los tratamientos; para éste caso el Cuadro No. 12 que es comparación de medias para altura de plantas muestra la superioridad del material de Caudatus con media de 25.7371 cm, así mismo la semilla sin tratamiento mostró una media mayor de 27.9131 cm y la media más baja correspondió al tratamiento de la semilla con agua a temperatura normal durante 24 horas.

El Cuadro No. 13, nos muestra que no existe significancia para ningún factor en lo que respecta a peso foliar, por lo tanto, también en la comparación de medias Cuadro No. 14 observamos una leve diferencia entre las profundidades de siembra, siendo superior la media correspondiente a la semilla sembrada superficialmente con media de 54.8249 grs.; esta influencia de la profundidad de siembra se observa en sus interacciones de otros factores en la siembra superficial muestran las medias mayores.

CUADRO No. 5  
DIAS A EMERGENCIA

<u>FUENTE</u>	<u>G. LIBERTAD</u>	<u>S. CUADRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIOS</u>	
Bloques	3	13.1965		46.8207
Factor A	1	99.3911	99.3911	
Error (A)	3	6.3684	2.1228	
Parc. Grandes	7	118.9561		
<hr/>				
Factor B	1	2.1802	2.1802	0.1006
Inter A*B	1	29.2129	29.2129	1.3473
Error (B)	6	130.0913	21.6819	
Parc. Medias	15	280.4404		
<hr/>				
Factor C	3	58.1558	19.3853	3.1854
Inter A*C	3	9.8271	3.2757	0.5383
Inter B*C	3	1.4204	0.4735	0.0778
Inter A*B*C	3	52.4209	17.4736	2.8713
Error (C)	36	219.0859	6.0857	
TOTAL	63	621.3506		

(15)

CUADRO No. 6PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR A

Nivel - 1	Media = 6.6562
Nivel - 2	Media = 9.1484

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR B

Nivel - 1	Media = 7.7187
Nivel - 2	Media = 8.0859

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR C

Nivel - 1	Media = 7.8625
Nivel - 2	Media = 9.0062
Nivel - 3	Media = 6.4094
Nivel - 4	Media = 8.3312

## PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B

Interacción 1 con 1	Media = 5.7969
Interacción 1 con 2	Media = 7.5156
Interacción 1 con 1	Media = 9.6406
Interacción 2 con 2	Media = 8.6562

## PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*C

Interacción 1 con 1	Media = 6.1437
Interacción 1 con 2	Media = 8.1125
Interacción 1 con 3	Media = 4.8625
Interacción 1 con 4	Media = 7.5062
Interacción 2 con 1	Media = 9.5812
Interacción 2 con 2	Media = 9.9000
Interacción 2 con 3	Media = 7.9562
Interacción 2 con 4	Media = 9.1562

## PROMEDIOS DE LA INTERACCION B\*C

Interacción 1 con 1	Media = 7.5687
Interacción 1 con 2	Media = 9.0812
Interacción 1 con 3	Media = 6.1625
Interacción 1 con 4	Media = 8.0625
Interacción 2 con 1	Media = 8.1562
Interacción 2 con 2	Media = 8.9312
Interacción 2 con 3	Media = 6.6563
Interacción 2 con 4	Media = 8.6000

## PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B\*C

A - 1	B - 1	C - 1	Media = 4.3125
A - 1	B - 1	C - 2	Media = 8.9500
A - 1	B - 1	C - 3	Media = 4.0375
A - 1	B - 1	C - 4	Media = 5.8875
A - 1	B - 2	C - 1	Media = 7.9750
A - 1	B - 2	C - 2	Media = 7.2750
A - 1	B - 2	C - 3	Media = 5.6875
A - 1	B - 2	C - 4	Media = 9.1250
A - 2	B - 1	C - 1	Media = 10.8250
A - 2	B - 1	C - 2	Media = 9.2125
A - 2	B - 1	C - 3	Media = 8.2875
A - 2	B - 1	C - 4	Media = 10.2375
A - 2	B - 2	C - 1	Media = 8.3375
A - 2	B - 2	C - 1	Media = 10.5875
A - 2	B - 2	C - 3	Media = 7.6250
A - 2	B - 2	C - 4	Media = 8.0750

## CUADRO No. 7

PORCENTAJE DE GERMINACION

<u>FUENTE</u>	<u>GRADOS DE LIBERTAD</u>	<u>SUMA DE CUADRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIOS</u>	
Bloques	3	203.5313		
Factor A	1	105.8047	105.8047	4.1346
Error (A)	3	76.7695	25.5898	
Parcelas grandes	7	386.1055		
<hr/>				
Factor B	1	144.7578	144.7578	5.9520
Inter A*B	1	78.6758	78.6758	3.2349
Error (B)	6	145.9258	24.3210	
Parcelas medias	15	755.4648		
<hr/>				
Factor C	3	984.0859	328.0286	21.0756
Inter A*C	3	15.7148	5.2383	0.3366
Inter B*C	3	69.7227	23.2409	1.4932
Inter A*B*C	3	17.7813	5.9271	0.3808
Error (C)	36	560.3164	15.5643	
Total	63	2403.0859		

CUADRO No. 8PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR A

Nivel - 1	Media = 17.7506
Nivel - 2	Media = 20.5396

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR B

Nivel - 1	Media = 17.7506
Nivel - 2	Media = 20.7578

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR C

Nivel - 1	Media = 18.8862
Nivel - 2	Media = 24.4987
Nivel - 3	Media = 13.5019
Nivel - 4	Media = 20.1300

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B

Interacción 1 con 1	Media = 17.5737
Interacción 1 con 2	Media = 18.3637
Interacción 2 con 1	Media = 17.9275
Interacción 2 con 2	Media = 23.1518

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*C

Interacción 1 con 1	Media = 17.4725
Interacción 1 con 2	Media = 22.4962
Interacción 1 con 3	Media = 12.4212
Interacción 1 con 4	Media = 19.4850
Interacción 2 con 1	Media = 20.3000
Interacción 2 con 2	Media = 26.5012
Interacción 2 con 3	Media = 14.5825
Interacción 2 con 4	Media = 20.7750

PROMEDIOS DE LA INTERACCION B\*C

Interacción 1 con 1	Media = 16.3775
Interacción 1 con 2	Media = 22.0800
Interacción 1 con 3	Media = 13.5362
Interacción 1 con 4	Media = 19.0087
Interacción 2 con 1	Media = 21.3950
Interacción 2 con 2	Media = 26.9175
Interacción 2 con 3	Media = 13.4675
Interacción 2 con 4	Media = 21.2512

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B\*C\*

A - 1	B - 1	C - 1	Media = 15.2525
A - 1	B - 1	C - 2	Media = 21.4825
A - 1	B - 1	C - 3	Media = 13.4950
A - 1	B - 1	C - 4	Media = 20.0650
A - 1	B - 2	C - 1	Media = 19.6925
A - 1	B - 2	C - 2	Media = 23.5100
A - 1	B - 2	C - 3	Media = 11.3475
A - 1	B - 2	C - 4	Media = 18.9050
A - 2	B - 1	C - 1	Media = 17.5025
A - 2	B - 1	C - 2	Media = 22.6775
A - 2	B - 1	C - 3	Media = 13.5775
A - 2	B - 1	C - 4	Media = 17.9225
A - 2	B - 2	C - 1	Media = 23.0975
A - 2	B - 2	C - 2	Media = 30.3250
A - 2	B - 2	C - 3	Media = 15.5875
A - 2	B - 2	C - 4	Media = 23.5975

CUADRO No. 9  
GROSOR DEL TALLO

<u>FUENTE</u>	<u>GRADOS LIBERTAD</u>	<u>SUMA CUADRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIOS</u>	
Bloques	3	4.7220		
Factor A	1	57.6843	57.6843	23.3491
Error (A)	3	7.4115	2.4705	
Parcelas grandes	7	69.8179		
<hr/>				
Factor B	1	47.1287	47.1287	19.7224
Inter A*B	1	42.4775	42.4775	17.7760
Error (B)	6	14.3376	2.3896	
Parcelas medias	15	173.7617		
<hr/>				
Factor C	3	48.2781	16.0927	14.7630
Inter A*C	3	47.9116	15.9705	14.6509
Inter B*C	3	56.3781	18.7927	17.2399
Inter A*B*C	3	57.3258	19.1086	17.5297
Error (C)	36	39.2425	1.0901	
TOTAL	63	422.8977		

CUADRO No. 10PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR A

Nivel - 1	Media = 0.6784
Nivel - 2	Media = 0.2577

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR B

Nivel - 1	Media = 0.7697
Nivel - 2	Media = 0.2485

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR C

Nivel - 1	Media = 0.7587
Nivel - 2	Media = 0.7744
Nivel - 3	Media = 0.2330
Nivel - 4	Media = 0.2647

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B

Interacción 1 con 1	Media = 0.6350
Interacción 1 con 2	Media = 0.7219
Interacción 2 con 1	Media = 0.9044
Interacción 2 con 2	Media = 0.4250

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*C

Interacción 1 con 1	Media = 0.5587
Interacción 1 con 2	Media = 0.7987
Interacción 1 con 3	Media = 0.5287
Interacción 1 con 4	Media = 0.8275
Interacción 2 con 1	Media = 0.9587
Interacción 2 con 2	Media = 0.7500
Interacción 2 con 3	Media = 0.4132
Interacción 2 con 4	Media = 0.4467

PROMEDIOS DE LA INTERACCION B\*C

Interacción 1 con 1	Media = 0.8175
Interacción 1 con 2	Media = 0.8750
Interacción 1 con 3	Media = 0.5837
Interacción 1 con 4	Media = 0.8025
Interacción 2 con 1	Media = 0.7000
Interacción 2 con 2	Media = 0.6737
Interacción 2 con 3	Media = 0.4077
Interacción 2 con 4	Media = 0.4492

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A \* B \* C

A - 1	B - 1	C - 1	Media = 0.9375
A - 1	B - 1	C - 3	Media = 0.5275
A - 1	B - 1	C - 4	Media = 0.7450
A - 1	B - 2	C - 1	Media = 0.7875
A - 1	B - 2	C - 2	Media = 0.6600
A - 1	B - 2	C - 3	Media = 0.5300
A - 1	B - 2	C - 4	Media = 0.9100
A - 2	B - 1	C - 1	Media = 0.1350
A - 2	B - 1	C - 2	Media = 0.8125
A - 2	B - 1	C - 3	Media = 0.6400
A - 2	B - 1	C - 4	Media = 0.8600
A - 2	B - 2	C - 1	Media = 0.6125
A - 2	B - 2	C - 2	Media = 0.6875
A - 2	B - 2	C - 3	Media = 0.7625
A - 2	B - 2	C - 4	Media = 0.8875

CUADRO No. 11  
ANALISIS DE VARIANZA  
ALTURA DE PLANTA

<u>FUENTE</u>	<u>GRADOS LIBERTAD</u>	<u>SUMA CUADRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIO</u>	
Bloques	3	860.3125		
Factor A	1	789.0195	789.0195	60.5785
Error (A)	3	39.0742	13.0247	
Parcelas Grandes	7	1688.4063		
<hr/>				
Factor B	1	7.0703	7.0703	0.0170
Inter A*B	1	58.5195	58.5195	0.1411
Error B	6	2488.6758	414.7793	
Parcelas medias	15	4242.6719		
<hr/>				
Factor C	3	1160.2424	386.7473	4.7596
Inter A*C	3	354.3242	118.1081	1.4535
Inter B*C	3	108.4570	36.1523	0.4449
Inter A*B*C*	3	556.4258	185.4753	2.2826
Error (C)	36	2925.1953	81.2554	
Total	63	9347.3164		

CUADRO No. 12PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR A

Nivel - 1	Media = 18.7149
Nivel - 2	Media = 25.7371

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR B

Nivel - 1	Media = 21.8953
Nivel - 2	Media = 22.5568

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR C

Nivel - 1	Media = 20.2187
Nivel - 2	Media = 27.9131
Nivel - 3	Media = 16.5544
Nivel - 4	Media = 24.2181

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B

Interacción 1 con 1	Media = 17.4281
Interacción 1 con 2	Media = 20.0018
Interacción 2 con 1	Media = 26.3625
Interacción 2 con 2	Media = 25.1118

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*C

Interacción 1 con 1	Media = 12.8662
Interacción 1 con 2	Media = 26.7262
Interacción 1 con 3	Media = 13.1562
Interacción 1 con 4	Media = 22.1112
Interacción 2 con 1	Media = 27.5712
Interacción 2 con 2	Media = 29.1000
Interacción 2 con 3	Media = 19.9525
Interacción 2 con 4	Media = 26.3280

PROMEDIOS DE LA INTERACCION B\*C

Interacción 1 con 1	Media =	18.1262
Interacción 1 con 2	Media =	29.4937
Interacción 1 con 3	Media =	16.0800
Interacción 1 con 4	Media =	23.8812
Interacción 2 con 1	Media =	22.3112
Interacción 2 con 2	Media =	26.3325
Interacción 2 con 3	Media =	17.0287
Interacción 2 con 4	Media =	24.5550

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B\*C

A - 1	B - 1	C - 1	Media =	6.6175
A - 1	B - 1	C - 2	Media =	31.5700
A - 1	B - 1	C - 3	Media =	12.9800
A - 1	B - 1	C - 4	Media =	18.5450
A - 1	B - 2	C - 1	Media =	19.1150
A - 1	B - 2	C - 2	Media =	21.8825
A - 1	B - 2	C - 3	Media =	13.1325
A - 1	B - 2	C - 4	Media =	25.6775
A - 2	B - 1	C - 1	Media =	29.6350
A - 2	B - 1	C - 2	Media =	27.4175
A - 2	B - 1	C - 3	Media =	19.1800
A - 2	B - 1	C - 4	Media =	29.2175
A - 2	B - 2	C - 1	Media =	25.5075
A - 2	B - 2	C - 2	Media =	30.7825
A - 2	B - 2	C - 3	Media =	20.7250
A - 2	B - 2	C - 4	Media =	23.4325

CUADRO No. 13  
ANALISIS DE VARIANZA  
PESO FOLIAR

FUENTE	<u>GRADOS LIBERTAD</u>	<u>SUMA CUÁDRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIOS</u>	
Bloques	3	40901.0000		
Factor A	1	12.1875	12.1875	0.0126
Error (A)	3	2912.5625	970.8540	
Parcelas grandes	7	43825.7500		
<hr/>				
Factor B	1	4444.8750	4444.8750	1.3450
Inter A*B	1	4469.6250	4469.6250	1.3525
Error (B)	6	19827.8750	3304.6458	
Parcelas medias	15	72568.1250		
<hr/>				
Factor C	3	874.5000	291.5000	0.2347
Inter A*C	3	4055.1250	1351.7083	1.0884
Inter B*C	3	2327.7500	775.9165	0.6248
Inter A*B*C	3	2583.0000	861.0000	0.6933
Error (C)	36	44707.9375	1241.8870	
Total	63	127116.4375		

CUADRO No. 14PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR A

Nivel - 1	Media = 46.9274
Nivel - 2	Media = 46.0549

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR B

Nivel - 1	Media = 54.8249
Nivel - 2	Media = 38.1574

PROMEDIOS DE LOS NIVELES DEL FACTOR C

Nivel - 1	Media = 43.7849
Nivel - 2	Media = 48.7012
Nivel - 3	Media = 42.1393
Nivel - 4	Media = 51.3393

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B

Interacción 1 con 1	Media = 46.9043
Interacción 1 con 2	Media = 46.9505
Interacción 2 con 1	Media = 62.7455
Interacción 2 con 2	Media = 29.3643

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*C

Interacción 1 con 1	Media = 30.4650
Interacción 1 con 2	Media = 54.2787
Interacción 1 con 3	Media = 47.4637
Interacción 1 con 4	Media = 55.5024
Interacción 2 con 1	Media = 57.1049
Interacción 2 con 2	Media = 43.1237
Interacción 2 con 3	Media = 36.8150
Interacción 2 con 4	Media = 47.1762

PROMEDIOS DE LA INTERACCION B\*C

Interacción 1 con 1	Media = 41.8050
Interacción 1 con 2	Media = 59.7374
Interacción 1 con 3	Media = 53.0874
Interacción 1 con 4	Media = 64.6700
Interacción 2 con 1	Media = 45.7650
Interacción 2 con 2	Media = 37.6649
Interacción 2 con 3	Media = 31.1912
Interacción 2 con 4	Media = 38.0087

PROMEDIOS DE LA INTERACCION A\*B\*C\*

A - 1	B - 1	C - 1	Media = 13.4650
A - 1	B - 1	C - 2	Media = 67.4349
A - 1	B - 1	C - 3	Media = 48.1325
A - 1	B - 1	C - 4	Media = 58.5850
A - 1	B - 2	C - 1	Media = 47.4650
A - 1	B - 2	C - 2	Media = 41.1225
A - 1	B - 2	C - 3	Media = 46.7950
A - 1	B - 2	C - 4	Media = 52.4200
A - 2	B - 1	C - 1	Media = 70.1450
A - 2	B - 1	C - 2	Media = 52.0400
A - 2	B - 1	C - 3	Media = 58.0425
A - 2	B - 1	C - 4	Media = 70.7549
A - 2	B - 2	C - 1	Media = 44.0650
A - 2	B - 2	C - 2	Media = 34.2075
A - 2	B - 2	C - 3	Media = 15.5875
A - 2	B - 2	C - 4	Media = 23.5975

## 8. DISCUSION DE RESULTADOS.

De acuerdo con los resultados obtenidos, observamos que en los distintos análisis de varianza el único factor que muestra significancia para todas las variables observadas a excepción de peso foliar es el que se refiere a los tratamientos utilizados, de estos tratamientos podemos observar que el no tratar la semilla tuvo un efecto más positivo en lo que respecta al porcentaje de germinación y altura de planta, sin embargo éstos porcentajes de germinación fueron bastante bajos ya que la media para éste nivel fué apenas 24.4987%.

El nivel 3 que correspondió al tratamiento de la semilla con agua normal durante 24 horas resultó con el porcentaje más bajo de germinación (13.5019) pero fué el tratamiento que provocó una más rápida emergencia de la planta, en contraste cuando no se trató la semilla que tardó más en germinar, así mismo el tratamiento en agua a temperatura de 60°C y la semilla sin tratamiento ocasionó un mayor grosor del tallo independientemente de la variedad y de la profundidad de siembra utilizada.

En otro orden de ideas puede observarse que entre las dos variedades utilizadas no hubo diferencia en cuánto al porcentaje de germinación pero sí en cuánto a días a emergencia, altura de plantas y grosor del tallo, en este caso, la especie Caudatus resultó superior a la Cruentus en relación a altura de plantas y grosor del tallo, sin embargo, el material Cruentus tuvo una más rápida germinación y levemente superó en peso foliar a la Caudatus. Este peso foliar se tomó a 30 días de emergencia de la planta.

En lo que respecta a las profundidades de siembra ésta sólo tuvo significancia para grosor del tallo y aparentemente, la semilla superficial dió mejores resultados que la semilla enterrada, esto lo podemos demostrar en todas las demás variables que aunque no hubo significancia, las medias que presenta esta forma de siembra son superiores.

Como resultado de esta experiencia viene a confirmarse lo reportado por la literatura existente sobre la germinación y dormancia en *Amaranthus*, ya que el bajo porcentaje de germinación obtenido independientemente de las especies y los tratamientos utilizados confirma al menos para *A. Cruentus* su largo período de dormancia que según P. Bedin et al indica que en esta especie la dormancia puede llegar hasta más de un año y que aún el uso de ácido giberélico no es capaz de romperlo. (9)

## 9. CONCLUSIONES

En base al análisis de varianza para todas las características de los materiales evaluados, se concluye lo siguiente:

1. A pesar de la significancia observada para los diferentes tratamientos en días a emergencia y porcentaje de germinación, se concluye que ninguno de los tratamientos utilizados tuvo efecto sobre la germinación de la semilla, sin embargo, el tratamiento con agua a temperatura normal durante 24 horas provocó la germinación de las semillas que fisiológicamente estaban aptas para germinar, siguiéndole en efectividad el tratamiento de la semilla con agua a temperatura de 60°C durante 30 segundos.
2. Hay diferencias entre las dos especies utilizadas en lo que respecta a la capacidad de germinación, ya que la especie Caudatus a pesar de tardar relativamente poco más tiempo para germinar el porcentaje de germinación fué sensiblemente mayor que para la especie Cruentus, así también la especie Caudatus alcanza una mayor altura y un mayor grosor del tallo que la Cruentus.
3. La profundidad de siembra no tiene ninguna influencia sobre días a emergencia y el porcentaje de germinación, independientemente de las especies y para los tratamientos utilizados.

## 10. RECOMENDACIONES

Basados en la discusión generada a partir de los análisis realizados y las conclusiones más importantes derivadas de la misma, se recomienda lo siguiente:

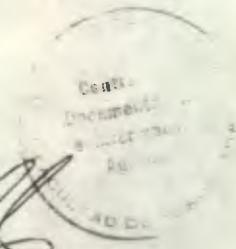
1. Realizar estudios sobre la influencia del tiempo de almacenada de la semilla sobre la germinación para lo cual deberán hacerse pruebas de germinación cada 3 meses durante más de 1 año después de la cosecha de la semilla.
2. Combinar con los anteriores estudios la utilización de otros tratamientos mecánicos y químicos para romper la latencia de la semilla.
3. Los anteriores estudios se recomienda hacerlos en las diferentes especies de utilidad económica tales como: Cruentus, Caudatus, Hybridus e Hipocondriacus.

## BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR MORAN, J.F. Caracterización de 20 cultivares de guicoy (*Cucurbita pepo* Var *aurantia*) del altiplano central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1981. pp. 22,29.
2. AGRO BOLETIN Informativo (Guatemala-USAC) no 7: 2,20. 1984.
3. BONNER, J. y GALSTON, W.A. Principios de fisiología vegetal. Madrid, Aguilar, 1970. 408 p.
4. BRESANI, R. y MARTINEZ, A. Evaluación preliminar de 17 cultivares de bledo (*Amaranthus* sp). Guatemala, INCAP/Universidad de San Carlos, s.f. 2 p.
5. BEDIN, P., OCHOA, M. J. y ZARAGOZA, C. Contribución al estudio de la germinación en algunas especies del género *Amaranthus* encontradas en la provincia de Zaragoza. An. INIA (Ser. Agric.) (España) no 16:81-84. 1981.
6. CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APROPIADA. El Tzetz o bledo (*Amaranthus*) una planta alimenticia de origen mesoamericano que tiene muchas proteínas pero que se está olvidando. Guatemala, CEMAT, 1978. p. 1.
7. CORDOVA, C. V. Fisiología vegetal. Madrid, Blume, 1976. pp. 1-2.
8. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. Trad. de la 3a ed inglesa por el Dr. Xavier Limona. 3a ed. Barcelona, Omega, 1980. pp. 473-476.
9. ELGUETA, M. Bancos de germinoplasma y su organización interamericana. Turrialba, Costa Rica, IICA, s.f. 7 p.

10. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. Tabla de composición de alimentos. Guatemala, INCAP, 1960. p.9.
11. LEON, L., GOLDBACH, H. y ENGELS, J. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 29 p.
12. OWUEME, L. C. y ATAKOUMI, A. K. Yield of celosia and Amaranthus as affected by high temperature stress. Buenos Aires, s.e., 1975. pp 143-147.
13. SANCHEZ, A. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980. p. 15,17,19,43-45, 80-91.
14. SPILLARI, M. M. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (Solanum sp), chipilín (Crotalaria longirostrata) y amaranto (Amaranthus sp). Tesis Tec. Fitotecnista Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Agronomía, 1983. p. 14.
15. THOMAS, M. y JACKSON, F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Traducción: Anatolio de Paula Crespo de la edición en español. México, Trillas, 1976. p. 98.

Vo. Bo.  
*Petrucci*



A P E N D I C E

Boleta de Encuesta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke.



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O