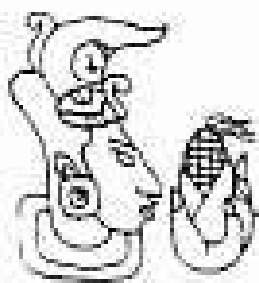


# RECURSOS FITOGENETICOS

## ASPECTOS RELATIVOS A LA BOTANICA DEL BLEDO (*Amaranthus spp*)\*

César Augusto Azurdia Pérez\*\*



### RESUMEN

La familia *Amaranthaceae* presenta especies con caracteres anatómicos, morfológicos y fisiológicos altamente evolucionados. Específicamente el género *Amaranthus* contiene flores reducidas, unisexuales, con polinización anemófila, autógama y halógama; la anatomía de su hoja responde al patrón fotosintético de la vía de fijación de Carbono C<sub>4</sub>, es decir, presencia de mesófilo con parenquima de empalizada y esponjoso definido, y anatomía de Kranz; la testa de la semilla es rígida y rica en taninos; el tipo de fotosíntesis que presenta las hace ser especies con alta capacidad de fijación de energía a la par de una baja relación de transpiración; por otro lado, el bledo es sensible al fotoperiodo de días cortos así como sus semillas presentan dormancia, la cual aún no está bien clara como romperla.

En Guatemala se reporta la presencia de especies de bledo referidas como cultivadas en otros países: *A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. dubius*, que en efecto son las de más alta producción de hoja y semilla, *A. hybridus* con una sección que contiene poblaciones con alta producción de semilla y hoja y una segunda con poblaciones tipo maleza, *A. polygonoides* y *A. viridis*, buenas productoras de hoja, *A. scariosus* y *A. spinosus*, típicas malezas de zonas cálidas.

\* Presentado en el Primer Simposio Nacional sobre el Cultivo del Bledo, Quetzaltenango, Guatemala, 28 - 29 de julio de 1988

\*\* Ing. Agr. M.Sc. Botánica, Facultad de Agronomía, USAC, Guatemala.

## INTRODUCCION

El bleado está constituido por varias especies pertenecientes al género *Amaranthus*, distribuidas ampliamente en Guatemala. El interés mundial que en los últimos años han provocado estas especies se debe al redescubrimiento de su potencial productivo y nutricional, a tal grado que en la actualidad se consideran como una alternativa alimenticia a nivel mundial.

Guatemala forma parte de un centro de origen y diversidad, por lo que se espera que dentro de él exista riqueza genética de *Amaranthus*. De esta cuenta, el proyecto de Recursos Fitogenéticos desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos, han propiciado investigación básica en diferentes materiales genéticos de *Amaranthus*, de manera que la mayor parte de la información anotada en el presente artículo, es producto de dichas investigaciones. La botánica comprende diferentes disciplinas: anatomía, morfología, fisiología, ecología, sistemática y evolución, entre otras. El presente documento encierra aspectos relativos a dichas disciplinas, en dos aspectos: el primero constituido por la conceptualización teórica del tema específico y el segundo, en la medida de las posibilidades, ejemplos de investigaciones realizadas en Guatemala.

### EVOLUCION:

La familia *Amaranthaceae* está constituida por especies que vienen a conformar una de las líneas de evolución que se dan dentro del orden *Caryophyllales* al cual pertenece. Se considera que su posible antecesor directo podría haber sido algún miembro de la familia *Phytolaccaceae*, pasando luego por características similares a las de la actual *Cenopodiaceae*, hasta alcanzar el grado evolutivo que actualmente presentan. Para entender esta línea de evolución es necesario tener presente la conceptualización de la evolución de las plantas con flor, tal como lo plantea el denominado Sistema Lógico Deductivo creado por los sistemáticos modernos. Este concepto en esencia sostiene que en las plantas superiores es más fácil perder partes que ganar, así como que la simplificación y fusión de partes es más probable que la elaboración. De esta manera, es posible entender que *Phytolaccaceae* por sus características primitivas (flor con sépalos, pétalos y estambres numerosos y libres, y carpelos apocárpicos), mediante el seguimiento de los procesos de fusión y reducción, pudo haber dado origen a *Amaranthaceae*, caracterizada por la presencia de caracteres avanzados tal como ausencia de sépalos y pétalos, estambres fusionados y lo más importante, flores unisexuales agrupadas en inflorescencias. Estas características de flor avanzada permiten que ante la ausencia de corola vistosa, la polinización obligatoriamente tenga que ser anemófila, a la par de que la presencia de flores unisexuales, conlleva al establecimiento de especies alógamas, situación ésta que hace a la familia *Amaranthaceae* poseer especies con alta variabilidad genética. El caso particular del género *Amaranthus* plantea una situación especial en su biología floral, el arreglo y secuencia de la antésis de las flores unisexuales favorece una combinación de

autopolinización y polinización cruzada. Cada una de las cimas de la inflorescencia principia en una flor estaminada, seguida por un número indefinido de flores pistiladas. Los estigmas de las primeras flores pistiladas están receptivos antes que las flores masculinas se abran; la mayoría de las flores pistiladas se desarrollan después que las flores estaminadas han caído de la inflorescencia. Sin embargo, cimas de diferente edad están presentes en cada inflorescencia, de tal manera que el polen puede ser transferido a flores femeninas receptivas, permitiendo de esta manera también la autopolinización (11).

Otro aspecto evolutivo importante de señalar es que la familia *Amaranthaceae* ha evolucionado en regiones cálidas, secas y con suelos salinos, lo cual ha producido adaptaciones anatómicas y fisiológicas especiales, tal como presencia de tricomas globuliformes que actúan como estructuras secretantes externas para eliminar las sales que en exceso se presentan en el suelo, asimismo cutícula gruesa, en algunas especies presencia de espinas y presencia del tipo de fijación del carbono atmosférico, por la vía altamente evolucionada denominada C4.

En el caso particular de algunas amarantáceas como aquellas pertenecientes a los géneros *Celosia* y particularmente *Amaranthus*, no se puede olvidar que por el hecho de ser importantes desde el punto de vista antropogénico, estas están también sometidas a otro tipo de evolución: bajo domesticación. Sauer y Anderson, citados por Azurdia (1) indican que por efecto de evolución bajo domesticación, algunas plantas cultivadas se han originado a partir de especies silvestres o bien malezas, mediante el siguiente seguimiento:

- 1) Area perturbada por el hombre.
- 2) Las plantas silvestres o malezas se mueven dentro del área perturbada.
- 3) El hombre encuentra algún uso de ellas y, a través del tiempo,
- 4) Aprende a perturbar el suelo (cultivarlo) con el propósito de cosechar más cantidad de malezas ahora convertidas en cultivo.

Las malezas al pasar por la serie de etapas mencionadas sufren modificaciones anatómicas y morfológicas así como fisiológicas, que las hacen convertirse al final de cuentas en una población con características en buena parte, requeridas por el hombre, tal como mayor producción de grano, follaje, incremento en el contenido de determinados principios químicos, etc. Por otro lado, algunas veces las malezas por efecto de evolución divergente dan origen a una planta cultivada y a otra maleza con rasgos muy parecidos al de la planta cultivada, creando lo que se denomina el complejo planta cultivada-maleza, difícil de ser tratado desde el punto de vista sistemático, pero interesante desde el punto de vista genético, ya que normalmente en la población de malezas se encuentra aquella variabilidad genética necesaria para enfrentar los factores ambientales adversos que se han perdido en las poblaciones de especies cultivadas. El género *Amaranthus* es un ejemplo apropiado, ya que actualmente se considera que a nivel mundial existen tres especies cultivadas destinadas para producción de grano como son: *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*, cada una de ellas con su especie silvestre más relacionada, como son, *A. powellii*, *A. hybridus* y *A. quitensis*, respectivamente.

### Centros de origen y diversidad:

Según Zohary (18), un centro de origen y diversidad de plantas cultivadas es aquella área geográfica en la cual determinadas especies fueron domesticadas, a la vez que en la actualidad presentan alta variabilidad genética, dentro de la cual se incluyen los parientes diversos. Los centros de diversidad se caracterizan por estar ubicados en áreas montañosas, presentando mayor número de ambientes heterogéneos que permiten mayor aislamiento entre las comunidades vegetales y humanas agrícolas de cada uno de ellos. A la par de ello, las poblaciones humanas existentes en dichos centros, provienen de culturas antiguas de reconocido progreso.

Guatemala presenta las características anotadas por Zohari: en su territorio se encuentra alta diversidad vegetal así como riqueza cultural, formando parte de un centro de origen y diversidad de plantas cultivadas, el mesoamericano. El género *Amaranthus* es una de esas especies.

Para el caso de las especies cultivadas del género *Amaranthus* destinadas para producción de grano, cada una de ellas tiene su propia zona de origen y diversidad, *Amaranthus hypochondriacus* en la parte nor oeste y central de México, asociada con su especie silvestre más relacionada, *A. powellii*, especie pionera de cañones, desiertos y otros habitats abiertos de la cordillera occidental de México; *A. cruentus* del sur este de México y de la altiplanicie central de Guatemala y su especie silvestre ligada *A. hybridus*; *A. caudatus* de los Andes, presente con su especie silvestre ligada *A. quitensis*, especie pionera de zonas arenosas de las montañas de Sur América (14). Referente a las especies destinadas para consumir su hoja a manera de hortaliza, se tiene nuevamente a *A. cruentus*; *A. dubius* que muestra diversidad en América Central, a la par de *A. spinosus* que puede ser su especie silvestre ligada (11); *A. hybridus*, de las zonas tropicales del mundo, especialmente del sur de México y América Central; *A. blitum* de la zona del Caribe y *A. tricolor*, de la India y sur este Asiático. (7).

### Morfología y anatomía:

El género *Amaranthus* comprende especies herbáceas, anuales, plantas robustas erectas o procumbentes; tienen una raíz pivotante con numerosas raíces secundarias, color blanco o rosado; tallo simple o ramificado, de coloración púrpura, verde o rojizo, generalmente cubierto de pubescencias especialmente en las proximidades de la inflorescencia; hoja alterna, peciolada, simple, borde entero u ondulado, forma elíptica, ovalada, lanceolada o rombo ovalada, ápice agudo, flores pequeñas, unisexuales, agrupadas en espigas o panículas, tépalos en número de tres a cinco, cinco estambres de filamentos filiformes o subulados, antera oblonga o lineal oblonga de cuatro celdas, gineceo con un estilo plumoso de tres ramificaciones; fruto en utrículo, dehiscente a manera de una cápsula membranosa, o coriacea, algunas veces con dos o tres dentaduras en el ápice, semilla de color blanco, café rojizo o negro, lisa, brillante, de forma lenticular y comprimida.

Algunos estudios de caracterización de *Amaranthus* conducidos por el proyecto de recursos fitogenéticos de Guatemala, han permitido conocer un poco más

en detalle la morfología básica de las distintas especies de *Amaranthus* presentes en Guatemala (6, 8, 9, 12, 13, 15). Así por ejemplo, en el estudio de Orozco M. (12), trabajando con materiales genéticos recolectados a nivel nacional se pudo establecer que el 16 o/o de los caracteres medidos u observados se presentaron constantes (cuadro 1), el 10 o/o fueron caracteres casi constantes (cuadro 2), y el resto fueron caracteres altamente variables (cuadro 3).

CUADRO 1.  
CARACTERES CONSTANTES PRESENTES EN LA CARACTERIZACION DE  
37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP), EN EL VALLE DE LA  
ERMITA, GUATEMALA, 1986

Carácter	Estado:
Hábito de crecimiento	erecto
Prominencia de las venas de las hojas	rugoso
Tipo de raíz	axonomorfa
Presencia de inflorescencias axilares	presentes
Tipo de sexo	monoica
color de la semilla	negra
testa de la semilla	traslucida
forma de la semilla	ovoide

CUADRO 2  
CARACTERES CASI CONSTANTES PRESENTES EN LA CARACTERIZACION  
DE 37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP)  
EN EL VALLE DE LA ERMITA, GUATEMALA, 1986

Carácter	Estado:
Espinas en las axilas de las hojas	ausente
Pigmentación de la hoja	verde normal
Forma de la hoja	romboide
Margen de la hoja	entera.

CUADRO 3  
 CARACTERES VARIABLES PRESENTES EN LA CARACTERIZACION  
 DE 37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP.)  
 EN EL VALLE DE LA ERMITA, GUATEMALA, 1986

Caracter cualitativo	Estado	o/o de ocurrencia
Indice de ramificación	Pocas ramas en la base del tallo	19
	Muchas ramas en la base del tallo	25
	Ramas a lo largo del tallo	56
	Nada	11
Pubescencia del tallo	Escaso	82
	Visible	18
Pigmentación del tallo a la floración	Verde	38
	Mezclado (rojo-verde)	62
Pigmentación del peciolo	Verde	70
	Púrpura	25
	Purpura oscuro	5
Pigmentación del tallo al emerger	Verde	38
	Púrpura o rosado	62
Pubescencia de la hoja	Nada	46
	Escaso	51
	Abundante	3
Densidad de la inflorescencia	Floja	27
	Intermedia	35
	Densa	38
Actitud de la inflorescencia terminal	Erecta	46
	Curvada	54
Forma de la inflorescencia	Panícula con ramas cortas	62
	Panícula con ramas largas	38
Color de la inflorescencia	Verde	67
	Verde-rosado	20
	Rosado	8
	Rojo	5

Dehis-cencia	Baja ( 10 o/o)	8
	Intermedia ( 10-50 o/o)	65
	Alta ( +50 o/o)	27
Caracteres cuantitativos;	Rango:	Media:
Altura de la planta a floración ( cm)	36-202	111
Largo de las ramas laterales del ápice ( cm)	9-37	23
Largo de las ramas laterales basales ( cm)	30-197	110
Longitud de la hoja ( cm)	6.43-16.71	9.37
Ancho de la hoja ( cm)	3.95-8.06	5.67
Longitud de la raíz principal ( cm)	29.0 -53.20	40.70
Longitud de inflorescencia central ( cm)	12.93-37.80	24.05
Longitud de inflorescencia lateral ( cm)	9.36-25.03	16.18
Número de inflorescencias por planta	4 -50	32
Diámetro de la semilla ( mm)	0.80-1.17	0.96
Rendimiento de semilla por planta ( gr)	10.22-118.18	37.78
Número de semillas por gramo	1.724-4,276	2,722
Diámetro de la planta ( cm)	32.87-88.73	67.30

Los resultados del estudio morfológico citado vienen a comprobar la alta variabilidad existente en el género *Amaranthus* para Guatemala, confirmándose de esta manera, en parte, la anotación vertida referente a que Guatemala es un centro de origen y diversidad vegetal.

Respecto a anatomía, los aspectos más relevantes se centran en la anatomía de la semilla y de la hoja, ya que ambas determinan en gran parte aspectos fisiológicos propios del género *Amaranthus*. El corte transversal y longitudinal de la semilla (figura 1) muestra la presencia de un embrión periférico, envolviendo una masa de tejido parenquimático de reserva, denominado perisperma, además, cubriendo el ápice subterminal una masa de tejido endospermico, todo esto, cubierto por una testa (3), la que según Suárez R., y Engleman (17), está constituida por una cutícula externa, una matriz con presencia de estalactitas, un tegmen y una cutícula nucelar (figura 2). Los mismos autores mencionan que el grosor de la testa de la semilla en *A. hypochondriacus*, varía según el color, así, la testa negra es la más gruesa (23-25.6 u), la parda menos gruesa (8.2-10.6 u) y la blanca ligeramente más delgada (4.9-7.6 u) que la parda. Las variedades con testa negra y parda presentan mayor contenido de compuestos fenólicos (incluyendo taninos condensados) por lo que presentan testas

- a) de mayor grosor y dureza,
- b) color más obscuro,
- c) probablemente menos permeable al agua, y
- d) probablemente más resistentes al ataque de patógenos, en relación con la testa de la variedad blanca.

La hoja presenta la anatomía típica de cualquier especie que desarrolla el tipo de fotosíntesis C4. Así, es notoria la diferencia entre el parénquima de empalizada y el parénquima esponjoso, así como la presencia de la denominada anatomía de corona o de Kranz, consistente en que cada haz vascular está rodeado de una o más capas de parénquima ricas en cloroplastos y otros organelos propios de los componentes protoplasmáticos.

### Fisiología:

El género *Amaranthus* es uno de los pocos géneros de dicotiledóneas que presenta el sistema de fijación del carbono denominado C4. Este sistema es más rápido y eficiente que el más frecuente conocido como C3, ya que se fija con mayor cantidad de CO2 en el compuesto de cuatro carbonos denominado ácido fosfoenolpirúvico para formar los ácidos málico y aspártico, solamente un 10 o/o de CO2 se fija en el compuesto de tres carbonos llamado ribulosa difosfato para formar el ácido fosfoglicérico; es decir, en el proceso fotosintético que se lleva a cabo en *Amaranthus*, existen dos formas de fijación del CO2 atmosférico. La deficiencia mostrada por aquellas especies que solamente presentan el sistema C3, se debe a que en el mismo buena parte del CO2 inicialmente fijado se pierde incorporado al ácido glicólico por medio de la fotorespiración.

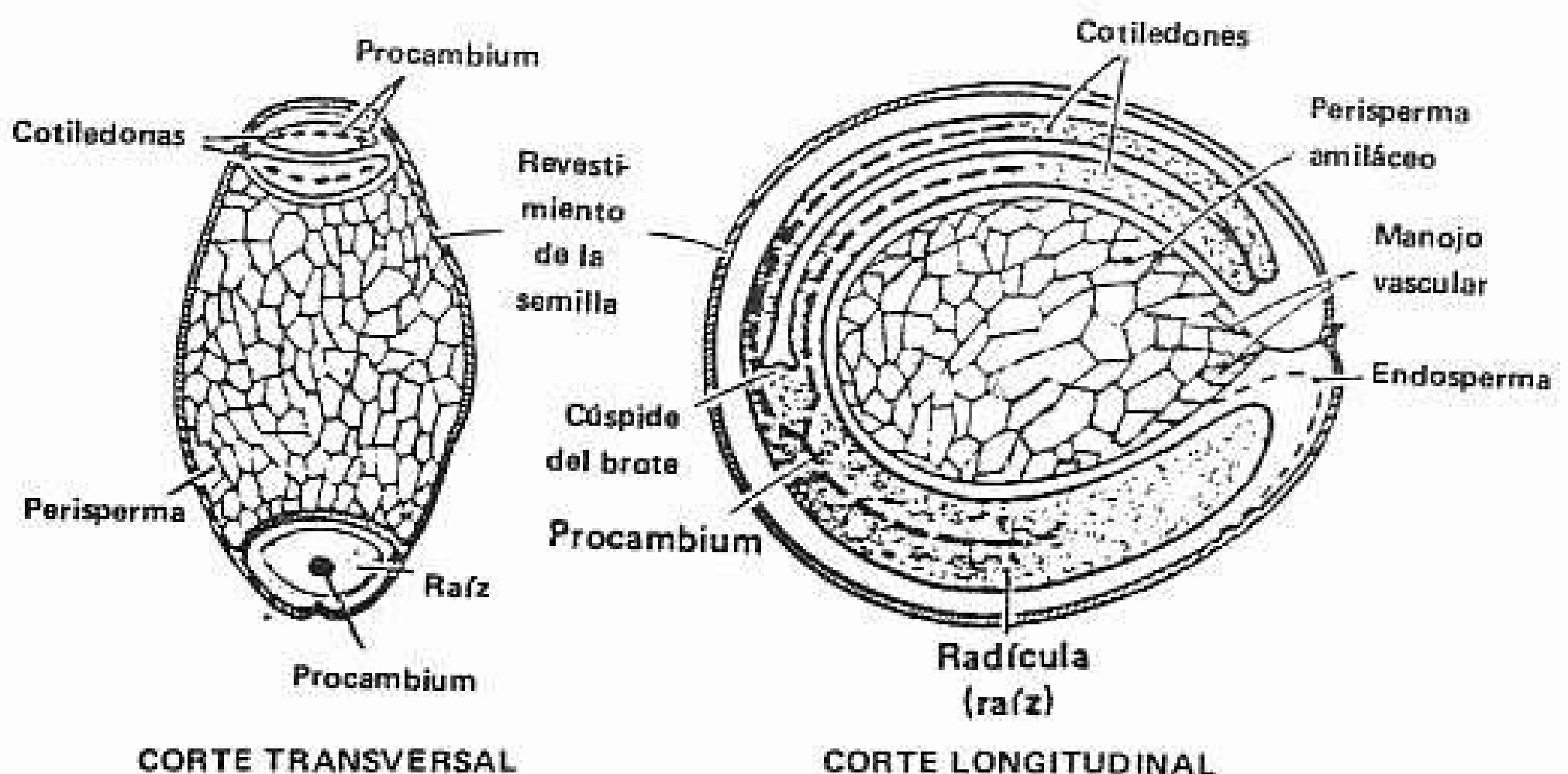


Figura 1. Corte transversal y longitudinal de la semilla de *Amaranthus*.  
FUENTE: Becker y Saunders (3)

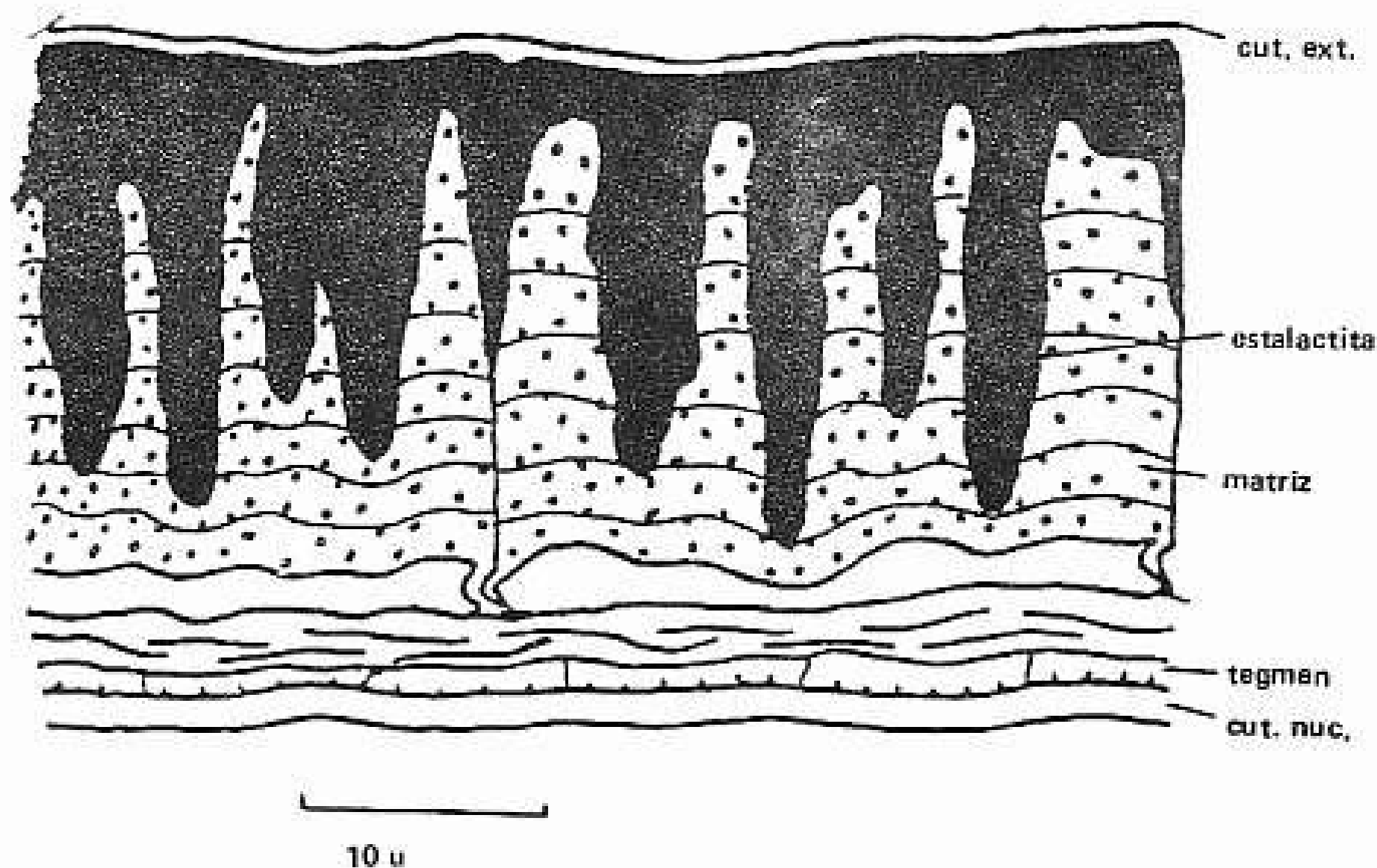


Figura 2. Detalle de las capas componentes de la testa de semilla negra de *Amaranthus hypochondriacus*.

FUENTE: Suárez R. y Engleman (17).

En el caso de *Amaranthus*, el tipo de fijación C4 se desarrolla en el mesófilo de la hoja de donde los productos inicialmente formados (ácido málico y aspártico) pasan a la vaina del haz en donde se lleva a cabo el sistema C3, en el cual es de esperar que se pierda buena parte del CO<sub>2</sub> por medio de la fotorrespiración; sin embargo, este CO<sub>2</sub> eliminado por esta vía es eficientemente recapturado por la ribulosa difosfato o por el ácido fosfoenolpirúvico, antes de que se pierda en la atmósfera. A continuación se muestran algunas características comparativas entre aquellas especies con sistema C3 y C4.

Mediante la revisión de la información generada por García Vázquez (5), la que en forma resumida se muestra en el cuadro 4, se puede constatar la eficiencia fotosintética que presentan los miembros del género *Amaranthus*, traducido en las altas producciones de materia verde de hojas y tallos, así como materia seca de la hoja, durante un período de cultivo de 120 días. Si se piensa que bajo estas circunstancias se podría obtener tres ciclos de cultivo al año, se esperaría una producción de materia seca de hoja de 6.46 Ton/Ha/año para el sistema de cuatro cortes cada 30 días; 8.53 Ton/Ha/año para el sistema de tres cortes a cada 40 días y 10.60 Ton/Ha/año para el sistema de dos cortes a cada 60 días.

Característica	C3	C4
Tasa fotosintética	15-30 mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> /hr	35-70 mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> /hr
Anatomía de hoja	Ausencia de vaina del haz.	Presencia de vaina del haz.
Relación de transpiración	450-950 (gr H <sub>2</sub> O/gr de materia seca incrementada)	230-350
Fotorespiración detectable	Si	Solamente en la vaina del haz.
Temperatura óptima para fotosíntesis	15-25°C	20-40°C
Producción de materia seca (Tons/ha/año)	<u>22</u> +03	<u>39</u> +17

CUADRO 4  
RESUMEN DEL RENDIMIENTO DE LA PARTE AEREA DEL CULTIVO DE  
*AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* A DIFERENTE ESTADO DE  
DESARROLLO Y NUMERO DE CORTES\*

	Rendimiento de materia verde (tallos y hojas)		Rendimiento de materia seca foliar		
	Kg/Ha	Ton/Ha/ 120 días	Kg/Ha	Ton/Ha/ 120 días	Ton/Ha/ año **
4 cortes c/30 días	32,132	35.34	1,958	2.15	6.46
3 cortes (c/40 días)	36,083	39.69	2,586	2.84	8.53
2 cortes (c/60 días)	70,552	77.61	3,211	3.53	10.60

\*Fuente: García Vásquez, C. O. (5)

\*\* Dato supuesto si se piensa en tres ciclos de cultivo al año.

El proceso de germinación de *Amaranthus* es poco conocido, sin embargo, se reporta que estas semillas presentan dormancia, la cual no desaparece con la aplicación de ácido giberélico, sino que parece estar ligada esencialmente a un problema de penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla, es decir, esta dormición está causada por la impermeabilidad o la resistencia mecánica de la semilla. Por otro lado, la luz es un factor importante, ya que su presencia estimula la germinación, así mismo se ha encontrado que la temperatura óptima para obtener la más alta germinación es de 30°C.

Ikenaga *et al* citado por Morales Y. (10) al estudiar la germinación de semillas de *A. viridis* observaron que:

- a) El tratamiento con ácido sulfúrico concentrado elevó el porcentaje de germinación tres veces más que el de las semillas no tratadas.
- b) La temperatura óptima para la germinación fue de 35°C obteniéndose un o/o cercano al 100 o/o, y
- c) Las giberelinas no afectaron la germinación de las semillas.

El estudio conducido por Morales Yan (10) con semillas de *A. cruentus* y *A. caudatus*, fue el primero que se realizó en Guatemala, tendiente a conocer algunos métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo. Utilizó cuatro tratamientos: semillas remojadas en agua a temperatura de 60°C durante medio minuto; semillas remojadas en agua normal durante 24 horas; semillas en refrigeración a temperatura de 5°C durante 24 horas; y, semillas sin ningún tratamiento. Concluyó que ninguno de los tratamientos utilizados tuvo efecto sobre la germinación de la semilla, siendo notorio que 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.

Las especies del género *Amaranthus* son sensibles a la longitud del día (11). Por ejemplo, algunas línea de *A. hypochondriacus* procedentes de México no alcanzan a formar flor durante el verano en Pensylvania; sin embargo, sí alcanzan la madurez en días cortos del invierno bajo condiciones de invernadero. *Amaranthus caudatus* es una especie de día corto, alcanzando a florecer y formar semilla cuando el día es menor de ocho horas (11). Durante el mes de septiembre de 1984 se sembró un ensayo de caracterización de 30 cultivares de bledo provenientes de diferentes partes de Guatemala, en la estación experimental de El Oasis, La Fragua, Zacapa, perteneciente al ICTA (9). Se observó que el ciclo del cultivo se redujo drásticamente por efecto de floración temprana debido a que en los meses de octubre a noviembre la longitud del día se acorta en Guatemala. Uno de los datos más sobresalientes es que el o/o de proteína de la semilla se redujo a un 8-10 o/o, mientras que en condiciones normales se tiene de un 14 a 16 o/o.

## Sistemática y Ecología:

La sistemática de *Amaranthus* es confusa, por lo tanto en la actualidad se requiere de la elaboración de una monografía para la familia. Para el caso de Guatemala, Standley y colaboradores (16) señala la presencia de siete especies, sin embargo, la utilización de esta fuente bibliográfica, así como aquella reportada en el tratado más reciente (7), ha mostrado la existencia de ocho especies. Inicialmente se describirá brevemente cada una de estas especies, haciéndose énfasis en su distribución, caracteres agronómicos y caracteres sistemáticos diferenciales, seguidamente se presentará un ejemplo en el cual se muestre mediante el uso de la Taxonomía numérica la agrupación de cultivares en su especie respectiva según sus similitudes.

### *Amaranthus caudatus*:

Es una especie nativa de las montañas de Los Andes, por lo tanto, se espera que en Guatemala esté distribuido en regiones con condiciones ecológicas similares a su lugar de origen. Es así como esta especie puede encontrarse frecuentemente en el altiplano occidental de Guatemala, en localidades que varían en altitud desde 900 a 2,300 m.s.n.m. Tal como lo reporta la bibliografía, ésta es una especie con alta producción de semilla, 1,647.91 - 2,991.66 Kg/Ha., para la localidad de Pachalí, San Raymundo y 1,032.29 - 2,689.58 kg/Ha., para la localidad de los campos de la Facultad de Agronomía, según Estrada Flores (4); similares resultados se han obtenido por Orozco M. (12), Solís S. (15) y González R. (6). Así también, en dichos estudios se llegó a comprobar que esta especie es una de las tres mejores productoras de hoja destinada para consumirse a manera de hortaliza. Otros caracteres agronómicos importantes son la altura de la planta (196-202 cms), días a floración (91-118), contenido de proteína en la semilla (13.7-15.2 o/o), contenido de proteína en la hoja (26.1-31.0 o/o), según Orozco (12) y Estrada (4).

Algunos caracteres morfológicos fundamentales para su determinación sistemática son: Tépalos en número de cinco, los Tépalos internos más cortos que los externos, las bracteas no sobrepasan las ramas del estilo, inflorescencias grandes, laxas, tépalos anchos y ápice obtuso (7).

### *Amaranthus cruentus*:

Las recolecciones de germoplasma de *Amaranthus* realizadas en Guatemala (2), indican que esta especie es más frecuente en localidades ubicadas en los 1,800 - 2,000 metros sobre el nivel del mar, aunque algunas veces se localiza en localidades de menor altitud como son Cahabón, Alta Verapaz, (930 ms.n.m) y Rabinal, Baja Verapaz (1006 m.s.n.m.). Se presentaron producciones de 796.87 a 2092.7 Kg/Ha. de semilla en Pachalí, San Raymundo y de 922.91 a 2496.87 Kg/Ha., en los campos de la Facultad de Agronomía (4). Referente a producción de hoja, se obtuvo de 230.0 a 655.0 Kg/Ha a los 95 días después de la siembra, para la localidad de Pachalí, San Raymundo (4). La semilla contiene alto contenido de proteína (13.3 - 15.6 o/o), así como la hoja (24.6 - 29.0 o/o); altura de planta a floración varía de 65.6 cm a 114.56 cm, días a floración 67 a 75.

Los caracteres a nivel de flor y fruto diferenciales para definir su posición sistemática son: cinco Tépalos, Tépalos internos más corto que los externos, brácteas no exceden a las ramas de los estilos, inflorescencias grandes, inflorescencia laxa, las ramas del estilo erectas y Tépalos con ápice agudo (7).

#### *Amaranthus hybridus*

Especie de amplia distribución en Guatemala, siendo frecuente en localidades que van de 20 a 2,500 m.s.n.m. Dentro de esta especie se presentan dos tipos bien definidos, aquellos tipos de maleza caracterizados por su corto período para alcanzar la floración 45-60 días, baja producción de hoja y de semilla así como plantas relativamente pequeñas (65-72 cm). El otro tipo, constituido por individuos con características opuestas al tipo maleza, tal como alta producción de semilla (1062.5 - 3368.75 Kg/Ha) y de hoja (1,609.37 - 5,893.75 Kg/Ha) (6), días a floración (80-90 días), altura de planta (100.1-253.3 cm) (6), contenido de proteína en la semilla (13.35-16.36), contenido de proteína en la hoja (24.44-28.92 o/o) (6).

Caracteres sistemáticos claves son: Tépalos en número de cinco, brácteas más grandes que las ramas del estilo, inflorescencias moderadamente desarrolladas, tépalos más pequeños que el utrículo, tépalos internos con ápice agudo (7).

#### *Amaranthus dubius*

Se encuentra distribuido en regiones cálido seco y húmedo, ubicadas desde el nivel del mar hasta los 1,400 m.s.n.m. (2). En los trabajos de caracterización realizados a la fecha (6, 12, 13), debido a que se han efectuado en localidades ubicadas por encima de nivel de su distribución natural, se ha observado respuesta agronómica pobre, así: Baja producción de semilla (100-110 Kg/Ha), hoja (785.5 - 862 Kg/Ha de materia verde), días de floración (97), altura de planta a la floración (50.07-50.87) contenido de proteína en hoja (24.94-26.50 o/o), en semilla (14.00-15.55 o/o) (15).

Los caracteres morfológicos claves para su determinación son: cinco tépalos, tépalos aproximadamente del mismo tamaño del utrículo, plantas sin espinas, las cimas con una flor inicial estaminada y el resto pistilada (7).

#### *Amaranthus viridis*

Dentro del material recolectado por el programa de Recursos Fitogenéticos (2), solamente un cultivar fue determinado como perteneciente a esta especie (13, 15). Este proviene de Patzún, Chimaltenango, a una altura de 2,440 m.s.n.m. La caracterización desarrollada por Solís Samayoa (15) reportó las siguientes características: Producción de semilla (1950 Kg/Ha), hoja (1368 Kg/Ha de materia verde), días a floración (104), altura de la planta a la floración (109 cm), contenido de proteína en la hoja (23.25 o/o), en semilla (13.75 o/o).

Para su determinación es importante reconocer los siguientes caracteres morfológicos: Tres Tépalos, Tépalos más pequeños que el utrículo, utrículo indehisciente y rugoso (7).

*Amaranthus spinosus:*

Es una maleza distribuída en las zonas secas y cálidas del país. Debido a que en Guatemala no es utilizada su semilla y hoja en alimentación humana, el proyecto de Recursos fitogenéticos (2), no puso interés en la misma, a tal grado que solamente una muestra se recolectó. La misma se intentó caracterizar en la localidad de Patzicía (15), obteniéndose alguna información referente a la misma, así: altura de la planta a floración (24.50 cm), rango de germinación irregular, días a germinación (12), días a floración (67), no alcanzó a formar semilla.

Los caracteres sistemáticos clave de esta especie son: cinco Tépalos, éstos de igual longitud que el utrículo, plantas con espinas, inflorescencias con las cimas superiores estaminadas y las inferiores pistiladas (7).

*Amaranthus polygonoides:*

Especie distribuída en áreas con clima templado y frío, tal como aquellas del altiplano guatemalteco ubicadas en niveles sobre el nivel del mar que van desde los 1,500 a 2,600 metros. Los estudios de caracterización llevados a cabo han mostrado que esta especie es buena productora de semilla (2,292-2,400 Kg/Ha), materia verde aérea a los 45 días después de la siembra (86.5 - 187.5 kg/Ha), altura de planta a floración (51.53 - 90.46 cm), días a floración (74.81), o/o de proteína en la hoja (23.80 - 29.68), o/o de proteína en semilla (14.51-14.95) (12, 15).

Caracteres sistemáticos diferenciales son: Plantas sin espinas y con flores agrupadas en las axilas de las hojas (16).

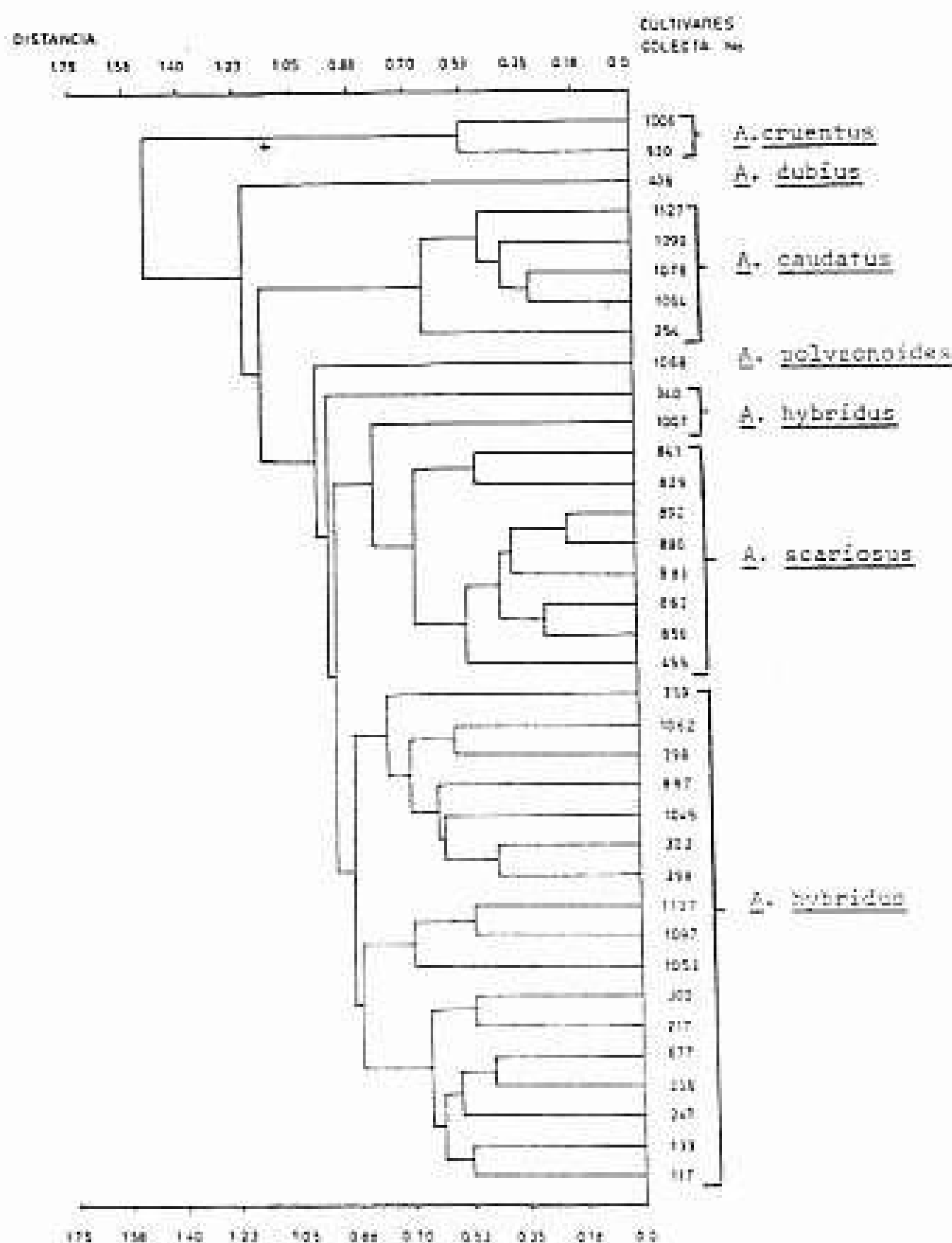
*Amaranthus scariousus:*

Es una especie distribuída principalmente en la costa sur y Atlántica de Guatemala hasta altitudes de 200 m.s.n.m. Se presenta como una maleza importante en los cultivos de la región. Según Orozco (12), alcanza una altura a floración de 49.13 - 113.6 cm, días a floración de 54 a 61, o/o de proteína en la hoja 12.5-13.8, baja producción de semilla por planta (17.70 gr a 28.51 gr) y baja área foliar.

Es importante reconocer los siguientes caracteres para establecer su ubicación sistemática: plantas sin espinas, inflorescencias terminales, fruto dehiscente y liso, tépalos de las flores pistiladas espatulado, contenido en la parte baja a manera de uña, más o menos urceolada a la madurez.

En el estudio desarrollado por Orozco M. (12), se estableció la presencia de seis especies (figura 3). El fenograma muestra que la especie *A. cruentus* es morfológicamente menos parecida a las restantes cinco ya que viene a conformar uno de los dos núcleos. Las características diferenciales radican en la pigmentación de los

tallos, hojas e inflorescencias ya que estos cultivadores son de color rojizo; además son plantas vigorosas con alta producción de semilla y hoja. Los subnúcleos que definen al segundo núcleo muestran que las especies con mayor semejanza morfológica son *A. scariosus* y una sección de *A. hybridus*, estos dos grupos de cultivares se caracterizan por presentar baja producción de semilla, baja producción de hoja, poca altura al momento de la floración, floración temprana, alta dehiscencia de las inflorescencias, es decir, son las típicas malezas existentes dentro del género *Amaranthus*, tipificadas desde el punto de vista ecológico por presentar estrategia reproductiva del tipo "r". Otros aspectos relevantes son: La especie *A. polygonoides* tiene mayor similitud con *A. hybridus* y *A. scariosus* que con las restantes; *A. caudatus* tiene más característica en común con *A. polygonoides*, *A. hybridus* y *A. scariosus* que con las dos restantes; *A. dubius* es la especie con mayor diferenciación morfológica dentro del segundo núcleo; por último, se pudo establecer que los caracteres cualitativos y cuantitativos utilizados en la caracterización definieron y diferenciaron en una forma precisa a los cultivares en su respectiva especie, tal como se observa en el fenograma de la figura 3.



## BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AZURDIA P., C.A. La otra cara de las malezas. *TIKALIA* Guatemala, 3(2): 5-23. 1984.
2. AZURDIA P., C.A. Informe final del proyecto de Recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Consejo Internacional de Recursos Fitogénicos, 256 p. 1986.
3. BECKER, R. y M. SAUNDERS. El Amaranto; su morfología, composición y usos como alimento y forraje. El Amaranto y su potencial. *Boletín (Gua)*. (1) 1-3. 1984.
4. ESTRADA, F., E.E. Evaluación preliminar del rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 cultivares de Amaranto (*Amaranthus* spp.) bajo condiciones de la ciudad capital y San Raymundo, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 49 p. 1987.
5. GARCIA V., C.O. Evaluación de rendimiento y contenido de proteína foliar en Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) a diferentes estados de desarrollo y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 60 p. 1986.
6. GONZALEZ R., M.A. Caracterización morfológica y bromatológica de 30 cultivares nativos de Bledo (*Amaranthus* spp.) en el municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 63 p. 1987.
7. GRUBBEN G., S.H. and D.H. Van SLOTEN. Genetic resources of *Amaranthus*. Roma, FAO. 57 p. 1981.
8. JUAREZ G., J.R. Caracterización preliminar de 16 muestras de bledo (*Amaranthus* spp) de las regiones del Occidente, Centro y Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 115 p. 1984.
9. MAKEPEACE, O. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 30 cultivares de bledo (*Amaranthus* spp.) en El Oasis, La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. Inédito.
10. MORALES Y., S.M. Uso de métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo (*Amaranthus* sp.) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 51 p. 1984.

11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Amaranth: Modern potentials for an ancient crop. Washington, D.C. National Academy Press. 80 p. 1984.
12. OROZCO M., E.F. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 37 cultivares de bledo (*Amaranthus* spp.) nativos, en el Valle de la Ermita, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p. 1987.
13. PEREZ M., F. Caracterización floral para determinar especies en el germoplasma de *Amaranthus* sp. recolectado en el norte y oriente de Guatemala. Informe final de investigación. Guatemala, Instituto Técnico de Agricultura. 32 p. 1984.
14. SAUER, J.D. Grain Amaranth. In: N.W. Simmonds ed. Evolution of Crop Plants, Edinburg School of Agriculture, Scotland, 4-7, 1979.
15. SOLIS S., L.F. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 32 materiales genéticos de bledo (*Amaranthus* spp.) en el municipio de Patzicía, Departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 81 p. 1987.
16. STANDLEY, P.C. and J. A. Steyermark. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldana Botany V. 24, Part 4, p. 143-147, 1946.
17. SUAREZ R., G. y E. M. Engleman, Depósito de taninos en la testa de *Amaranthus hypochondriacus*. L. (Alegria). *Agrociencia (México)* 25-50. 1982.
18. ZOHARY, D. Centers of origin and centers of diversity. In O.H. Frankel and E. Bennett ed. International biological Programme, Bell and Bain LTD, Glasgow, Britain. 33-42 p. 1970.