

0031



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ETNOBOTANICA DEL "quintonil" CONOCIMIENTO  
USO Y MANEJO DE AMARANTHUS SPP. EN MEXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)  
P R E S E N T A  
EMMA CRISTINA MAPES SANCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ROBERT ARTHUR BYE BOETTLE**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1992



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PAGINACION VARIA**

**COMPLETA LA INFORMACION**

**Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Rancho "San Francisco", Municipio de Chalco, Estado de México, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM.**

**Recibió apoyo financiero del Programa Universitario de Alimentos (PUAL) en el periodo comprendido de 1986 a 1991; del Jardín Botánico del Instituto de Biología; de la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM y del Proyecto "Milpa" de la Fundación McKnight.**

**Comité de sinodales:**

**Dr. Víctor Manuel Toledo Manzur**

**Dra. Margarita Collazo Ortega**

**Dr. Javier Caballero Nieto**

**Dr. Robert A. Bye Boettler**

**Dra. Silvia Patricia Colunga García-Marín**

**Dra. Alma Delfina Orozco Segovia**

**Dr. Rafael Lira Saade**

A mis padres y abuelos maternos porque siempre apoyaron el desarrollo académico de las mujeres de mi familia.

A mi hijo Diego, mi querencia, mi adoración, mi niño lindo, hermoso. Por las largas jornadas de trabajo que pasó en las instalaciones del Rancho San Francisco en Chalco, en la región de la Sierra Norte de Puebla y en el laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico. Su enorme paciencia, frescura y entusiasmo aligeraron el largo y arduo trabajo. Su sonrisa y sus continuas bromas me animaron en momentos muy difíciles.

A mis hermanos, hermanas, cuñadas, cuñado, sobrinos y demás familiares por su gran cariño.

Al Antropólogo Leonel Durán Solís por su generosidad y por haber sido un gran impulsor de la Etnobiología en México.

A mis queridísimas amigas que se adelantaron en el camino:

Martha Alicia Lozoya, Ileana Pérez San Vicente, María de la Luz Salas, Patricia Hiriart, Josefina Ramos y María Elena Sandoval.

Mis agradecimientos más sinceros a las siguientes personas:

Tomás Palma y Federico Valdepeña agricultores de la región de Chalco y Amecameca por hacerse cargo del establecimiento de los cultivos de amaranto en las instalaciones del Rancho San Francisco en Chalco, Estado de México.

Miguel Trejo, técnico administrativo del Jardín Botánico por las diversas actividades de apoyo: limpieza y separación de las semillas, siembra en los invernaderos y cuidado de las plantas para su trasplante.

A la bióloga Martha Callegos Reza por el registro de los datos durante el trabajo de campo.

A la Biól. Araceli Díaz Ortega por el procesamiento de los datos obtenidos durante la fase experimental y la solución de innumerables aspectos técnicos.

Al Biól. Francisco Basurto Peña por su apoyo y compañía en diversas actividades, entre otras, los recorridos de campo, compartir de manera desinteresada sus conocimientos sobre la región de la Sierra Norte de Puebla y por las ideas aportadas.

Al Doctor en Ciencias, Robert A. Bye Boettler, por su confianza y apoyo.

De manera muy especial al Dr. Antonio Lot Helgueras, ex-Director del Instituto de Biología por su apoyo durante la investigación.

Al Ing. Carlos Castañeda Estrada, Director del Programa Universitario de Alimentos (1987-1991) por su interés en esta investigación, dentro de las actividades del programa.

A la Ing. Agrón. Cristela Arámbula Villegas, responsable del apoyo a Investigaciones Interdisciplinarias del PUAL, por el trabajo logístico necesario, su interés y entusiasmo convirtieron este trabajo en algo suyo.

Al Dr. Daniel Piñero, Director del Instituto de Ecología de la UNAM por facilitar el uso de los aparatos que se emplearon en este estudio.

Al Dr. Francisco Ayala Becerril y el Dr. Benjamín Suárez, Directores del Rancho San Francisco en Chalco, de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, con gran entusiasmo y la mejor disposición me dieron todas las facilidades para utilizar el terreno en donde se llevó a cabo la fase experimental.

La Sra. Rosa Zavala Ríos siempre me brindó toda su ayuda durante mi estancia en el Rancho San Francisco.

A mis compañeros etnobotánicos, de los cuales aprendí tanto a lo largo de mi formación: José Arellano, Víctor Manuel Toledo, Narciso Barrera y Daniel Zizumbo.

Muy especialmente a Patricia Colunga, Miguel Ángel Martínez y Alejandro Casas quienes aportaron muchas ideas en el desarrollo de mi tesis. Con enorme paciencia leyeron, revisaron, discutieron y enriquecieron el trabajo.

Al Dr. Javier Caballero Nieto, investigador al que me encuentro adscrita, quien asesoró y ayudó a procesar los datos para obtener la variación morfofisiológica que se presenta en este trabajo. Con él siempre mantuve un intercambio de ideas que resultaron muy enriquecedoras.

Al Dr. Eduardo Espitia Rangel del Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por compartir sus conocimientos sobre el género, me facilitó semillas para el establecimiento de las parcelas experimentales y literatura difícil de conseguir. Eduardo me transmitió su interés por el amaranto.

Al M. en C. Salvador Sánchez Colón de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y a la bióloga Mariana Hernández Apolinar del Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias, UNAM por su asesoría en la parte estadística del trabajo. Salvador siempre me mostró una enorme paciencia y Mariana resolvió problemas en momentos difíciles.

Al Biól. Jorge Saldívar por realizar la edición final en computadora de la tesis, corregir redacción, elaborar tablas, figuras y brindar asesoría en computo.

A las biólogas Elia Herrera, Myrna Mendoza y Susana López de Lara por su participación en el procesamiento del material botánico y de los datos durante la primera fase de la investigación.

Al M. en C. Manuel Pino y al Lic. Raymundo Alcántara por facilitarme literatura valiosa sobre el tema.

Muy especialmente a la Biól. Carmen Loyola Blanco por el registro fotográfico de las plantas, cultivo tras cultivo, durante los diferentes ciclos agrícolas y principalmente por su compañerismo y amistad.

A David Breener, curador del género *Amaranthus* de North Central Region. Plant Introduction Station. Iowa State University, por identificar las semillas colectadas en este estudio.

A la Dra. Beatriz Ramírez por todo su apoyo para terminar este trabajo y por su incomparable humor que me permite ver la vida de otra manera.

A todo el personal administrativo del Jardín Botánico, que de manera directa o indirecta facilitaron mi trabajo.

A mis compañeros y amigos, sin prioridad en el orden:

Guadalupe Solleiro, Sara Frías, Francisco Zuñiga, Carolina Pérez, Olga Cano, Bertha Campero, Jorge Campero, Rosa Luz Tavera, Eberto Novelo, Matilde Luna, Fernando Castaños, Laura Cortés, Lucero Mera, Guadalupe Palomino, Esthela Sandoval, Tania Terrazas, Virginia Bautista, Delia Castro, David Martínez, Myrna Mendoza, Celia Smith, Carmen Vázquez, Leticia Cantoral, Luis Montejano, Abigail Aguilar, Gustavo Montejano, Patricia Moguel, María Elena Cortés, Emma Acosta, Gloria Suárez, Rubén Porraz, Rocío Salceda, Ana Marcela Salceda, Laura Necedal, Miguel Angel Solís, Graciela Aguilar, Fernando Chiang, Pedro Mercado, Pilar Contreras, Laura González y Enrique Velázquez.

A las familias: Alvarez, Frías, Cantoral y Solleiro por sus largos años de amistad.

A las personas que cuidaron amorosamente de mi hijo durante mis ausencias de trabajo: Leticia Mapes, Emma Sánchez Vda. de Mapes, Beatriz Arellano de Fernández, Guadalupe Solleiro y Carlos Bussey.

A la Sra. Elisa Gómez por todo su apoyo.

## RESUMEN

Se realizó un inventario de las especies y razas de amaranto productoras de verdura ("quintoniles") en la Sierra Norte de Puebla (SNP), México; se analizó su uso, manejo e importancia y se caracterizaron sus patrones de asignación de biomasa y de variación morfofisiológica, con el fin de: 1) estudiar la riqueza biológica de las especies y razas de amaranto productoras de verdura en esta región y 2) analizar sus tendencias de evolución bajo selección humana y compararlas con la de las especies y razas de amaranto productoras de grano. Las especies y razas fomentadas son: *A. hypochondriacus* razas Mixteco y Azteca ("chichiquilit") y *A. cruentus* razas Mexicano ("iztaquililit") y Africano ("quintonil rojo"). Las especies arvenses son: *A. hybridus* y *A. spinosus*. El amaranto en la SNP es muy apreciado como alimento. Las hojas del "chichiquilit" son guisadas en caldo tiñéndose de rojo, aspecto o atributo apreciado por la gente del lugar. Las plantas del "quintonil" muestran una gran capacidad de rebrote. En el momento en que las plantas ya no se consumen como plántulas, las hojas ya no se preparan en forma de caldo, únicamente se cuecen, se exprimen y se frien. En la SNP los "quintoniles" están asociados a cultivos múltiples y las semillas se riegan cuando se abre un terreno nuevo para iniciar un cultivo. Los sistemas agrícolas en que se fomentan o recolectan los "quintoniles" son milpas, chilares, frijolares, huertos familiares y parcelas con hortalizas. Se encontraron tres patrones de asignación: a) el que presentaron las razas productoras de grano; b) el que presentaron las razas productoras de verdura que mostraron que ha habido una mayor selección por el hombre para producción de hojas y tallos y c) las razas productoras de verdura que mostraron tener algunos caracteres malezoides. En el caso de las productoras de grano en la etapa reproductora la asignación a estructuras reproductoras fue mayor del 50 % del total de materia seca. Esto indica que Azteca, Mercado, Nepal y Mexicano poseen un alto esfuerzo reproductivo dado por la alta proporción de biomasa de inflorescencia en relación a la biomasa total/planta. Este patrón de asignación se encuentra relacionado con la forma de utilización de estas cuatro razas para la producción de semilla. En cuanto a las razas productoras de verdura (*A. hypochondriacus* raza Mixteco; *A. cruentus* razas Mexicano y Africano y *A. hybridus*) la asignación de biomasa a órganos reproductivos fue menor del 20% del peso seco total. Mixteco y Africano mostraron un comportamiento muy similar en cuanto a la asignación de recursos. En la etapa reproductora la asignación a estructuras florales a los 149 días fue muy baja, siendo de 7 y 1 % respectivamente, mientras que la mayor asignación fue a tallos (47 y 43 %) y a hojas (34 y 32%). La aparición de las estructuras reproductoras se presentó hasta los 120 días. Estas dos razas retardan la reproducción y prolongaron la producción de follaje. Mexicano y *A. hybridus* mostraron un comportamiento de maleza, la mayor proporción de biomasa a hojas fue asignada en las primeras etapas de desarrollo de las plantas (65 y 66%, respectivamente). Cuando las plantas empiezan a asignar biomasa a estructuras reproductoras, la proporción asignada a hojas disminuye de manera significativa (24.4 y 21.5 %, respectivamente). Los resultados obtenidos a partir de la variación morfofisiológica sugieren la existencia de dos vías diferentes de domesticación en amaranto: 1) una asociada a las hojas como verdura y 2) otra asociada al uso de semilla como grano. El análisis de componentes principales indica que las especies productoras de verdura son las que presentan los valores más altos de área foliar y de biomasa en hojas y tallos. Este resultado parece reflejar un proceso de selección dirigido a obtener una mayor cantidad de tallos y hojas comestibles. Por el contrario el hecho de que las especies productoras de grano presenten los valores más altos en biomasa de inflorescencias y los valores más bajos en biomasa de tallos y área foliar parecen indicar un proceso de selección dirigido a obtener plantas con inflorescencias centrales grandes y alta producción de semilla.

## ABSTRACT

An inventory of species and races of amaranth greens (quintoniles) was made in the Sierra Norte de Puebla (SNP) of Mexico. Their use, management and importance to the local residents were studied as well as biological patterns of allocation of biomass and morphophysiological variation. The purpose of this work was to 1) study the biological richness of the species and races of greens-producing amaranth in this region and 2) study their evolutionary trends under human selection as compared with the species and races of grain-producing amaranth. The promoted species and races are: *A. hypochondriacus* Mixteco and Azteca races (chichiquilit) and *A. cruentus* Mexicano (Iztaquilit) and Africano (quintonil rojo) races. The agrestal species are: *A. hybridus* and *A. spinosus*. Amaranth at the SNP is a highly-valued foodstuff. The leaves of chichiquilit are cooked in water rendering the broth red. This characteristic, not to mention flavor, is highly sought by the natives. Seeds added to maize dough are used to make atole during Holy Week festivities. Quintonil plants have a great capacity to sprout repeatedly and people are continuously pinching the growing tips of these plants. When these plants may no longer be considered juvenile, the leaves are not used to make broth but rather are cooked in water, strained and fried. It is noteworthy that at the SNP quintoniles are always associated to multiple cropping systems and seeds are spread on the plowed soil when a new crop is being sown. Grain-producing amaranth in other areas of Mexico is grown in monocultures through replanting or direct sowing at each agricultural cycle. The agricultural systems where quintoniles are promoted or harvested are corn fields, chili pepper fields, bean fields, family plots and vegetable gardens. In this study three allocation patterns were found: a) grain-producing races, b) greens-producing races (which showed that there has been a greater man-made selection for the production of leaves and stems) and c) greens-producing races (which showed weedy growth characteristics). At the reproductive stage of grain taxa the allocation to reproductive structures was greater than 50% total dry matter. This means that Azteca, Mercado, Nepal and Mexicano races have a greater reproductive effort in view of the high volume of biomass of inflorescence in relation the total biomass/plant. This allocation pattern is related to the usage of these four races for seed production. The greens-producing races (*A. hypochondriacus* Mixteco race; *A. cruentus* Mexicano and Africano races and *A. hybridus*), all of them collected originally at SNP, exhibited the biomass allocation to reproductive organs of less than 20% total dry weight which reflects the importance of the vegetative stage in human selection of this edible plant. Mixteco and Africano showed very similar behavior in their allocation of resources. At the reproductive stage, the allocation to flower structures at 149 days was very low (7 and 1%, respectively) while the greatest allocation was to stems (47 and 43%) and to leaves (34 and 32%). Reproductive structures appeared after 120 days. These two races delay reproduction and prolong foliage production. Mexicano race and *A. hybridus* allocated greatest ratio of biomass to leaves during the early development stages (65 and 66%, respectively), which is the time when they are usually consumed. Upon initiation of the reproductive structures, the ratio allocated to leaves decreases significantly (24.4 and 21.5%, respectively). The results obtained from morphophysiological variation suggest that there are two different pathways for the domestication of amaranth: 1) one associated to leaves as greens and 2) another associated to the use of seeds as grain. The principal component analysis revealed that the greens-producing species have the highest values of foliar area and of biomass in leaves and stems. This result may reflect a selection process aimed at obtaining a greater volume of edible leaves and stems. In contrast, the grain-producing species have the greatest values in biomass of inflorescence and the lowest values in biomass of stems and foliar area suggest that there is a selection process aimed at obtaining plants with large central inflorescences and high seed production.

# CONTENIDO

## CAPÍTULO 1

Introducción	3
Objetivos	7
Metodología	7

## CAPÍTULO 2

Antecedentes	13
A. Taxonomía y características botánicas del género <i>Amaranthus</i>	13
B. Domesticación y evolución del género	20
C. Evidencias históricas sobre el origen americano de las especies productoras de grano	23
D. Utilización del amaranto como verdura	25
E. Colecciones de germoplasma	26
F. Metodología y análisis de crecimiento	27

## CAPÍTULO 3

Etnobotánica del "quintonil". Conocimiento, uso y manejo de <i>Amaranthus</i> spp. en la Sierra Norte de Puebla	41
Introducción	41
Materiales y métodos	43
Resultados	45
Discusión	51

## CAPÍTULO 4

Variación morfofisiológica de algunas especies mexicanas de <i>Amaranthus</i> usadas a manera de verdura: tendencias evolutivas bajo domesticación	63
Introducción	63
Materiales y métodos	64
Resultados	66
Discusión	69

## CAPÍTULO 5

Desarrollo de cinco razas de amaranto ( <i>Amaranthus</i> spp.) en Chalco, Estado de México	75
Introducción	76
Sitio experimental	77
Materiales y métodos	79
Resultados	84
Discusión	92

## **CAPÍTULO 6**

<b>Discusión General</b>	<b>99</b>
<b>Inventario</b>	<b>99</b>
<b>Etnobotánica</b>	<b>100</b>
<b>Análisis de crecimiento</b>	<b>106</b>
<b>Variación morfofisiológica</b>	<b>110</b>
<b>Perspectivas</b>	<b>111</b>

## **ANEXOS**

<b>Lista de especímenes y semillas colectadas</b>	<b>123</b>
<b>Matriz básica de datos</b>	<b>124</b>



---

## CAPITULO 1

---

## INTRODUCCIÓN.

amaranto (del lat. *amaranthus*,  
y este del gr. ἀμάραντος;  
de ἀ priv., y μαραίνω, marchitar).

**D**esde tiempos muy antiguos los amarantos de grano (*Amaranthus* spp.) han formado parte de los cultivos básicos en América, logrando persistir hasta la fecha como parte de la agricultura tradicional. En la actualidad, existe un renovado interés en su cultivo debido al potencial que tiene en la elaboración de nuevos productos alimenticios, sus beneficios nutricionales y sus ventajas agrícolas. El amaranto puede ser procesado de diferentes maneras. Las semillas pueden ser reventadas con el objeto de elaborar los dulces llamados "alegría", granolas u hojuelas. Se puede obtener harina con la cual se elaboran pasteles, galletas, cremas, pastas, etc. El amaranto requiere menos procesamiento que muchos de los otros cultivos, un factor muy importante en países donde las fuentes de energía son escasas o muy costosas. Su proteína es de alto valor biológico, debido a que presenta el balance de aminoácidos que más se acerca a la proteína ideal. La eficiencia proteica del amaranto es comparable con la de la caseína. En particular, el aminoácido esencial lisina, se presenta en el amaranto en cantidades dobles con respecto a la cantidad que presentan los granos comunes como el maíz, trigo y arroz. Como resultado de esto, el amaranto puede ser usado para complementar alimentos elaborados con los cereales anteriormente mencionados (Bressani, 1989). Un segundo elemento nutritivo de gran interés es la grasa. De igual manera que con el contenido de la proteína, los aceites como el ácido linoleico, el ácido oleico y el ácido linolénico se encuentran en más altas concentraciones en los amarantos de grano que en los cereales, y por último el almidón es el principal componente en la semilla de amaranto y se han encontrado pequeñas cantidades de sacarosa y rafinosa (Bressani, *et al.*, 1992). Desde el punto de vista nutricional es especialmente benéfico para los grupos sociales más vulnerables como son los niños y mujeres embarazadas o las que se encuentran en la fase de la lactancia (Espitia, 1991).

Desde el punto de vista agronómico el amaranto es un cultivo que prospera en regiones temporales de baja precipitación. Es muy resistente a la sequía y al calor. Es un cultivo fácil de establecer que crece vigorosamente, adaptándose a nuevos medios. Lo anterior hace del amaranto una excelente alternativa para la agricultura y para subsanar los problemas nutricionales en los países en desarrollo. Sin embargo, el amaranto como un cultivo marginado presenta ciertas limitaciones ya que no ha recibido los beneficios del trabajo de fitomejoramiento. Los principales problemas que presenta el cultivo son: la obtención de una baja producción, las plantas presentan acame (se tumban debido a la lluvia, el

viento, la debilidad de los tejidos etc.), los frutos son dehiscentes y la cosecha de la semilla presenta mucha dificultad debido a su pequeño tamaño (Suárez, 1988). En este sentido, es necesario desarrollar más investigación en el futuro, con el objeto de poder resolver estas limitaciones, de tal manera que el amaranto llegue a expresar su enorme potencial como un cultivo alternativo. En México existe una amplia tradición sobre el amaranto, desde tiempos precolombinos era muy utilizado y ha formando parte de algunos policultivos junto con el maíz y el frijol. Sin embargo, después de la conquista su cultivo se vio muy reducido. En la actualidad la superficie sembrada fluctúa alrededor de las 1000 hectáreas; en algunos años, esta superficie se reduce drásticamente (Espitia, 1991).

Existen evidencias arqueológicas que indican a México como uno de los centros primarios de origen y domesticación del amaranto como grano (Sauer, 1950) y de que éste presenta una enorme variación tanto de especies cultivadas como no cultivadas. Diversos autores han realizado estudios sobre las relaciones filogenéticas de las especies cultivadas y sus posibles ancestros (Sauer, 1967; Pal y Khoshoo, 1974; Huaptli y Jain, 1984; Kulakow y Jain, 1990). Siendo México el centro de diversidad y domesticación más importante, lo más probable es que los ancestros de las plantas cultivadas usadas a manera de grano se encuentren en este lugar.

Las principales especies productoras de grano son: *A. hypochondriacus* L. y *A. cruentus* L. originarias de México y Guatemala, respectivamente, llegando al suroeste de Estados Unidos y *A. caudatus* L. originaria de los Andes de Perú, extendiéndose hacia el norte de Ecuador y hacia el sur de Bolivia y Argentina (Williams y Brenner, 1995). Estas tres especies productoras de grano se usan además con múltiples propósitos, ya que presentan también hojas comestibles. *Amaranthus cruentus* L. ha llegado a ser una verdura muy importante en otras partes del mundo, especialmente en África. Inicialmente fue domesticada como una especie 1) productora de grano, 2) de verdura y 3) de colorante. En el siglo XIX se usaba también como ornamental y sus hojas eran consumidas a manera de verdura en muchas partes tropicales del mundo.

Existen muchas otras especies de amaranto que no han sido cultivadas pero que se han usado como verdura o como alimento de emergencia en las hambrunas. Escritos antiguos de China, Egipto y Grecia testifican el uso del amaranto como verdura o medicina (Williams y Brenner, 1995).

La dieta de muchas poblaciones del mundo se basa fundamentalmente en el consumo de cereales y leguminosas de grano. Éstas son mejoradas desde el punto de vista nutricional con la adición de pequeñas cantidades de hojas verdes, las cuales mejoran y complementan la dieta en cuanto a vitaminas y minerales. Entre las hojas verdes, el amaranto (*Amaranthus* spp.) es una de las más importantes (Spillari, Soto y Bressani, 1981).

En los últimos años se ha puesto especial interés en el uso del amaranto como verdura, especialmente en los trópicos (National Academy of Sciences, 1975; Grubben, 1977). Sin embargo, el amaranto ha sido cultivado como verdura desde hace 2000 años y continúa siendo un cultivo importante. Varias especies de amaranto son actualmente usadas como verdura en diversas áreas geográficas como el suroeste de Estados Unidos, China, India, África, Nepal, las islas del Pacífico Sur, el Caribe, Grecia, Italia y Rusia (Stallknecht y Schulz-Schaeffer, 1991). Existen muchos cultivares de la especie *A. tricolor* L., la cual se encuentra ampliamente distribuida y cultivada en el este de Asia y en el Pacífico Sur. Las hojas de *A. dubius* Mart. ex. Thell. se consideran de buen sabor en muchas áreas del Caribe y las hojas de *A. cruentus* son muy apreciadas en África (Grubben, 1977). También se consumen las hojas de *A. lividus* L. en la India. Las especies anteriormente mencionadas tienen su origen en diferentes centros. Se cree que *A. tricolor* es nativo de la India o de la región del sureste de China; *A. lividus* de la parte sur o central de Europa; *A. dubius* de América Central y *A. cruentus* del sur de México y de Centro América (Devadas y Mallika, 1991). Los tipos que se usan para verdura presentan generalmente hojas muy suaves y un hábito de crecimiento indeterminado que produce un nuevo crecimiento suculento y axilar (Stallknecht y Schulz-Schaeffer, 1993).

En la India el amaranto es muy popular y recibe el nombre de "espinaca de los pobres". Su cultivo es muy común en este país debido a la facilidad con que se lleva a cabo, a la rápida tasa de crecimiento que presenta, a la adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas, a su alto potencial de producción y a la resistencia al ataque de plagas y enfermedades. Las limitantes importantes del cultivo de amaranto como verdura en términos generales son: el inicio de la floración, antes de que se produzca suficiente material vegetativo y la incidencia de plagas y enfermedades. La floración temprana termina con el crecimiento vegetativo dando como resultado una baja producción (Devadas y Mallika, 1991).

En diversas regiones de México se usan diferentes especies de amaranto como verdura, siendo las más comunes: *A. hybridus* L., *A. retroflexus* L., *A. palmeri* S. Wats., *A. powellii* S. Wats., *A. dubius* y *A. spinosus* L. Estas especies son malezas, arvenses o ruderales, las últimas son de menor tamaño que las plantas productoras de grano, presentan flores y frutos más pequeños y semillas de color oscuro.

En la región de la Sierra Norte de Puebla y en algunas partes de Veracruz se usan las hojas *A. hybridus*, *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, plantas fomentadas o inducidas en la milpa, las semillas regadas en el terreno, cuando una nueva parcela se abre al cultivo. Las hojas de las especies cultivadas productoras de grano: *A. hypochondriacus* y *A. cruentus* también

son consumidas en otras partes de México cuando las plantas se encuentran en estado tierno.

En México, los amarantos usados a manera de verdura reciben el nombre común de "quintoniles" y son una clase de "quelites". Son plantas herbáceas cuyas hojas jóvenes se consumen. En algunos casos también se usa como alimento a las inflorescencias inmaduras y los tallos tiernos (Bye, 1981).

La palabra "quelite" deriva del término nahuatl "quilitl" que significa verdura. Es interesante señalar que el término existe en diferentes lenguas indígenas del país. Estas plantas generalmente se comen inmaduras y crudas (en muy pocas ocasiones) o herventadas en agua tibia. Se consumen frescas durante la estación de lluvias. En muchas ocasiones, estas plantas han sido consideradas erróneamente como plantas silvestres, sin embargo, una observación más cuidadosa muestra que estas hierbas, desde el punto de vista biológico son malezas, productos evolutivos y ecológicos adaptados a sobrevivir en hábitats perturbados. Sin la constante interacción del hombre a través de miles de años, estas formas no estarían presentes en cantidades suficientes para poder ser un recurso alimentario. Generalmente son plantas anuales.

En México existe poco conocimiento acerca del uso, manejo y procesos de evolución bajo domesticación de las especies de amaranto que se usan a manera de verdura.

El presente trabajo tiene como antecedente inmediato la investigación "Plantas Comestibles de México", realizada en el periodo de 1983 a 1988 como parte de las actividades del Laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. En 1987 la investigación se inscribe dentro de las actividades del Programa Universitario de Alimentos (PUAL). En 1996 la investigación se continúa en la región de la Sierra Norte de Puebla, como parte del Proyecto "Milpa" de la Fundación McKnight.

Las investigaciones etnobotánicas anteriormente mencionadas mostraron: 1) que el amaranto como verdura tiene gran importancia en la región de la Sierra Norte de Puebla; 2) que existen diferencias en cuanto al manejo que reciben las plantas productoras de verdura en la Sierra Norte de Puebla comparadas con las de grano en otras regiones del país; y 3) se observaron diferencias en las plantas productoras de verdura en cuanto a morfología, arquitectura y patrones de crecimiento, con respecto a las de grano.

## OBJETIVOS

1. Estudiar la riqueza biológica de las especies y razas de amaranto productoras de verdura en la región de la Sierra Norte de Puebla, México.
2. Analizar sus tendencias de evolución bajo selección humana, y compararlas con las especies y razas de amaranto productoras de grano.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Hacer un inventario de las especies y razas de amaranto productoras de verdura de la Sierra Norte de Puebla, México.
2. Analizar su uso, manejo agrícola e importancia en función de sus tendencias de evolución bajo selección humana.
3. Caracterizar sus patrones de asignación de biomasa y de variación morfofisiológica y compararlos con las especies y razas productoras de grano.

## METODOLOGÍA

Este trabajo consta de dos partes: en la primera se llevó a cabo investigación etnobotánica en la región de la Sierra Norte de Puebla y en la segunda se realizó una fase experimental.

### **Investigación Etnobotánica:**

Se hicieron recorridos de campo para la recolecta de ejemplares de herbario y semillas. se recopiló la información pertinente acerca del conocimiento, uso y manejo de las diferentes especies de amaranto que se utilizan como verdura en esta zona. Mediante observación participante, entrevistas abiertas y visitas periódicas a los principales mercados de la región, se puso especial atención a las motivaciones y preferencias de la gente hacia estas plantas. Se ubicaron los agroecosistemas donde se encuentra presente el amaranto y el manejo agrícola que reciben. Al mismo tiempo se realizaron viajes de colecta a diferentes zonas productoras de grano como son el Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala y Puebla. Se recolectaron semillas y ejemplares de herbario en diferentes agroecosistemas, en graneros y en mercados.

### **Fase Experimental:**

La investigación se inscribió dentro de las actividades del Programa Universitario de Alimentos (PUAL), a través del proyecto "Establecimiento de Jardines de Introducción". El PUAL a su vez, mediante un convenio con la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, facilitó la utilización de un terreno que pertenece al Rancho San Francisco, ubicado en Chalco, Estado de México. Durante 1990, se estableció, un ciclo de cultivo bajo condiciones homogéneas con 32 poblaciones distintas de plantas ruderales, arvenses, fomentadas, cultivadas, productoras de grano y de verdura, de diferentes regiones del país, con el propósito de establecer parcelas demostrativas del uso potencial del amaranto y al mismo tiempo realizar un estudio comparativo del patrón de crecimiento. Para este trabajo se escogieron diez poblaciones de amaranto productoras de verdura y seis poblaciones productoras de grano con el propósito de caracterizar y comparar su patrón de variación morfofisiológica expresada en el tamaño, la asignación de recursos y los parámetros de crecimiento, durante el ciclo biológico de las plantas. Para ello se tomaron datos de altura, área foliar, biomasa total de la planta y biomasa de raíz, tallo, hoja e inflorescencia. Para conocer la asignación de biomasa de las plantas se consideraron los porcentajes de peso seco de raíz (R), tallo (T), hoja (H) e inflorescencia (I). También se obtuvo el cociente raíz/vástago o R/S (root/shoot). Las tasas de crecimiento por planta se obtuvieron a partir del programa en computadora descrito por Hunt y Parsons (1974 y 1981). En el que se adopta una forma de análisis de crecimiento funcional y se obtienen tasas de crecimiento instantáneas en diferentes tiempos (generalmente más de dos cosechas), a partir de funciones matemáticas ajustadas a los valores observados del peso seco y el área foliar. Una vez obtenidos todos los datos se procedió a realizar un análisis de conglomerados jerárquicos y otro de ordenación (componentes principales).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bye, R. 1981. Quelites-ethnoecology of edible greens-past, present and future. *J. Ethnobiol.* 1(1):109-123.
- Bressani, R. 1989. The proteins of grain amaranth. *Food Rev. Int.* 5:13-38.
- Bressani, R., A. Sánchez Marroquín y Enrique Morales. 1992. Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing their nutritional quality. *Food Rev. Int.* 8(1)23-49.

- Devadas, V. y V. Mallika. 1991. Review of research on vegetables and tuber crops. Amaranths. Kerala Agricultural University Press, Thrissur-Kerala. 59 p.
- Espitia, E. 1991. Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en Alegría (*Amaranthus* spp.). Tesis M. en C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México. 104 p.
- Grubben, G. 1977. *Tropical Vegetables and their Genetic Resources*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- Huaptli, H. y S. Jain. 1984. Allozyme variation and evolutionary relationships of grain Amaranths (*Amaranthus* spp.). *Theor. Appl. Genet.* 69: 153-165.
- Hunt, R. y I. Parsons. 1974. A computer program for deriving growth functions in plant growth analysis. *J. Appl. Ecol.* 4: 453-560.
- Hunt, R. y I. Parsons. 1981. Plant growth analysis. User's instructions from the stepwise and spline programs. Natural Environment Research Council Unit of Comparative Plant Ecology. University of Sheffield. pp. 1-48.
- Kulakow, P. y S. Jain. 1990. Grain amaranth- Crop species, evolution and genetics. Proc. Fourth National Amaranth Symposium: Perspectives on Production, Processing & Marketing. Univ. of Minnesota Publ. pp. 105-114.
- National Academy of Sciences (NAS). 1975. *Underexploited Tropical Plants with Promising Economic Value*. National Academic Press, Washington D.C. pp. 189.
- Pal, M. y T. Khoshoo. 1974. Grain amaranths. En: S. Hutchinson (ed.). *Evolutionary studies in world crops. Diversity and change in Indian subcontinent*. Camb. Univ. Press, England. pp. 129-137.
- Sauer, J. 1950. The grain amaranth: a survey of their history and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 37: 561-616.
- Sauer, J. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographical survey. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 54(2): 103-137.
- Spillari, M. M., A. García Soto y R. Bressani. 1989. Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales en las hojas de amaranto (*Amaranthus* spp.) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico. El Amaranto y su Potencial. Boletín No. 4. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala. pp. 5-8.

- Stalknecht, G. y J. Schulz-Schaffer. 1993. Amaranth rediscovered. *In*: J. Janick & J. Simon (eds.). *New Crops*. John Wiley & Sons. New York. pp. 211-221.
- Suárez, G. 1988. Experiencias e inquietudes sobre amaranto. En: Reyna, T. (ed.). *Investigaciones Recientes sobre Amaranto*. Instituto de Geografía, UNAM. México. pp. 11-15.
- Williams, J. y D. Brenner. 1995. Grain amaranths (*Amaranthus* species). *In*: J. Williams (ed.). *Cereals and pseudocereals*. Chapman & Hall, London. pp. 129-186.



---

## CAPITULO 2

---

## ANTECEDENTES

### A. Taxonomía y características botánicas del género *Amaranthus*.

La familia Amaranthaceae comprende 60 géneros y cerca de 800 especies de hierbas anuales de origen tropical, que se adaptan bien a climas templados. Sus principales centros de distribución son los trópicos de América y la India, aún cuando en los trópicos de África y Australia existe un importante número de especies (Feine *et al.*, 1979; Sauer, 1967). La familia Amaranthaceae ha evolucionado en regiones cálidas, secas y con suelos salinos, lo que da como resultado adaptaciones anatómicas y fisiológicas especiales, como la presencia de tricomas globuliformes que actúan como estructuras de secreción externa para eliminar las sales que se presentan en exceso en el suelo, cutícula gruesa, en algunas especies presencia de espinas y presencia de fijación del carbono atmosférico por la vía altamente evolucionada denominada C4.

El género *Amaranthus*, aunque cosmopolita, es predominantemente tropical e incluye cerca de 50 especies nativas de los trópicos y de las regiones templadas de todo el mundo (Feine *et al.*, 1979). Su clasificación taxonómica es difícil debido a que se han considerado para tal efecto características como la pigmentación, carácter que segrega demasiado entre las poblaciones, y el tamaño de la planta, que depende de la duración la luz del día y otras variables ambientales, además de que la planta del amaranto muestra mucha plasticidad (Espitia, 1986). Debido a esto se han buscado otros caracteres más constantes que faciliten la identificación de las especies, tal es el caso de algunos caracteres reproductivos y vegetativos (Sauer, 1950, 1967; Walton, 1968; Pal, 1972). Entre los rasgos reproductivos que son de valor taxonómico se encuentran las peculiaridades de la inflorescencia, de la flor estaminada y de la flor fructificada, destacando en esta última la relación de las brácteas con los tépalos y el gineceo fructificado, la forma y el tamaño de los tépalos de los frutos, y por último, lo concerniente al grado de cobertura del gineceo fructificado y a la forma y tamaño de sus ramas estilo-estigmáticas. Los caracteres vegetativos de interés taxonómico son, por ejemplo, el ápice de las láminas y la longitud del peciolo de las hojas (Hunziker, 1987).

El género se puede subdividir en dos subgéneros: *Amaranthus* L. (plantas monoicas) y *Acnida* (L.) Aellen ex K. R. Robertson (plantas dioicas). El subgénero *Amaranthus* se ha dividido en dos secciones con base en detalles morfológicos de la inflorescencia y de la flor (Koshoo y Pal, 1972): *Amaranthus* (Sect. *Amaranthotypos* Dumort; "Paniculati" de Small), con inflorescencias grandes, terminales, de crecimiento indeterminado (con excepción de *A. edulis*), las flores son pentámeras con un utrículo

dehiscente y circunsésil y *Blitopsis* Dumort (Grupo "Crassipes" de Small) con inflorescencias axilares de crecimiento determinado, cuando existe una inflorescencia terminal, ésta es muy pequeña. Las flores son normalmente bímeras o trímeras con un utrículo de dehiscencia irregular (Robertson, 1981).

En la sección *Amaranthus* se incluyen entre otras especies: *A. cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. caudatus* y *A. edulis*. Plantas con flores pentámeras e inflorescencias terminales de crecimiento indeterminado (excepto *A. edulis*; Pal, 1972) que se utiliza para producción de grano. Se incluyen también los amarantos colorantes, la mayoría de los ornamentales, muchos de los tipos para verdura y varios de los que se consideran malezas (Grubben y Van Sloten, 1981). Dentro del grupo para la producción de grano, Kauffman (1981) se incluye también a *A. hybridus*, debido a que está siendo utilizada en los programas de mejoramiento genético para aprovechar algunas de sus características como precocidad y altura.

La sección *Blitopsis* incluye especies para verdura tales como *A. tricolor* y *A. blitum* L. (Grubben y Van Sloten, 1981).

En la América precolombina se cultivaron tres especies para producción de grano: *A. caudatus* en los Andes, *A. cruentus* en América Central y *A. hypochondriacus* en México. Todas estas especies fueron descritas y nombradas por Linneo a partir de formas ornamentales cultivadas en los jardines Europeos durante el siglo XVIII (Sauer, 1950; 1967).

Debido a la variabilidad que existe dentro de las especies, ha sido necesario hacer subdivisiones. Sauer (1950) subdividió a *A. hypochondriacus* en tres razas: común, Arizona y aberrante; para *A. cruentus* distinguió la común y Mexicana.

Más recientemente, Hass (1979) hizo una clasificación de algunas especies de *Amaranthus* en tipos agronómicos con base en: a) características morfológicas como altura de la planta, tamaño de la inflorescencia central, patrón de ramificación, número de flores pistiladas por glómulo; b) caracteres fenológicos como tiempo de floración y tiempo a la maduración; c) el origen geográfico; d) uso. De esta manera para *A. hypochondriacus* propuso los tipos: enano de Nepal y el alto de floración tardía; para *A. cruentus* el Mexicano y Africano; para *A. hybridus* el bajo de floración temprana y para *A. caudatus* el *edulis* y el típico.

Esta clasificación ha sufrido modificaciones para incluir tipos que en un principio no se habían considerado o porque algunos de ellos han cambiado de nombre. De esta manera, Kauffman (1981) distingue el Nepal, el arbustivo tardío, el Azteca, y el picos en *A. hypochondriacus*; el Mexicano, Africano y Guatemalteco en *A. cruentus*; el precoz en *A. hybridus* y el sudamericano y *edulis* en la especie *A. caudatus*.

Kauffman y Reider (1984 en Espitia, 1986) mencionan para *A. hypochondriacus* los tipos Nepal, Mercado, Mixteco, Azteca y Picos; para *A. cruentus*, el Mexicano, Africano y Guatemalteco; para *A. hybridus* el Prima y para *A. caudatus* el sudamericano y edulis. Esta última clasificación es la que se ha venido utilizando por mucho tiempo. Cabe precisar que los nombres de *A. hypochondriacus* tipo Azteca y *A. hypochondriacus* tipo Mixteco fueron sugeridos por el Dr. Eduardo Espitia del Centro de Investigaciones de la Mesa Central (CIAMEC) en Chapingo, México, para diferenciar las poblaciones de *A. hypochondriacus* procedentes del D.F., Estado de México, Tlaxcala y Puebla (tipo Azteca), de poblaciones procedentes del Estado de Oaxaca (tipo Mixteco). Los nombres aluden a las civilizaciones que florecieron en estos sitios durante la época precolombina (Espitia, 1986).

En 1992, Kauffman propuso el término de grupos morfológicos. En los campos experimentales del Centro de Investigaciones de Rodale se sembraron accesiones de especies con semillas de color claro (*A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*) observándose similitudes y diferencias entre características fenotípicas muy obvias, así como la respuesta que tuvieron a la longitud del día. Las accesiones que presentaron características similares se consideraron como un "grupo morfológico".

Los grupos morfológicos representan una parte del espectro de la variación genética dentro de cada especie. Las accesiones dentro de un grupo realmente son "landraces", en el sentido de Hoyt (citado por Kauffman, 1992), es decir son razas locales del cultivo, desarrolladas a través del tiempo por la selección natural. Estas se encuentran totalmente adaptadas a las influencias de los humanos y del medio donde se desarrollan.

Los grupos morfológicos son clasificaciones preliminares. Es necesario realizar una caracterización adicional para definir cada grupo morfológico de manera más clara. Espitia (1994) propuso que los tipos de grano o grupos morfológicos representan una parte del espectro de la variación genética dentro de las especies. Las accesiones dentro de un grupo morfológico pueden ser consideradas como variedades nativas; éstos son individuos domesticados de reproducción sexual con características que les permiten ser distinguidos de otros grupos. Consecuentemente, la designación más apropiada para los tipos de grano es el de raza. Cada raza tiene una distribución definida y ha sido desarrollada bajo diferentes condiciones agroclimáticas que hacen que la evolución de cada una de ellas sea diferente (Espitia, 1994).

Molina (1995) estudia el patrón de variación isoenzimática en las principales razas cultivadas de amaranto de grano con las razas Edulis y Sudamericana de *Amaranthus caudatus*, las razas Guatemalteca, Mexicana y Africana de *A. cruentus* y las razas Azteca, Mixteca, Mercado, Nepal y "Spike" de *A. hypochondriacus*, analizando un total de 21 isoenzimas (30

loci) en un total de 790 individuos de 79 accesiones. El polimorfismo detectado dentro de las razas fue muy bajo (de 0.00 a 0.05). En este trabajo Molina presenta los resultados de un análisis de diversidad genética (Nei) por raza y por locus, encontrando poca variación genética dentro de las razas: la diversidad por raza ( $H_T$ ) fluctúa entre 0.00 y 0.06. El autor concluye que existe poca diferenciación genética; las distancias genéticas son muy cercanas a cero y los resultados muestran que en términos de isoenzimas, no es posible distinguir diferentes razas cultivadas de grano.

En esta investigación se considera que existen suficientes diferencias de tipo morfológico para identificar razas geográficas. Sin embargo, faltan todavía por realizarse más estudios genéticos y de biología molecular con materiales mexicanos para poder comprobar esta hipótesis.

#### **Ubicación taxonómica de las especies estudiadas.**

Orden: Caryophyllales  
Familia: *Amaranthaceae* A. L. Jussieu  
Género: *Amaranthus* L.  
Sección: *Amaranthus*

**Especies productoras de grano cultivadas estudiadas.** Son aquellas que durante su ciclo de vida reciben manejo y cuidado por parte del ser humano. Es importante mencionar que todas las plantas domesticadas son cultivadas pero no todas las cultivadas son domesticadas.

*Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca  
*Amaranthus hypochondriacus* L. Mercado  
*Amaranthus hypochondriacus* L. Nepal  
*Amaranthus cruentus* L. Mexicano

**Especies productoras de verdura fomentadas o inducidas (enhancement).** Este tipo de manejo consiste en diferentes estrategias dirigidas a incrementar la densidad de población de plantas útiles en sus hábitats naturales. Incluye la siembra de semillas o la propagación intencional de estructuras vegetativas en los mismos lugares ocupados por las poblaciones de plantas silvestres o arvenses (Bye, 1993; Casas *et. al.* 1997; Colunga, 1986 & Vázquez, 1986).

*Amaranthus hypochondriacus* Mixteco  
*Amaranthus hypochondriacus* Azteca  
*Amaranthus cruentus* Mexicano  
*Amaranthus cruentus* Africano

**Especies arvenses y ruderales.** Baker (1965) señala que una planta es una "maleza" si su población se desarrolla en situaciones con fuerte grado de disturbio causado por el hombre. Se incluyen por una parte aquellas especies llamadas "agrestes" o arvenses, que entran a los campos de cultivo; y por otra parte a las "ruderales", que pueden encontrarse en sitios con vegetación perturbada o bien a lo largo de los caminos. Sin embargo, no es posible establecer una línea entre estos dos tipos de "maleza", ya que una especie puede ocupar ambos hábitats.

*Amaranthus hybridus*

### **Descripción de las especies que se analizan en este estudio.**

#### ***Amaranthus hypochondriacus* (Syn. *A. leucocarpus* S. Watson)**

Plantas anuales, herbáceas. Tallo simple o ramificado, alcanzan alturas de hasta tres metros. Hojas simples, alternas, elípticas u ovado-oblongas, ápice agudo acuminado y base cuneada o aguda. Inflorescencia de gran tamaño con espigas y panículas laterales; muy densa, erecta y espinosa. Flores pentámeras, tépalos ligeramente curvados y más largos que los tépalos de las otras especies para producción de grano. Semillas de color blanco, dorado, café y negro. Esta especie también es utilizada como ornamental por sus inflorescencias que son muy vistosas (Grubben y Van Sloten, 1981).

#### *Amaranthus hypochondriacus* Azteca.

Esta raza incluye las plantas de mayor tamaño del género, alcanzan hasta 3 m de altura, su ciclo biológico es tardío (170 días en Chapingo, Estado de México); su tallo es verde con estrías de color púrpura, las hojas son elípticas y de diversos colores. Cada planta tiene entre 40 y 50 hojas primarias. La inflorescencia puede alcanzar hasta un metro de longitud y su color puede ser verde, rosa, rojo y púrpura; presenta un promedio de 80 a 150 panículas erectas; cada una con 5 a 13 ramas; el glomérulo tiene un promedio de 30 flores pistiladas. Las brácteas son largas y puntiagudas mayores que el utrículo; por lo que la inflorescencia puede producir un efecto espinoso al tacto. La caída de la semilla en esta raza es muy baja, siendo de color blanco, marrón o negro, se pueden producir más de 100 g de semilla por planta, por lo que es considerada como la de mayor potencial de rendimiento. Es originaria de las partes altas de Tlaxcala, Puebla, México y Distrito Federal en México, donde se usa únicamente como productor de grano y se cultiva en las zonas de clima templado como: Tulyehualco, Distrito Federal, San Miguel del Milagro, Tlaxcala y algunas zonas aledañas a los volcanes en los estados de Tlaxcala y Puebla. Es sensible al fotoperíodo. En condiciones de 40° latitud Norte.

Pennsylvania, EE.UU., el ciclo biológico es muy tardío y en la mayoría de los casos no se completa.

Este tipo presenta los menores grados de ramificación lateral (Kauffman y Reider, 1984; Weber *et al.*, 1985; Espitia, 1986; Espitia, 1987; Espitia, 1992a; Espitia, 1992b; Espitia, 1994).

#### *Amaranthus hypochondriacus* Mercado

Las plantas de esta raza alcanzan una altura en la madurez de hasta 2 m, su ciclo biológico dura unos 140 días; por lo general presenta tallos y hojas de color verde, las hojas son de forma elíptica. Cada planta llega a tener entre 20 y 35 hojas primarias. La inflorescencia central mide alrededor de 60 cm de longitud y presenta de 42 a 75 panículas erectas y cada una tiene 3 a 9 ramas. Los glomérulos tienen un promedio de 44 flores pistiladas. Las brácteas son más cortas que el utrículo y de ápice obtuso por lo que resulta ser suave al tacto. Desarrolla numerosas ramificaciones laterales y adquiere una apariencia arbustiva, sobre todo a bajas densidades de población. Las semillas son blancas, doradas y raras veces negras. La raza Mercado no se encuentra pura, se le encuentra mezclada con la raza Mexicano en las regiones productoras de Morelos y Puebla, ubicadas en la zona de transición ecológica o tropical (Kauffman y Reider, 1984; Weber *et al.*, 1985; Espitia, 1986; Espitia, 1987; Espitia, 1992a; Espitia, 1992b; Espitia, 1994).

#### *Amaranthus hypochondriacus* Mixteco.

Esta raza es utilizada como grano y es originaria de los estados de Oaxaca y Michoacán en México. Es muy similar a la Azteca pero tarda más tiempo en madurar, de 180 a 220 días, las ramificaciones de la inflorescencia son más delgadas en la raza Mixteco. Alcanza hasta 3 m de altura. La inflorescencia presenta de 100 a 170 panículas erectas y cada una tiene de 5 a 27 ramas. Los glomérulos tienen un promedio de 18 flores pistiladas. Las brácteas son más largas que el utrículo. Las semillas son blancas o marrón oscuro y el tamaño es de chico a mediano. Esta raza es muy sensible al fotoperíodo (Espitia, 1992a; Espitia, 1992b; Weber y Kauffman, 1990; Kauffman y Reider, 1984).

#### *Amaranthus hypochondriacus* Nepal.

En México, esta raza ha tenido buena adaptación; sus plantas alcanzan de 0.8 a 2.2 m altura, maduran en 135 días aproximadamente y presentan poca ramificación lateral; aunque existen colectas más precoces que maduran en 110 días, algunas no presentan ramificaciones. Las hojas son de forma elíptica y pueden ser de color verde, amarillo, rosa, rojo o púrpura. La inflorescencia es de tamaño intermedio alcanzando hasta 0.8 m de longitud y de color variable, las hay verdes, amarillas, doradas, salmón, rosas, rojas o púrpuras. La inflorescencia central puede alcanzar de 36 a 56 panículas erectas, cada una con 1 a 4 ramas. Los glomérulos presentan

un promedio de 47 flores pistiladas. Las brácteas son generalmente más grandes que el utrículo. La raza Nepal produce muy buen rendimiento; sus semillas son de buena calidad y de color blanco, dorado, marrón o negro; es de origen asiático y está ampliamente distribuida en la India y Nepal (Kauffman y Reider, 1984; Weber *et al.*, 1985; Espitia, 1986; Espitia 1987; Espitia, 1994).

#### ***Amaranthus cruentus***

Esta especie también ha sido conocida con la sinonimia de *A. sanguineus* L. (1763), *A. paniculatus* L. (1793), y *A. speciosus* Sims (1821) pero, la más utilizada en la actualidad es el que Linneo le dio en 1759, *A. cruentus* (Sauer, 1950, 1967; Singh, 1961).

*Amaranthus cruentus* es una planta herbácea de crecimiento erecto; alcanza hasta 2 m de altura; generalmente es menor que *A. hypochondriacus*, su tallo es simple y en ocasiones ramificado. Las hojas son elípticas, rombo-ovatinadas u ovato lanceoladas con el ápice agudo, obtuso o acuminado y la base cuneada o aguda. La inflorescencia cuando está completamente desarrollada presenta en la parte inferior espigas suaves y laxas y en la parte superior panículas. Las brácteas son pequeñas, con una punta delgada que se extiende más allá de las láminas, pero nunca tan largas como las ramificaciones del estilo; sin embargo, en algunas ocasiones sobrepasan los tépalos. Las flores presentan 5 tépalos rectos, oblongos u oblongos-ovovatinados con ápices agudos; los tépalos internos son más cortos que los externos. El utrículo es circunscésil con un ápice en forma de torre. Las ramificaciones del estilo son delgadas y erectas. Las semillas pueden ser negras, marrón, blancas o amarillas. Los colores claros son los que se utilizan para la producción de grano, mientras que las plantas que presentan semillas de color oscuro son utilizadas como verduras u ornato (Grubben, 1976; Grubben y Sloten, 1981; y Feine, 1979).

#### ***Amaranthus cruentus* Mexicano**

Esta raza es la que ha demostrado tener mayor potencial para cultivo de grano en los Estados Unidos. Se originó en México en las zonas cálidas de Morelos, Puebla y Guerrero, lugares donde ahora se le cultiva. La plantas de esta raza alcanzan una altura de 1.5 a 2.5 m; en clima templado el ciclo biológico dura alrededor de 145 días, pero en clima cálido dicha duración se reduce hasta 85 días. Las hojas son rómbicas de color verde, dorado, rosa, rojo o púrpura. Presenta inflorescencias laterales en la parte superior del tallo y una inflorescencia apical dominante; la cual tiene de 36 a 56 panículas semicolgantes, cada una con 1 a 3 ramas. Los glomérulos tienen un promedio de 50 flores pistiladas. Las brácteas son más cortas que el utrículo, tienden a ser más cortas que las que presenta la raza Mercado. Las inflorescencias pueden ser de color verde, dorado, rosa, rojo, púrpura o variegadas; las brácteas de las flores son muy cortas, lo que da suavidad a la inflorescencia. Las semillas son blancas y en raras ocasiones negras

(Kauffman y Reider, 1984; Weber *et al.*, 1985, Espitia, 1986; Espitia, 1987; Espitia, 1994).

#### *Amaranthus cruentus* Africano

El lugar de origen de esta raza es el oeste de África. La planta presenta una apariencia de arbusto, debido a que se encuentra muy ramificada en la base; tiene una altura de 0.6 a 2.0 m; el período de días a maduración es corto; la inflorescencia es suave, las paniculas con ramificaciones más delgadas que en las razas Guatemalteca y Mexicano. Cuando se realiza trasplante, desarrollan inflorescencias con ramificaciones más gruesas. La inflorescencia principal tiene de 31 a 104 paniculas, cada una presenta de 5 a 10 ramas. El glomérulo tiene un promedio de 15 flores pistiladas. La bráctea es más corta que el utrículo. El color de la inflorescencia es verde, rojo o rosa; hojas y tallos de color únicamente verde; semillas de color oscuro, pequeñas, la caída de las semillas es severa. Esta raza no es sensible al fotoperíodo. En el banco de germoplasma de Rodale, las accesiones de esta raza se seleccionaron por su producción de hojas para verdura más que para grano. Sin embargo, esta raza es muy útil en el fitomejoramiento de variedades de amaranto productoras de grano, ya que posee caracteres tales como, madurez precoz y estatura baja. Se usa a manera de verdura. (Kauffman, 1992; Espitia, 1994; Williams y Brenner, 1995).

#### *Amaranthus hybridus*

Esta especie crece hasta 2.5 metros de altura y presenta ramificación. Las hojas son muy variables, ovadas, lanceoladas, elípticas, ovaladas, oblongas o rómbicas con puntas agudas, obtusas o acuminadas. La inflorescencia es más bien laxa con muchas espigas laterales. Las brácteas son dos veces más largas que los tépalos y exceden las ramificaciones del estilo en longitud. Los tépalos son ligeramente recurvados, más pequeños que el utrículo, los internos son ligeramente obovados con puntas agudas. El utrículo se estrecha en una torre en el ápice. Las ramificaciones del estilo son erectas y se reúnen en una hendidura profunda en la base. Las semillas son de color oscuro (Williams y Brenner, 1995).

#### **B. Domesticación y evolución del género.**

Originalmente las plantas de este género se encontraban en hábitats abiertos como pioneras de bancos de ríos, en márgenes de las costas y en aluviones de dunas y desiertos. Muchas de estas especies se preadaptaron a multiplicarse y a diseminarse como malezas en hábitats perturbados por el hombre. En tiempos prehistóricos, muchos grupos aprendieron a cosechar las semillas de amarantos silvestres y ruderales para usarlas como grano. Esto se encuentra bien documentado en los registros arqueológicos.

La domesticación de los amarantos para producción de grano tuvo lugar en América tropical. Se desarrollaron tres especies de cultivo para grano en la

América precolombina: *A. caudatus* en los Andes, *A. cruentus* en América Central y *A. hypochondriacus* en México. Todas estas especies fueron descritas y nombradas por Linneo a partir de formas ornamentales cultivadas en los jardines europeos durante el siglo XVIII (Sauer, 1951).

Uno de los pasos cruciales en la evolución de las especies de grano domesticadas fue la selección llevada a cabo, por los antiguos agricultores, en las formas mutantes en donde el tipo normal, de semillas negras, fue cambiado por el tipo de semillas blancas. Esta mutación es extremadamente rara. Asociado al cambio de color los granos presentaron un mejor sabor y una mejor calidad de reventado lo que facilitó que los agricultores eliminarán las semillas negras del cultivo, limitando el entrecruzamiento entre las plantas cultivadas y las malezas; de esta manera se favoreció la evolución divergente de las plantas domesticadas.

La selección artificial actuó en la dirección de favorecer un tamaño más grande de las inflorescencias con más flores y por lo tanto una mayor producción de semillas, a pesar de que el tamaño individual no se incrementó. También se produjeron formas rojas brillantes. Los primeros agricultores apreciaron tanto la belleza de las plantas como su utilidad. La coloración roja presumiblemente ha tenido una connotación mágico-religiosa; particularmente los grupos indígenas Zuñi y Hopi, en el suroeste de Estados Unidos de Norteamérica cultivan los amarantos como fuente de pigmento para colorear las hostias de maíz que ofrece la gente en sus fiestas tradicionales.

Por otra parte, los amarantos silvestres y las malezas llegaron a ser verduras muy comunes en los trópicos y subtropicos. La conversión en cultivos verdaderamente domesticados, ocurrió en muy pocas regiones del mundo. En el suroeste de Asia, se domesticó *A. tricolor* como verdura y también se seleccionaron otras razas ornamentales.

En la historia de los amarantos, los dos colores de las semillas han tenido un papel muy importante. Las semillas negras provienen de las plantas que son apreciadas como ornamentales, como fuente de obtención de colorantes y como hierbas que se utilizan como verdura. Las semillas blancas, provienen de un número pequeño de especies que han sido desarrolladas y domesticadas como fuente de pseudocereal con granos ricos en proteínas y carbohidratos los que, por sí mismos, pueden aportar elementos nutricionales esenciales.

Los móviles de la selección fueron muy diferentes en Eurasia en comparación con América. En Eurasia, los amarantos se domesticaron principalmente como vegetales. En muchas regiones de la India, China y Japón los amarantos han sido los vegetales preferidos. Se han cultivado por cerca de mil años y a la fecha se han desarrollado muchos cultivares.

algunos de hojas brillantemente coloreadas. En América se seleccionaron las distintas especies para ser usadas como grano o pseudocereales.

En el caso particular del género *Amaranthus*, no se puede olvidar que por el hecho de ser importante, desde el punto de vista antropocéntrico, está también sometido a evolución bajo domesticación. Algunas plantas cultivadas se han originado a partir de especies silvestres o bien malezas, mediante las etapas sugeridas por Azurdia (1984), que pueden ser esquematizadas de la siguiente manera:



Las malezas al pasar por las etapas mencionadas sufren modificaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas que las convierten en poblaciones con características útiles a las necesidades del hombre (p. ej.: mayor producción de grano, follaje, incremento en el contenido de determinados principios químicos, etc.). Otras veces las malezas -por efecto de evolución divergente- dan origen a una planta cultivada y a otra maleza con rasgos parecidos a los de la cultivada, esto último hace difícil el estudio de tales plantas desde el punto de vista genético debido a la enorme variabilidad que presentan, hecho que les permite enfrentarse a los factores ambientales adversos. El género *Amaranthus* es un ejemplo apropiado al respecto ya que actualmente se considera que, a nivel mundial, existen tres especies cultivadas destinadas para la producción de grano como son *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*, cada una de ellas con su especie silvestre más relacionada: *A. powellii*, *A. hybridus* y *A. quitensis* L., respectivamente (Sauer, 1967).

Una segunda hipótesis, propuesta también por Sauer, considera que *A. hybridus* (n=16) dio origen a *A. cruentus* (n=17) en América Central; esta especie emigró hacia el Norte y se cruzó repetidamente con *A. powellii* (n=17), dando origen a *A. hypochondriacus* (n=16). La migración de *A. cruentus* hacia el sur y cruzamientos reiterados con *A. quitensis* (n=16) dieron origen a *A. caudatus* (n=16). Lo que postula un remoto ancestro común que explicaría la presencia de caracteres comunes en todas las especies cultivadas.

Para explicar la forma en que *A. hybridus* dio lugar a una especie con diferente número cromosómico (*A. cruentus* con n=17), Pal y Khoshoo (1973) sugieren que n=17 se habría derivado de n=8 y n=9 (números básicos en Amaranthaceae) y que n=16 habría derivado de n=17. Pal *et al.* (1982) estudiaron un híbrido entre *A. hypochondriacus* (n=16) y una variante africana (n=17) de *A. hybridus*. Sobre la base del estudio citogenético de plantas híbridas con 2n=32, 33 y 34 cromosomas esbozan la hipótesis de que n=17 surgió de n=16 por trisomía primaria.

Huaptli y Jain (1984b) al estudiar la variación isoenzimática entre especies cultivadas y silvestres de *Amaranthus* encontraron que, en general, las especies cultivadas están más relacionadas entre sí que con sus presuntos progenitores silvestres (primera hipótesis); esto implicaría un solo evento de domesticación con *A. hybridus* como antecesor común y no tres eventos separados. De esta manera parece ser factible la hipótesis de un ancestro común.

Otro aspecto que puede considerarse como un apoyo a la hipótesis de un ancestro común para todas las especies productoras de grano, es la evidencia arqueológica encontrada por MacNeish en el Valle de Tehuacán. Las excavaciones realizadas en la cueva de Coxcatlán indican una antigüedad aproximada de 4000 A. C. para *A. cruentus* mientras que, para *A. hypochondriacus*, las evidencias solo indican unos 500 años después del descubrimiento de América lo que coincide con los hallazgos arqueológicos de Arizona, que señalan una antigüedad de alrededor del siglo XIV (Sauer, 1969).

Esto refuerza la idea de que *A. cruentus* se originó de *A. hybridus* y luego, por migración hacia el sur del continente americano, encontró a *A. quitensis* con la que se cruzó repetidamente para dar origen a *A. caudatus*. La duda por despejar es, si tanto *A. powellii* y *A. quitensis* se originaron por migración de *A. hybridus* hacia el norte y sur, respectivamente, del continente americano.

### **C. Evidencias históricas sobre el origen americano de las especies productoras de grano.**

El término *huautli* se aplica en los documentos históricos de manera indistinta, tanto a algunos quenopodios (*Chenopodium* spp.) como a los

amarantos. Evidencias precisas acerca de la identidad del *huautli* en la literatura se encuentran en los dibujos de los escritos del siglo XVI. Los dibujos de Sahagún (1979) demuestran claramente que se aplicaba el nombre de *huautli* a más de una planta. Algunos de ellos presentan hojas enteras que parecen ser amarantos, en tanto otros muestran plantas con hojas dentadas que parecen ser quenopodios. Hernández (1984) utilizó una sola ilustración que aparenta ser un quenopodio, pero en su texto explica que considera el término *huahltli* como un nombre que se utilizó para determinar a distintas plantas, algunas usadas como granos, otras como verduras y finalmente otras eran consideradas malezas.

Los indios probablemente usaban el nombre *huautli* (Sauer, 1950) para una gran variedad de plantas cultivadas con diferentes propósitos. Algunos de los nombres compuestos debieron estar restringidos a especies particulares. A manera de ejemplo tenemos: el *xochihuautli* (flor de *huautli*) que probablemente se refería a un quenopodio cuyas inflorescencias se cocinaban en el estadio de botón como un vegetal verde, de manera similar a como se consume en la actualidad (*huazontle*). El *nexhuautli* (*huautli* cenizo) probablemente hace referencia a la apariencia blanca de algunos quenopodios; el *tlapalhuautli* (*huautli* rojo) debió aplicarse a un amaranto con hojas rojas o a un quenopodio con semillas rojas.

Tanto en el pasado como en el presente se han usado términos específicos para el color de las semillas. Así, *michihuautli* (*huautli* pescado) y *tezcahuautli* (*huautli* espejo), probablemente se referían a las semillas pálidas y oscuras respectivamente.

El principal tributo que rendían las 17 provincias pertenecientes al imperio de Moctezuma II era precisamente el amaranto, que además de ser un cultivo básico, tenía un uso ceremonial y religioso. Los granos de amaranto eran utilizados para hacer figuras de los dioses Aztecas como Huitzilopochtli y los dioses de la lluvia y se consumían al final de las ceremonias religiosas. (Sandoval, 1989).

En 1577, la Corona Española aplicó un cuestionario entre la población con el objetivo, entre otros, de conocer los cultivos más importantes por cada pueblo, las respuestas indicaron que los granos de amaranto eran uno de los cultivos más importantes. Por el contrario, un cuestionario muy similar aplicado en 1890 por el Gobierno de México demostró la total desaparición del cultivo (Sauer, 1950), misma que puede estar relacionada a la prohibición de esta práctica por parte de los españoles, ya que se dice que ellos consideraban al amaranto como un símbolo de paganismo. Sin embargo, no existen evidencias que prueben dicha prohibición por parte de los españoles (Sandoval, 1989).

En la actualidad, este cultivo se mantiene marginado y sólo persiste entre algunos grupos indígenas de la Sierra Madre Occidental, en Oaxaca, Tlaxcala, Michoacán y pueblos cercanos a la ciudad de México.

Las primeras plantas de amaranto introducidas en Europa fueron utilizadas como ornamentales durante la época colonial y muchos de los especímenes introducidos en una primera etapa produjeron únicamente semillas negras. En el siglo XVI en uno de los herbarios más antiguos de Europa se encontró un ejemplar de *A. hypochondriacus* con semillas blancas (Sauer, 1967), lo que demuestra éstas fueron llevadas a Europa desde tiempos muy antiguos, pero que no persistieron debido a la competencia con las semillas oscuras usadas preferentemente como ornamentales.

Los registros más antiguos en Asia, datan del siglo XVIII y se encuentran en Ceilán y en la India. Se piensa que los holandeses obtuvieron semillas de amaranto de los españoles y las introdujeron en Ceilán. Durante la primera mitad del siglo XIX, el cultivo se diseminó a través de la planicie de Deccan en el sur de la India, y en la cordillera del Himalaya. El cultivo también surgió en el interior de China y el este de Siberia, en el siglo XIX (Sauer, 1967).

En el presente siglo el cultivo de *A. hypochondriacus* se ha incrementado notablemente en la India, donde se practicaba desde tiempos antiguos tanto en las partes bajas como en las elevaciones montañosas.

#### **D. Utilización del amaranto como verdura.**

Son características de las verduras cultivadas: a) ramificación en la base de la planta que permite formar una planta arbustiva sin tallo principal; b) inflorescencias axilares, c) floración tardía; d) buena respuesta a cortes repetitivos y d) reducción de la calidad del vegetal, cuando las flores emergen de forma temprana (Description of amaranth types, Rodale Press, 1984).

Devadas y Mallika (1991) sugieren que un tipo ideal de verdura deberá poseer una óptima relación de biomasa, dando como resultado una proporción de hoja/tallo mayor a 1. Esto se puede lograr seleccionando plantas que presenten hojas muy anchas, un tallo de grosor medio y una altura moderada.

Es importante señalar que no existe una clara separación entre las especies de amaranto que se usan como verdura y las de grano, ya que las hojas tiernas de estas últimas (*A. hypochondriacus* y *A. cruentus*) se consumen como verdura.

En una misma población existe mucha infiltración genética, dando como resultado enorme variabilidad en el tamaño y en la forma de la hoja, en el patrón de floración, en el crecimiento, en la capacidad de producir rebrotes, en el número de ramas y en el color. Las especies de amaranto

que son consideradas como típicas de verdura son: *A. tricolor*, nativa de la India o de la región del sureste de China; *A. lividus* originaria del sur o centro de Europa; *A. dubius*, de crecimiento rápido y exuberante, originaria de Centroamérica; *A. albus* L. del oeste de Estados Unidos; *A. cruentus* Africano, comunmente conocido como "Fotete" es importante como verdura y ornamental en África, y *A. viridis* L. var. *olorungben* en Nigeria (Oke, 1980).

Las especies *A. tricolor*, *A. lividus* y *A. viridis* pertenecen a la sección *Blitopsis*. Son verduras comunes en el este y suroeste de Asia, introducidas en el mundo occidental bajo los nombres de "espinaca china", espinaca malabar" y "tampala". Algunas de las variedades de *A. tricolor* ("white leaf", "red leaf", "tiger leaf" y "tampala") se caracterizan por alta producción de hoja, más que de grano. Las flores son usualmente axilares con una inflorescencia terminal y la mayoría de las variedades se han seleccionado para retardar la floración.

Sin lugar a dudas, en Asia tuvo lugar la domesticación del amaranto como verdura. El grupo verdura, de origen asiático, se distingue fácilmente del grupo de grano por caracteres técnicos tan importantes como el número de estambres, el número y la forma de los tépalos (Sauer, 1967).

#### **E. Colecciones de germoplasma**

En 1984, el Rodale Research Center publicó un catálogo con 1133 accesiones (Kauffman y Reider), con lo que se avanzó notablemente en el grupo de las accesiones productoras de grano. Los materiales de la India colectados por Joshi fueron 2250 accesiones, se pusieron a prueba 40 caracteres y esta información se incorporó en el catálogo.

NCRPIS (The North Central Regional Plant Introduction Station) en Ames, Iowa, mantiene una colección de 3137 accesiones de germoplasma de muchos lugares del mundo. De éstas, 1357 se encuentran disponibles a los usuarios. Las demás estarán disponibles en el momento en que existan semillas frescas de alta viabilidad obtenidas a partir de la siembra de muestras pequeñas. Existe alta prioridad para la adquisición de germoplasma de las especies silvestres. Sólo 26 de las 60 estimadas del género se encuentran en la colección de NCRPIS.

Las universidades, en especial la del Cuzco y el Proyecto Sobre Cultivos Andinos del Ministerio de Agricultura del Perú (INIPA) en Lima, han realizado investigaciones con materiales sudamericanos (abarcando Perú, Bolivia y Ecuador). En los 80's los Programas Nacionales sobre Recursos Genéticos en Bolivia, Ecuador y Colombia también colaboraron. La asistencia fue dada por IICA, (una organización regional con un programa sobre cultivos andinos), IDRC (Canadá) e IBPGR (Italia).

Los materiales mexicanos se han estudiado con detalle por un grupo de investigadores del INIFAP (Espitia, 1987), y los guatemaltecos han sido

sujetos a investigación en la Universidad de San Carlos (Juárez González, 1984). Todas estas colecciones representan razas locales (landraces).

S. K. Jain y colaboradores, de la Universidad de California campus Davis, han efectuado estudios sobre la estructura genética de las poblaciones de las razas del Nuevo Mundo con el objeto de comparar la variabilidad intra e interpoblacional. Los resultados demuestran que las razas están altamente diferenciadas entre poblaciones, cada una de ellas se comporta como si fuera una colección de líneas homocigóticas (Huaptli y Jain, 1984a).

Las poblaciones de las razas de la India presentan altos niveles de heterocigosis para caracteres cuantitativos (Vaidya y Jain, 1987), pero menos diferencias entre poblaciones que las del Nuevo Mundo, las medidas se basan en el análisis de isoenzimas (Jain *et al.*, 1980). Estos datos confirman la necesidad de llevar a cabo cruzamientos por medio de hibridación interpoblacional y de selección para recombinar y explotar las diferencias que existen en las poblaciones.

Para los estudios de variación genética (Jain *et al.*, 1980) las aloenzimas probaron ser útiles, en particular la deshidrogenasa del alcohol, la transaminasa de la glutamina del ácido oxalacético, la peptidasa del grupo amino de la leucina, la fosfatasa ácida, la deshidrogenasa del ácido málico, la fosfoglucoisomerasa, la deshidrogenasa del ácido chiquímico y la fosfoglucoisomerasa (Huaptli y Jain, 1984b). Gudu y Gupta (1988) examinaron la peroxidasa, la estearasa, la fosfatasa y la peptidasa del grupo amino de la leucina.

El análisis multivariado de caracteres morfológicos es también útil para agrupar accesiones e identificar las que sirven para hacer cruzas (Fatokun, 1985).

Mediante la electroforésis se han identificado dos variantes (52 y 56 Kd) de la proteína de las semillas. Predominan las accesiones 52 y pocas tienen 56 o ambas. Este patrón no se correlaciona con la taxonomía, pero la muestra examinada, 38 accesiones, es pequeña para poder derivar datos sobre la variación en un acervo genético (Fairbanks *et al.*, 1990).

#### **F. Metodología de análisis de crecimiento.**

La medida a intervalos consecutivos de la distribución de recursos por las plantas (energía, materia orgánica, minerales) permite distinguir varios comportamientos que reflejan la adecuación morfológica a condiciones ambientales específicas. El desarrollo y crecimiento de una planta muestran relaciones cuantitativas que permiten comprender su capacidad de producción de materia orgánica (Medina, 1977).

El crecimiento de una planta se puede definir como el incremento en el tiempo de parámetros característicos, como tamaño o peso. La distribución de recursos se estudia, por lo general, mediante el peso seco o contenido

energético y su distribución en las raíces, hojas, frutos y semillas (Medina, 1977).

El análisis de crecimiento es una técnica útil en diversas disciplinas que permite la obtención de índices para conocer la productividad de la planta en función de su crecimiento. El muestreo de poblaciones diferentes a distintos intervalos de tiempo, los errores en el muestreo y la variabilidad existente dan como resultado general líneas quebradas que hacen difícil la interpretación de los resultados y la comparación entre tratamientos. Por esta razón, un nuevo enfoque del análisis de crecimiento, que emplea el método de regresión para el ajuste de los datos primarios de P (peso) y A (área foliar) en relación con el tiempo, por medio de funciones matemáticas, resulta más adecuado. En la actualidad se reconocen los dos métodos de cálculo, denominándose clásico al que utiliza los valores medios de los índices de crecimiento, y funcional al que emplea funciones matemáticas para el ajuste de los datos primarios y deriva los índices a partir de éstos (Torres, 1984).

Hunt (1979 en Torres, 1984) puntualiza las ventajas en el ajuste de curvas de crecimiento por medio de funciones matemáticas; entre otras cita: a) la comparación equitativa de grupos de datos de orígenes diferentes, tratados de forma similar; b) la posibilidad de derivar funciones de crecimiento ajustadas que describen adecuadamente los datos observados como la tasa de crecimiento relativo, la tasa de asimilación neta y el cociente de área foliar; c) toma en cuenta los datos de todos los momentos del muestreo para el cálculo de las variables que se derivan de las curvas de crecimiento; proporcionando más información sobre la trayectoria en la curva a diferencia de la fórmula clásica, que solo muestra un incremento de un tiempo a otro; d) el procedimiento no depende de un gran número de plantas, en cada muestreo la cantidad de datos con riesgo es mínima e) el análisis estadístico está integrado en el mismo procedimiento analítico al calcular los parámetros. El método funcional ha probado ser útil en diferentes trabajos y constituye una herramienta que facilita en gran medida la comprensión del proceso de crecimiento de la planta y la influencia de diversos tratamientos externos sobre el mismo (Torres, 1984).

En este estudio se emplea el método funcional para el análisis de los datos y se utiliza el programa de Hunt y Parsons (1981); como antecedentes existen los trabajos de Nieto y Fargas (1987) que analizan el crecimiento en dos especies de amaranto (*A. caudatus* y *A. cruentus*) en condiciones naturales pero en competencia. Otro estudio, el de Elenes-Buelna y Castellanos (1991), realiza un análisis de crecimiento comparativo en cinco poblaciones de *Amaranthus* (dos de *A. hybridus*, *A. retroflexus*, *A. hypochondriacus* y *A. palmeri*), establecidas en condiciones de campo en Chalco, Edo. de México. Díaz-Ortega *et al.* 1990, realizaron un estudio comparativo de especies silvestres y cultivadas de frijol y amaranto

(*A. hypochondriacus*) en condiciones de invernadero. Gallegos Reza (1994), con un estudio comparativo en condiciones de campo de cuatro poblaciones de amaranto (*A. hypochondriacus* razas Mercado, Azteca, Mixteco y *A. retroflexus*). Díaz-Ortega, también en 1994, realizó un estudio de análisis de crecimiento comparativo en condiciones de campo en tres poblaciones de *A. hypochondriacus* en el Municipio de Chalco, Estado de México.

### Variables e índices

Las variables del crecimiento que se manejan en plantas individuales son el peso seco total y el área foliar por planta. De estos datos primarios es posible calcular los siguientes parámetros:

Tasa de crecimiento relativo en peso seco (TCR).

Se define como el incremento en el peso total por unidad de peso seco de la planta por unidad de tiempo. Este índice fue propuesto por Fisher (1921 en Hunt 1978, 1982)

$$\text{índice promedio: } R_w = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

W1 = Peso seco inicial al tiempo T1

W2 = Peso seco final al tiempo T2

Tasa de asimilación neta (TAN)

Se define como la ganancia neta en peso seco por unidad de área foliar, donde la relación de peso seco y área foliar es exponencial en la etapa temprana del desarrollo (Gregory, 1918 en Hunt, 1982) y representa un componente funcional del crecimiento (Hirose, 1988). Este índice es una medida del balance que existe entre la actividad fotosintética y la respiratoria de la planta (Blackman, 1968). Es importante señalar que la TAN no es un a medida real o directa de la fotosíntesis porque representa la producción de biomasa por unidad de área foliar de la planta y no siempre, esta área tiene la misma capacidad fotosintética en el transcurso del tiempo.

$$\text{índice promedio: TAN} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \cdot \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1}$$

Donde:

W1 = peso seco inicial al tiempo T1

W2 = peso seco final al tiempo T2

A1 = área foliar inicial al tiempo T1

A2 = área foliar final al tiempo T2

Cociente de área foliar (CAF)

El CAF, se define como la proporción de área foliar total con respecto al peso seco por planta. Existe una relación lineal del CAF vs tiempo en función de un factor ambiental como la luz, aunque no es una generalidad ya que varía con la especie. En un sentido amplio el CAF representa la proporción de tejido foliar que está activamente fotosintetizando en relación al tejido respiratorio de la planta (Hunt, 1978):

$$\text{índice promedio: CAF} = \frac{A_1/W_1 + A_2/W_2}{2}$$

en donde:

W1 = peso seco inicial                      W2 = peso seco final  
 A1 = área foliar inicial                    A2 = área foliar final

## BIBLIOGRAFIA

- Baker, H. G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. En: H. G. Baker & G. L. Stebbins (eds.). *The genetics of colonizing species*. Academic Press, New York. pp. 147-168.
- Blackman, G. E. 1968. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. En: F. E. Ehardt, (ed.). *Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level*. Proc. Copenhagen Symp. UNESCO. pp. 243-259.
- Bye, R. 1981. Quelites -ethnoecology of edible greens- past, present and future. *J. Ethnobiol.* 1(1): 109-123.
- Casas, A., M. C. Vázquez, J. L. Viveros and J. Caballero. 1996. Plant management among the Nahua and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.
- Colunga, García-Marín, P., E. Hernández X. y A. Castillo. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío Guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-44.
- Descriptions of amaranth types grouped by use and physical appearance at Kutztown, Pennsylvania. 1984. Apendix 1. Proceedings of the Third Amaranth Conference. Rodale Press, Emmaus, PA. pp. 218-225.
- Devadas, V. S. y V. K. Mallika. 1991. Review of research on vegetables and tuber crops. *Amaranths*. Kerala Agricultural University Press, Thrissur- Kerala. pp. 59.

- Díaz-Ortega, A. C. 1994. Análisis del crecimiento comparativo en tres poblaciones de *Amaranthus hypochondriacus*, en el municipio de Chalco, Estado de México. Tesis Profesional en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.
- Díaz-Ortega, A. C., S. Iriarte y A. E. Castellanos. 1990. Comparación del patrón de crecimiento de especies silvestres y cultivadas de frijol y amaranto en condiciones de invernadero. Memorias del XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos, México. Sociedad Botánica de México. p. 206.
- Elenes-Buelna, S. y A. E. Castellanos. 1991. Análisis del crecimiento en cinco especies de amaranto. Memorias del Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Morelos, México. p. 28.
- Espitia, R. E. 1986. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de *Amaranthus*. Tesis Profesional en Agronomía. UAAN. Saltillo, Coah. México.
- Espitia, R. E. 1987. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de *Amaranthus*. En: T. Reyna Trujillo, C. Suárez Ramos & J. M. Cervantes Sánchez (eds.). Memorias del Coloquio Nacional del Amaranto. Querétaro, México. pp. 113-126.
- Espitia, R. E. 1991. Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en alegría (*Amaranthus* spp.). Tesis M. C. Colegio de Postgraduados Chapingo, Edo. de México.
- Espitia, R. E. 1992a. Amaranth germplasm development and agronomic studies in Mexico. Food Reviews International 8(1): 71-86.
- Espitia, R. E. 1992b. Razas mexicanas de amaranto. XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. p. 669.
- Espitia, R. E. 1994. Breeding of grain amaranth. En: O. Paredes López (ed.). *Amaranth biology, chemistry and technology*. CRC Press, Boca Raton, Fl. pp. 23-28.
- Fairbanks, D. J., L. R. Robinson, P. J. Maughan y J. C. Ballen. 1990. Electrophoretic characterization of amaranth seed proteins. *Amaranth*. pp. 189-190.
- Fatokun, C. A. 1985. Multivariate studies of the variability in cultivated amaranths. Beitrage Zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizi. 23: 267-275.
- Feine, L. B., Harwood, R., Kauffman, S. C. y Senft, J. P. 1979. Amaranth: gentle giant of the past and the future. En: G. A. Ritchie (Ed.). *New agricultural crops*. Westview Press, Boulder, CO. pp. 41-63.

- Callegos, R. M. 1994. Estudio comparativo de 4 poblaciones de amaranto (*Amaranthus* spp.) utilizadas como grano y verdura en México. Tesis Profesional en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.
- Grubben, G. J. H. 1976. The cultivation of amaranth as a tropical leaf vegetable. Department of Agricultural Research, Royal Tropical Institute, Amsterdam. pp. 207.
- Grubben, G. J. H. 1979. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth, with special reference to South Benin. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press. Emmaus, PA. pp. 63-67.
- Grubben, G. J. H. y Van Sloten. 1981. Genetic resources of amaranths. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy. pp. 57.
- Gudu, S. y V. Cuata. 1988. Electrophoresis as an aid in the identification of various species and cultivars of grain amaranths. Acta Hort. 218: 231-238.
- Jain, S., L. Wu y K. Vayda. 1980. Collection and evaluation of Indian grain amaranths. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press. Emmaus, PA. pp. 123-128.
- Juárez González, J. 1984. Caracterización preliminar de 16 muestras de bledo (*Amaranthus* spp.) de las regiones de occidente, centro y oriente de Guatemala. Conservación de germoplasma. Tesis Profesional. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Hass, P. W. 1979. The Rodale Germoplasm collection. Proceedings of the second amaranth conference. Rodale Press Inc., Emmaus, PA. pp. 135-141.
- Hernández, F. 1959. *Historia General de la Nueva España*. Tomo II. UNAM. México D.F. pp. 476.
- Hirose, T. 1988. Modelling the relative growth rate as a function of plant nitrogen concentration. *Physiologia Plantarum* 72: 185-189.
- Huaptli, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. Proceedings of the First Amaranth Seminar. Emmaus, PA. pp. 71-79.
- Huaptli, H. y S. K. Jain. 1984a. Genetic structure of landrace populations of the New World grain amaranths. *Euphytica* 33: 857-884.

- Huaptli, H. y S. K. Jain 1984b. Allozyme variation and evolutionary relationships of grain amaranths (*Amaranthus* spp.). *Theor. Appl. Genetics* 69:153-165.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. *Studies in Biology* No. 96. Edward Arnold, London. pp. 61.
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold. pp. 248.
- Hunt, R. y I. T. Parsons. 1974. A computer program for deriving growth functions in plant growth analysis. *J. Appl. Ecol.* 4: 553-560.
- Hunt, R. y I. T. Parsons. 1981. Plant growth analysis. User's instructions from the stepwise and spline programs. Natural Environment Research Council Unit of Comparative Plant Ecology. University of Sheffield. pp. 1-48.
- Hunziker, A. T. 1987. Taxonomía de las especies de amarantos cultivados y de los silvestres relacionados. En: A. D. Golding & G. Covas (eds.). *Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos*. Universidad Nacional de la Pampa, La Pampa, Argentina. pp. 10.
- Kauffman, C.S. 1981. Grain amaranth varietal improvement: breeding program: Rodale Press Inc. Emmaus, Penn.
- Kauffman, C.S. 1992. The status of grain amaranth for the 1990's. *Food Reviews International* 8(1): 160-165.
- Kauffman, C. S. y P. W. Hass. 1984. Grain amaranth: an overview of research and production methods. Rodale Press Inc. Emmaus, PA.
- Kauffman, C. S. y Reider, C. 1984. Rodale amaranth germplasm collection. Rodale Press. Emmaus, PA.
- Khoshoo, T. y M. Pal. 1972. Cytogenetic patterns in *Amaranthus*. *Chromosomes Today* 3: 259-267.
- McNeish, R.S. 1964. Ancient Mesoamerican Civilization. *Science*. 143: 531-537.
- MacNeish, R. S. 1971. Speculation about how and why food production and village life developed in the Tehuacan valley, Mexico. *Archaeology* 24 (4): 307-315.
- Mapes, C. 1984. Una revisión sobre la utilización del género *Amaranthus* en México. *Memorias del primer Seminario Nacional de Amaranto*. Colegio de Postgraduados, SARH. Chapingo, México. Vol.1. pp. 388-403.

- Medina, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Departamento de Asuntos Científicos. Serie de Biología. Monografía 16. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. pp. 51-59.
- Molina, F. F. Variación isoenzimática en razas cultivadas de amaranto de grano. Resúmenes del XIII Congreso Mexicano de Botánica. Cuernavaca. Morelos. México. p. 139.
- National Research Council. 1984. Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. National Academy Press, Washington, DC. pp. 80.
- Nieto, C. y Fargas, J. 1987. Análisis del crecimiento en dos especies de *Amaranthus*. El Amarantho y su potencial. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Guatemala) No. 2. pp. 7-9.
- Oke, O. L. 1980. Amaranth in Nigeria. proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press Inc., Emmaus, PA. pp. 22-30.
- Pal, M. 1972. Evolution and improvement amaranths. Breeding system and inflorescence structure. Indian Nat. Sci. Acad. 38: 28-37.
- Pal, M. y T. N. Khoshoo. 1973. Grain amaranths. Evolution and improvement of cultivated amaranths VI. Cytogenetic relationships in grain types. Theor. Appl. Gen., 43: 242-251.
- Pal, M., R. M. Pandey y T. N. Khoshoo. 1982. Evolution and improvement amaranth V. Cytogenetic relationships in grain types. Theoret. Appl. Genetics 43:242-251.
- Robertson, K. 1981. The genera of Amaranthaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 62: 268-294.
- Sahagún, F. B. 1979. Edición Facsímil del manuscrito 218-220 de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laureziana. Códice Florentino. 3 Tomos, Gobierno de la República Mexicana.
- Sandoval, A. Z. 1989. Amaranthos y Chías: un estudio etnohistórico. Tesis Profesional. Etnohistoria. Escuela Nacional de Antropología e Historia. INAH.
- Sauer, J. D. 1950. The grain amaranth: a survey of their history and classification. Ann. Miss. Bot. Gard. 37: 561-616.
- Sauer, J. D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. Ann. Mo. Bot. Gard. 37: 561-616.
- Sauer, J. D. 1969. Identity of archaeological grain amaranths from the valley of Tehuacan, Puebla, Mexico. Amer. Antiquity 34(1): 80-81.

- Singh, H. 1961 Grain Amaranth, Buckwheat and Chenopods. Indian Council of Agricultural Research. Cereal crops. Series No. 1. New Delhi. pp. 104.
- Torres de la Noval, W. 1984. Análisis de crecimiento de las plantas. Cultivos Tropicales. Inst. Nac. de Ciencias Agrícolas. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba .pp. 38.
- Vaidya, K. R. y S. K. Jain. 1987. Response to mass selection for plant height and grain yield in amaranth. Z. Pflanzensuchung 98: 61-64.
- Vázquez M. C. 1986. El uso de las plantas silvestres y semicultivadas en la alimentación tradicional en dos comunidades campesinas del sur de Puebla. Tesis Profesional en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Walton, P. D. 1968. The use of *Amaranthus caudatus* in simulating the breeding behavior of commercial *Gossypium* species. J. Hered. 59 (1): 17-18.
- Weber, L. E., C. S. Kauffman, N. N. Bailey y B. T. Volak. 1985. Amaranth grain production guide. Rodale Research Center, Kutztown PA. pp. 39.
- Weber, L. E. y C. S. Kauffman. 1990. Plant breeding and seed production. Proceedings of the Fourth National Amaranth Symposium. Amaranth Institute, MN. pp. 115-128.
- Williams, J. T. y D. Brenner. 1995. Grains amaranths (*Amaranthus* species). En: J.T. Williams (ed.). *Cereals and pseudocereals*. Chapman and Hall, London. pp. 129-186.



---

## CAPITULO 3

---

**ETNOBOTÁNICA DEL “QUINTONIL”.  
CONOCIMIENTO, USO Y MANEJO DE  
*Amaranthus* spp. EN LA SIERRA NORTE DE  
PUEBLA.**

Economy Botany

en prensa

# ETHNOBOTANY OF "QUINTONIL". KNOWLEDGE, USE AND MANAGEMENT OF EDIBLE GREENS *AMARANTHUS* SPP. IN THE SIERRA NORTE DE PUEBLA, MEXICO<sup>1</sup>.

CRISTINA MAPES, FRANCISCO BASURTO AND ROBERT BYE

---

Mapes, Cristina, Francisco Basurto and Robert Bye (*Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-614, México D.F., 04510, México*). ETHNOBOTANY OF "QUINTONIL". KNOWLEDGE, USE AND MANAGEMENT OF EDIBLE GREENS *AMARANTHUS* SPP. IN THE SIERRA NORTE DE PUEBLA, MEXICO. *Economic Botany* In addition to the seeds consumed as a pseudocereal, amaranths provide important edible greens. In the Sierra Norte de Puebla, Mexico, the management and utilization of amaranths occur within a wide variety of environmental, biological and cultural contexts. This paper presents both the results of ethnobotanical exploration in this region and the comparison of different species and races of amaranths used as greens that were grown in common experimental garden plots in Chalco, Mexico. Ethnobotanical exploration, cultural practices and growth analysis suggest that these plants have been selected for their use as leafy vegetables. The experimental data support the divergence of amaranths used for greens from those used principally for edible seed.

ETHNOBOTÁNICA DEL "QUINTONIL". CONOCIMIENTO, USO Y MANEJO DE *Amaranthus* spp. COMO VERDURA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MEXICO. *Los amarantos además de proporcionar semillas para su uso como pseudocereal producen hojas comestibles. En la región de la Sierra Norte de Puebla, la utilización y el manejo de los amarantos tiene lugar dentro de una enorme variedad de condiciones ambientales, biológicas y culturales. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a partir de la exploración etnobotánica realizada en la Sierra Norte de Puebla así como los datos obtenidos a partir de un estudio de análisis de crecimiento llevado a cabo en Chalco, Estado de México, en donde se comparan diferentes especies y razas de amaranto que se usan a manera de verdura.*

*La exploración etnobotánica, las prácticas culturales y el estudio de análisis de crecimiento sugieren que estas plantas han sido seleccionadas para ser usadas como verdura y que difieren de las que se usan como grano.*

KEY WORDS : *Amaranthus* spp., ethnobotany, edible greens, growth analysis, Mexico.

---

## INTRODUCTION

The seeds of amaranth have been amply utilized as a pseudocereal (Williams and Brenner 1995). However, very little attention has been focused on its use as an edible green. The leaves of various amaranth species have been eaten as leaf vegetables since prehispanic times (Sahagún, 1970), and today they continue to be an important food resource for several peasant communities in Mexico. In the Sierra Norte de Puebla, amaranths are used as food, forage and medicine (Martínez et al. 1995)

Management of natural resources in the Sierra Norte de Puebla occurs in a

diversity of physical, biological and cultural environments with the tendency to intensify land use practices. Such resource management is conspicuous both in the native crop associations, such as maize, common beans, squashes, scarlet runner beans, chile pepper, husk tomato and tomato, as well as in the indigenous agroecosystems with useful weeds (y. e., agrestals), including amaranth. The "quintoniles" (a term applied collectively to *Amaranthus* spp. in the area) are widely consumed and are sold in the regional markets; they are greatly appreciated by both the rural and urban people.

The study area in the Sierra Norte de Puebla is located between latitudes 20° 5' and 19° 48' N and longitudes 97° 57' and 97° 21' W. According to Inzunza (1988), the northern and eastern sections of the Sierra Norte de Puebla border the State of Veracruz, the southern region is limited by the Llanos de San Juan, and the western area is adjacent to the State Tlaxcala (Figure 1). Physiographically the Sierra Norte de Puebla is situated in the Sierra Madre Oriental mountain range and is characterized by intense folding and faulting which results in the rugged landscape, with variation in elevation from 2,400 m above sea level (masl) to 200 masl, with a general slope from the north to the south direction. The bedrock of the region is sedimentary and igneous in origin. Mean annual rain precipitation ranges from a minimum of 800 mm to a maximum of 4,000 mm. The mean annual temperature varies from 16°C to 22°C. As a result, one climatic gradient of temperate humid to sub humid climates extends towards the Mexican Plateau and another of subwarm to warm humid climates towards the lower Gulf of Mexico coastal plain. These two major climatic zones are recognized by local people and named accordingly as "Tierra Fria" (temperate area) and "Tierra Caliente" (warm area). A specific agroecosystem of the Sierra Norte de Puebla may be restricted to one of two of these climatic zones or may be present in both. Both management practices and gathering seasons differ depending upon the climatic zones.

In order to compare amaranths from different areas of the Sierra Norte de Puebla, a common garden was established in order to cultivate various species and races at Rancho San Francisco, Chalco, in the State of Mexico (Figure 2). It is located in southern valley of Mexico between latitudes 19° 14' N and longitudes 97° 57' W at an elevation of 2250 masl and has an Entisol soil (Reyna and Carmona 1991). The climate is classified as C(w<sub>1</sub>)b (Reyna 1989, based on the Köppen system modified by García 1988) which corresponds to

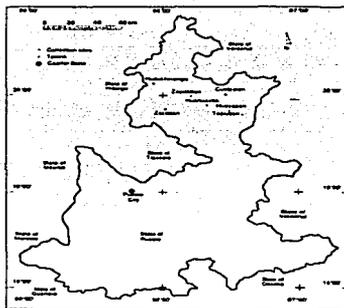


Fig. 1. Localization of the study area.

temperate subhumid with summer rains. Annual average temperature is 15°C. Summers are cool, with highest temperatures (never above 22°C) occurring in May (Figure 3). Ninety percent of the rainfall, 620 mm per year, occurs during the summer (June-September) with July having the greatest monthly precipitation. Frosts may occur from December until February with a monthly average of 17, 10 and 13 days, respectively. The daily average minimum temperature for December and January is 3°C while in February it is 5°C. Severe frosts may occur before December and may damage unharvested crops.

The goals of the present paper are the following:

1. to gain knowledge about the native germplasm of amaranth in the Sierra Norte of Puebla.
2. to define the types of agroecosystems in which amaranth is grown as well as the different forms of the plant's management; and
3. to measure growth and resource allocation patterns of different species and races of amaranth used for edible greens in the Sierra Norte de Puebla by means of experimental cultivation in a common garden at Chalco, Mexico.

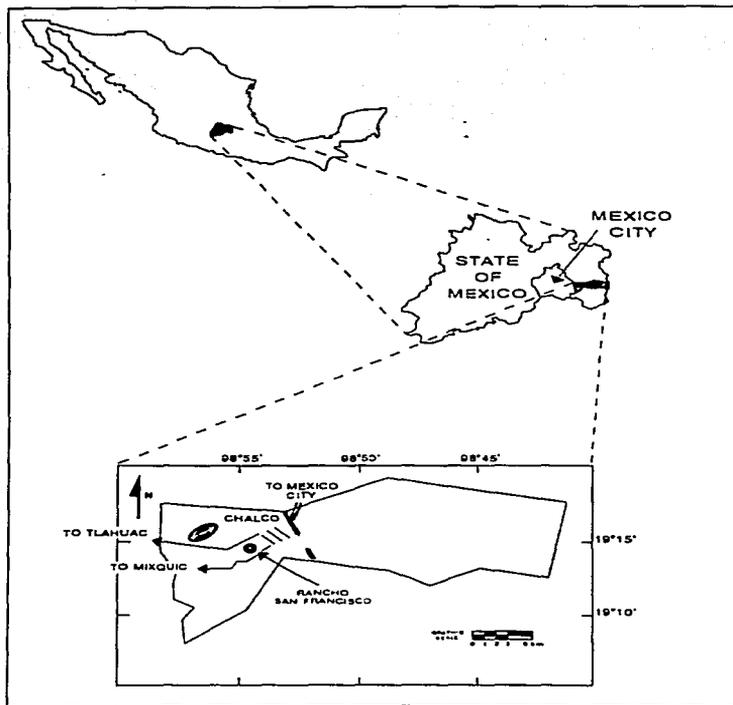


Fig. 2. Localization of the experimental area at Rancho San Francisco, Mexico.

## MATERIALS AND METHODS

### Ethnobotany

Ethnobotanical research began in 1990 with field exploration in the study area and interviews in Spanish of 100 wives of Nahuatl subsistence farmers. The following data were gathered: location of the agroecosystems in which amaranths are grown; botanical and ethno-taxonomic identification of the various species and races of amaranth present in

cultivated fields; observation of the preparation methods for cooking; preference for different amaranth greens; and management practices associated with amaranths. In addition, local markets were visited and 150 market vendors were interviewed to obtain information on: sale of amaranths; preparation methods for consumption; seasonality; provenance; and market value.

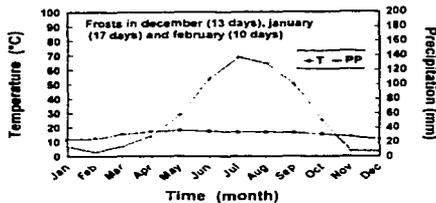


Fig. 3. Climogram of Chalco region, State of Mexico.

#### Cultivation in experimental plots

After the ethnobotanical exploration in the Sierra Norte de Puebla was completed, cultivation of plants from seeds obtained in the Sierra Norte de Puebla in experimental plots was started. The area of cultivation measured 4,140.48 m<sup>2</sup> and was divided in 32 subplots, each with 100 m<sup>2</sup>. Spacing between subplots was 1.12 m. The different races and species of grain, vegetable and weedy amaranths were assigned randomly to their respective subplots, one per subplot to produce a non-replicated design. The results from field sampling presented in this paper of *A. cruentus* (Mexicano and Africano) and *A. hybridus* which are known to be used as greens, corresponds to one race of *A. hypochondriacus* (Mixteco), two races of *A. cruentus* (Mexicano and Africano) and *A. hybridus* which are known to be used as greens.

Four months prior to planting, the area was fertilized with composted sheep manure. Two weeks before sowing, the soil was prepared with a tractor and a disk harrow. Plowing was done once and the harrow was passed twice.

On May 15, 1990, these seeds were sown directly and afterwards watered manually. Sowing consisted of placing 10 seeds in a hole 2 cm deep. Only the strongest seedling per hole was allowed to grow; the others were removed. The density of one plant per 0.80 m<sup>2</sup> was

maintained in order to permit the expression of genotype differences and biological potential of individual plants.

Manual weeding and thinning were performed 30 days after germination. Dead seedlings were replaced with transplanted seedlings of the respective specie or race. During the experiment, subsequent weeding was repeated 10 times, soil was hilled around each plant five times, and, to control intense attack by insects in all four subplots, the insecticide (Foley) was applied 15 times. Cultivation initiated with sowing on May 15, 1990 and ended on November 10 when a heavy frost killed the plants.

Growth evaluation. Plant performance in experimental plots was evaluated through measurements of height, leaf area, total plant biomass and biomass allocation to roots, stems, leaves and inflorescences. Measurements of these variables were made as described below.

Nondestructive sampling. Ten plants from each population were randomly selected and labeled in their corresponding subplot. The absolute height for each plant was measured from the cotyledon scar to the apex at intervals of approximately 10 days starting from the day of emergence.

Destructive sampling. For each one of the four populations, six plants were randomly selected and harvested completely at approximately 30 day intervals (Table 1). Uprooted plants were placed in plastic bags and were transported to the laboratory (at the Jardín Botánico, UNAM) where they were separated into roots, stems, leaves and inflorescences. Leaf surface was measured using a Delta TRS 232 C foliar area apparatus at the Instituto de Ecología, UNAM. Total leaf area per plant was measured before drying. Plant material (roots, stems, leaves, and inflorescences) was dried in an oven at 60-65°C for 64 hrs. Dry weight of each plant part was obtained. Total biomass was obtained for each plant by adding the weight for four components. Biomass

allocation for each part was calculated by dividing biomass of each plant part, roots (R), stems (S), leaves (L) and inflorescences (I), by the total biomass.

TABLE 1. HARVEST DATES AND DAYS SINCE EMERGENCE IN EXPERIMENTAL SUBPLOTS OF *AMARANTHUS* SPP.

Harvest	Date	Time (days)
I	June 18, 1990	21
II	July 12, 1990	45
III	August 14, 1990	78
IV	September 25, 1990	120
V	October 24, 1990	149

#### Statistical analysis

To evaluate the differences among the amaranths grown, covariance analyses were performed on the observed values of plant height, total standing biomass and leaf area. In all the cases, the independent variables were the races or the species (statistical factor) and time (covariant of factor). Values of height and biomass were log transformed using the following mathematical formula:  $y = \text{Log}(x+1)$ . Percentages of biomass were transformed with the following algorithm:  $\underline{y} = \arcsin(\underline{x}/100)^2$ , where  $\underline{y}$  is the transformed value and  $\underline{x}$  is the biomass percentage or proportion for each part (i.e., root, stems, leaves and inflorescence).

## RESULTS

### Taxa

The species and races of amaranth which grow in the Sierra Norte de Puebla

are the following: *Amaranthus hybridus* L. ("quintonil"), *A. spinosus* L. ("quiltonil de burro"; "quiltonil de pájaro"), *A. hypochondriacus* race Mixteco ("chichiquilit"), *A. cruentus* L. races Mexicano ("iztaquilit") and Africano ("chichiquilit") (Table 2). The nomenclature follows that recognized by Espitia (1994) although the names of the races are not validly published. They are all known locally as "quintoniles" and considered edible, although people differ in their preference depending on each amaranth's flavor, color and palatability. The type of plant manipulation by humans of the races Mixteco, Mexicano and Africano is considered as that of enhancement or encouragement. This interaction consists of different activities that increase the density of populations of useful plants and includes the sowing of seeds or the intentional propagation of vegetative structures (Bye 1993; Casas *et al.* 1996; Colunga *et al.* 1986). When a new parcel is opened to cultivation, in Sierra Norte de Puebla amaranth seeds are broadcast after plowing so the plants develop together with maize. Amaranth plants in that parcel during subsequent agricultural cycles are derived from the seeds that fell from mother plants of the previous year.

### Agroecosystems

The agroecosystems in which amaranths are gathered in the study area include: "milpa" (mixed crop fields where maize is predominantly grown), "chilar" (fields where chili pepper is grown), "frijolar" (fields where beans are grown), orchards, and "huertos familiares" (home gardens) (Table 3). In

TABLE 2. SPECIES AND RACES OF AMARANTH WHICH GROW IN THE SIERRA NORTE DE PUEBLA

Species and races	Collection number	Collection site	Altitude	Management	Agroecosystem
<i>Amaranthus cruentus</i> Africano	Mapes & Basurto 769	Zapotitlán de Méndez Mpio. Zapotitlán, Pue.	750 msnm	enhaced	home garden
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> Mixteco	Mapes & Basurto 772	Huahuastla Mpio. Nochitlán, Pue.	1400 msnm	enhaced	"milpa"
<i>Amaranthus hybridus</i>	Mapes & Basurto 782	Maquina Vieja, Pue. Mpio. Tlachichuca, Pue.	2900 msnm	incipient	home garden
<i>Amaranthus cruentus</i> Mexicano	Mapes & Basurto 791	Huahuastla Mpio. Nochitlán, Pue.	1400 msnm	enhaced	"milpa"

each agroecosystem, the seasonality of amaranth production varies with the agricultural calendar, the activities of which are determined by environmental and cultural factors. In the following sections two subregions and the associated agroecosystems in which amaranth is produced are described.

(*Tagetes erecta* L.) may be planted along the margins. The agricultural calendars for maize cropping in the "Tierra Fría" and "Tierra Caliente" are described in Figure 4a and 4b, respectively.

The examples for the "Tierra Fría" are from Huahuaxtla, where maize is associated with herbaceous annual plants,

TABLE 3. AGROECOSYSTEMS IN WHICH AMARANTHS WERE FOUND TO BE GATHERED IN THE STUDY AREA.

Species and races	Common name	Habitat					
		"Milpa"	"Chilar"	"Frijolar"	Home garden	Orchard	Ruderal
<i>Amaranthus hybridus</i>	"quintonil" "quillonil"				●		
<i>A. spinosus</i>	"quillonil de burro" "quillonil de pájaro"				●		●
<i>A. hypochondriacus</i> Mixteco	"quintonil rojo" "chichiquilitl"	●	●	●		●	
<i>A. cruentus</i> Mexicano	"quintonil blanco" "iziquilitl"	●	●	●			
<i>A. cruentus</i> Africano	"chichiquilitl"				●		

The "milpas" are characterized by the cultivation of basic crops of which maize dominates. The "milpas" are found in both subregions: the "Tierra Fría" and the "Tierra Caliente". The main cultivated races of maize are Tuxpeño and Tuxpeño introgressed with Cónico or with Arrocillo (Fernández Brondo 1977). Other races said to be present in the region are Mushito and Cacahuacintle (Inzunza 1988). In the "milpas" maize is intercropped with numerous other annual species such as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), runner bean (*P. coccineus* L.), broad bean (*Vicia faba* L.), potato (*Solanum tuberosum* L.), pea (*Pisum sativum* L.), squash (*Cucurbita pepo* L.), chilacayote (*C. ficifolia* L.), peanut (*Arachis hypogaea* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.). Fruit trees such as prune (*Prunus domestica* L.), peach (*P. persica* (L.) Batsch), pear (*Pyrus communis* L.), apple (*Malus sylvestris* Mill.), and avocado (*Persea americana* Mill.) may be associated in the field. Ornamental plants such as hydrangea (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.), white lily (*Lilium longiflorum* Thunb.), red lily (*Hippeastrum puniceum* (Lam.) Voss), dahlia (*Dahlia* spp.), camelia (*Camellia japonica* L.) and marigold

and from Hueyapan, where maize is intercropped with fruit trees, such as prune, peach, apple, pear, avocado and Mexican cherry (*Prunus serotina* Ehrh. subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh). The amaranths grown in the "milpas" of "Tierra Fría" are *A. hypochondriacus* Mixteco and *A. cruentus* Mexicano.

In Huahuaxtla the cropping cycle of previously cultivated "milpa" begins in January when fields are weeded using a weeding hook and a machete and the soil is turned with a hoe or a wooden plow drawn by oxen. During February and March maize kernels are sown by means of a planting stick, with resowing occurring in March. Weeding in March or April is done with a hoe; at this same time each maize plant is fertilized with powder consisting of ammonium sulfate and calcium super phosphate (1:1, by volume). Individual plants are hilled during May and June using a hoe. Maize canes with mature ears are folded down during September in order to aid the drying of maize ears and to prevent water accumulation inside the husks (which could cause the grains to rot on the cob). The harvest of maize ears occurs in November and continues until December (Figure 4a).

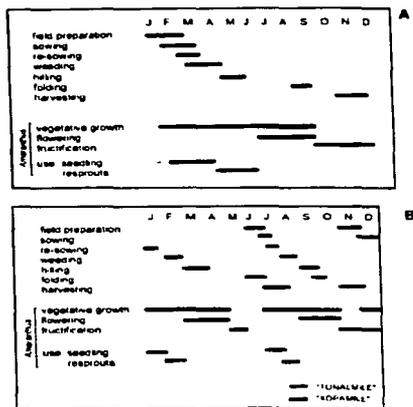


Fig. 4. Agricultural calendars for maize cultivation of the Sierra Norte de Puebla: a) "Tierra Fria" subregion and b) "Tierra Caliente" subregion.

When a new "milpa" parcel is opened to cultivation, amaranth seeds are broadcast after plowing so that plants develop together with maize. From February and until the first weeding in March or April, amaranth seedlings are gathered for food. After hilling, only the young amaranth shoots and resprouts are gathered until the onset of flowering, when leaf consumption stops. Pruning of amaranth plants by means of cutting the resprouts and young lateral shoots is said to increase the production of tender leaf resprouts and delay flowering. In subsequent agricultural cycles, the amaranth plants emerge from seeds deposited by plants of the previous year without human intervention.

"Chichiquilit" (*A. hypochondriacus* Mixteco) has developed a similar architecture and life cycle to maize races with which it is cultivated, particularly the Tuxpeño. In this case "Chichiquilit" is a tall and erect herb (up to 3 m) and

grows synchronously with maize plants. The life cycle of amaranth plants in "milpas" is quite long (up to 10 months). The annual herb has an intense red color, produces much foliage and resprouts readily along the stem. The tender dark leaves are boiled and the resulting red-tinted, tasty watery stock is preferred by consumers. The flavor of the leaves is excellent. The mature plant has a terminal condensed inflorescence above the open lateral inflorescence branches and black seeds. As with maize, the plants are tended individually. All the above characteristics makes this amaranth ideal for intercropping.

In Hueyapan the cropping calendar and the succession of field chores are similar to those in Huahuaxtla, except that in the former plowing is done with a metallic plow pulled by horses or mules, which are faster than oxen. Other differences in the field from those in Huahuaxtla are that organic fertilizer is usually applied when seeds are planted and that fruit trees are much more abundant in the cultivated fields, either sparsely dispersed throughout or aligned in widely separated rows. Amaranths are consumed as seedlings from February to April, and sprouts are cut from the tall herbs during May through June. The harvest is terminated once plants begin flower. The amaranths commonly grown are the same as those in Huahuaxtla.

In the "Tierra Caliente" two maize cycles occur: "tonalmile" and "xopamile." The former takes place from November to July or August, the latter from July to November. Hand tools such as hoe, machete, weeding hooks and planting sticks are used, together with wooden plows pulled by oxen for plowing. Weeding takes place 30 days after sowing and hilling is done 60 days after sowing. Amaranth gathering in the two maize cycles occurs during December and January as well as during July and August, respectively (Figure 4 b). The amaranths commonly grown are *A. cruentus* Mexicano and *hypochondriacus* Mixteco.

The "frijolares" are cultivated fields of bush beans (*Phaseolus vulgaris*). The fields are left fallow for two to three years, then slashed and burned. Without further soil perturbation, bean seeds are sown using a planting stick. Both green pods and mature seeds are harvested (Figure 5a and 5 b).

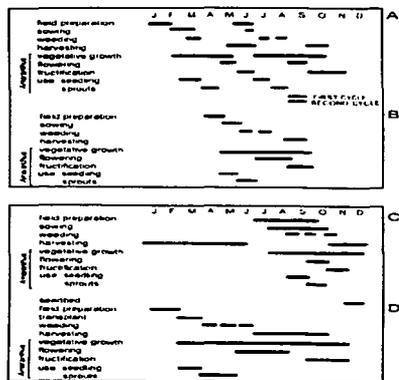


Fig. 5. Agricultural calendars for a) common bean in the "Tierra Fria" subregion; b) common bean in the "Tierra Caliente" subregion; c) chili pepper in the "Tierra Caliente" subregion; d) bed sown chili.

In the "Tierra Fria", "frijolares" are cultivated in two cycles, the earlier during January through June and the later from July to October (Figure 5 a). In the "Tierra Caliente", "frijolares" are sown in May and harvested from August to November (Figure 5 b). In these fields, amaranth seedlings are gathered until the first weeding is done. Between the first and second weeding, amaranth resprouts are utilized from the spared plants. Overall, "frijolares" produce amaranth edible greens from May to April in "Tierra Fria" and from July to August in "Tierra Caliente". Amaranths grown in "milpas" are the same as those grown in "frijolares".

Chili peppers (*Capsicum annuum*) are grown mainly in the "Tierra Caliente". This intercropping system contains up to ten species of useful plants and is found in fields that have been fallow for at least three years.

"chilares" are prepared by clearing the vegetation, using machetes and hooks, followed by burning. The soil is not plowed. The seeds of cultivated plants are sown in holes made with a planting stick (Figure 5c). At the upper altitudinal range of its distribution, chili peppers are first sown in beds and later transplanted in the fields (Figure 5 d). In this agroecosystem, seeds of *A. hypochondriacus* Mixteco and of *A. cruentus* Mexicano are broadcast in the plots when the chili pepper seeds are sown. Amaranth seedlings can be gathered within one month. The season for amaranth gathering is from September to March and, as in the case of the "milpas", first the seedlings are consumed and later the resprouts cut from large plants.

On the average the "chilares" can produce 250 amaranth seedlings per m<sup>2</sup>. Two experienced people can gather up to 10 kg of amaranth greens in about three hours which included the time it took to walk (about one hour) to the plots. A part of the gathering is consumed at home and the remainder is sold in markets.

Cultivation of greens, including amaranths, in small plots of the orchards is common in both subregions. In the "Tierra Fria" associations with bush bean (*Phaseolus vulgaris*) and green tomato (*Physalis* spp.), radish (*Raphanus sativus* L.), chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), and cabbage (*Brassica oleracea* L.) predominate. However, in the orchards of "Tierra Caliente" other species such as cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata*), bush bean, papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (D. C.) R.R. Johnson), green tomato, tomato and chili peppers -both serrano (*Capsicum annuum* var. *annuum*), and

piquin (*C. annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser et Pickersgil) are sown. In this agroecosystem we usually find "chichiquilit" (*A. hypochondriacus* Mixteco) and "iztaquilil" (*A. cruentus* Mexicano). The most common species of amaranth in the home gardens are *A. hybridus* and *A. spinosus*; both are weedy herbs with short stature, many branches and small leaves which are consumed as greens in the seedling stage. Production is limited and they are used for home consumption. In the home gardens at Zapotitlán de Méndez, a village located at 700 masl. *A. cruentus* Africano is grown and is highly esteemed by local people. *A. hybridus* is also in home gardens and shares many characteristics of *A. hypochondriacus* Mixteco. This agricultural system is maintained throughout the year, mostly by household members. Only hand tools are employed. Soil fertility of home gardens is improved by adding household refuse (Basurto 1982). Because these intensively and continuously cultivated plots provide a diverse combination of agricultural crops, they ensure a constant production of greens for family meals and dietary supplements.

#### Sale, consumption and ecological complementation

In the Sierra Norte de Puebla region amaranth leaves and resprouts are greatly appreciated as foodstuff and are in high demand by both mestizos and Indian groups. Amaranth edible greens are sold in local markets and their prices vary with the season and the type of greens (i.e., resprouts or seedlings). The market supplies come from two main agroecosystems: the "milpas" of the "Tierra Fria" and the "chilares" of the "Tierra Caliente". The amaranths from the "chilares" have higher prices because fewer plants are harvested; the area cultivated in chile peppers is less than that of maize. In general, amaranths are sold by the bunch which costs 50 cents (Mexican currency). The quantity of each bundle varies considerably. A handful of seedlings weighs 13.2 g (dry weight) while a large bundle of resprouts from

pruned stems weighs 43.9 g (dry weight).

The amaranth which comes from the "Tierra Fria" is known as "arribeño" and are available in the local markets between February and July. The amaranths from the "Tierra Caliente" are called "abajeno" and are marketed between September and February. Thus the ecological complementation of the two subregions assures the availability of amaranth greens in the markets throughout most of the year (Figure 6).

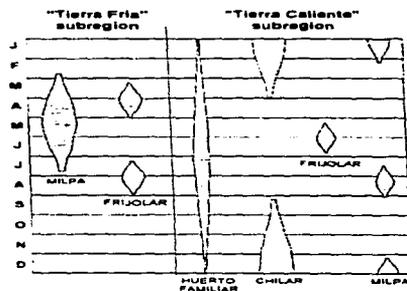


Fig. 6. Seasonal distribution of "quintonil" in the various agroecosystems in the "Tierra Caliente" and "Tierra Fria" subregions of the Sierra Norte de Puebla.

#### Cultivation in experimental plots

Average plant height for the three races and *A. hybridus* is presented in Figure 7. These values (cm,  $\bar{X} \pm 2S\bar{x}$ ,  $n=10$ ), in decreasing magnitude, are: 255.9 cm  $\pm$  37.84 Mixteco; 212.3 cm  $\pm$  38.21 *A. hybridus*; 192.1 cm  $\pm$  37.84 Mexicano; 178.2 cm  $\pm$  12.53 Africano. Analysis of covariance (ANCOVA) showed significant differences for log transformed plant height data ( $p < 0.05$ ) as well as for time covariant ( $p < 0.05$ ). With respect to the number of days to reach maximum height Mixteco was the tardiest with 164, followed by Africano with 145, *A. hybridus* with 129 and Mexicano with 123. In general, life cycles are relatively

long in these plants used as greens compared to those of grain (138 days as an average for *A. hypochondriacus* Mercado, Azteca, Nepal and *A. cruentus* Mexicano; Mapes *et al.* 1995).

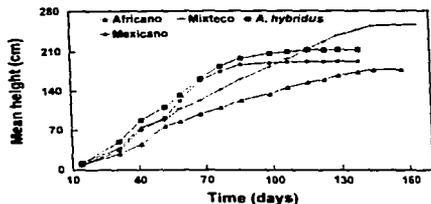


Fig. 7. Height of the three races and *A. hybridus* used as "greens".

Maximum values of leaf area ( $m^2$ ,  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$ ), showing clear differences among the races and *A. hybridus* (Figure 8), were as follows:  $2.91 m^2 \pm 1.06$ , Mixteco;  $1.44 m^2 \pm 0.74$ , Africano;  $1.26 m^2 \pm 0.456$ , *A. hybridus*; and  $0.38 m^2 \pm 0.353$ , Mexicano. The ANCOVA for leaf area indicated that the differences between races and *A. hybridus* were significant ( $p < 0.05$ ) as well were those of the time covariant ( $p < 0.05$ ).

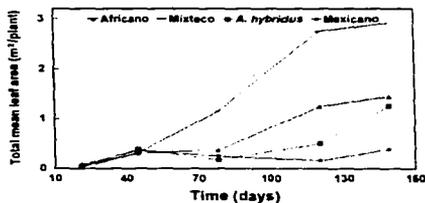


Fig. 8. Leaf area per plant of the three races and *A. hybridus* used as "greens".

Maximum leaf area (MLA) per plant was reached by all races and *A. hybridus* at the same time, 149 days. If the MLA of these vegetable races and *A. hybridus*

are compared to that of the grain producers, the latter reach their greatest value earlier (i.e., in 138 days) and tend to have less leaf surface: Azteca  $0.912 m^2$ ; Mercado  $0.649 m^2$ ; Nepal  $0.741 m^2$ ; and Mexicano  $0.451 m^2$  (Mapes *et al.* 1995).

The final standing biomass per plant (g,  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$ ,  $n=6$ ) also varied among the races and *A. hybridus* (Figure 9). *A. hybridus* produced the most with  $647.09 g \pm 186.06$  and was followed by Mixteco ( $549.29 g \pm 228.96$ ), Africano ( $483.28 \pm 120.78$ ) and Mexicano ( $475.57 \pm 285.67$ ). Maximum standing plant biomass was reached at 149 days in the three races and *A. hybridus*. The ANCOVA for log transformed dry weight data indicates that differences between races and *A. hybridus* were not significant ( $p > 0.05$ ), but were significant with time covariant ( $p < 0.05$ ).

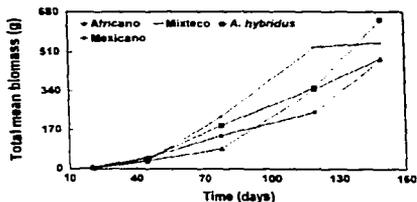


Fig. 9. Total standing per plant biomass of the three races and *A. hybridus* used as "greens".

In all cases, highest percent biomass allocation (Figure 10) to vegetative structures was observed during the period up to 45 days after germination. In all races and *A. hybridus*, 85% of the total plant corresponded to stem and leaf. At this time *A. hybridus* and Mexicano initiated flowering, while in the Mixteco and Africano plants the onset of reproduction occurred at day 120. These two last races have lower values of percent biomass allocated to inflorescences (6.8% and 3.0% respectively), while *A. hybridus* and

Mexicano have higher values (42.8 % and 22.6% respectively). During the reproductive period, percent biomass allocated to vegetative structures declined, particularly for leaves which decreased from 66% to 24% in *A. hybridus*, and from 66% to 21.5% in Mexicano. For races Mixteco and Africano, whose resource allocation pattern remained constant until the end of the experimental period, this decrease in vegetative structures was from 68% to 38%, and from 65% to 36%, respectively. The ANCOVA results for percent dry weight of vegetative and reproductive structures show significant differences among races and *A. hybridus* in biomass percentages of root, leaves and inflorescences ( $p < 0.05$ ). Time covariant was significant ( $p < 0.05$ ) in all cases except root.

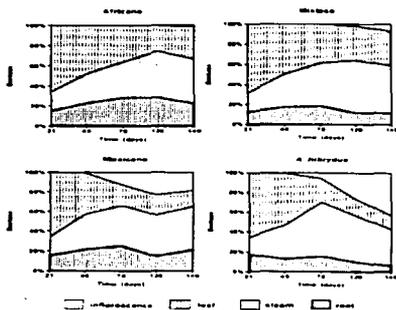


Fig. 10. Resource allocation within the plant of the four collections of amaranth used as "greens".

## DISCUSSION

The importance of amaranths in the Sierra Norte de Puebla and the role of the local farmers in their use and diversity can be seen by comparing the characteristics of their plants grown in their area and in the experimental garden with those resulting from contemporary breeding programs and agronomic

studies. It is important to recall that, for practical reasons, the experimental cultivation was carried out in the Valley of Mexico, a region with different climatic and ecological conditions than those where the seeds originated. Nonetheless, these preliminary results demonstrate genetically based differences between the edible greens and the grain races of *Amaranthus* (Mapes *et al.* 1995). Future studies will carry out these comparative experimental growouts in the Sierra Norte de Puebla as well as in other ecological zones.

Experimental results agree with ethnobotanical information gathered in the field. *A. hypochondriacus* Mixteco ("chichiquilit") is associated in polyculture, especially in "milpas" dominated by the tall maize race Tuxpeño. The deep red-colored plantlets mature to erect herbs that reach almost 3 meters in height and have a long life cycle of about 10 months. The sparsely branched stem has a high capacity for resprouting and, hence, is a good leaf producer. The narrowly condensed terminal inflorescence produces dark colored seed.

Under experimental conditions, the red colored seedlings of Mixteco grew to an average maximum height of 2.5 m and had the longest growth period (164 days before the frosts, which usually do not occur in its original cultivation area, killed the plants). At this time, it also reached its maximum leaf area (2.9 m<sup>2</sup>) as well as its average maximum biomass (549.2 g) (Table 4). The MLA / MB (maximum leaf area/ maximum biomass) is the highest of those races studied (0.0053; Table 4). Plants with a high leaf to stem biomass ratio (i.e., 9.7 for *A. tricolor* seedlings) are considered to have the greatest market value for edible greens (Abbott and Campbell 1982; Grubben 1980). In this experimental study we did not obtain such high values for this parameter, the greatest being 0.66 for Mixteco because measurements were made on adult plants rather than seedlings (Table 4).

TABLE 4. SUMMARY OF PLANT CHARACTERISTICS OF *AMARANTHUS* SPP. GROWN IN EXPERIMENTAL PLANTS

	Maximum leaf area MLA (m <sup>2</sup> )	Biomass at maximum leaf area (g)	Maximum biomass MB	MLA/MB (m <sup>2</sup> /g)	Maximum L. cat/stem ratio	days to MLA	Height at MLA (cm)	Maximum height (cm)	Life cycle (days)
Mixteco	2.913	549.29	549.29	0.0053	0.660	149	254.6	255.9	164
<i>A. hybridus</i>	1.262	647.09	647.09	0.0019	0.0472	149	212.7	212.7	138
Mexicano	0.388	475.57	475.57	0.0008	0.298	149	192.1	192.1	138
Africano	1.449	483.28	483.28	0.0039	0.705	149	177.8	178.2	157

MLA = Maximum leaf area (m<sup>2</sup>)

MB = Maximum standing biomass (g)

TABLE 5. COMPOSITION OF EDIBLE LEAVES IN PERCENTAGE OF *A. HYPOCHONDRIACUS* MIXTECO.

Grams of dry matter	100 %
Total protein % (dry matter) (N x 6.25)	32.15 ± 0.13
Crude fiber	9.86 ± 0.15
Ash % (dry matter)	20.38 ± 0.02
Free extractable nitrogen	32. ± 49

Another important aspect to consider in an edible greens plant is the availability of leaf biomass. The pattern of biomass assignation allows one to see the moment in the life cycle when the leaf production is at its peak and the leaves are available. In addition, the quality of the leaves is significant (Santos Oliveira and Carvalho 1975); the main problem in leaf protein utilization is the content of non-digestible glucide matter, which may be limiting the digestibility and absorption of nutriments. It will be necessary in the future to carry out other investigations with amaranth in order to clarify these points.

The phase of the life cycle when the plant is consumed is another factor to consider. If the vegetable is consumed as a plantlet, the herb will tend to be annual. If the sprouts resulting from pruning are favored, the herb will tend to be biennial or short lived perennial. In breeding of mutants produced by gamma ray exposure, the preferred fresh leafy vegetables have wide laminas in the reproductive stage (Mohideen and Muthukrishnan 1979) while leafy greens for repeated harvestings are those with high resprouting capacity. This latter type has economic significance for the continuous production of tender leaves over a long time period. Some mutations found in alfalfa (*Medicago sativa* L.) have a high capacity for resprouting after harvesting the basal branches. In the case of *Amaranthus*, with gamma ray mutation resulted in new, earlier flowering and dwarf varieties that were high foliage producers of wide leaves (Mohideen 1989). This tender-leaved form has been recommended for cultivation because it can be harvested continually and produce seed earlier. Another mutant was a late flowering form with many, basal branches that generated leafy shoots after leaf harvesting. Such improved lines are of great economic importance for plants that can be continually harvested for tender resprouts over longer periods of time. These experimental cultivars demonstrate two possible strategies for selection of plants with continual leaf

production. This pattern of exploiting early stages of leaves from resprouting is similar to the various "quintoniles" used in the Sierra Norte de Puebla. Even though such plant responses of the Mexican races have not been studied genetically, these native amaranths reflect the great potential as a consequence of human selection on these plants that parallel results from scientific breeding programs.

Resource allocation patterns of Mixteco and Africano are very similar (Figure 10). In general terms, these two races delay the onset of reproduction thus lengthening the period of leaf production. Morphological characteristics observed in the field for these races, but particularly so for Mixteco, indicate a more intense selection by people, in that they show more abundant leaf production, the stems are taller, and their characteristics of texture, flavor and color are highly appreciated by consumers.

Different species of amaranth used as vegetable have been studied by Devadas and Mallika (1991). The premature flowering before plants obtain sufficient vegetative growth and incidence of pests and diseases are the important limitations of amaranth cultivation. Early flowering terminates vegetative growth resulting in poor leaf yield. Many factors such as undesirable genotype, unfavorable cultivation conditions (such as poor soil fertility), severe moisture stress, methods of cultivation, height of cutting among others can cause early flowering. Pruning significantly delays anthesis in amaranths (Deutsch 1977; Enyi 1965; Grubben 1976). Color patterns are related to initiation of flowering. Comparisons were made between red amaranths and green amaranths for days to 50 % in inflorescence "bolting" in single cut plants. In general, red amaranths flowered later than green types. The physiological reason for the delayed flowering requires further investigation (Devadas and Mallika 1991).

*A. hypochondriacus* Mixteco of Sierra Norte de Puebla shares a number of characteristics associated with improved leafy greens. These features include: higher leaf/stem ratios than grain forms, leaf resprouting after pruning, extended period of leaf production, suppressed flowering and red pigmentation.

In contrast, *A. hybridus* and *A. cruentus* Mexican exhibit a weed-like behavior in that greater resource allocation to leaves (respectively, 65 % and 66%) occurs during the early stages of their development at which time they are consumed. In both collections, at the onset of reproduction, the percent biomass allocation to leaves (24.4 % and 21.5 %) diminishes dramatically as more resources are allocated to the reproductive structures. This pattern of resource allocation is typical of agrestal and ruderal plants that must complete their life cycle prior to weeding if the population is to survive the next season. In the agricultural cycle the plants are removed after the period for leaf and plantlet gathering so as to reduce competition with maize. Even though these latter races are encouraged by the sowing of seeds in "milpas" and gardens, they retain a resource allocation pattern typical of weeds. Huaptli (1977) mentioned that many weedy species and a few domesticated amaranths possess indeterminate inflorescences. The tip of each inflorescence branch remains meristematically active and can continue to differentiate and to produce flowers and seeds long after the leaves have begun senescence. Weedy herbs are known for their greater allocation of biomass to seed (Baker 1974).

Amaranths produce considerable amounts of vegetative growth. In initial stages, the plant generates large quantities of succulent green matter. As the season progresses, the large stem and older leaves become fibrous, pithy and unpalatable. Flowering often impedes further harvests because there is less leaf production and the leaf quality is poor. Hence standardization of cultural techniques to obtain maximum tender

vegetable yield is desirable. Several attempts have been made to obtain increased total vegetable yield, high leaf/stem ratio, greater number of harvests among other features (Devadas and Mallika 1991).

Management practices of edible greens amaranth include transplanting and direct seeding. Transplanting is more laborious but leads to fewer weed problems and earlier harvests. High soil fertility and shallow seeding (about 0.5 cm) are recommended (Daloiz 1980; Grubben 1980). Transplanting method delayed flowering and increased the total duration of the vegetative phase, thus making it possible to have more edible harvests and ultimately higher edible greens yields (Mohideen and Rajagopal 1975). For successive harvests, edible greens amaranths can be either ratooned (repeated harvest of the same plant) or clear cut and reseeded. Deutsch (1977) noted that the total yields increased with increasing density up to 200 plants/m<sup>2</sup>. Field experiments in Pennsylvania, USA where amaranth was cut 35 to 56 days after sowing showed yield increase with plant age but a decline in leaf quality. In Benin, West Africa the usual practice for growing amaranth is transplanting either at a narrow spacing for one single harvest or at a wide spacing for 2-4 subsequent cuttings (Grubben 1980). The rationale behind these practices was investigated in Benin and in the Netherlands (Grubben 1980). The results of these studies are of interest to the seedling amaranths of the Sierra Norte de Puebla are that: a) broadcast sowing gives a higher yield; b) narrow spacing requires large quantity of seed and gives a dense growth of etiolated plants, a condition which is very competitive against weeds; c) uprooting plantlets yields easy-to-handle-bundles of plants which may be kept fresh for a longer period by putting the roots in a basin of water; and d) harvesting young plants yields more succulent vegetables. In the case of resprouts from pruned, older plants, it was concluded that: a) cutting gives a cleaner product that does not

require laborious washing and has a higher percentage of edible material; and b) pruning at a height that leaves sufficient axillary buds for new branches increased total yield per plant through repeated cutting.

In the case of 3-4 weeks old *A. cruentus* cv. Fotete an optimum harvest was produced at a density of 100-200 plants per m<sup>2</sup> (Grubben 1980). For repeated cutting of this cultivar, 20 to 40 plants per m<sup>2</sup> appear to be suitable.

The amaranth greens have high nutritional value. They are exceptionally high in calcium and contain more fiber, niacin and ascorbic acid than spinach on a fresh-weight basis and have about three-quarters as much vitamin A as spinach while the content of protein, iron and other minerals is similar (Watt and Merrill 1975). Nitrate and oxalate contents are comparable to those of other leafy garden vegetables (Marderosian *et al.* 1980).

The use of leaves in human nutrition has not been given the consideration it deserves in some low protein diets. When the limiting amino acid of main foods is lysine (as in the case of cereal based diets), the protein of leaves may be an important dietary complement (Santos Oliveira and Carvalho 1975). In Mexico, where maize is one of the major foods, the consumption of edible leaves can be very significant. A preliminary analysis of the edible leaves of "chichiquilit" (*A. hypochondriacus* Mixteco shows that they contain 32% total protein (Table 5).

The number of gatherings made from the plant influences the nutritional content of amaranth leaves. Biochemical composition content and nutritional factors changed in leaves of Guatemalan vegetable forms of *A. cruentus* and *A. caudatus* L. that were harvested every 7 days through out life cycle (Spillari *et al.* 1989). This information suggests that the manner and frequency of leaf harvest is critical to the quality of the vegetable. Future studies in the Sierra Norte de Puebla will compare ethnobotanical details of the cultural practices with the

phytochemical and nutritional qualities of the greens.

## CONCLUSIONS

Two weedy species (*A. spinosus* and *A. hybridus*) and three races (*A. cruentus* Mexicano and Africano as well as *A. hypochondriacus* Mixteco) are known collectively as "quintoniles" and are utilized as edible greens by the Nahuat farmers of the Sierra Norte de Puebla of Mexico. The later four taxa are encouraged in "milpas", "chilares", "frijolares", orchards and home gardens. These amaranths form an integral part of agroecosystems both in the "Tierra Fria" and the "Tierra Caliente" of the area. Farmer management practices are based upon the coadaptation of the amaranths to the growth cycles of the cultivated crops along this ecological gradient and permits the availability of the edible greens through out the year in the region. The life cycle, biomass allocation patterns and leaf characters of seedlings as well as of pruned plants of the Sierra Norte de Puebla suggest that the "quintoniles" have evolved separately from their grain relatives and share desired characteristics found in amaranths produced in contemporary plant breeding programs and agronomic manipulation.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded, supported and encouraged by the Programa Universitario de Alimentos (PUAL, UNAM), the Coordinación de Estudios de Posgrado, (PADEP, UNAM), and the Instituto de Biología (IBUNAM) of the Universidad Nacional Autónoma de México.

The Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM allowed the land of Rancho San Francisco in Chalco, state of Mexico, for the experimental growouts. The valuable help of local farmers, Tomás Palma and Federico Valdepeña, in the establishment and maintenance of the cultivated plots is greatly appreciated. Martha Gallegos Reza and Araceli Díaz-Ortega assisted in

the recording and analysis of data. Salvador Sánchez Colón from the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN was advisor of the statistical analysis. The support of Miguel Angel Martínez Alfaro in this study has been very important; he introduced us to the Sierra Norte de Puebla and has shared his extensive knowledge of the area with us. The authors thank Patricia Colunga García-Marín, Dr. Lawrence Kaplan and two anonymous referees for their valuable contributions to the critical review of the manuscript. Jorge Saldívar provided computer assistance in the preparation of the manuscript and some of the figures.

#### LITERATURE CITED

- Abbott J. A. and T. A. Campbell.** 1982. Field evaluation of edible greens *Amaranthus* spp.). Hort-Science 17:407-409.
- Baker, H.G.** 1974. The evolution of weeds. Annual Review of Ecology and Systematics 5:1-24.
- Basurto, F.** 1982. Huertos familiares en dos comunidades Nahuas de la Sierra Norte de Puebla: Yancuictlalpan y Cuauhtapanaloyan. Bachelor's Thesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F.
- Bye, R.** 1993. The role of humans in the diversification of plants. Pages 707-731 in T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa, eds., Biological Diversity in Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press. New York, NY.
- Casas, A., M. C. Vázquez, J. L. Viveros and J. Caballero.** 1996. Plant management among the Nahuas and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of domestication. Human Ecology 24:455-478.
- Colunga García-Marín, P., E. Hernández X. and A. Castillo.** 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío Guana-  
juatense. Agrociencia 65:7-44.
- Daloz, C.** 1980. Amaranth as a leaf edible greens: horticultural observations in a temperate climate. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press Inc. Emmaus, PA.
- Deutsch, J. A.** 1977. Genetic variation of yield and nutritional value in several *Amaranthus* species used as a leafy vegetable. Ph. D. Thesis. Cornell University, Ithaca, NY.
- Devadas, V. S. and V. K. Mallika.** 1991. Review of research on vegetable and tuber crops. Amaranths. Kerala Agricultural University Press, Thrissur-Kerala.
- Enyi, B. A.** 1965. Effect of age of seedling, height and frequency of cutting on growth and yield of African spinach (*Amaranthus oleraceus*). Nigerian Agriculture Journal 2:35-38.
- Espitia, E.** 1994. Breeding of grain amaranth. Pages 23-38, in O. Paredes López, ed. Amaranth Biology, Chemistry and Technology. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Fernández Brondo, J. M.** 1977. Variación morfológica de los maíces de la Sierra de Puebla y Centro Occidental de Veracruz: implicaciones ecológicas y socio-económicas. Bachelor's thesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- García, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Grubben, G. J.** 1976. The cultivation of amaranth as a tropical leaf vegetable. Department of Agriculture Research, Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- Grubben G. J.** 1980. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth, with special

- reference to South Benin. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press, Inc. Emmaus, PA.
- Huaptili, H.** 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. Proceedings of the First Amaranth Seminar. Rodale Press Inc. Emmaus, PA.
- Inzunza, F.** 1988. El proceso de producción agrícola en la porción oriental de la Sierra Norte de Puebla. Bachelor's. Thesis. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Mapes, C., A. Díaz-Ortega, M. Collazo and R. Bye.** 1995. Desarrollo de cinco razas de amaranto (*Amaranthus* spp.) en Chalco, Estado de México. Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica. 66:149-169.
- Marderosian, A., J. Beutler, W. Pfendner, J. Chambers, R. Yoder, E. Weinstein and J. Senft.** 1980. Nitrate and oxalate content of vegetable amaranth. Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press Inc. Emmaus, PA.
- Martínez, M. A., V. Evangelista, M. Mendoza, G. Morales, G. Toledo & A. Wong.** 1995. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Cuadernos del Instituto de Biología 25. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Mohideen K. and C. R. Muthukrishnan.** 1979. Studies on correlation, multiple regression and path analysis as related to vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*). Proceedings of the Second Amaranth Conference. Rodale Press Inc. Emmaus, PA.
- Mohideen, M. K.** 1989. Mutantes viables en la semilla de amaranto (*Amaranthus* spp.). El Amaranto y su Potencial. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala. Boletín No. 4. pp. 13-16.
- Mohideen, M. K. and A. Rajagopal.** 1975. Effect of transplanting on growth, flowering and seed yield in *Amaranthus* (*Amaranthus* sp.). Indian Horticulture. 23:87-90.
- Reyna, T. and E. Carmona.** 1991. Características edafoclimáticas y el cultivo de 32 tipos de *Amaranthus* en Chalco, Estado de México. Memorias del Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Morelos. México.
- Reyna, T.** 1989. Aspectos climáticos en la cuenca del Valle de México. Páginas 25-39 en R. Gío, I. Hernández y E. Saíenz, eds., Ecología Urbana. Vol. Esp. México, Sociedad Mexicana de Historia Natural.
- Sahagún, F. B. de** (1499-1590) 1970. El manuscrito 218-220 de la Colección Palarina de la biblioteca médica Laureziana. Códice Florentino. Edición Facsimilar. Gobierno de la República, México.
- Santos Oliveira J. and M. Fidalgo de Carvalho.** 1975. Nutritional value of some edible leaves used in Mozambique. Economic Botany 29: 255-263.
- Spillari, M. M., A. García Soto and R. Bressani.** 1989. Cambios químicos, bioquímicos y nutricionales de las hojas de amaranto (*Amaranthus* spp.) durante diferentes etapas de su desarrollo fisiológico. El Amaranto y su Potencial. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala. Boletín No. 4. pp. 5-8.
- Watt, B. K. and A. L. Merrill.** 1975. Composition of foods. United States Department of Agriculture Handbook 8. Government Printing Office. Washington, DC.
- Williams J. T. and D. Brenner.** 1995. Grain amaranth (species). Pages 130-135, in J. T. Williams, ed., Cereals and pseudocereals. Chapman & Hall, London.



---

## CAPITULO 4

---

**VARIACIÓN MORFOFISIOLÓGICA EN  
ALGUNAS ESPECIES MEXICANAS DE  
*Amaranthus* USADAS A MANERA DE VERDURA:  
TENDENCIAS EVOLUTIVAS BAJO  
DOMESTICACIÓN**

Genetic Resources and Crop Evolution

43: 283-290, 1996

## Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: evolutionary tendencies under domestication

Cristina Mapes<sup>1</sup>, Javier Caballero<sup>1</sup>, Eduardo Espitia<sup>2</sup> & Robert A. Bye<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jardín Botánico, UNAM, Apartado Postal 70-614, México, D.F. 04510, México; <sup>2</sup>INIFAP, Apartado Postal 10, El Horno, Chapingo 56230, México

Received 15 February 1995, Accepted 11 July 1995

**Key words:** *Amaranthus*, morphological variation, physiological variation, plant domestication

### Summary

Amaranth (*Amaranthus* spp.) is an important food resource for indigenous peoples of México. Grain-producing species are mostly cultivated plants, while the species used as vegetables are commonly encouraged in maize plots. Notable biological differences exist between these two types of amaranths. This study analyzes the morphophysiological variation in some Mexican species of *Amaranthus* and its relationship to the use and management of this taxa. A sample of individuals grown from 14 field collections representing 3 species and putative hybrid derivatives were grown in experimental plots and 18 morphological and physiological characters were measured. A statistical multivariate analysis was performed on these data. The results show that the grain-producing plants tend to allocate a high proportion of energy to the production of inflorescences while the plants used as vegetables allocate a higher proportion of biomass to the foliage. This suggests that domestication of Mexican species of *Amaranthus* have taken two different evolutionary paths depending upon the form of use and management by humans.

### Introduction

The genus *Amaranthus* is of great interest to humans. The species complex known as amaranth or 'alegría' or 'amaranto' in México includes *A. hypochondriacus* L. and *A. cruentus* L. Amaranth is used in many different ways as grain, vegetable, dye forage and ornamental. In the last years its use as a grain has increased because of its high nutritive value and now there are many different industrial products.

Considerable attention has been given to *Amaranthus* as a grain-producing plant, but little to the various species eaten as vegetables or potherbs ('quelites') by both rural and urban populations. 'Quelites' are herbs whose young leaves and stems are harvested during the rainy season and play an important role in family self-subsistence (Bye, 1981).

'Quelites' form an important element in the diet of indigenous and mestizo people of the Sierra Norte de Puebla. For this reason, the study was conducted in this region which has been studied ethnobotanically (Martínez, 1987; Martínez et al., 1995). In particu-

lar a wealth of information has been gathered about popular knowledge of uses and management of several *Amaranthus* species employed as food. Emphasis has been placed on studying the motivations and preferences of people towards utilization of these plants. Agroecosystems where *Amaranthus* is present have been located, and the agricultural management applied to these plants has been studied.

*Amaranthus hypochondriacus* 'Mixteco' is one of the amaranths most widely used as a potherb. It is also known as 'chichiquelit', 'quelite rojo' and 'quintonil rojo'. This annual herb is always found in association with polycultures especially that of maize, beans and squash. It is also found in coffee orchards and home orchards and in maize fields with low trees. It is considered a semicultivated species because the seeds of 'chichiquelit' are intentionally scattered at the same time as the maize is planted. From March through May, the leaves and tender shoots are continually gathered for consumption. The tender dark red leaves are boiled and the resulting red-tinged, tasty stock is preferred by consumers. The seeds are also used during Holy

Table 1. Comparison of *Amaranthus* species and land races

Number	Taxa	Locality	Altitude (masl)	Seed Color	Use	Management Status
1	<i>A. cruentus</i> L. 'Africano', Mapes 769	Sierra Norte de Puebla	750	black	vegetable	semicultivated
2	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco', Mapes 772	Sierra Norte de Puebla	1400	black	vegetable	semicultivated
3	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco', Mapes 775	Sierra Norte de Puebla	1750	black	vegetable	semicultivated
4	<i>A. hybridus</i> L. $\times$ <i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco', Mapes 782	Sierra Norte de Puebla	2900	black	vegetable	semicultivated
5	<i>A. cruentus</i> L. $\times$ <i>A. hybridus</i> L. Mapes 791	Sierra Norte	1400	black	vegetable	semicultivated
6	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco' Mapes 766	Sierra Norte	1970	black	vegetable	semicultivated
7	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco' Mapes 774	Sierra Norte	1400	black	vegetable	semicultivated
8	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Azteca' Mapes 817	Tulyehualco, D.F.	2200	white	grain	cultivated
9	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mercado' Espita 153-S-3	Morelos	1700	white	grain	cultivated
10	<i>A. cruentus</i> L. 'Mexicano' Espita 1018C-3	Morelos	1716	white	grain	cultivated
11	<i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco' Mapes 786	Patzcuaro,	2200	black	grain	cultivated
12	<i>A. hybridus</i> L. $\times$ <i>A. hypochondriacus</i> L. 'Mixteco', Bye & Linares 15187	Huejotzingo, Puebla	2300	black	vegetable	semicultivated
13	<i>A. hybridus</i> L. Mapes 742	Chalco, Mexico	2250	black	vegetable	agrestal
14	<i>A. hybridus</i> L. Bye, Ramamoorthy, Rubio & Reyes 14909	Saitillo, Cubula	1750	black	vegetable	ruderal

week (Easter) to prepare atole by mixing with maize dough. Maize is harvested in September, and sometimes into October. At the end of the cultivation cycle, in November and December, a few amaranth plants are left standing so that they will disperse seeds for the next season. 'Chichiquelit' is adapted to the physiognomy of maize, especially the race Tuxpeño. The plants are tall (up to 4 m), erect and with a long life cycle (10 months). In addition, the stems have a high production of flavort dark red foliage, a high capability of resprouting after pruning and a reduced development of inflorescences which produce black seeds (in contrast to the edible grains that are normally white in color). The care that people provide to the amaranth plants is the same as that given to maize. The combination of all the above characteristics, together with

its semi-cultivating in milpa systems, suggest that the amaranths grown for vegetable are in the process of domestication.

The current paper analyzes the patterns of morpho-physiological variation of several *Amaranthus* species and races, comparing plants grown for grain with those grown for vegetable. It also compares the variation among ruderal, semi-cultivated and cultivated plants. The domestication of amaranth related to their uses as well as its management is discussed.

#### Materials and methods

Seeds of selected species and land races of *Amaranthus* distributed in México were collected including those

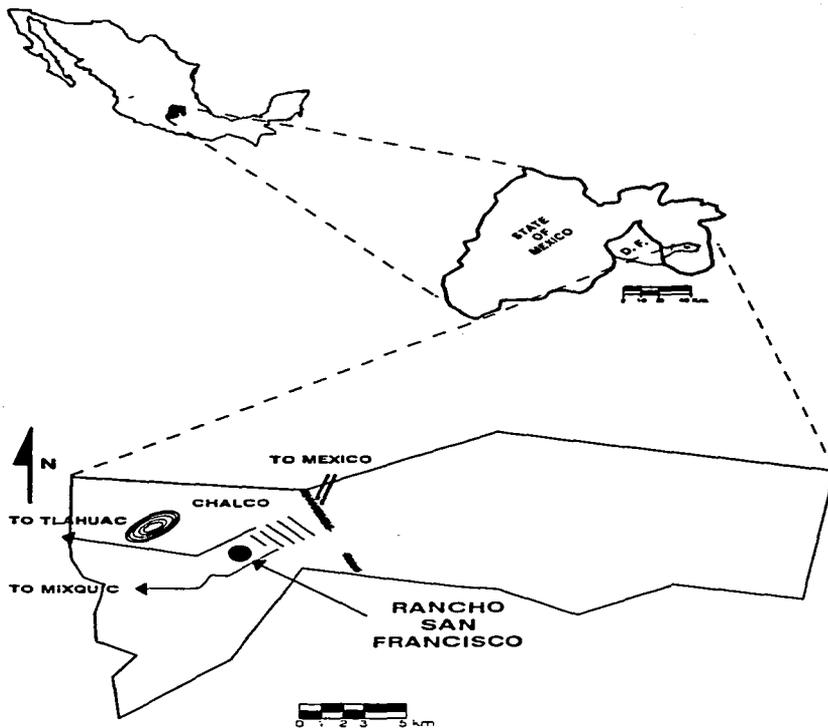


Fig. 1. Study area map: Rancho San Francisco, Estado de México

of plants used as vegetables and as grains as well as cultivated, semicultivated and ruderal plants (Table 1). Seeds were planted in a field under the same conditions and at the same distance. The experimental field was

located at Rancho San Francisco in the State of México (Figure 1). Seeds were planted on May 15, 1990, and harvested on November 10. Plants were watered abundantly during the dry season. During the growing sea-

Table 2. List of characters measured

Number	Character
1	plant dry total weight (gr)
2	total leaf area of plant (cm <sup>2</sup> )
3	root dry weight (gr)
4	stem dry weight (gr)
5	leaf dry weight (gr)
6	inflorescence dry weight (gr)
7	percentage of biomass in root
8	percentage of biomass in stem
9	percentage of biomass in leaf
10	percentage of biomass in inflorescence
11	leaf length (cm)
12	leaf width (cm)
13	leaf area (cm <sup>2</sup> )
14	average dry wt. of leaves (gr)
15	petiole length (cm)
16	distance from the base to the broadest part of the lamina (cm)
17	mean absolute growth rate
18	maximum relative growth rate

son, 10 weedlings, 5 hillings at the base of the plants, and 20 insecticide applications were made.

Five times during the season, 6 plants were completely harvested, measured and weighted at the 21, 45, 78, 120 and 149 days after emergence of the plants. Dry weight of inflorescences, leaves and roots were taken to calculate biomass. Leaf measurements such as length, width, leaf length and distance from the apex to the widest part were taken. Leaf area was also measured using a Delta T, RS-232-C apparatus. After the measurements were made the material was dried at 60–65 °C until constant weight was achieved and the leaves, stems and roots were processed. At the end of the experiment, voucher specimens of amaranth were deposited in the Herbario Nacional of the Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU).

A statistical multivariate analysis was performed on the 14 collections by the 18 quantitative continuous characters taken from the above mentioned weights and measurements (Table 2). Each character represents the mean of the measurements and weights of the five harvested individuals. The computer program NTSYS version 1.8 (Rohlf, 1989) was used for both, cluster and ordination analyses. The basic data matrix for the analyses was standardized by rows employing linear transformation that uses as the subtracting

factor the median value of every character and as division option the standard deviation of the respective character. For the cluster analysis, UPGMA method was selected. The ordination technique of principal component analysis was performed estimating a correlation matrix among the characters. The standardized and the Eigen vectors matrices were used to project the amaranth collections in the multidimensional character space.

## Results

The conglomerate analysis reveals two major groups (Figure 2). The first consists of collections 1, 5, 3, 6, 2, 11, 4, 12 and 7. All of these are cultivated edible leaf types with the exception of 11 (the cultivated grain form of *A. hypochondriacus* 'Mixteco' from Pátzcuaro, Michoacán); this plant is comparable in morphological and physiological traits to the vegetable amaranths of the Sierra Norte de Puebla. Within this group, the pairs with greatest similarity are 3 and 6 (*A. hypochondriacus* 'Mixteco' from different localities in the Sierra Norte de Puebla) as well as 4 and 14 (*A. hybridus* L. > *A. hypochondriacus* Mixteco from different localities in the Sierra Norte de Puebla). The second group includes collections 8, 9, 10, 14 and 13 in which the first three are cultivated grain forms while the last two are weedy forms (ruderal and agrestal, respectively). Numbers 10 and 14 (*A. cruentus* of Morelos and *A. hybridus* of Saltillo, Coahuila) represent a cultivated grain and a ruderal, respectively, and are similar.

The principal component analysis clarifies the previous results (Figure 3). With the exception of 7 from the first group and 8 from the second group, the first component axis which emphasizes leaf features does not provide a clear separation. On the other hand, the second component axis for which the inflorescences biomass, root and leaves are important, divides clearly the two major groups so that the vegetable forms are separated. Collection 11 (the grain form that originally was placed with the vegetable) is found closer to the grain types (Figure 4). The third component axis with stem, root and relative growth rate separates 4 and 12 from the others; these two collections may represent introgressions of *A. hybridus* and *A. hypochondriacus*.

Table 3 shows the characters with greater weight in each of the principal components. It can be seen that the more correlated characters in the first principal component could be combined into a new character

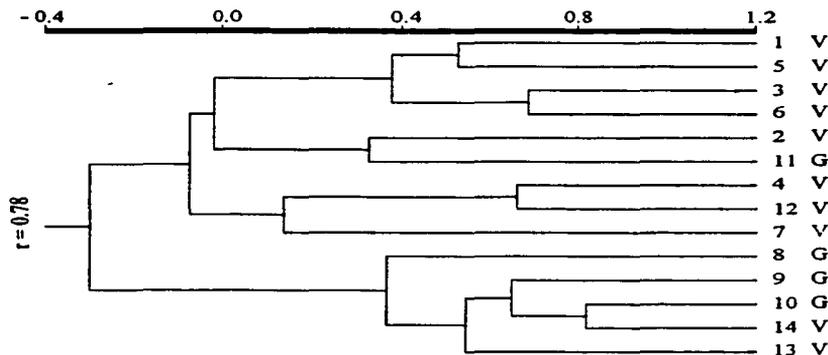


FIG. 2. Phenogram of the fourteen collections of amaranth V: vegetable; G: grain.

Table 3. Variation explained by the first three principal components and the characters with greater weight in each component. Numbers in parenthesis correspond to character number in the data matrix

Principal Component	Variation Explained %	Accumulated %	Characters with higher loadings
PC 1	37.8	37.8	leaf length (11) petiole length (15) distance from the base to the broadest part of the lamina (16) root dry weight (3) leaf dry weight (5)
PC 2	29.4	67.2	percentage of biomass in inflorescence (10) percentage of biomass in stems (8) percentage of biomass in root (9)
PC 3	11.9	79.1	maximum relative growth rate (18)

equivalent to leaf size, whereas in the second principal component the characters with greater weight reveal a combined character that includes biomass of root and leaf along with the proportion of biomass allocated to the inflorescence. The third principal component is defined basically by the biomass proportion allocated to the stem and root as well as by the relative growth

rate of the plant. A study of the value of these characters for each of the collections in the data matrix allows us to explain the observed groupings both in the graphs of the analysis of the principal components and in the conglomerate analysis. Thus, the group formed by collections 7 and 8 along the first principal component analysis is characterized by large leaves and long peti-

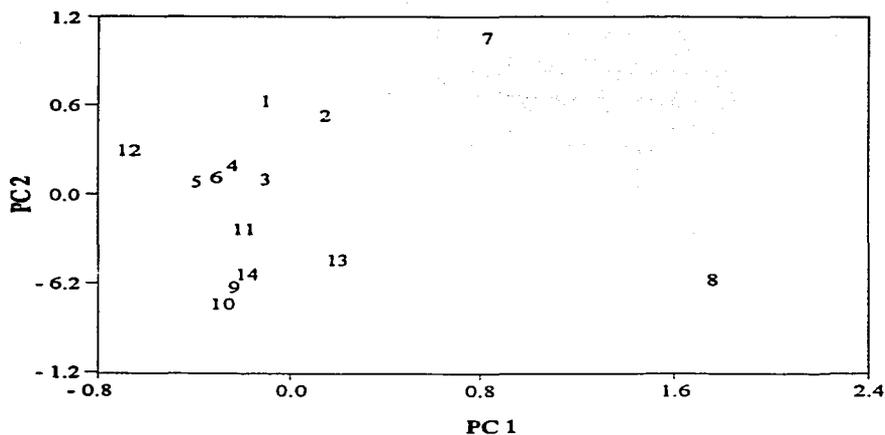


Fig. 3. Projection of the fourteen collections of amaranth in the space defined by the first and the second principal components.

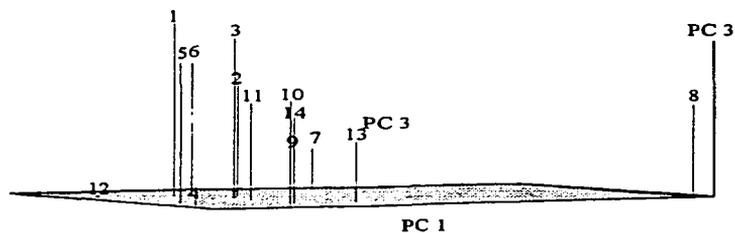


Fig. 4. Projection of the fourteen collections of amaranth in the space defined by the first, the second and the third principal components.

oles, whereas all other collections tend to have small leaves and short petioles. On the other hand, the group of vegetables formed by collections 1, 2, 12, 5, 6, 4 and 3 along the second component is characterized

by greater dry weight of both leaf and root and lower proportion of biomass allocated to inflorescence, whereas the group of the collections of grain presents the inverse situation. Finally, the group formed by

the collections of vegetables 4 and 12 is characterized by presenting a high proportion of biomass allocated to the stem, which can be confirmed visually by the branching being notably more developed than in all other collections.

### Discussion

In general, the analysis of different populations of *Amaranthus* taxa confirms the ethnobotanical observations of two groups designated for different uses. The two basic groups recognized are that of the vegetables and that of the seeds. The UPGMA results show clearly the two groups with the exception of the grain *A. hypochondriacus* (11) which is more similar to the vegetable forms 'Mixteco' of Sierra Norte de Puebla. *A. hypochondriacus* from Patzcuaro could represent a vegetable form that is being selected for its grain. This possibility is suggested by the particular form of utilization of the seeds in that region. Unlike other parts of México, in the Patzcuaro basin the seeds of amaranth are not popped but only ground separately alone and mixed with maize for consumption (Mapes, 1984; Mapes et al., 1990). In addition this amaranth has black seeds like most of the vegetable forms of amaranth (Table 1). More detailed ethnobotanical studies and further comparative studies of more collections are needed to clarify the situation. On the other hand, the PCA separates the vegetable amaranths from the seed types clearly. The curious distancing of one accession of *A. hypochondriacus* 'Mixteco' (7) of the Sierra Norte de Puebla from others of the same land race based on the PCA second component requires special attention in future studies.

The grain forms of amaranth cluster together in both the UPGMA and PCA. In both cases *A. hypochondriacus* 'Azteca' land race is less similar than the others. The characteristics of the leaf lamina and petiole in the first component seem to be the most important. This form has been one of the most promoted grain producers in México in recent times and may be sufficiently differentiated by intensive selection. Of particular interest is the similarity among the weedy and domesticated grain forms. The lack of distinction among them may reflect the similar selection pressures. In the case of the weedy forms, the plants need to occupy space rapidly and maximize seed production to insure the populations survival under unpredictable disturbed conditions. The cultivated forms are subject to selection in order to produce seeds rapidly and in

large quantities but humans can provide the ecological advantage to insure continuity of the population. Such characters as plant architecture (e.g., height, length and angles of the lateral branches, distribution of inflorescence, etc.), maturation time and other features not included in the current analysis are dramatically different and no doubt would separate these populations that are subject to dissimilar management by humans. Even though the vegetable form of the agrestal *A. hybridus* (13) is grouped with the grain forms, this is not surprising because the survival of this plant depends upon its response as a weed rather than as a cultivated form. The young plants prior to flowering are consumed so that the populations survival is dependent upon abundant seed production and storage in the soil's seed bank for replacing the plantlets removed. Hence those plants that are genetically programmed to channel their resources into reproduction have a greater chance of survival. The human value is placed more on the presence of the amaranths that can be harvested in their early stage of development; in contrast, the vegetable forms under domestication are selected for plants with a longer vegetative phase and that can compete as an intercrop with maize, which is accomplished with the elongated central axis.

Where the seven accessions (2, 3, 4, 6, 7, 11, 12) of the same land race (i.e., 'Mixteco') are analyzed, there is no close grouping other than that of vegetable which also includes *Amaranthus cruentus* (1) or its hybrid derivative (5). The two pairs which have the closest similarity are 3 and 6 as well as 4 and 12. In the first case, the plants represent typical vegetable species while in the second they are introgressed forms with *A. hybridus*, thus accounting for their affinity within the pair but separation between the pairs. Accession 7 has a closer affinity to these hybrids than the other collections. The inclusion of the grain form of Mixteco (11) with a vegetable Mixteco may indicate the selection of one form from the other as mentioned above. The dispersion of various forms of the same land race and the inclusion of a vegetable form of another species suggest that there is considerable variation among the accession selected for vegetable and may reflect distinctive and separate selection pressure in each locality but with the same desired features to insure production of vegetative material in single-axis plant that is intercropped with tall maize.

The patterns of morphophysiological variation described above suggest that domestication of *Amaranthus* in México has proceeded along two different paths according to the form of use and management

by humans. Thus, in the case of the grain-producing amaranths, most of which are cultivated, humans have ensured a high yield of seeds by selecting plants with a well developed central inflorescence and a lower proportion of leaf biomass. In contrast, in the case of the vegetable forms which usually are semicultivated, humans have ensured a prolonged availability of edible leaves by selecting plants which delay the development of inflorescences and produce a high proportion of leaves over extended periods of time.

Field observations and the results described above suggest that the vegetable forms of amaranth are in the process of domestication given that they do not depend greatly upon human intervention for survival. The seeds are scattered and can reproduce. The resulting plant individuals produce new seeds which are released and subsequently germinate without human handling. One possible domestication route will produce plants with 'more domesticated characters' such as seeds enclosed in a non-dehiscent capsule, or seeds that require special treatment for germination. Biannual plants which allow several leaf harvests during their life cycle would also be expected.

#### Acknowledgements

This research was supported by the Programa Universitario de Alimentos (PUAL), the Jardín Botánico of the Instituto de Biología, and the Coordinación de Estudios de Posgrado of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). The Facultad de Medicina Veterinaria (UNAM) permitted the use of its field station at

Rancho San Francisco for establishing the experimental plots. The Centro de Ecología (UNAM) provided access to leaf area measurement apparatus. The authors gratefully acknowledge the local farmers Tomás Palma and Federico Valdepeña for their help in establishing the experimental plots, as well as Francisco Basurto, Martha Gallegos and Araceli Díaz for their assistance during field work, experimental data recording and data processing. We also thank Jorge Saldivar for the computer assisted preparation of the figures. Fernando Chiang and Victoria Sosa helped in the English translation of an earlier version of the manuscript.

#### References

- Bye, R., 1981. Quehuetzethnoscology of edible greens — past, present and future. *J. Ethnobiol.* 1(1): 109–123.
- Mapes, C., 1984. Una revisión sobre la utilización del género *Amaranthus* en México. *Memorias del Primer Seminario Nacional de Amarantho*. Colegio de Posgraduados, SARH. Chapingo, México. Vol. I, pp. 388–403.
- Mapes, C., V. M. Toledo, N. Barrera & Caballero, 1990. La Agricultura en una región indígena: la cuenca del Lago de Patzcuaro. In: T. Rojas (coord.) *Agricultura Indígena Pasado y Presente*. Ediciones de la Casa Chata, CIESAS. México D.F. pp. 275–341.
- Martínez, M. A., 1987. Percepción botánica en dos grupos étnicos de la Sierra Norte de Puebla. *América Indígena* 47(2): 226–240.
- Martínez, M. A., V. Evangelista, M. Mendoza, G. Morales, G. Toledo & A. Wong, 1995. *Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla*. México: Cuadernos del Instituto de Biología 25, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Rohlf, F. J., 1993. *Numerical taxonomy and multivariate analysis system for the IBM PC microcomputer (and compatibles)*. Version 1.8. Applied Biostatistics Inc. New York.



---

## CAPITULO 5

---

**DESARROLLO DE CINCO RAZAS DE  
AMARANTO (AMARANTHUS SPP.) EN CHALCO,  
ESTADO DE MÉXICO**

Anals. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot. 66(2): 146-169. 1995

## DESARROLLO DE CINCO RAZAS DE AMARANTO (*AMARANTHUS* SPP.) EN CHALCO, ESTADO DE MÉXICO

CRISTINA MAPES\*  
ARACELI DÍAZ-ORTEGA\*  
MARGARITA COLLAZO\*\*  
ROBERT BYE\*

### RESUMEN

Se cultivaron bajo condiciones homogéneas de cultivo en Chalco Estado de México cinco colectas de amaranto utilizadas para producción de grano, correspondientes a *Amaranthus hypochondriacus* L. de las razas Azteca, Mercado, Nepal y Mixteco y *Amaranthus cruentus* L. de la raza Mexicano. Se hizo una evaluación del crecimiento de las plantas tomando como variables altura, área foliar, biomasa total y biomasa de raíz, tallo, hojas e inflorescencia. A partir de los datos de biomasa y área foliar se calcularon diferentes tasas de crecimiento. Mercado, Nepal y Mexicano alcanzaron su altura máxima en un periodo más corto que Azteca y Mixteco. El área foliar total de las cinco razas fue significativamente diferente entre ellas, siendo Mixteco la que alcanzó el valor más alto (1.249 m<sup>2</sup> por planta). Mixteco asignó únicamente 25% de materia seca a las estructuras reproductivas mientras que las otras cuatro razas asignaron 50% de materia seca a las estructuras reproductivas a los 149 días. La tasa de crecimiento relativo en peso seco (RGR) fue comparable entre todas las razas declinando a lo largo del tiempo. Los cocientes de área foliar (LAR) fueron similares alcanzando los valores máximos al principio del cultivo declinando a cero a los 149 días con excepción de Mixteco. La tasa de asimilación neta (LAR) muestra dos comportamientos diferentes al compararlo entre razas. El primero está representado por Azteca, Mexicano y Mixteco que alcanzan un valor máximo entre los 45 y 78 días y el segundo por Mercado y Nepal que alcanzan su valor máximo al final del ciclo de vida (149 días). El patrón de asignación de materia seca indica que con excepción de Mixteco, estas razas presentan un alto esfuerzo reproductivo. Este hecho coincide con el uso que el hombre les ha dado a través del tiempo.

\* Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM. Apdo. postal 70-014, Del. Coyoacán, 04510 México D.F.

\*\* Facultad de Ciencias, UNAM. Apdo. postal. 70-399, Del. Coyoacán, 04510 México D.F.

**Palabras clave:** *Amaranthus*, especies productivas de grano, Chalco, Estado de México, crecimiento relativo, cociente de área foliar, tasa de asimilación neta.

#### ABSTRACT

Five races of edible grain amaranths (*Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca, Mercado, Nepal and Mixteco and *Amaranthus cruentus* L. Mexicano) were cultivated for 149 days under uniform conditions in Chalco, Valley of Mexico. Plant height, leaf area, biomass, biomass allocation, growth rate were measured periodically. Mercado, Nepal and Mexicano reached their maximum height more rapidly than Azteca and Mixteco. The total leaf area of the five races was significantly different among them with Mixteco producing the greatest (1.249 m<sup>2</sup>). Mixteco allocated (25%) of the standing biomass to reproductive parts 149 days after germination while the others allocated 50%. The relative growth rate (RGR) was comparable for all races with a general decline over time. The leaf area quotients (LAR) for all five races were at their maximum at the beginning of the cultivation and declined to zero at the end except Mixteco. The net assimilation rate (NAR) was similar for Azteca, Mixteco and Mexicano although the maximum rate for each was achieved at different times during the cultivation period. On the other hand, Mercado and Nepal attained their maximum net assimilation rates at the end of the experiment. The pattern of early biomass allocation for reproductive parts coincides with that of plants selected for grain production rather than for edible leaves. Of five races, Mixteco did not complete its life cycle due to the shorter growing period than that in its area of origin. Also, its growth behavior with later biomass allocation to reproduction may reflect contemporary selection pressure for multiple use including both grain and vegetable.

**Key words:** *Amaranthus*, grain, Chalco, Estado de México, plant growth, relative growth rate, leaf area ratio.

#### INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus* spp.), también conocido como "alegría", fue uno de los cultivos básicos de los aztecas. Se utilizaba como alimento y al mismo tiempo jugaba un papel ceremonial y religioso. El cultivo fue casi suprimido por la iglesia católica durante la conquista española en su esfuerzo por erradicar las ceremonias paganas que se celebraban alrededor del amaranto. En la actualidad, su cultivo en México se ha reducido a pequeñas zonas, de las cuales las principales se ubican en el Distrito Federal y en los estados de Tlaxcala, Morelos y Puebla que constituyen el área actual más importante del cultivo (Espitia, 1992). En los últimos cinco años se siembra en grandes extensiones en muchas partes del mundo como en Estados Unidos, Canadá, Europa y Nueva Zelanda (Williams y Brenner, 1995).

Tomando en cuenta la importancia alimenticia del amaranto, que lo coloca como un cultivo alternativo para la obtención de proteínas, se han venido desarrollando una serie de investigaciones a nivel nacional e internacional en los últimos años con el objetivo de lograr su introducción en zonas donde no se cultiva y de aumentar su productividad en zonas donde tradicionalmente se cultiva. El presente trabajo tiene como antecedente inmediato el proyecto Plantas Comestibles de México, realizado como parte de las investigaciones del Laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (1982-1985).

A principio de 1987, esta investigación se inscribió dentro de las actividades del Programa Universitario de Alimentos (PUAL), a través del proyecto Jardines de Introducción. Durante cinco años se sembraron parcelas experimentales con diferentes especies de amaranto, productoras tanto de grano como de verdura en el Rancho San Francisco en Chalco Estado de México. En este trabajo, se presentan únicamente los resultados del experimento de 1990 con las especies productoras de grano.

El objetivo de esta investigación fue determinar y comparar el desarrollo de cinco razas de amaranto productoras de grano bajo condiciones homogéneas de cultivo en Chalco, Estado de México, a partir del crecimiento y la asignación de materia seca a lo largo de su ciclo de vida.

#### SITIO EXPERIMENTAL

El presente estudio se realizó en el Rancho San Francisco (propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM) localizado en el municipio de Chalco, Estado de México, al sur del valle de México a los 19°16' de latitud norte, 98°54' longitud oeste y a una altitud de 2236 m (Fig. 1).

Con base en el estudio de clima de la región, Revna (1989) propone que el clima de Chalco es del tipo C (W1)b de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988). Este clima corresponde a los templados subhúmedos con lluvias de verano. La temperatura media anual es de 15°C. En mayo se registran las temperaturas más altas, pero no alcanzan 22°C, por lo que aún el verano es fresco (Fig. 2). Las lluvias ocurren en verano, ya que de 620 mm, de precipitación que se reciben al año, más del 90% se concentran en esta estación (junio-septiembre, siendo el mes de julio el más lluvioso). Las heladas se presentan en los meses de enero, febrero y diciembre durando en promedio 17, 10 y 13 días respectivamente en cada mes, con una temperatura media mínima de 3°C en diciembre y enero y de 5°C en febrero. Normalmente, pueden ocurrir heladas antes de diciembre y cuando se presentan antes de que el cultivo termine pueden ocasionarle graves perjuicios.

Los suelos en esta zona son flúvisoles eútricos, los cuales son poco desarrollados, constituidos por materiales disgregados que no presentan estructuras en terrones. La textura es típicamente arenosa con 76 a 95% de arena, lo que fa-

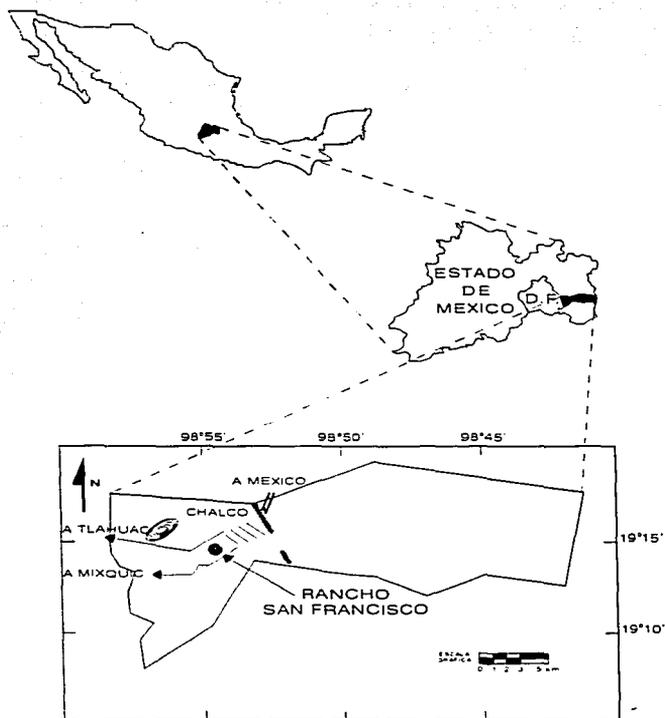


Fig. 1. Localización del Municipio de Chalco, Estado de México, donde se ubica el sitio experimental del presente estudio (Rancho San Francisco).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

vorece el drenaje. En promedio el pH es de 7.4 a 8.8, esto es, de ligero a fuertemente alcalino (Reyna y Carmona, 1991).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron semillas en el campo y también se contó con colectas del Banco de Germoplasma de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Se utilizaron cinco colectas de amaranto utilizados para producción de grano (S17, 153-5-3, AG 67, 786) correspondientes a la especie *A. hypochondriacus* L. y a las razas Azteca, Mercado, Nepal y Mixteco respectivamente y la 1018 C-3 correspondiente a la especie *A. cruentus* L., raza Mexicano. En el Cuadro 1 se describen las principales características de las cinco razas empleadas en este estudio de acuerdo con Espitia (1994) y Kauffman (1992).

El área total de la parcela experimental fue de 4140.48 m<sup>2</sup> la cual fue dividida en 32 subparcelas de 80 m<sup>2</sup> cada una, separadas entre sí por pasillos de 1.12 m (Fig. 3).

En total se sembraron 32 diferentes colectas de amaranto. En este estudio sólo se presentan los resultados de cinco de las productoras de grano.

Las subparcelas designadas para la siembra de las cinco razas de amaranto utilizadas en este estudio fueron seleccionadas al azar, como se muestra en el diseño de la parcela experimental (Fig. 3). La preparación del terreno para la siembra se realizó dos semanas antes con tractor y rastra de discos. Se realizó barbecho y dos rastreos. Cuatro meses antes se fertilizó el terreno con abono orgánico (estiércol de borrego). La siembra se realizó el 15 de mayo de 1990. En el terreno se hicieron pequeños hoyos a una distancia de 80 cm. Se depositaron diez semillas a una profundidad de 2 cm. Se realizaron deshierbes manuales y aclaró a los 30 días después de la germinación dejando una planta en cada hoyo, con el objeto de poder hacer las medidas. De esta manera quedaron 80 plantas por subparcela. Al hacer un aclaro se trasplantaron plantas a lugares de la misma subparcela donde no habían germinado e incluso se volvieron a sembrar algunas colectas. Antes del establecimiento de las lluvias se realizaron varios riegos manuales. A partir del 19 de mayo se llevó a cabo la primera labranza (aporque).

Durante el ciclo de cultivo se llevaron a cabo diez deshierbes y cinco labranzas. Se hicieron varias aplicaciones de insecticida (Foley) ya que en las cinco subparcelas las plantas fueron severamente atacadas por insectos. El 10 de noviembre se presentó una helada muy severa que terminó con el cultivo.

#### Evaluación del crecimiento de las plantas

Se hizo una evaluación del crecimiento de las plantas tomando como variables la altura, el área foliar, la biomasa total de la planta y la biomasa de raíz, tallo, hoja e inflorescencia. A continuación se describe el procedimiento de medición correspondiente a estas variables.

Cuadro 1. Principales características del material biológico estudiado

Características	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca	<i>A. hypochondriacus</i> Mercado	<i>A. hypochondriacus</i> Nepal	<i>A. hypochondriacus</i> Mixteco	<i>A. cruentus</i> Mexicano
Lugar de origen	México: partes altas de Tlaxcala, Puebla, Estado de México y D.F.	México: regiones cálidas de los estados de Morelos y Puebla	Asia: principalmente India y Nepal.	México: estados de Oaxaca y Michoacán.	México: regiones cálidas de los estados de Morelos, Puebla y Guerrero
Altura en la madurez	3.0 m	1.5 a 2.2 m	0.8 a 2.2 m	Alcanza hasta 3 m	1.5 a 2.5 m
Días a maduración	160 a 180	135	80 a 150	180 a 220	80 a 145
Inflorescencia	80 a 150 panículas erectas, cada una con 5 a 13 ramas. Color: verde, rojo y rosa	42 a 75 panículas erectas, cada una con 3 a 9 ramas. Color: verde y rojo.	36 a 56 panículas erectas, cada una con 1 a 4 ramas. Color: verde, rosa y rojo.	100 a 170 panículas erectas, cada una con 5 a 7 ramas. Color: rosa, rojo y verde	32 a 56 panículas colgantes, cada una con 1 a 2 ramas. Color: verde, diferentes tonos de rosa y rojo, jaspeadas y algunas anaranjadas.
Estructura floral	Glómérulo con 30 flores pistiladas; brácteas más grandes que el utrículo	Glómérulo con un promedio de 44 flores pistiladas; brácteas más cortas que el utrículo.	Glómérulo con 47 flores pistiladas; brácteas más grandes que el utrículo.	Glómérulo con 18 flores pistiladas; brácteas mas grandes que el utrículo	Glómérulo con 50 flores pistiladas; con brácteas más cortas que el utrículo.
Semilla	Tamaño medio a largo. Color: blanco o pardo oscuro	Tamaño medio a largo. Color: blanco, dorado y pardo	Tamaño mediano a largo. Color: pardo oscuro, algunas de color blanco	Tamaño pequeño a mediano. Color: canela o pardo oscuro.	Tamaño medio a largo. Color: la mayoría de blancas y algunas de color pardo.

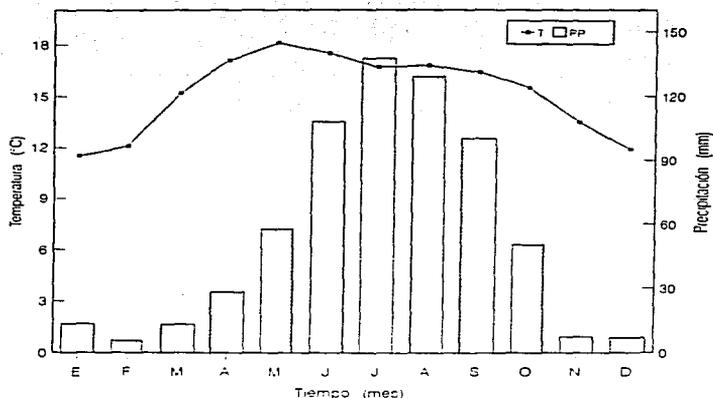


Fig. 2. Climograma obtenido a partir de los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Chalco, Estado de México (con 14 y 20 años de registro respectivamente, anterior a 1990).

**Muestras no destructivas.** En cada subparcela se seleccionaron al azar 10 plantas. Para ello se hizo un sorteo numerando las plantas de la subparcela, se marcaron y se midió su altura cada 10 días a partir de la emergencia desde la cicatriz del primer par de hojas.

**Muestras destructivas.** A partir de la siembra de las semillas se hicieron cinco muestreos destructivos o cosechas, a intervalos de 30 días aproximadamente (Cuadro 2), de seis plantas completas (incluyendo raíz) seleccionadas al azar en cada una de las subparcelas. Las plantas fueron llevadas en bolsas de plástico negro al laboratorio (Jardín Botánico, UNAM), donde se separaron en sus diferentes componentes: raíz, tallo, hoja e inflorescencia. Se obtuvieron los siguientes datos: a) Área foliar. Se utilizó el medidor de área foliar Delta TRS 232 C en el Centro de Ecología UNAM para medir las hojas de cada individuo antes de ponerlas a secar; b) Biomasa. Las raíces, tallo, hojas e inflorescencias se secaron en estufa a 60-65 °C durante 64 hrs. La biomasa total de la planta se obtuvo sumando estos valores, y c) Asignación de biomasa. Para conocer la asignación de biomasa de las plantas se consideraron los porcentajes de peso seco de raíz (R), tallo (T), hoja

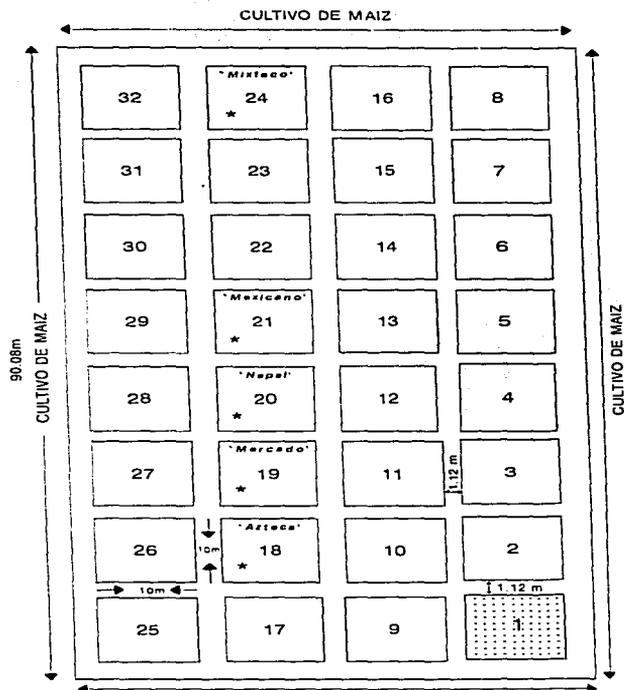


Fig. 3. Ubicación de las subparcelas del cultivo experimental de amaranto: 1-6, productoras de verduras; 17-24, productoras de granos; 25-32, especies arvenses ruderales. Área total: 4140.48 m.

**Cuadro 2.** Fecha y tiempo correspondientes a cada una de las cosechas realizadas en las subparcelas experimentales de las razas de amaranto estudiadas

Cosecha	Fecha	Tiempo (días)
I	18-Jun-90	21
II	12-Jul-90	45
III	14-Ago-90	78
IV	25-Ago-90	120
V	24-Oct-90	149

(H) e inflorescencia (I). Se obtuvo también el cociente raíz/vástago o R/S (root/shoot).

*Tasas de crecimiento.* Los parámetros de crecimiento por planta fueron obtenidos a partir del programa en computadora descrito por Hunt y Parsons (1974 y 1981). Adoptando una forma de análisis de crecimiento funcional mediante el cual se obtienen tasas de crecimiento instantáneas en diferentes tiempos (generalmente más de dos cosechas), a partir de funciones matemáticas ajustadas a los valores observados del peso seco y el área foliar.

En general, este programa transforma los datos observados en logaritmos naturales y ajusta curvas de crecimiento a las variables dependientes Y y Z (materia seca y área foliar) y X (tiempo) como variable independiente. Proporciona datos ajustados del  $\ln Y$  y  $Z$ , y parámetros como la tasa de crecimiento relativo del peso seco (RGR), el cociente de área foliar (LAR) y la tasa de asimilación neta (ULR con su error estándar y 95% de confiabilidad; Díaz-Ortega, 1994), cuyas fórmulas son las siguientes:

$$\text{Tasa de crecimiento relativo del peso (RGR)} = (1/Y) \cdot (dY/dX)$$

$$\text{Cociente de área foliar (LAR)} = Z/Y$$

$$\text{Tasa de asimilación neta (ULR)} = (1/Z) \cdot (dY/dX)$$

*Análisis estadístico.* Para los valores obtenidos de altura, biomasa parcial y área foliar, se efectuaron análisis de covarianza para evaluar las diferencias entre las cinco razas. Las variables independientes fueron, en todos los casos, las razas (como factor estadístico), y el tiempo (como covariable del factor). Para los valores de altura, biomasa y área foliar se hizo una transformación logarítmica utilizando la función matemática de  $y = \text{Log}(x+1)$  mientras que para los datos porcentuales de

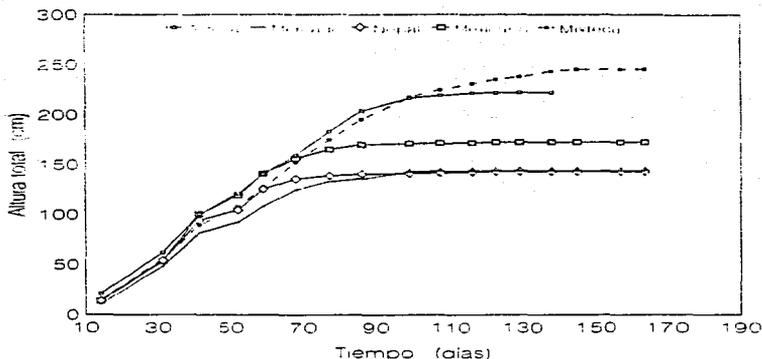


Fig. 4. Crecimiento comparativo en altura total en las cinco razas a lo largo del ciclo de vida de las plantas.

biomasa se utilizó la siguiente fórmula matemática:  $y = \arccos(x/100)^{0.5}$ , donde  $y$  es el valor transformado y  $x$  es el porcentaje de biomasa (raíz, tallo, hoja e inflorescencia).

## RESULTADOS

### Dinámica del crecimiento

**Altura.** Se presentaron diferencias en la altura total/planta promedio entre razas (Fig. 4) de mayor a menor: Mixteco, Azteca, Mexicano, Mercado y Nepal ( $245.7 \pm 9.1$ ;  $222.3 \pm 11.4$ ;  $172.6 \pm 6.9$ ;  $144.1 \pm 5.6$  y  $143.2 \pm 6.0$  cm respectivamente,  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$ , con  $n=10$ ). El tiempo al que fue alcanzado el valor máximo fue distinto, Mercado, Mexicano y Nepal lo alcanzan a los 123 días mientras que Azteca a los 129 días y Mixteco a los 149 días. Cabe señalar que entre los 14 y 51 días después de la emergencia el crecimiento en altura fue muy rápido. El análisis de covarianza (ANCOVA), para los datos de altura transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ( $p < 0.05$ ), así como en la covariable tiempo ( $p < 0.05$ ). Cuadro 3.

**Área foliar total.** Al comparar el área foliar entre las cinco razas (Fig. 5) se observan diferencias en los valores máximos. Mixteco ( $1.249 \text{ m}^2 \pm 0.413$ ;  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$ ).

**Cuadro 3.** Resultados del ANCOVA para los valores del logaritmo de altura total

F	P	Prueba de Tukey (P<0.05)
A = 13.09	0.0000	Mercado Nepal Mexicano Mixteco Azteca
B = 822.54	0.0000	

A = Razas, B = Tiempo (covariable)

**Cuadro 4.** Datos de área foliar total (m<sup>2</sup>) ± error estándar, en las cinco razas de amaranto

Tiempo (días)	Azteca	Mercado	Nepal	Mexicano	Mixteco
21	0.0587 ± 0.0094	0.0193 ± 0.003	0.045 ± 0.011	0.07 ± 0.011	0.05 ± 0.004
45	0.3471 ± 0.0707	0.257 ± 0.041	0.511 ± 0.069	0.26 ± 0.07	0.37 ± 0.10
78	0.4260 ± 0.1412	0.649 ± 0.119	0.74 ± 0.09	0.45 ± 0.05	0.77 ± 0.16
120	0.9120 ± 0.3132	0.405 ± 0.232	0.396 ± 0.0201	0.195 ± 0.11	1.09 ± 0.33
149	0.7104 ± 0.2909	—	0.399 ± 0.138	0.06 ± 0.06	1.24 ± 0.41

**Cuadro 5.** Resultados del ANCOVA para los valores del logaritmo del área foliar total

F	P	Prueba de Tukey (p<0.05)
A = 4.66	0.0014	Mexicano Mercado Nepal Azteca Mixteco
B = 13.48	0.0003	

A = Razas, B = Tiempo (covariable)

**Cuadro 6.** Datos promedio de peso seco total (g) ± error estándar, en las cinco razas de amaranto

Tiempo (días)	Azteca	Mercado	Nepal	Mexicano	Mixteco
21	6.438 ± 1.448	1.546 ± 0.263	4.20 ± 1.19	6.59 ± 1.55	5.11 ± 0.44
45	51.672 ± 13.73	25.97 ± 3.84	67.55 ± 9.75	49.24 ± 11.87	48.77 ± 14.89
78	224.604 ± 35.55	174.48 ± 33.40	164.60 ± 8.64	177.62 ± 11.27	176.4 ± 22.05
120	616.731 ± 76.66	334.58 ± 75.67	219.0 ± 40.89	219.31 ± 39.15	341.83 ± 52.83
149	803.59 ± 49.96	312.38 ± 58.05	530.60 ± 76.1	311.21 ± 108.45	530.60 ± 76.1

**Cuadro 7.** Resultado del ANCOVA para los valores de logaritmo del peso seco total

F	P	Prueba de Tukey (p<0.05)
A = 3.19	0.0000	<u>Mercado Mexicano Mixteco Nepal Azteca</u>
B = 501.43	0.0000	

A = Razas, B = Tiempo (covariable)

**Cuadro 8.** Porcentaje de peso seco durante la etapa vegetativa en las cinco razas de amaranto

	Azteca	Mercado	Nepal	Mexicano	Mixteco
Raíz	12-21	15-17	9-15	14-15	7-14
Tallo	28-41	22-40	20-37	24-39	24-40
Hojas	50-37	62-41	70-46	61-44	68-44

Azteca ( $0.912 \text{ m}^2 \pm 0.313$ ), Nepal ( $0.742 \text{ m}^2 \pm 0.094$ ), Mercado ( $0.649 \text{ m}^2 \pm 0.119$ ) y Mexicano ( $0.452 \text{ m}^2 \pm 0.053$ ). El tiempo al que alcanzaron el valor máximo fue distinto: Nepal, Mercado y Mexicano a los 78 días, mientras que Azteca a los 120 días y Mixteco a los 149 días. En el Cuadro 4 se presentan los datos promedio de área foliar por planta  $\pm$  error estándar. El ANCOVA para los datos de área foliar transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ( $p < 0.05$ ), así como en la covariable tiempo ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 5).

*Incremento en peso seco total.* La tendencia en el incremento o en peso seco total (g), es similar en las razas Mercado y Mixteco (Fig. 6). Después de alcanzar un valor máximo a los 120 días ( $334.6 \pm 75.6$  y  $341.8 \pm 52.8$ ;  $\bar{X} \pm 2\text{Sx}$ , respectivamente con  $n=6$ ) existe una disminución al final, mientras que en Azteca, Nepal y Mexicano alcanzan el valor máximo a los 149 días ( $803.6 \pm 49.9$ ;  $530.6 \pm 76.0$  y  $311.2 \pm 108.4$  g;  $\bar{X} \pm 2\text{Sx}$  respectivamente con  $n=6$ ) y no hay un decremento. En el Cuadro 6 se presentan los datos promedio de materia seca por planta  $\pm$  error estándar. El ANCOVA para los datos de peso seco transformados a logaritmos indica que las diferencias son significativas ( $p < 0.05$ ), así como en la covariable tiempo ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 7).

#### Asignación de recursos

*Biomasa.* La etapa vegetativa comprende el periodo de las cosechas I a II. En el Cuadro 8 se observa que la asignación de biomasa en todas las razas, presenta mayor porcentaje de peso seco en hojas y tallo, y menor en raíz.

La etapa reproductiva en todas las razas comprende el periodo de la cosecha III a la V (Fig. 7). En Azteca se observa una mayor producción de biomasa a

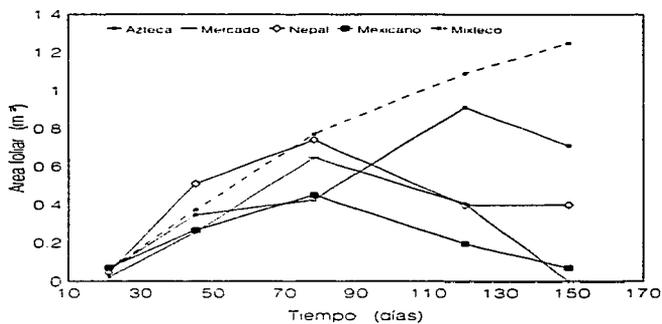


Fig. 5. Incremento comparativo en área foliar en las cinco razas de amaranto a lo largo del ciclo de vida de la planta.

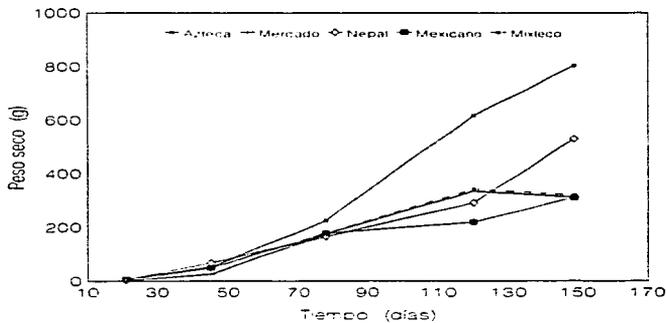


Fig. 6. Incremento comparativo en biomasa (gramos de peso seco total) en las cinco razas de amaranto a lo largo del ciclo de vida de las plantas.

**Cuadro 9.** Resultados del ANCOVA para los valores porcentuales de raíz, tallo, hojas e inflorescencia, de las cinco razas de amaranto estudiadas

F	P	Prueba de Tukey (P<0.05)
		% Raíz
A = 2.58	0.0400	<u>Azteca Mexicano Mercado Mixteco Nepal</u>
B = 41.46	0.0000	
		% Tallo
A = 9.39	0.0000	<u>Mixteco Azteca Mercado Mexicano Nepal</u>
B = 5.09	0.0254	
		% Hojas
A = 8.94	0.0000	<u>Mixteco Nepal Azteca Mexicano Mercado</u>
B = 821.12	0.0000	
		% Inflorescencia
A = 27.62	0.0000	<u>Nepal Mexicano Mercado Azteca Mixteco</u>
B = 1345.49	0.0000	

A= Razas, B= Tiempo (covariable)

estructuras de reproducción (6-42 %) y una disminución en tallo (47-34 %), hoja (28-15 %) y raíz (18-7 %). También se presentaron datos similares en Mercado donde la inflorescencia y el tallo presentan la mayor asignación de peso seco (13-51 %) y (47-37 %) mientras que hoja (24-4 %) y raíz (15-7.3 %) disminuyen al final. Cabe señalar que esta raza se caracteriza porque al final de su ciclo de vida tira casi todas las hojas. Nepal comienza a producir inflorescencias (2 %) desde la segunda cosecha llegando a alcanzar hasta 58 % en la quinta cosecha, mientras que la hoja (46-11 %), el tallo (36-23 %) y la raíz (14-6 %) disminuyen al final. En Mexicano se observa también una mayor asignación de biomasa a inflorescencia (3-23 %) y una disminución en hoja (44-12 %), tallo (39-28 %) y raíz (15-8 %). Por último en Mixteco se observa una mayor asignación de biomasa a inflorescencia (3-23 %) y una disminución en tallo (59-43 %), hoja (32-22 %) y raíz (14-10 %). En esta última raza la producción de inflorescencia es muy baja y la asignación a hoja durante el ciclo de vida desciende en forma más gradual.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados del ANCOVA para los valores porcentuales de las estructuras vegetativas y reproductivas de las plantas. Estos resultados indican que las diferencias en los porcentajes de biomasa son significativos entre razas. Estos resultados indican que las diferencias en los porcentajes de biomasa son significativas entre razas: en raíz, tallo, hoja e inflorescencia ( $p < 0.05$ ) así como en la covariable tiempo ( $p < 0.05$ ).

Cociente raíz/vástago. En el Cuadro 10 se observan los cambios en el cociente raíz/vástago. En los primeros 45 días se presentan los valores más altos de este parámetro, lo que indica que el crecimiento de la parte aérea de la planta en re-

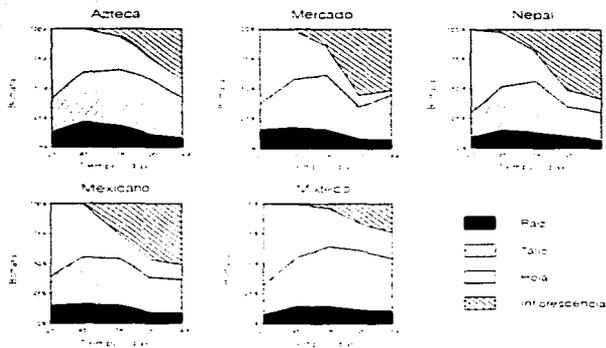


Fig. 7. Cambios del porcentaje de asignación de biomasa en las cinco razas de amaranto a lo largo del ciclo de vida de las plantas.

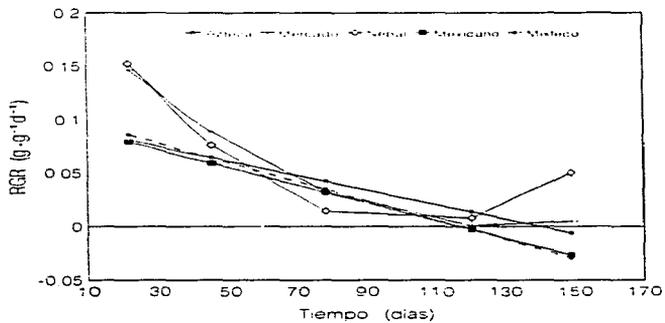


Fig. 8. Comparación de la tasa de crecimiento relativo (RGR) en las cinco razas de amaranto.

**Cuadro 10.** Datos promedio del cociente raíz/vástago (root/shoot)  $\pm$  error estándar, en las cinco razas de amaranto

Tiempo (días)	Azteca	Mercado	Nepal	Mexicano	Mixteco
21	0.1456 $\pm$ 0.0092	0.1986 $\pm$ 0.0578	0.0968 $\pm$ 0.0061	0.1738 $\pm$ 0.0113	0.0773 $\pm$ 0.0056
45	0.2694 $\pm$ 0.0176	0.2059 $\pm$ 0.0129	0.1767 $\pm$ 0.0163	0.1845 $\pm$ 0.0126	0.1701 $\pm$ 0.0379
78	0.2243 $\pm$ 0.0149	0.1839 $\pm$ 0.0186	0.1478 $\pm$ 0.0098	0.1746 $\pm$ 0.0122	0.1646 $\pm$ 0.0063
120	0.1192 $\pm$ 0.0146	0.079 $\pm$ 0.0072	0.1073 $\pm$ 0.017	0.0963 $\pm$ 0.0171	0.1252 $\pm$ 0.0231
149	0.0841 $\pm$ 0.0080	0.0802 $\pm$ 0.0116	0.0678 $\pm$ 0.0069	0.0918 $\pm$ 0.0184	0.1156 $\pm$ 0.0168

lación a la subterránea es menor. Azteca es la raza que presenta el valor más alto en este cociente. Posteriormente este parámetro tiende a decrecer y este hecho coincide con el inicio de la etapa reproductiva.

### Análisis del crecimiento

*Tasa de crecimiento relativo en peso seco (RGR).* La tasa de crecimiento relativo en peso seco (RGR) por individuo (Fig. 8) presenta una tendencia similar al comparar las cinco razas. El valor más alto de este parámetro corresponde a la etapa inicial del crecimiento de la planta y disminuye con el tiempo hasta llegar en algunos casos a valores negativos al final del experimento.

Durante la etapa vegetativa se observa la RGR más alta en cada raza (21 días), presentándose en orden decreciente: Nepal (0.152  $\pm$  0.016;  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$ ), Mercado (0.147  $\pm$  0.017), Mixteco (0.086  $\pm$  0.009) Azteca (0.081  $\pm$  0.008) y Mexicano (0.079  $\pm$  0.009) g.g<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>. A partir de los 78 días, que comienza la etapa reproductiva, disminuye este parámetro, hasta llegar incluso a valores negativos en Azteca, Mexicano y Mixteco. Después de una RGR baja en Nepal hay un ligero incremento al final del ciclo de vida.

*Cociente de área foliar (LAR).* El cociente de área foliar (LAR) tiene un comportamiento similar en las cinco razas durante el ciclo de vida (Fig. 9). El valor más alto se presenta en la etapa vegetativa a los 21 días, presentándose en orden decreciente: Mixteco (0.316  $\pm$  0.021;  $\bar{X} \pm 2S\bar{X}$  con n=6), Mexicano (0.014  $\pm$  0.021), Mercado (0.013  $\pm$  0.015), Nepal (0.010  $\pm$  0.009) y Azteca (0.003  $\pm$  0.002) m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Después de este valor el cociente de área foliar disminuye rápidamente (45 días), manteniéndose constante durante la etapa reproductiva (78 días) y descendiendo lentamente a cero al final del ciclo de vida, con excepción de Mixteco.

*Tasa de asimilación neta (CLR).* En la figura 10 se observa la tendencia de la tasa de asimilación neta (CLR) por planta en las cinco razas. Mexicano y Mixteco alcanzan el máximo valor a los 78 días (56.8, 34.3 g.m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> respectivamente). Posterior a

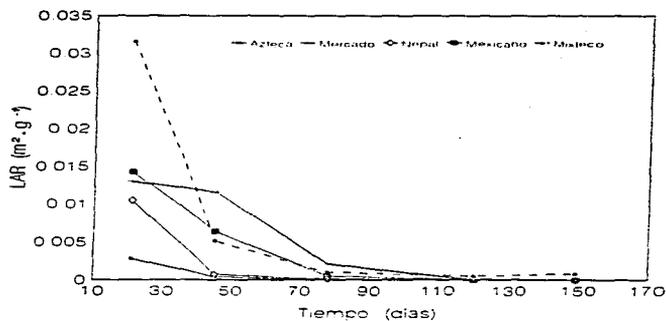


Fig. 9. Comparación del crecimiento de área foliar (LAR) en las razas de amaranto.

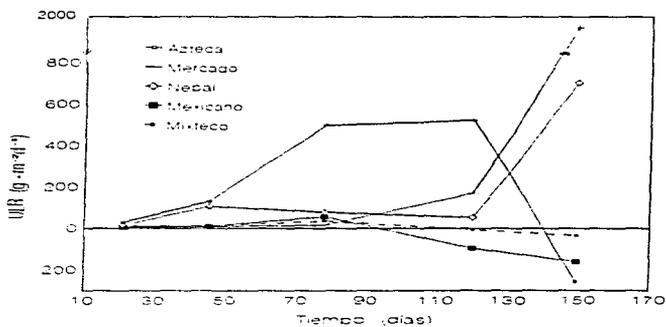


Fig. 10. Comparación de la tasa de asimilación neta (ULR) en las cinco razas de amaranto.

la ULR máxima, durante el resto de la etapa reproductiva, se presentan valores negativos. Mercado y Nepal presentan el valor máximo al final del ciclo de vida (1836.2 y 703.9 g.m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) y finalmente Azteca presenta el valor máximo a los 120 días (522.9 g.m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>).

## DISCUSIÓN

Existen diferencias del crecimiento de altura/planta entre las diferentes razas. En términos generales los datos obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Espitia (1994) bajo las condiciones de Chapingo, México y los obtenidos por Kauffman (1992), en los campos de cultivo del Rodale Research Center en Estados Unidos, localizado a 40<sup>o</sup> latitud N. Es importante señalar que a bajas densidades de siembra, como en este caso, en condiciones óptimas de humedad y nutrientes, las plantas de amaranto son más vigorosas, presentan mayor altura y gran número de ramas laterales.

Mercado, Nepal y Mexicano llegan a alcanzar a madurar bajo las condiciones climáticas de Chalco mientras que Azteca y Mixteco no lo logran ya que son razas que presentan un ciclo de vida largo (160-180 días y 180-220 días, respectivamente). Debido a la falta de producción de semilla en todas las razas, no se pudo medir el rendimiento tomándose en cuenta únicamente la estructura reproductiva completa.

Mixteco alcanza el máximo valor de área foliar (1.24 m<sup>2</sup>) a los 149 días, sin embargo sólo produce 341.83 g de biomasa total mientras que Azteca alcanza el máximo de área foliar (0.91 m<sup>2</sup>) a los 120 días llegando a producir 803.59 g de biomasa total. Mercado, Nepal y Mexicano obtienen el máximo de área foliar a los 78 días, siendo Nepal la raza que presenta el valor más alto (0.74 m<sup>2</sup>) entre ellas tres obteniendo al mismo tiempo un valor alto de biomasa total (530.60 g).

En relación al patrón de crecimiento de materia seca/planta de Mercado y Mixteco, estas dos razas llegan a alcanzar un valor máximo de producción de materia seca que luego descende al final del ciclo biológico. Azteca, Nepal y Mexicano presentan el valor máximo de materia seca/planta en la última cosecha; este dato pudiera indicar que la helada que se presentó en Chalco no permitió que las plantas terminaran su ciclo biológico.

Durante la etapa vegetativa, en las cinco razas el patrón de asignación de biomasa a tallo y hoja puede estar relacionado con el crecimiento absoluto de estos órganos en la fase exponencial del crecimiento de las plantas, lo que se explica por la función que realiza el tallo, principalmente como órgano de soporte y de conducción, mientras que la hoja o fuente sintetiza los fotosintatos necesarios para la actividad metabólica de estructuras de demanda y en general del individuo. Con excepción de la raza Mixteco en la etapa reproductiva, la asignación a estructuras reproductivas es mayor de 50 % del total de materia seca. Esto indica que Azteca, Mercado, Nepal y Mexicano poseen un alto esfuerzo reproductivo dado por la alta proporción de biomasa de inflorescencia en relación a la biomasa

total/planta. Este patrón de asignación de biomasa se encuentra relacionado con la formación de utilización de estas cuatro razas para la producción de semilla (Díaz-Ortega, 1994).

Mixteco presenta un mínimo esfuerzo reproductivo y mayor asignación a tollo y hoja. Sin embargo, si se hubiera completado el ciclo probablemente hubiera alcanzado un valor similar de asignación a las estructuras reproductivas ya que esta raza presenta un ciclo biológico más largo. Otra posible explicación de la obtención de este patrón de asignación de biomasa puede estar relacionado con que ha habido una selección artificial hacia el crecimiento vegetativo y se ha minimizado la asignación a estructuras reproductivas, por su forma potencial de utilización como verdura.

Otra forma de estudiar los patrones de asignación de los recursos es por medio del cociente raíz/vástago (R/S). Durante los primeros 45 días (Cuadro 5), el cociente R/S en las razas estudiadas indica mayor asignación subterránea y menor asignación de biomasa aérea de las plantas. A partir de los 78 días descendiendo el valor del cociente foliar. Este cociente es sensible a las condiciones de déficit de agua y/o nutrientes (Díaz-Ortega, 1994). En este experimento las condiciones de humedad fueron óptimas, ya que durante la fase experimental (antes del establecimiento de las lluvias) se hicieron riegos manuales. Por otra parte, la respuesta del cociente R/S es el resultado entre luz y nutrientes, no obstante en este estudio, no se evaluó la respuesta a estos factores. Los cambios en el cociente R/S pueden estar relacionados con los mecanismos de asignación de recursos durante el ciclo biológico de las plantas.

En cuanto al comportamiento de la tasa relativa de crecimiento en peso seco (RGR) se presentan dos grupos: Mercado y Nepal presentan valores más altos al inicio del ciclo biológico mientras que Azteca, Mexicano y Mixteco presentan valores muy similares entre sí, siendo en los tres casos menores que los anteriores. Sin embargo, los valores máximos obtenidos están por abajo de los señalados para *A. hypochondriacus* (RGR =  $0.354 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ) por Díaz-Ortega *et al.* (1990).

El significado biológico de los valores de la RGR al inicio de la etapa vegetativa, se explican porque existe mayor eficiencia en la producción de la biomasa total por gramo de materia seca/planta, la cual tiende a decrecer al final del ciclo de vida. Los valores también indican que las condiciones ambientales de Chalco fueron favorables para el crecimiento de estas razas procedentes de diferentes regiones.

Por otra parte el comportamiento del LAR es similar en las cinco razas, es decir en la etapa vegetativa se presenta el valor máximo de este parámetro y decrecen al final del experimento, esta tendencia es comparable con los datos obtenidos por Díaz-Ortega *et al.* (1990) en *A. hypochondriacus*. La edad del cultivo es un factor muy importante que determina la variación del LAR el cual está relacionado con sus dos componentes (área foliar específica y la relación de peso foliar).

Las diferencias iniciales en el LAR de las razas estudiadas, probablemente corresponden a diferencias morfológicas de las plantas determinadas genéticamente. El

significado biológico del LAR puede explicarse porque la proporción de área foliar en relación a la biomasa de la planta es alta, la cual tiende a disminuir al aumentar la biomasa del tejido no fotosintético, así como la disminución de hojas a los 45 días.

Por otra parte, la ULR muestra dos comportamientos diferentes al compararlo entre poblaciones; en el primero se alcanza un valor máximo en las razas Azteca, Mexicano y Mixteco entre los 45 y 78 días de crecimiento y posteriormente decrece hasta valores negativos. El incremento inicial en la ULR se explica por la alta actividad asimilatoria de hojas jóvenes debido a la demanda de fotosintatos por los tejidos en crecimiento y baja actividad respiratoria de las diferentes partes de la planta. La disminución de la ULR con la edad de las plantas ha sido explicada en parte porque la proporción del tejido respiratorio es mayor al tejido fotosintético y porque disminuye la capacidad fotosintética por unidad de área relacionada con la longevidad foliar (Díaz-Ortega, 1994).

En el segundo comportamiento la ULR máximo se presenta en la etapa tardía del ciclo biológico (149 días) y no hay decremento en las poblaciones de Mercado y Nepal al final del experimento (Fig. 10). Este hecho tiene que ver principalmente con el control que ejercen algunos tejidos, en este caso las semillas, al demandar productos para su desarrollo y crecimiento. Es importante mencionar que este valor máximo de la ULR coincide con un ligero aumento de la RGR en las poblaciones de Mercado y Nepal en la etapa final del ciclo biológico de las plantas (Fig. 8).

Por otra parte existen evidencias de que en el área comprendida entre Chalco en el este y Nochimilco en el oeste, la zona chinampera estuvo dedicada exclusivamente durante algún tiempo a *Amaranthus* (González Quintero, 1981). En la actualidad, el cultivo de amaranto en la región se encuentra en franca desaparición. Uno de los factores limitantes para el establecimiento del cultivo en Chalco es la aparición de heladas tempranas, por lo que es necesario la utilización de plantas de ciclo corto y que al mismo tiempo presenten un alto rendimiento.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada, apoyada y estimulada por el Programa Universitario de Alimentos (PUAL), la Coordinación de Estudios de Posgrado (PADEP) y el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. A la Biól. Mariana Hernández Apolinar del Laboratorio Especializado de Ecología, la M en C. Silvia Castillo del Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias UNAM y el M. en C. Salvador Sánchez Colón de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN quienes asesoraron la parte estadística del trabajo. A los dos árbitros anónimos y al Dr. Fernando Chiang del Instituto de Biología UNAM por sus críticas que mejoraron sustancialmente este trabajo. Al Biól. Jorge Saldivar del Jardín Botánico por su apoyo técnico en cómputo, la edición final del texto, el mapa y el diseño de la parcela experimental por computadora.

## LITERATURA CITADA

- DÍAZ-ORTEGA, A., S. IRIARTE y A. CASTELLANOS. 1990. Comparación del patrón de crecimiento de especies silvestres y cultivadas de frijol y amaranto en condiciones de invernadero. *Memorias del XI Congreso Mexicano de Botánica, Oaxtepec, Morelos*. Sociedad Botánica de México. México.
- DÍAZ-ORTEGA, A. 1994. *Análisis de crecimiento comparativo en tres poblaciones de Amaranthus hypochondriacus en el Municipio de Chalco, Edo. de México*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 141 p.
- ESPITIA, R.E. 1992. Amaranth germplasm development and agronomic studies in Mexico. *Food Reviews International* 8(1): 71-86
- ESPITIA, R. E. 1994. Breeding of grain amaranth. In: O. Paredes-López (ed). *Amaranth biology, chemistry and tecnology*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 23-38.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4a ed. Instituto de Geografía, UNAM, México. 217 pp.
- GONZÁLEZ QUINTERO, L. 1981. Análisis polínicos de la porción austral de la cuenca de México. II. Tlaltengo. *Cuicuilco* 1(4) 12-16.
- HUNT, R. y I.I. PARSONS. 1974. A computer program from deriving growth functions in plant growth analysis. *J. Appl. Ecol.* 4: 553-560.
- HUNT, R. y I.I. PARSONS. 1981. *Plant growth analysis. Users' instructions from the stepwise and spline programs*. Natural Environment Research Council Unit of Comparative Plant Ecology, University of Sheffield. pp. 1-48.
- KAUFFMAN, C. 1992. The status of grain amaranth for the 1990's. *Food Reviews International* 8(1): 160-165.
- REYNA T., T. 1989. Aspectos climáticos en la cuenca del valle de México. In: R. Gío, Y. Hernández y E. Sainz (eds.) *Ecología urbana*. Vol. especial. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México. pp. 25-39.
- REYNA T., T. y E. CARMONA. 1991. Características edafológicas y el cultivo de 32 tipos de *Amaranthus* en Chalco, Estado de México. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Amarantho*. Oaxtepec, Morelos. INIFAP, México. p. 34.
- WILLIAMS, J.T. y D. BRENNER. 1995. Grains amaranth (*Amaranthus* species) In: J.T. Williams (ed.) *Cereals and pseudocereals*. Chapman and Hall, London. pp. 129-186.



---

## CAPITULO 6

---

## DISCUSIÓN GENERAL

### INVENTARIO

En México las especies de amaranto comúnmente usadas a manera de verdura son: *A. hybridus*, *A. spinosus*, *A. retroflexus*, *A. palmeri* y *A. dubius*. Otras especies que se caracterizan por ser productoras de grano y cuyas hojas se consumen cuando las plantas se encuentran en estado tierno son: *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*. Hasta antes de hacer este estudio no se contaba con información sobre los materiales que se encuentran presentes en la región de la Sierra Norte de Puebla (SNP). Cuando se inició la exploración etnobotánica en la región se pensó que el único "quintonil" en el área era el "chichiquilit" y que este era una sola especie. En la medida en que la investigación fue llevándose a cabo se encontró que el problema era más complejo, y que bajo la categoría de "quintoniles" se encontraban agrupadas varias especies y razas de amaranto. En la SNP no existen especies y razas de amaranto cultivadas ni usadas a manera de grano. Todas los "quintoniles" son fomentados y arvenses. Las especies y razas fomentadas son: *A. hypochondriacus* razas Mixteco y Azteca ("chichiquilit") y *A. cruentus* razas Mexicano ("iztaquelit") y Africano ("quintonil rojo"). La raza Mixteca es muy similar a la Azteca y es difícil identificarlas en su etapa reproductiva, además de que las especies parecen presentar infiltración genética o hibridación con *A. hybridus*, lo cual hace aún más difícil la identificación acertada de los materiales. Las especies arvenses son: *A. hybridus* y *A. spinosus*

Las especies y razas que se usan a manera de verdura en la SNP con excepción de *A. hybridus* y *A. spinosus* son, desde el punto de vista taxonómico, las mismas que se usan a manera de grano en otras regiones del país. La diferencia es que las poblaciones usadas para verdura presentan una mayor producción de follaje, semillas negras, un menor desarrollo de la inflorescencia central y un aspecto malezoide probablemente debido a la infiltración o hibridación con *A. hybridus*.

La raza Azteca que se encuentra en la SNP es muy similar en aspecto a la que se cultiva como grano en Tlaxcala. Este dato es interesante, ya que autores como Masferrer y Martínez (1986) mencionan que las relaciones entre la SNP y el estado de Tlaxcala se remontan a periodos prehispánicos y con el transcurso del tiempo no sólo se han mantenido sino que se han fortalecido, por ser lugar de paso entre el área Mexicana y la SNP. Las

relaciones han sido y son continuas. En su intercambio comercial las plantas han jugado un papel importante en el cual ha habido complementaridad ecológica. También la SNP fue vía de acceso a las regiones del norte y centro de Veracruz. Esta posición geográfica permitió un intercambio de productos vegetales de tierras tropicales hacia el centro y viceversa. En recorridos de campo que se hicieron por algunas partes de Veracruz también se encontraron las mismas especies y razas de amaranto presentes en la SNP así como el mismo patrón de utilización.

A partir de esta información se podría hipotetizar que en la SNP el uso de amaranto como verdura es muy antiguo. Se considera que *A. hybridus* es uno de los parientes silvestres de las de grano (Sauer, 1951) y se conoce que desde tiempos prehispánicos se recolectaban las hojas de esta especie para su consumo (Sahagún, 1550). La raza Azteca pudo ser introducida posteriormente a la SNP a través del intercambio comercial tan antiguo con Tlaxcala; llevándose a cabo una selección humana para su uso como verdura. La raza Mixteco pudo posteriormente derivarse a partir de la Azteca ya que se considera que la primera es de más reciente origen encontrándose en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca (Espitia, comunicación personal).

## ETNOBOTÁNICA

### Uso.

El amaranto en la SNP es muy apreciado como alimento. Tiene gran demanda tanto por mestizos como por indígenas. Se vende en los mercados locales y su precio varía con la época del año y dependiendo de si son plántulas o retoños los que se venden. Los mercados son abastecidos con los productos obtenidos en las milpas de tierra fría y en los chilares. El amaranto arribeño (proveniente de las milpas de tierra fría) llega al mercado entre febrero y julio mientras que el amaranto abajeño (proveniente de los chilares) lo hace entre septiembre y febrero, de modo que el amaranto esta presente en los mercados prácticamente todo el año. Las hojas se venden en montones y el volumen de las mismas varía notablemente dependiendo de si son plántulas o retoños. Las semillas también se venden o se intercambian entre la gente de los diferentes pueblos.

Las hojas del "chichiquilit" son guisadas en caldo tiñéndose de rojo, aspecto o atributo que es muy apreciado por la gente del lugar (Martínez, en prensa), además del buen sabor que presentan. Las semillas también son utilizadas para hacer atole junto con la masa del maíz durante la fiesta de semana santa.

Las plantas del "quintonil" muestran una gran capacidad de rebrote ya que continuamente la gente corta la parte apical de la planta. En el momento en que las plantas ya no se consumen como plántulas, las hojas ya no se preparan en caldo, sólo se cuecen, se exprimen y se frien. Una vez que las plantas florecen ya no se consumen las hojas. Las hojas del "iztaquilit" o "quintonil blanco" no se preparan en forma de caldo, únicamente se cuecen, se exprimen y se frien.

En la región los "quintoniles" se consideran de naturaleza fría y los niños y ancianos no los deben de consumir en exceso porque contienen mucha fibra (Villalobos, 1994). Sin embargo, el color rojo en la SNP es considerado de naturaleza caliente y quizás por esto es tan apreciado el caldo de color rojo preparado con las hojas tiernas.

### **Manejo Agrícola.**

La diversidad de especies y razas de amaranto tiene una estrecha relación con los principales sistemas agrícolas, las características que las plantas presentan en estos sitios, la época de aprovechamiento y el manejo que reciben.

Es importante señalar que en la SNP los "quintoniles" siempre están asociados a cultivos múltiples y las semillas se riegan en el terreno cuando se abre un terreno nuevo para iniciar un cultivo. Esto contrasta con el cultivo del amaranto para producción de grano en otras regiones del país, el cual se practica en monocultivos, mediante la técnica de trasplante o de siembra directa para cada ciclo agrícola.

Los sistemas agrícolas en que se fomentan o recolectan los "quintoniles" son milpas, chilares, frijolares, huertos familiares y parcelas con hortalizas; en ellos la producción de amaranto tiene lugar en distintos tiempos, dependiendo del calendario de las prácticas agrícolas, determinado esto a su vez por factores ambientales y culturales.

Por otra parte la gente reconoce dos grandes áreas denominadas tierra fría y tierra caliente, con límites entre una y otra no muy precisos pero que se ubican entre los 800 y 1000 m de altitud. Esta dificultad en delimitar se debe a los efectos de ladera, así tenemos que hacia el sur el clima es más cálido mientras que en la parte norte el clima es más frío. Los sistemas agrícolas en la SNP pueden estar restringidos a una u otra de estas zonas o pueden tener presencia en ambas, aunque cuando esto ocurre, los modos y tiempos de cultivo son diferentes para un mismo sistema agrícola.

Las milpas, junto con los cafetales y potreros, son los sistemas agrícolas en la región que ocupan una mayor superficie, y los de mayor importancia económica.

En las milpas el maíz es el cultivo principal y las especies y razas de amaranto que se fomentan son: *A. hypochondriacus* razas Azteca y Mixteco ("chichiquelit") y *A. cruentus* raza Mexicano ("iztaquelit").

En las milpas "quintonil rojo" o "chichiquilit" (*A. hypochondriacus* razas Mixteco y Azteca) es una planta muy alta de cerca de 3 metros, erecta, con crecimiento sincrónico con la planta del maíz (generalmente la raza Tuxpeña), y tiene un ciclo de vida muy largo (10 meses). Sus hojas presentan una coloración roja muy intensa en el momento que la planta se encuentra en estado tierno, presenta alta producción de follaje y capacidad de rebrote. Su hábito de crecimiento es reducido a un solo eje con concentración terminal de la inflorescencia, poco desarrollada y con semillas negras. La planta de amaranto recibe cuidado individual lo mismo que el maíz.

En las milpas además del "chichiquilit" se encuentra también asociado el "iztaquililit" o "quintonil blanco" (*A. cruentus* Mexicano con características de *A. hybridus*) siendo también una planta muy alta (cerca de 3.0 m) y presenta un ciclo de vida más corto (7-8 meses). Es interesante hacer notar: 1) esta raza presenta muchas semillas vanas en el momento de la cosecha, 2) el establecimiento del cultivo bajo condiciones experimentales es más difícil que el del "chichiquelit" y 3) presenta una fuerte incidencia de ataque de enfermedad por la mancha parda del tallo (*Phoma Longissima*).

Los "quintoniles" se encuentran también asociados a los chilares. El cultivo del chile (*Capsicum annuum*) se da principalmente en tierra caliente y se maneja como un policultivo con hasta 10 o más especies de plantas útiles. En estos sistemas agrícolas se encuentran: *A. hypochondriacus* razas Azteca y Mixteco ("chichiquelit") y *A. cruentus* raza Mexicano ("iztaquelit").

Es interesante hacer notar que a pesar de que son las mismas razas de amaranto según su clasificación agronómica las que se encuentran en las milpas y en los chilares, las plantas de estos últimos no llegan a alcanzar la altura ni la biomasa que presentan en la milpa. Las diferencias en talla y tamaño podrían explicarse en términos de lo siguiente:

- 1) La gente de SNP ha seleccionado ecotipos o morfotipos dependiendo del cultivo con el que los "quintoniles" se asocian.
- 2) El amaranto presenta plasticidad genética y se adapta a condiciones ambientales distintas según se trate de tierra caliente o tierra fría. En tierra caliente hay menos humedad, el termoperíodo y el fotoperíodo son distintos y existe mayor luminosidad.
- 3) Las fechas de siembra son distintas en los chilares y en las milpas, esto puede modificar la arquitectura de la planta y el momento de la floración del amaranto.

- 4) En los chilares el ciclo agrícola es más corto mientras que las milpas es más largo permitiendo en estas últimas que el ciclo de crecimiento vegetativo de la planta se alargue.
- 5) Las condiciones microclimáticas de la milpa y del chilar son distintas.
- 6) El efecto de la competencia con maíz es diferente a la que se presenta con el chile.
  - a) En la milpa la planta de amaranto presenta un crecimiento sincrónico con el maíz, en los chilares no sucede esto.
  - b) La planta del maíz llega a alcanzar hasta 3.0 m mientras que la planta del chile solo alcanza una altura de 50 a 60 cm. Esto podría estar relacionado con la pequeña estatura que presentan las plantas de "quintonil" en el chilar ya que de esta manera las plantas de este último no alcanzan a tapar a las del chile.
  - c) La densidad de población no es la misma en los chilares y en las milpas.

También se estudiaron en términos generales, los calendarios agrícolas del cultivo del chile con el objeto de conocer el manejo y la época de aprovechamiento del amaranto.

En tierra caliente se emplean terrenos que han estado en descanso por lo menos durante tres años. La preparación del terreno implica eliminación de la vegetación con machete y gancho y quema de la misma; no se rotura el terreno y se siembra con palo sembrador. En tierra caliente se acostumbra sembrar dos ciclos: el de invierno y el de verano. El primero tiene una duración más larga, de octubre a junio mientras que el de verano es más corto de mayo a octubre. En el primer caso los "quintoniles" se aprovechan de diciembre a marzo mientras que los del ciclo de verano se aprovechan de junio a agosto. Es interesante hacer notar que en los chilares de tierra caliente no se aprovechan los "quintoniles" como plántulas, empiezan a ser consumidos cuando la planta ya tiene una altura de 30 a 40 cms. tampoco se arrancan sino que se realizan continuos cortes. Esto puede ser debido a que en el inicio del cultivo del chile se emplea el azadón para escardar, cortando todas las malezas incluyendo a los "quintoniles" impidiendo su consumo como plántulas o también puede ser debido a razones culturales en donde la forma de consumo es distinta (Castro, comunicación personal).

En el caso de las partes más altas de su área de distribución como en Huahuaxtla las semillas de amaranto se riegan en el terreno cuando se siembra el chile y al cabo de un mes las plántulas pueden ser recolectadas. El período de colecta en los chilares es de septiembre a marzo y, lo mismo que en las milpas, en primer lugar hay aprovechamiento como plántula y posteriormente como retoño.

Los frijolares en los que se obtienen "quintoniles" son cultivos de *Phaseolus vulgaris* de mata. Se encuentran las mismas especies y razas que se encuentran en las milpas y en los chilares: *A. hypochondriacus* razas Azteca y Mixteco ("chichiquelit") y *A. cruentus* raza Mexicano ("iztaquelit").

De acuerdo con la investigación realizada por Basurto (en preparación) cuando se siembra frijol mateado *Phaseolus vulgaris*, como monocultivo en las parcelas permanentes (con base en la duración del período de barbecho), el ciclo se inicia con la milpa y la roturación del terreno, de la misma manera que para el maíz, aunque, dado que por lo regular las superficies son reducidas, se rotura con azadón. Se siembra con espeque, formando surcos de unos 40 cm, con la misma distancia entre plantas y poniendo de cuatro a seis semillas por golpe. Se dan dos o tres deshierbes a mano o con azadones pequeños y para la cosecha se arranca toda la planta una vez que el fruto está seco y la planta se ha defoliado; las plantas se atan por la base para formar pequeños manojos y se cuelgan debajo de los aleros de las casas. Puede haber dos ciclos en un año, el primero en invierno-primavera y el segundo en verano-otoño. Se pueden fertilizar con químicos o con abono natural, estiércol, pollinaza o con "abono de monte" (humus acarreado de áreas con vegetación poco alterada). Los "quintoniles" se aprovechan como plántula antes del primer deshierbe y como retoño entre éste y el segundo deshierbe. De modo que los períodos de disponibilidad de amaranto en estos agroecosistemas ocurren entre mayo-abril y julio-agosto para tierra fría y de mayo a junio en tierra caliente.

Las plantas de amaranto en estos sistemas agrícolas tampoco alcanzan la talla y el tamaño de las de milpa. Los "quintoniles" que se recolectan son destinados únicamente para el gasto familiar, casi no se venden.

Tanto en tierra fría como en tierra caliente son comunes pequeñas extensiones sembradas con verdura y hortalizas entre las que se incluye el amaranto (*A. hypochondriacus* razas Azteca y Mixteco y *A. cruentus* raza Mexicano). Es interesante señalar que en la primera zona se cultivan principalmente hortalizas del viejo mundo como rábano, acelga, cilantro y col mientras que en tierra caliente la composición de las parcelas horticolas es un poco diferente ya que se cultivan: frijol torito, frijol mateado, papaloquilite, tomate, jitomate, chile serrano, chile piquín entre otras especies. La diferencia de especies que se encuentran en estos sistemas agrícolas depende de las condiciones ambientales que se presentan en tierra fría y de tierra caliente y de las preferencias que tienen estas especies para su crecimiento. En estos terrenos los "quintoniles" se encuentran disponibles en estos lugares prácticamente todo el año y tampoco llegan a alcanzar el tamaño y la talla de las de la milpa. La duración del ciclo agrícola es también muy corta.

Los huertos son espacios que combinan diversos productos agrícolas, siendo cultivos permanentes e intensivos. De esta manera, se asegura una producción para el gasto familiar y al mismo tiempo se complementa la dieta. Los "quintoniles" con características malezoides son: *A. hybridus* y *A. spinosus*. Son plantas de baja estatura, muy ramificadas, con hojas pequeñas y semillas negras, las hojas se consumen a manera de verdura y se destinan al autoconsumo. También se encuentra presente *A. cruentus* raza Africano, "quintonil" muy apreciado en la región y que bajo condiciones experimentales mostró tener un gran potencial para usarse como verdura o como forraje. Las plantas de amaranto presentes en los huertos tampoco alcanzan la talla y el tamaño de las de la milpa.

A manera de conclusión se puede decir que el amaranto es aprovechado como verdura hasta antes que florece, en el momento en que esto sucede la gente menciona que las hojas ya no son buenas para consumirse porque el sabor cambia. Por otra parte el amaranto se aprovecha mientras los cultivos principales terminan su ciclo. En el momento en que el maíz, el chile y el frijol producen frutos se eliminan por completo los "quintoniles" de los terrenos. Esto coincide generalmente con la aparición de las inflorescencias en los amarantos.

Otro aspecto importante es que si los agricultores observan que los "quintoniles" están causando problemas al cultivo principal por efecto de competencia, ellos no dudan en eliminar las poblaciones de amaranto del terreno. Sin lugar a dudas, lo más importante para ellos son sus cultivos principales. Por otra parte, las observaciones realizadas en el campo parecen mostrar que los agricultores tienen mucha idea de cómo poder manejar una densidad adecuada de las poblaciones de amaranto, a través de las labores agrícolas, con el objeto de no afectar sus cultivos principales. A manera de ejemplo se tiene que el mayor aprovechamiento de "quintoniles" en la milpa se da al inicio del ciclo y antes de la primera labra cuando la planta de maíz se encuentra muy pequeña. Una vez que crecen más las plantas de maíz y que la densidad de amaranto es muy alta se elimina a este mediante esta práctica. Esto se hace cuantas veces sea necesario.

Los "quintoniles" son una fuente de ingreso muy importante mientras se cosecha y se obtiene el producto final. En un día se llegan a obtener 10 pesos por su venta que comparado con el salario mínimo establecido en SNP de 15 pesos, llega a ser una cantidad nada despreciable.

## ANÁLISIS DE CRECIMIENTO.

A continuación se discuten los patrones de asignación de biomasa a partir de los datos obtenidos del establecimiento de las parcelas experimentales en Chalco, Estado de México. Se sembraron razas productoras de grano y de verdura. Las especies y razas de amaranto evaluadas fueron las siguientes:

*A. hypochondriacus* Razas Azteca, Mixteca, Mercado; *A. cruentus* Razas Mexicano y Africano y *A. hybridus*.

Es importante destacar que como ya se dijo anteriormente, en este estudio están contempladas colectas de Azteca, Mixteco y Mexicano que se usan tanto como grano como verdura en diferentes partes del país. La raza Africano se usa sólo como verdura y es de la SNP.

### **Crecimiento en altura.**

En términos generales las razas productoras de verdura presentaron una mayor altura y un ciclo de vida más largo que las de grano. Mercado, Nepal y Mexicano productoras de grano, y Azteca, Mexicano y *A. hybridus* productoras de verdura llegaron a madurar bajo las condiciones climáticas de Chalco, mientras que Azteca y Mixteco, productoras de grano, y Africano y Mixteco productoras de verdura, no lo lograron ya que son razas que presentaron un ciclo de vida más largo (164-220 días). Debido a la falta de producción de semilla en todas las razas, no se pudo medir el rendimiento, tomándose en cuenta únicamente la estructura reproductora completa. La colecta Mixteco de Pátzcuaro, aunque está reportada como productora de grano (Mapes, 1984) tiene un comportamiento muy parecido al de las colectas usadas como verdura y además presenta semillas color negro. Estas características hacen pensar en el uso potencial de este material como verdura.

Los datos de altura obtenidos bajo condiciones experimentales en las productoras de verdura, coinciden en términos generales con los observados en la región de estudio. La mayor altura que presentaron con respecto a las de grano, se puede deber a que la gente de la SNP ha seleccionado a los "quintoniles" para poder tenerlos asociados a las milpas donde se siembra el maíz Tuxpeño, raza que llega a alcanzar hasta 3.0 metros de altura y que presenta un ciclo de vida muy largo (10 meses). Los "quintoniles" muestran un retardo en la reproducción y una prolongación en la producción de follaje.

### **Asignación de biomasa.**

Generalmente se reconoce que los organismos son capaces de presupuestar energía o recursos de tal manera que puedan completar con éxito su ciclo

de vida. Este proceso se le conoce con el nombre de asignación de recursos. La asignación se encuentra claramente unida a la sobrevivencia de las especies; y los patrones de asignación de recursos que generalmente se desarrollan y se mantienen son considerados como adaptaciones para reducir al mínimo el fenómeno de la extinción. En las plantas, los recursos disponibles se dividen entre varios órganos y actividades. La cantidad de energía fotosintética que se asigna a raíz, tallo, hoja y estructuras reproductoras y la duración de la latencia, el crecimiento y el mantenimiento son atributos muy importantes que dan como resultado el éxito de las especies. Es importante señalar que durante la etapa vegetativa el patrón de asignación a tallo y hoja puede estar relacionado con el crecimiento absoluto de estos órganos en la fase exponencial del crecimiento de las plantas, lo que se explica por la función que realiza el tallo, principalmente como órgano de soporte y de conducción, mientras que la hoja o fuente sintetiza los fotosintatos necesarios para la actividad metabólica de estructuras de demanda y en general del individuo. Existen varios puntos de vista en cuanto a las estrategias de asignación de recursos entre las diferentes especies, sin embargo todas estas teorías reconocen el papel tan importante que tiene la asignación en la sobrevivencia y en el desarrollo de las comunidades vegetales (Radosevich y Holt, 1984). En este estudio se encontraron tres patrones de asignación: a) el que presentaron las razas productoras de grano; b) el que presentaron las razas productoras de verdura que mostraron que ha habido una mayor selección por el hombre para producción de hojas y tallos y c) las razas productoras de verdura que mostraron tener algunos caracteres malezoides.

En el caso de las razas productoras de grano se tiene que, con excepción de la raza Mixteco, en la etapa reproductora la asignación a estructuras reproductoras fue mayor de 50 % del total de materia seca. Esto indica que Azteca, Mercado, Nepal y Mexicano poseen un alto esfuerzo reproductivo dado por la alta proporción de biomasa de inflorescencia en relación a la biomasa total/planta. Este patrón de asignación se encuentra relacionado con la forma de utilización de estas cuatro razas para la producción de semilla (Díaz, 1994). Mixteco la raza originaria del Lago de Pátzcuaro usada a manera de grano presentó un mínimo esfuerzo reproductivo y una mayor asignación a tallo y hoja. Sin embargo, si se hubiera completado el ciclo probablemente hubiera alcanzado un valor similar de asignación a las estructuras reproductoras ya que esta raza presenta un ciclo biológico largo. Otra posible explicación de la obtención de este patrón de asignación de biomasa puede estar relacionado con que hay una selección artificial hacia el crecimiento vegetativo y se ha minimizado la asignación a estructuras reproductoras, por su forma de utilización como verdura.

En cuanto a las razas productoras de verdura (*A. hypochondriacus* raza Mixteco; *A. cruentus* razas Mexicano y Africano y *A. hybridus*) que mostraron una mayor selección hecha por el hombre, todas ellas colectas originarias de la SNP, durante el estadio reproductivo la asignación de

biomasa a órganos reproductivos fue menor del 20 % del peso seco total. Mixteco y Africano mostraron un comportamiento muy similar en cuanto al patrón de asignación de recursos. En la etapa reproductora, la asignación a estructuras florales a los 149 días fue muy baja, siendo de 7 y 1 % respectivamente, mientras que la mayor asignación fue a tallos (47 y 43%) y a hojas (34 y 32%). La aparición de las estructuras reproductoras se presentó hasta los 120 días. En términos generales estas dos razas retardaron la reproducción y prolongaron la producción de follaje. En el trabajo de campo se observó que las plantas de Mixteco presentaron una mayor altura, una alta producción de hojas las cuales presentaron una fina textura, un color rojo intenso cuando jóvenes y un sabor muy agradable, atributos que fueron muy apreciados por la gente.

Las colectas que terminaron su ciclo de vida bajo las condiciones de Chalco fueron *A. hybridus* y Mexicano, sin embargo este último presentó menor porcentaje de estructuras reproductoras que las productoras de grano. *Amaranthus hybridus* asignó 42 % de biomasa a las estructuras reproductoras. En términos generales tanto Mexicano como *A. hybridus* mostraron más bien un comportamiento de maleza, ya que la mayor proporción de biomasa a hojas fue asignada en las primeras etapas de desarrollo de las plantas (65% y 66%, respectivamente), momento en el cual generalmente se consumen. Cuando las plantas empiezan a asignar biomasa a estructuras reproductoras, la proporción asignada a hojas disminuye de manera significativa (24.4% y 21.5%, respectivamente). Estas dos últimas colectas a pesar de que son fomentadas o inducidas (la gente ya tira las semillas en las milpas o los huertos), siguen presentando un patrón de asignación de recursos de tipo arvense o maleza. Estos datos coinciden con los encontrados por Huaptli (1977). La autora encuentra que mientras la producción de semillas en las especies cultivadas y en las malezas es muy similar, estas últimas asignan una gran proporción de su energía a la producción de semillas. Las malezas llegan a asignar del 20 al 50 % de su biomasa a la producción de semillas en contraste con cerca del 10 al 15% en las especies cultivadas. Se menciona que existe una correlación positiva entre la cantidad de semilla producida en forma individual y la asignación de biomasa a la semilla y al mismo tiempo existe una correlación negativa con respecto a la asignación de biomasa a tallo. Esto sugiere que existe una relación directa de antagonismo entre el tallo y la producción de semillas.

Muchas especies malezoides y algunos amarantos poco domesticados poseen inflorescencias indeterminadas. La punta de cada inflorescencia permanece meristemáticamente activa y puede continuar diferenciándose y produciendo flores y semillas mediante la polinización, mucho después de que ha comenzado la senescencia de las hojas (Huaptli, 1977). Una característica relacionada con muchas ruderales es la capacidad para tener altas tasas de producción de materia seca (Baker, 1965; Grime y Hunt, 1975), rasgo que parece facilitar la conclusión rápida de su ciclo de vida y

maximizar la producción de semillas. En muchas plantas ruderales la floración comienza en una etapa muy temprana del desarrollo y no es raro que, en géneros como *Polygonum*, *Atriplex* y *Chenopodium* aparezcan flores y semillas maduras en la misma inflorescencia. Estos rasgos parecen estar directamente relacionados con las condiciones del hábitat ocupado por las ruderales particularmente donde el efecto de frecuentes perturbaciones origina una alta tasa de mortalidad y puede esperarse que la selección natural favorezca la temprana producción y maduración de las semillas. Aun cuando no haya perturbación, las plantas ruderales son de vida corta y, en la mayoría de las especies anuales, la producción de las semillas es seguida inmediatamente por la muerte de la planta madre (Grime, 1989). Este mismo autor menciona que resulta claro que al agotarse los recursos durante la reproducción en una etapa primaria del ciclo de vida, existe un mayor riesgo de mortalidad en las plantas progenitoras. Sin embargo, en ambientes tan inciertos como los de las ruderales, son inevitables las altas tasas de mortalidad y el costo de una tasa de mortalidad de los progenitores marginalmente aumentada se ve sobrepasada por el beneficio de una alta fecundidad. Por consiguiente, como era de esperarse, el resultado de la selección natural en la mayor parte de las ruderales ha sido el desarrollo de una temprana y "letal" reproducción (Harper, 1977, citado en Grime, 1989).

Por lo tanto las plantas ruderales presentan una forma de vida herbácea, la morfología del vástago es de pequeña estatura, de expansión lateral limitada y la forma de la hoja es variada, a menudo mesomórfica. Con respecto al ciclo de vida la longevidad de la fase establecida es muy corta, la longevidad de las hojas y raíces también es corta, presentan una fase corta de producción foliar en un período de alta productividad potencial, las flores se producen tempranamente en el ciclo de vida en una alta frecuencia, la proporción de la producción anual destinada a las semillas es grande y finalmente presentan semillas latentes (Grime, 1989). En especial las especies ruderales translocan mas biomasa a su sistema radical (Hirose, 1987).

De acuerdo con lo anteriormente dicho es probable que diferentes tipos de selección estén operando en las diferentes razas estudiadas. Con base en la terminología de Pianka, se podría ubicar a las razas en un gradiente de estrategias r y k (Radosevich y Holt, 1984; Grime, 1989) en donde las productoras de grano y las productoras de verdura con características malezoides corresponden a la estrategia r mientras que las productoras de verdura corresponderían a la estrategia k.

En relación a la historia de vida de las razas estudiadas, los cambios en el patrón de asignación son el resultado de la selección natural y de la artificial. En el caso de las razas productoras de grano, se ha maximizado la asignación a estructuras reproductoras mientras que en las productoras de verdura se ha seleccionado la asignación a estructuras vegetativas y se

ha minimizado la asignación a estructuras reproductoras por su forma de utilización como verdura (Díaz, 1994; Mapes *et al.*, 1995).

Se han reportado resultados similares en dos poblaciones de *Linum usitatissimum*, donde se ha seleccionado de manera independiente la producción de fibra y la producción de semilla (Khan, *et al.*, 1976, Khan & Bradshaw, 1976 en Antonovics, 1980). Por lo tanto, la selección favorece este patrón específico de asignación maximizando el rendimiento agronómico.

## VARIACIÓN MORFOFISIOLÓGICA.

En términos generales, los resultados presentados en este estudio sugieren la existencia de dos vías diferentes de domesticación en amaranto: 1) una asociada al uso de las hojas como verdura y 2) otra asociada al uso de semilla como grano. Como lo indica el análisis de componentes principales, estas dos rutas de domesticación se reflejan en la variación que presentan ciertos caracteres relacionados directa o indirectamente al uso y manejo de estas plantas. De este modo, el hecho de que las especies productoras de verdura sean las que presentan los valores más altos de biomasa total, parece reflejar un proceso de selección dirigido a obtener una mayor cantidad de hojas y tallos comestibles. Por el contrario el hecho de que las especies productoras de grano presenten los valores más altos en biomasa de inflorescencias, y los valores más bajos en biomasa de hojas, tallos y área foliar parecen indicar un proceso de selección dirigido a obtener plantas con inflorescencias centrales grandes y alta producción de semilla.

Las formas arvenses y ruderales si bien son consumidas como verdura en estado de plántula parecen estar más relacionadas con las formas de grano. Estas se comportan de manera similar a las plantas cultivadas para grano en cuanto que producen un gran número de inflorescencias, aunque no hay desarrollo de una inflorescencia central vigorosa. Este comportamiento parece probar la hipótesis de algunos autores (Sauer, 1967; Pal y Khoshoo, 1977; Bye, 1981; Kulakow y Jain, 1990) quienes sugieren que las plantas de amaranto productoras de semilla han evolucionado bajo selección humana a partir de las formas arvenses similares a las descritas anteriormente.

Desde una perspectiva metodológica los resultados presentados sugieren dos ideas centrales. En primer término, los estudios de los procesos de domesticación de plantas usualmente enfatizan los cambios morfológicos que ocurren en las partes deseadas por los seres humanos. Sin embargo existen muy pocos estudios de caracteres tales como la arquitectura y

asignación de recursos que pueden tener también un papel crítico en el proceso de selección bajo domesticación. Por otro lado, el caso del amaranto confirma que la domesticación de plantas y la generación de diversidad mediante la manipulación antropogénica de la variabilidad genética no es un evento concluido, sino que constituye un proceso multidireccional, continuo y actual.

## PERSPECTIVAS

### **Inventario y Taxonomía.**

Es importante señalar que el género presenta problemas taxonómicos que tendrán que ser resueltos en un futuro. Por otra parte, las razas de amaranto no han sido descritas desde un punto de vista taxonómico válido. Es necesario hacer este trabajo. Es importante hacer más colectas botánicas a lo largo del país y depositar ejemplares en los distintos herbarios, ya que por el momento y en particular, las especies cultivadas, fomentadas y arvenses se encuentran mal representadas.

### **Etnobotánica.**

Se tendrán que ampliar los estudios etnobotánicos en los que se logre determinar el papel cultural y económico que tienen los "quintoniles" entre las diferentes comunidades de la región de la SNP. Para ello será importante aplicar cuestionarios en donde se toquen aspectos más específicos como el conocimiento biológico y ecológico que tiene la gente sobre la planta de amaranto, las preferencias y motivaciones hacia el recurso, los otros usos que presenta, el papel que juega en la subsistencia y en la economía familiar. Cada uno de los rubros anteriormente mencionados son de por sí una investigación por separado, son temas en los que se puede aplicar o desarrollar una cierta metodología.

Se debe de investigar el probable papel ecológico que el amaranto puede tener en los diferentes agroecosistemas en donde se asocia. Altieri *et al.* (1994) demuestran que muchas de las especies no cultivadas o las que se cultivan en menor escala y asociadas a los sistemas agrícolas tradicionales tienen otro papel o uso además del alimentario. Atraen insectos benéficos para el cultivo, funcionan como barreras que detienen enfermedades y pestes, recogen y almacenan nutrientes que posteriormente serán importantes para el cultivo principal, modifican el microclima del sistema agrícola, etc. El amaranto puede estar jugando un papel muy importante en el manejo y en la sustentabilidad de los agroecosistemas, aspecto que debe de ser investigado en el futuro en forma más amplia.

Es necesario realizar en la región una colecta más sistematizada de las razas de maíz presentes en los policultivos donde se encuentran los "quintoniles", con la idea de conocer con que otras razas de maíz se encuentran asociados.

Los resultados obtenidos en este estudio dan ciertos indicios de que la arquitectura que presenta la planta de amaranto se encuentra relacionada con el tipo de cultivo al que se encuentra asociado. Así, las plantas que crecen en los chilares o en los huertos no llegan a crecer de igual manera que las que se encuentran en la milpa. Este aspecto será de gran interés para desarrollar en futuras investigaciones por medio de trasplantes recíprocos, en donde se haga el seguimiento de diferentes cultivos en donde se encuentra el amaranto e incluso se establezcan parcelas experimentales en milpas de tierra fría con semillas de amaranto traídas de los chilares de tierra caliente y al mismo tiempo establecer parcelas experimentales en chilares de tierra caliente con semillas de amaranto traídas de milpas de tierra fría, con el objeto de realizar medidas de altura, biomasa, área foliar y arquitectura de las plantas. La hipótesis a probar es que el tipo de cultivo principal determina diferencias en los caracteres anteriormente mencionados. Las condiciones climáticas de tierra caliente y tierra fría también deben determinar el ciclo de vida y la arquitectura que presentan las plantas de amaranto. Por lo tanto es también importante medir estos parámetros.

Es de interés hacer un estudio detallado de los caracteres diagnósticos de las razas Azteca y Mixteco ya que es muy difícil reconocerlos cuando se encuentran en estado maduro. La gente, en especial la de Zacapoaxtla, diferencia las dos razas cuando se encuentran en estado tierno, asignando el nombre de "quintonil rojo" al Azteca. Las plántulas se caracterizan por tener la lámina de la hoja verde y el envés de color rojo muy intenso, mientras que, el Mixteco recibe el nombre de "Meco", ya que la hoja presenta la lámina de color verde y una mancha de coloración en forma de V sobre el centro de color muy rojo. La mezcla de colores (rojo y verde) hace que reciba ese nombre. La gente también reconoce las plántulas del blanco. Habría que hacer un estudio más detallado con la gente sobre este aspecto.

En este estudio, los resultados del análisis de crecimiento bajo condiciones experimentales, mostraron diferencias en los valores de altura, área foliar, peso seco total, los porcentajes en la asignación de recursos y la duración del ciclo de vida. Sin lugar a dudas, sí existen dos razas agrupadas bajo la categoría de "chichiquilit". Esta situación es confusa por el hecho anteriormente mencionado, las razas no se diferencian en las diversas etapas, y por otra parte Azteca y Mixteco son muy parecidos, de hecho se piensa que Mixteco es un material más joven que se derivó de Azteca (Espitia, comunicación personal) y finalmente la gente tiene la práctica de

mezclar las dos semillas de manera que en un mismo cultivo aparecen las dos razas agrupándolas bajo la categoría de "chichiquilit".

En condiciones experimentales, las plantas mostraron el mismo tipo de inflorescencia. Sin embargo, Azteca presentó un tallo de color verde con estrías rojas o púrpuras, hojas con láminas verdes y un envés de color rojo púrpura, textura más gruesa, un valor alto de largo del peciolo (6.93 cm); mientras que, Mixteco presentó tallo de color verde, hojas con la franja en forma de V, textura muy suave, la parte más ancha de la hoja no se presentó a la mitad y el tamaño del peciolo fue en promedio de 5.98 cm. En estudios posteriores será importante medir aspectos de las hojas como largo, ancho, grosor y largo del peciolo.

La raza Azteca usada a manera de grano mostró tener las hojas más grandes (19.4 cm, de largo y 8.60 cm de ancho), de todas las colectas que se evaluaron y, en términos generales las razas que se usan a manera de verdura presentaron las hojas más grandes.

Es importante que en el futuro se haga un estudio de demografía de las plantas arvenses y fomentadas que se encuentran presentes en la milpa asociadas al maíz, con énfasis en los "quintoniles", con el objeto de conocer aspectos de fenología, densidad de población, especies de malezas con las que se encuentran asociados y, saber como responden las etapas básicas a considerar en un estudio demográfico son: incremento de plántulas o cohortes (plántulas que emergen simultáneamente o casi); periodicidad de emergencia; influencia de la época de emergencia y sobrevivencia y capacidad reproductora (Quezada & de Alba, 1992). Para ello se deberá de hacer un diseño de bloques al azar, con repeticiones y los tratamientos deberán de ser las diferentes prácticas agrícolas que se llevan a cabo en la SNP: a) parcela con la primera escarda y sin la segunda b) parcela sin la primera escarda y con la segunda escarda; c) parcela con las dos escardas y d) parcela sin escardas. Algunas variables a considerar: especies presentes, seguimiento de cohortes, densidad de población, alturas y coberturas. En el laboratorio se analizará: proteína cruda, fibra, lignina y digestibilidad *in vitro* de las especies. Para el cultivo de amaranto se debe de considerar: rendimiento de grano, de materia seca, peso de rastrojo y número de plantas cosechadas.

Los "quintoniles" al estar asociados al maíz seguramente estarán en competencia con esta planta, de tal manera que también será importante hacer estudios de competencia bajo condiciones experimentales, tratando de establecer o simular parcelas como las que el agricultor maneja en la región de estudio.

Las observaciones realizadas en SNP muestran que en la milpa a partir de la aterradura o escarda el amaranto es aprovechado como retoño. Lo mismo sucede en los chilares en donde también se practican cortes a la planta. El corte de retoños o rebrotes de las ramas puede tener un efecto de poda en

las plantas de amaranto, incrementando la producción de follaje tierno y retrasando la floración. Por lo tanto para comprobar la hipótesis anterior es importante establecer cultivos experimentales en donde se practiquen cortes a las plantas a diferentes tiempos y a diferentes alturas con el objeto de ver capacidad de rebrote. En cada corte se tomarán muestras de la planta entera, tallos y hojas y se les determinará el contenido de proteína, ya que existen antecedentes en la literatura que muestran que el contenido de proteína se modifica a lo largo del ciclo de vida.

Los "quintoniles" en la Sierra Norte de Puebla se cultivan en la franja que ocuparon alguna vez los bosques mesófilos de montaña. Este término (bmm) se ha venido utilizando en las últimas décadas en México para englobar de manera un tanto convencional a una serie de comunidades vegetales, que se caracterizan por prosperar en lugares en que prevalece un clima húmedo y a la vez fresco (Rzedowski, 1996). Entre sus características comunes más generalizadas destacan la abundancia y diversidad de epífitas, leñosas y también de pteridofitas en general, que en su conjunto llegan a formar parte importante de la biomasa de la comunidad. Este tipo de vegetación ocupa una superficie reducida en México, pues son relativamente pocas las comarcas del país en que se conjuga la existencia de humedad y temperatura apropiadas (Rzedowski, 1996). El denominador común de casi todos los sitios en que se desarrolla este tipo de vegetación son las frecuentes neblinas y la consiguiente alta humedad atmosférica. Tal humedad unida a la disminución de la luminosidad suple las deficiencias de la lluvia en el periodo seco del año (Rzedowski, 1978). Es indudable que en el interior del bosque se atenúan considerablemente los cambios diurnos de temperatura y de humedad atmosférica, de tal manera que las plantas de los estratos inferiores viven en un microclima diferente al que están expuestos los árboles del dosel de esta comunidad vegetal. El bosque mesófilo de montaña se desarrolla en regiones de relieve accidentado y las laderas de pendiente pronunciada constituyen su hábitat más frecuente. Debido a las condiciones climáticas favorables y a pesar de lo abrupto del terreno, muchas de las áreas cubiertas por el bosque mesófilo de montaña en México han estado densamente habitadas y sometidas a una intensa explotación desde hace siglos (Rzedowski, 1978). Tal es el caso de la SNP en donde el maíz y el frijol son las especies de cultivos más comunes. Las plantas presentes en los cultivos, seguramente se encuentran adaptadas a la alta humedad atmosférica, unida a la disminución de luminosidad. A manera de ejemplo, las plantas de las diferentes razas de amaranto presentes en la milpa, son de ciclo de vida largo (10 meses), altas, crecen vigorosas con una larga duración del ciclo vegetativo dando como resultado un amplio periodo de aprovechamiento, lo mismo sucede con la raza de maíz Tuxpeño. Podría pensarse que estas condiciones ecológicas son limitantes para el establecimiento de ciertos cultivos, sin embargo la gente de la región ha sabido aprovechar esta situación para desarrollar en

pequeños espacios un enorme mosaico de posibilidades y seleccionar recursos vegetales que respondan a estas condiciones.

En este espacio geográfico quizás las limitantes no son las ecológicas sino son las presiones económicas y sociales las que los obligan a desarrollar un uso múltiple de los recursos. El minifundio obliga a ser más innovador, versátil y adaptable a las nuevas condiciones de un mercado local, nacional e internacional, se estimulan los cultivos múltiples, se acelera la organización campesina, se politizan y existe tensión social (Martínez, comunicación personal).

Otro aspecto interesante a considerar que han venido trabajando diferentes antropólogos es el que se refiere a las adaptaciones culturales a los ecosistemas de montaña. En todas las zonas montañosas, el incremento en altura produce efectos climáticos similares a aquellos en donde se incrementa la latitud según se vaya de norte a sur del Ecuador. La sucesión de franjas climáticas y de vegetación en las regiones montañosas es única debido a la calidad de la pendiente del gradiente ambiental. Numerosas zonas están reducidas en un solo valle o incluso dentro de una sola colina. Dependiendo de la latitud o altitud, todas las montañas comparten potencialmente una sucesión de zonas climáticas. Se encuentran también zonas de vegetación que corresponden a las zonas climáticas aunque las primeras son más difíciles de definir y de delimitar. Las poblaciones humanas que habitan las regiones montañosas explotan un medio con diversas pendientes en donde los cinturones climáticos influyen las zonas de vegetación, y estos se reflejan en una sucesión de zonas de producción humana. La economía de los pueblos de montaña se basa en la explotación de múltiples zonas productoras. Las estrategias de subsistencia se desarrollan para proveer acceso a través de la propia producción o del intercambio de productos de las diferentes zonas (Brush, 1973). Aún cuando en la región de la SNP no se aplica el concepto de "verticalidad" de Murra (1972) si se presentan diferentes altitudes, climas y tipos de vegetación en espacios muy cercanos, de ahí que en el futuro sea importante hacer un estudio sobre las adaptaciones culturales a los ecosistemas de montaña y observar el papel que tiene el amaranto en la subsistencia familiar, en el intercambio que se da entre tierra caliente y tierra fría y en el comercio a nivel regional.

#### **Análisis de Crecimiento.**

Con el objeto de poder tener una mayor robustez en los datos que se obtuvieron en este estudio, es necesario realizar experimentos similares simultáneos en el lugar de origen de los materiales biológicos y en otras zonas ecológicas. Es importante también obtener datos de más de un ciclo agrícola. Se debe de sembrar bajo un diseño experimental, establecer subparcelas con repeticiones, muestrear más individuos, más colectas y con intervalos menores de cosecha.

Es importante contar con un medidor de área foliar de campo y será mejor separar y secar el material biológico en el mismo lugar experimental con el objeto de evitar pérdidas en el peso por individuo. El muestreo de raíz debe de hacerse lo más completo posible.

Para futuros estudios es importante obtener el índice de cosecha ya que indica la proporción de peso seco total asignado a estructuras que tienen importancia agronómica. cuando este índice es relativamente grande, se tiene evidencia de que hay una mayor asignación de materia seca a órganos de interés antropocéntrico. También tiene un significado biológico como un indicador de distribución de materia seca.

En la literatura se cita continuamente que el amaranto es una planta muy resistente a sequía y que presenta una enorme plasticidad genética. Sin embargo se han hecho muy pocos estudios sobre estos aspectos. Es necesario profundizar más para hacer estas afirmaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. The Haworth Press, Inc. New York.
- Antonovics, J. 1980. Concepts of resource allocation and partitioning in plants. En: J. E. R. Staddon (ed.). Limits to action: The allocation of individual behavior. Academic Press, New York. pp.1-35.
- Baker, H. G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. En: H. G. Baker y G. L. Stebbins (eds). The genetics of colonizing species. Academic Press, Nueva York. pp. 147-168.
- Basurto, F. Aspectos etnobotánicos de *Phaseolus coccineus* L. en la Sierra Norte de Puebla. Tesis M. en C. Facultad de Ciencias, UNAM. En preparación.
- Brush, S. B. 1976. Cultural adaptations to mountain ecosystem. Introduction. Human Ecology 4(2): 125-133.
- Bye, R. 1981. Quelites-Ethnoecology of edible greens- Past, present and future. J. Ethnobiol. 1(1): 109-123.
- Díaz, A. 1994. Análisis de crecimiento comparativo en tres poblaciones de *Amaranthus hypochondriacus* en el Municipio de Chalco. Estado de México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grime, J. P. 1989. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa. México. pp. 291.
- Grime, J. P. y R. Hunt. 1975. Relative growth rate: its range and adaptative significance in a local flora. J. Ecol., 63: 393-422.
- Hirose, T. 1987. A vegetative plant growth model: adaptative significance of phenotypic plasticity in matter partitioning. Functional Ecology 1: 195-202.
- Huaptli, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. Proceedings of the First Amaranth Seminar. pp. 71-79.
- Kulakow P.A. y S. Jain. 1990. Grain Amaranth-Crop species, evolution and genetics. Proc. Fourth National Amaranth Symposium. Perspectives on production, processing and marketing. University of Minnesota Publication. pp. 105-114.

- Mapes, C. 1984. Una revisión sobre la utilización del género *Amaranthus* en México. Memoria del Primer Seminario del Amaranto. Vol. 1. Colegio de Posgraduados, SARH, Chapingo. Edo. de México. pp. 388-403.
- Mapes, C., A. Díaz, M. Collazo y R. Bye. 1995. Desarrollo de cinco razas de amaranto (*Amaranthus* spp.) en Chalco, Estado de México. Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica. UNAM. Vol. 66(2): 149-169.
- Martínez, M. A. Importancia del color dentro de la cultura material de los Otomíes, Nahuas, Tepehuas y Totonacos de la SNP. En prensa.
- Masferrer, E. y M. A. Martínez. 1986. Relaciones entre Tlaxcala y la Sierra Norte de Puebla. Memorias del Primer Simposio Internacional de Investigaciones Socio-históricas sobre Tlaxcala. Gobierno del Estado de Tlaxcala, Instituto Tlaxcalteca de Cultura, Universidad Autónoma de Tlaxcala y Universidad Iberoamericana. pp. 197-200.
- Murra, J. V. 1972. El "control vertical" de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. En: *Visita de la Provincia de León de Huánuco (1562)*. Inigo Ortiz de Zuñiga, Visitador. Vol. II, Universidad Hermillo Valdizan, Huánuco, Perú. pp. 429-476.
- Pal, M. y T. N. Khoshoo. 1977. Evolution and improvement of cultivated amaranths. VIII. Induced autotetraploidy in grain types. Z. Pflanzensuchchtg. 78:135-148.
- Radosevich, S. R. y J. S. Holt. 1984. Weed ecology. Implications for management. John Wiley and Sons, New York. pp. 265.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México D. F. pp. 431.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Botánica Mexicana 35: 25-44.
- Sahagún, F. B. de 1979. El manuscrito 218-220 de la colección palarina de la biblioteca médica Laureziana. Códice Florentino. Edición Facsimilar. Gobierno de la República Mexicana.
- Sauer, J. D. 1951. The grain amaranths. A survey of their history and classification. Ann. Mo. Bot. Gard. 54(2): 426-434.
- Sauer, J. D. 1967. The grain amaranths and their relatives. A revised taxonomic and geographic survey. Ann. Mo. Bot. Gard. 54(2): 103-137.

Quezada, G. E. y A. de Alba. 1992. Demografía de arvenses en maíz de temporal en Sandoval, Ags. XVI Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. y Escuela de Ciencias Agronómicas, Campus V. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis. p. 494

Villalobos, G. 1994. Plantas comestibles en dos comunidades de la Sierra Norte de Puebla: Xochitlán de Vicente Suárez y Zapotitlán de Méndez. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México D.F.

## ANEXOS

## LISTA DE ESPECÍMENES Y SEMILLAS COLECTADOS.

La colecta de semillas y ejemplares de herbario de amaranto se realizó principalmente en Sierra Norte de Puebla. Los ejemplares de herbario fueron identificados por Cristina Mapes y las semillas por David Breener, curador del género *Amaranthus*. Plant Introduction Station, Iowa State University. Ames, Iowa. United States Department of Agriculture. Los ejemplares de herbario fueron depositados en el Herbario Nacional (MEXU) y las semillas quedaron depositadas en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma de Chapingo (BANCEV) y en el Banco de Germoplasma Plant Introduction Station NC-7, de Iowa State University.

739.- Mapes. Arellano 0488.  
1987/07/03. México: Edo. de Puebla. Mpio. de Hueyapan. Tanamacoyan, Barrio de Chinchamón (por la brecha que comunica Hueyapan con Teziutlán). N 19° 52' 50". W 97° 26' 40". 1580 msnm. Semillas de "quiltonil rojo" ("quiltonil" ,"chichil" en mexicano).

"La semilla se tiene que sembrar regando bien la semilla, como lluvia tiene que esparcirse bien. Se siembra en febrero pues si se siembra más tarde no va a crecer, se va a quedar chiquita porque no es su tiempo. La siembra se efectúa en el momento de barbechar la milpa una o dos semanas antes de sembrar el maíz. Hacia el mes de marzo ya se puede cosechar el quiltonil y entonces ya se desarrolla el maíz. No todo se cosecha, algunas matas se quedan porque de ahí sale el "sipo" (inflorescencia) que es donde tienen la semilla que ya esta

buena en junio. La cosecha de semillas se realiza arrancando toda la mata; entonces se riegan en un "nylon", para que seque y suelta las semillas. Después se tiran al suelo y entonces se junta y recoge la semilla. Estas se guardan en una parangana para poder volver a sembrarlas en febrero".

Semillas colectadas en la milpa de una casa en asociación con maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), tomatillo (*Physalis* sp.), epazote zorrillo (*Chenopodium graveolens* Lag.) y abundantes árboles frutales. La vegetación original de la zona es de bosque mesófilo con liquidambar y helechos arborescentes. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

743.- Mapes. 1987/12/ 24. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán, Jilotzingo. Lat. N 20° 01'. W 97° 54'. "Quintonil".

- Hierba de 2.0 metros de altura. Colectada en un solar perteneciente a Don Pedro Pérez. La planta presentaba color rojo pero según el informante no es la legítima roja. Es roja meca. Las hojas tiernas se cuecen en caldo y se les agrega hierba santa (*Piper auritum* H. B. K.). Se siembran en marzo-abril y se consumen de mayo a junio. *Amaranthus hypochondriacus* Azteca
- 744.- Mapes. 1987/12/24. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01'. W 97° 54'. "Otra clase de quintonil". Hierba colectada en un solar perteneciente a Don Pedro Pérez con hierba santa (*Piper auritum* H.B.K.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), chayote (*Sechium edule* L.) y quelites. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco
- 745.- Mapes. 1987/12/24. México: Estado de Puebla. Jilotzingo. Mpio. de Zacatlán. N 20° 01'. W 97° 54'. "Quintonil". Hierba de 2.20 m. con color rojo intenso, con inflorescencias muy parecidas a las observadas bajo cultivo en Chalco, planta poco ramificada. Colectada en huerto con milpa con *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt. "Es la legítima roja". *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco
- 746.- Mapes. 1987/12/24. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01'. W 97° 54'. "Quintonil". Planta de menor tamaño a la colecta 745. Colectada en huerto con milpa y *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 747.- Mapes. 1987/12/24. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01' W 97° 54'. "Quintonil". Hierba colectada en huerto con milpa y *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt. Ejemplar con altura más pequeña que las colectas anteriores. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 748.- Mapes. 1987/12/24. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01'. W 97° 54'. Otra clase de "quintonil". Solar de Don Pedro Pérez con hierba santa (*Piper auritum* H.B.K.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), chayote (*Sechium edule* L.) y "quelites". *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 760.- Mapes y Basurto. 1989/01/05. México: Estado de México. Mpio. de Teotihuacán. Carretera Federal 132 Km. 23 después de la desviación autopista Pirámides-Carretera Otumba-Tulancingo 2150 msnm. Amaranito colectado en un manchón junto a un basurero y vegetación quemada. Ruderal en un terreno abandonado junto con poblaciones de *Chenopodium berlandieri* Moq. y *Ch. album* L. *Amaranthus hybridus* L.
- 762.- Mapes y Basurto. 1989/01/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacantla. N 20° 00' 30". W 97° 56' 20". 970 msnm. Amaranito colectado en una

- milpa. Planta de 2.50 m de altura. "Quelite rojo". El agricultor que se encontraba en esta milpa mencionó que el quelite rojo presenta mayor altura que el verde. Planta de color rojo intenso con inflorescencias laxas. Muy parecida a la colecta anterior. El agricultor mencionó que prefiere el rojo al verde. "Es más sabroso". Las hojas las comen tiernas. Tira las semillas cuando se abre al terreno a cultivo. Si las plantas ya están en la parcela deja unas cuantas plantas para que éstas tiren las semillas al final del ciclo de cultivo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 763.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacantla. N 20° 00'30". W 97° 56'20". 1970 msnm. Amaranto colectado en otra milpa de otro agricultor. Planta de 2.50 m. de altura. "Quelite rojo". Las hojas de comen tiernas. Se tira la semilla cuando se abre un terreno a cultivo. Si ya se encuentran las plantas en la parcela se dejan unas cuantas para que éstas tiren las semillas al final del ciclo de cultivo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 764.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacantla. N 20° 00'30". W 97°56'20". 1970 msnm. Otro ejemplar con las mismas características que las colectas anteriores (762 y 763) recolectado en otra milpa con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 765.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacantla. N 20° 00'30". W 97°56'20". 1970 msnm. Otro ejemplar en un terreno de enfrente de la milpa anterior de la colecta 764. "Quintonil". Las hojas se comen tiernas. Planta de 2.5 m de altura. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 766.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01' 00". W 97° 54' 00". 1500 msnm. "Quintonil rojo". Las hojas se usan como verdura. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 767.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. N 20° 01'00". W 97° 54'00". 1500 msnm. "Quintonil rojo". Las hojas se usan como verdura. En otra milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 768.- Mapes y Basurto.  
1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Ahuacatlán. San Marcos Eloxochitlán. N 20°01'30". W 97°52'25". 1500 msnm. "Tzmuqucu tzwakaka" (totonaco). Muy escasa en estas fechas. dicen que sólo se encuentra en septiembre u octubre. Ejemplar de herbario.

*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Mixteco

769.- Mapes y Basurto.

1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zapotitlán de Méndez. A 5 km. de Zapotitlán. N 20°00'05". W 97°43'00".

750 msnm. Planta de amaranto de color rojo intenso, a la orilla del camino, a un lado un cafetal con platanar. Muy escasa.

*Amaranthus cruentus* L.  
Africano.

770.- Mapes y Basurto.

1989/01/06. México. Estado de Puebla. Mpio. de Zapotitlán. Después de Puente Ateno. N 20°00'05". W 97°43'00". 750 msnm. Planta de amaranto muy roja de 1.0 m de altura con inflorescencia muy laxa.

*Amaranthus cruentus* L.  
Africano.

771.- Mapes y Basurto.

1989/01/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Ahuacatlán. San Marcos Eloxochitlán. N 20°01'30". W 97° 52' 25". 1500 msnm. "Quelite blanco". "Tzanapa-tzuakaka" (nombre totonaco). Ruderal colectada a lo largo de un camino junto a la plaza del pueblo. Se consumen las hojas pero la gente considera que no es tan bueno como el rojo.

*Amaranthus hybridus* L.

772.- Mapes y Basurto.

1989/01/07. México: Estado de Puebla. Mpio. de Xochitlán. Camino a Huahuaxtla. N 19° 55' 00". W 97° 37' 40". 1400 msnm. Planta de 1.20 m. "quintonil" colectado en una

milpa abandonada. Suelo pedregoso muy empinado. La planta ya se encontraba afectada por las heladas. Inflorescencia muy laxa. *Amaranthus hypochondriacus* L.

773.- Mapes y Basurto.

1989/01/07. México: Estado de Puebla. Mpio. de Xochitlán. Huahuaxtla. N 19° 55'00". W 97° 37'40". 1400 msnm. Semillas de color negro rojizo, muy pequeñas. "chichiquelit", "quelite rojo" o "quintonil rojo". Se compraron a Josefa Segura. Un puño muy pequeño llega a costar \$N 2.00 M. N. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

774.- Mapes y Basurto.

1989/01/07. México: Estado de Puebla. Mpio. de Xochitlán. Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°37'40". 1400 msnm. Planta de amaranto con tallo de color rojo, un metro de altura, colectada en una milpa. El terreno es de la señora Josefa Segura. En esta milpa también había "quintonil blanco" (*Amaranthus cruentus* L.). Se comen las hojas guisadas. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

775.- Mapes y Basurto.

1989/01/07. México: Estado de Puebla. Carretera Zaragoza-Teziutlán a 24 km. de Zacapoaxtla. Tlatlauqui. N 19°51'00. W 97° 30'00". 1700 msnm.. Planta colectada para obtener semillas, de 1.80 m de altura, con inflorescencia muy erecta y semillas negras, muy

- pequeñas. Recolectada en una milpa junto a un bosque de pino-encino. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 776.- Mapes y Basurto.  
1989/01/09. México: Estado de Puebla. Carretera Teziutlán-El Perote. Número 131. Altotonga N 19°46'00". W 97°15'00"  
2100 msnm. Planta de amaranto colectada en una milpa con *Cucurbita ficifolia* L., *Phaseolus coccineus* L., *Chenopodium berlandieri* Moq., *Zea mays* L. y árboles frutales. Planta de 1.50 m de altura con semillas negras. *Amaranthus hybridus* L.
- 777.- Mapes y Basurto.  
1999/01/09. México: Estado de Veracruz. Camino a Huatusco. Carretera Coatepec a Huatusco Km. 36. Pueblo de Pinillo, Veracruz. 950 msnm. Ruderal a lo largo del camino y en un cafetal con *Gomphrena* y "huele de noche" (*Cestrum*). Planta de 50 cm con hojas y tallos verdes. *Amaranthus hybridus* L.
- 778.- Mapes y Basurto.  
1989/01/09. México: Veracruz. Carretera Coscomatepec a Fortín de las Flores. 1200 msnm. Planta de amaranto encontrada junto a un solar. Planta con inflorescencia de color rojo. 1.20 m. de altura, con semillas negras. *Amaranthus hybridus* L.
- 780.- Mapes y Basurto.  
1989/02/09. México: Estado de Puebla. Cd. Serdán. Puebla. 2400 msnm. Planta ya helada de 1.20 m. de altura con semillas negras. Se recolectó en un terreno que tenía mucha basura y restos de vegetación de bosque de pino-encino. *Amaranthus hybridus* L.
- 781.- Mapes y Basurto.  
1989/02/09. México: Estado de Puebla. Carretera a Tlachichuca, a 6 Km. de El Seco. 2200 msnm. Planta ruderal recolectada junto a un cultivo de trigo y avena. Además de amaranto había *Chenopodium graveolens* Lag. y *Ch. berlandieri* Moq. en una franja de un metro. Planta de 60 cm. *Amaranthus hybridus* L.
- 782.- Mapes y Basurto.  
1989/02/09. México: Estado de Puebla. Máquina Vieja. Puebla. 2900 msnm. "Quintonil rojo" recolectado en un solar.. Planta de 1.50 a 2.0 metros de color rojo muy intenso. La señora Epifania Fabian trajo las semillas de su pueblo llamado Chilchotla, en Puebla. Tira las semillas y nacen "sólitas" las plantas. Se comen las hojas como verdura a manera de "quelite". *Amaranthus hybridus* L.
- 783.- Mapes y Basurto.  
1989/02/09. México: Estado de Puebla. Máquina Vieja. 2900 msnm. "Quintonil" colectado en otro huerto. Parece ser la misma especie que la colecta 782. *Amaranthus hybridus* L.
- 785.- Mapes. Colector Susana López de Lara. 1988/03/02. México: Estado de Michoacán. Opopeo. Semilla de "chia negra". Parte I. Agricultor Sr. Froylán Molinero. Cosechó en noviembre de 1987. *Amaranthus hypochondriacus* L.

Mixteco. Parte 2. Colector Susana López de Lara. 1988/02/24. México: Estado de Michoacán. Mpio. de Villa Escalante. Zirahuén. Semillas de "chía negra", cosecha del Sr. Felipe Mendoza en diciembre de 1987. Es el mismo material, sólo son cosechas de diferentes agricultores. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

786.- Mapes. Colector Susana López de Lara. 1988/03/01. México: Estado de Michoacán. Opopeo. Semillas de "chía negra". Cosecha del Sr. Agustín Heredia y Sra. Aída Tinoco en Diciembre de 1987. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco

Parte 2.-Colector Susana López de Lara. 1988/03/01. México: Estado de Michoacán.. Mpio. de Pátzcuaro. Huiramangaro. Semillas de "chía negra". Sr. Alfonso Guzmán. Cosecha de Diciembre de 1986. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

787.- Mapes y Basurto. 1990/04/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacapoaxtla. Xalacapan. N 19°54'20". W 97°35'20". Planta de "quintonil rojo" colectada en una milpa. Las hojas se comen fritas con cebolla. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

788.- Mapes y Basurto. 1990/04/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacapoaxtla. Xalacapan. N 19°54'20". W 97° 35'20". Planta de "quintonil rojo". "quilonil". En estas fechas se encuentran haciendo la segunda aterradura

o media tierra. En esta labor cultural deshierban echando al mismo tiempo mucha tierra. Quitan todas las plantas y sólo dejan las que se encuentran cerca de la planta del maíz. Por lo tanto es la mera época de venta de los quintoniles en los mercados. De las plantas que dejan en la milpa hacen cortes del tallo principal cortando las hojas que retoñan, consumiéndolas durante todo el año. Cuando las hojas ya no se encuentran tan tiernas y de hecho son de mayor tamaño, ya no se venden tanto en los mercados regionales. Además de encontrarse las plantas en la milpa también se encuentran en los huertos de las casas. En estos agroecosistemas existe también el "quintonil blanco" (*Amaranthus cruentus* L.). Las hojas del "quintonil rojo" se preparan en caldo, él cual se pinta de rojo. La gente menciona que esta comida es "pura vitamina". *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

789.- Mapes y Basurto. 1990/04/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacapoaxtla. Xalacapan. N 19°54'20". W 97°35'20". Planta de otro "quintonil" similar al anterior. Recolectado en una milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L.

790.- Mapes y Basurto. 1990/04/06. México: Estado de Puebla. Mpio. de Hueyapan. Hueyapan. Primera sección cerca del centro del Pueblo. N 19°52'50" W 97°26'40". 1750 msnm. Semillas de "quintonil

rojo" compradas en un huerto. En estas fechas es difícil conseguir semilla ya que en estas fechas ya existen plántulas en las milpas, ya la regaron. Hay semilla en el pueblo a partir de enero, febrero o marzo.  
*Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca

791.- Mapes y Basurto.

1990/02/15. México: Estado de Puebla. Mpio. de Xochitlán. Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Semillas recolectadas en el huerto de Doña Aurelia Rivera. Es "quintonil blanco", "quiltonil blanco", "bledo", "iztaquelitl". Las hojas se comen guisadas. *Amaranthus cruentus* L. con características de *A. hybridus* L.. Se sembraron en Chalco. Edo. de México, siendo el corral 8.

792.- Mapes y Basurto.

1990/11/25. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Las Agüitas. N 19°56'00". W 97°55'30". 2020 msnm. Planta de "quintonil rojo" de 1.0 metro de altura con inflorescencia roja, hojas verdes, semillas negras a la orilla de una casa. Existe cerca bosque de pino-encino con *Pinus patula* Schlecht. et. Cham.. *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Quercus crassipes*, *Quercus laurina* H. et. B. y *Quercus affinis*. Las hojas se usan cuando se encuentran tiernas. Las semillas las tiran en la milpa en enero, se consumen en marzo y abril, después el sabor cambia y ya sólo se cortan los retoños. Las plantas aguantan las heladas que se

presentan en este lugar.

*Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

793.- Mapes y Basurto.

1990/11/25. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacatla. N 20°00'30". W 97°56'20". 1850 msnm. Planta de "quintonil" recolectada en una milpa, de 1.50 metros de altura con inflorescencia de color rojo, hojas verdes, semillas negras. Suelo arcilloso-arenoso. Espitia menciona que estas plantas se parecen mucho al ecotipo de Tlaxcala (*Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca). *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

794.- Mapes y Basurto.

1990/11/25. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Xoxonacatla. N 20°00'30". W 97°56'20". 1850 msnm. Planta de "quintonil" recolectada en otra milpa. Planta de 1.50 metros de altura con inflorescencia roja, hojas verdes y semillas negras. Suelo arcilloso-arenoso. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

795.- Mapes y Basurto.

1990/11/25. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán. Jilotzingo. Barrio de Santa Inés. N 20° 01'00". 97°54'00". 1800 msnm. Planta de 3.0 m de altura, inflorescencia de color rojo, hojas verdes, tallo con estrías rojas y verdes, semillas negras. En milpa con maíz (*Zea mays* L.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y *Phaseolus polyanthus*

Green. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

- 796.- Mapes y Basurto.  
1990/11/25. México: Estado de Puebla. Mpio. de Zacatlán, Puebla. N 19°56'00". W 97°55'30". 1700 msnm. Noviembre 25 de 1990. L. Azteca. Planta de color rojo, hojas verdes, semillas negras, tallo muy rojo, con una altura de 3.0 m. Suelo arenoso con *Zea mays* L., *Tagetes*, *Phaseolus coccineus* L., *Arundo donax* L., *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita ficifolia* L., *Hydrangea macrophylla* (Thunb) Ser. (hortensia), plátano. Suelo arenoso. E. E. comentó al ver estas colectas que todo en esta zona es un *A. hybridus* con características ya de *A. hypochondriacus* Azteca. Se encuentra en un proceso de domesticación. No es Mixteco. *Amaranthus hybridus* L.
- 797.- Mapes y Basurto.  
1990/11/24. México. Estado de Puebla. Camino a Zapotitlán de Méndez, a 3 o 4 km. del Mpio. de Zapotitlán por la interserrana. N 20°00'05". W 97°43'00". 750 msnm. Planta recolectada a un lado del camino, tierra muy pedregosa, plantas con tallo de color rojo, hojas verdes, semilla negra. La hojas se comen guisadas en caldo. *Amaranthus cruentus* L. Africano
- 798.- Mapes y Basurto.  
1990/11/24. México. Estado de Puebla. Zapotitlán de Méndez. Mpio. de Zapotitlán, Puebla. N 20°00'05". W 97°43'00". 780 msnm. Hierba de un metro de altura con inflorescencia roja, hojas verdes. Recolectada en un cafetal con platanar y cítricos. Las hojas se consumen y la gente nombra a la planta como "quintonil". *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 799.- Mapes y Basurto.  
1990/11/24. México. Zapotitlán de Méndez. Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'05". W 97°43'00". 780 msnm. Hierba de dos metros de altura, con tallo muy rojo. En un cafetal con plátano y cítricos. *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 800.- Mapes y Basurto.  
1990/11/24. México. Estado de Puebla. Tuxtla, Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'00". W 97°38'30". 875 msnm. Hierba de color rojo con hojas, tallos e inflorescencias de este color. En milpa con maíz, frijol, yuca (*Manihot*), *Vigna*, *Bidens* (acahualillo). Suelo arcilloso-arenoso. *A. cruentus* L. x *A. hybridus* L. Se observaron en este lugar muchas plantas de *A. spinosus* L. con las ramas cortadas en las partes jóvenes. *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 801.- Mapes y Basurto.  
1990/11/25. México. Estado de Puebla. Tuxtla, Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'00". W 97°38'30". 875 msnm. "quintonil blanco". Planta de color verde, tallos, hojas e inflorescencias de este color. Se recolectó a lo largo del camino

- que se dirige al río Zempoala donde existe una vegetación de bosque caducifolio con elementos ya de origen tropical. Vegetación muy alterada con introducción de cafetales. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 802.- Mapes y Basurto. 1990/11/25. México. Estado de Puebla. Tuxtla, Mpio. de Zapotitlán de Méndez. N 20°00'34". W 97°38'30". 875 msnm. Planta recolectada a lo largo del camino que se dirige al río Zempoala. Vegetación de bosque caducifolio con muchos elementos de origen tropical, muy alterado por la introducción de cafetales. La gente en Tuxtla menciona que existen tres clases de quelites: el rojo, el verde y el pinto. El que ellos prefieren es el verde. *A. spinosus* L.
- 803.- Mapes y Basurto. 1990/11/25. México. Estado de Puebla. Saliendo de Zapotitlán de Méndez después del Km. 69 a un km. de la desviación a Zongoxotla N 20°00'34". W 97°38'30". 850 msnm. Suelo arenoso. "Quintonil verde". Planta con tallos, hojas e inflorescencias verdes. En un huerto de una casa con plátano (*Musa*), café (*Coffea arabica* L.), *Ricinus*, "piñoncillo". (*Jathropha*) *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 804.- Mapes y Basurto. 1990/11/25. México. Estado de Puebla. Saliendo de Zapotitlán de Méndez después del Km. 69 a un km. de la desviación a Zongoxotla. N 20°00'34". W 97°38'30". 850 msnm. Suelo arenoso. Planta recolectada en un cafetal. *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 805.- Mapes y Basurto. 1990/11/25. México. Estado de Puebla. Mpio. de Xochitlán. Carretera interserrana. N 20°00'34". W 97°38'30". 900 msnm. Planta con inflorescencia de color roja. En un solar con *Tagetes erecta* L. *A. cruentus* L. Africano.
806. Mapes y Basurto. 1990/11/26. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1120 msnm. Suelo arcilloso. Planta de 2.50 metros de altura. No presentaba hojas. En una milpa con calabaza, chilacayote y frijol gordo. *A. hybridus* L x *A. hypochondriacus* L. Azteca.
- 807.- Mapes y Basurto. 1990/11/26. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1120 msnm. Suelo arenoso muy pedregoso. Planta de color verde. En milpa con calabaza, maíz y frijol gordo (*Phaseolus polyanthus* Green.). Es el corral 8 de Chalco. *Amaranthus cruentus* L. x *A. hybridus* L.
- 808.- Mapes y Basurto. 1990/11/26. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1605 msnm. "iztaquelit". "quelite blanco". En un huerto-milpa. Se sembró en enero, la persona mencionó

- que como es tierra delgada tardan mucho en crecer las plantas. Las hojas se consumen a manera de verdura. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 809.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1605 msnm. Mixteco. Planta recolectada en un huerto-milpa. "chichiquelit". También en este mismo huerto-milpa existen plantas de "iztaquelit" (*Amaranthus cruentus* L. Mexicano x *A. hybridus* L.). En enero se tiran las semillas en este agroecosistema y se consumen las hojas en marzo-abril. Las semillas también se consumen tostándolas en el comal y se le agregan a un atole hecho con masa de maíz. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 810.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1605 msnm. Planta recolectada en el mismo huerto anteriormente mencionado. "chichiquelit". En enero las semillas se tiran en el huerto-milpa y en marzo-abril se consumen las hojas. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 811.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Xalacapan, Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°35'20". W 97°35'20". 1650 msnm. "chichiquelit". Planta con inflorescencia de color rojo.
- Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 812.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Hueyapán, Mpio. de Teziutlán. N 19°52'50". W 97°26'40". 1700 msnm. "quilit". En milpa-solar con maíz (*Zea mays* L.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.) y árboles frutales. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 813.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Tanamacoyan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1700 msnm. "chichiquelit". Solar del Sr. Pascual Santos Márquez con maíz (*Zea mays* L.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), árboles frutales como ciruela (*Prunus domestica* L.), pera (*Pyrus communis* L.), durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) y aguacate (*Persea americana* Mill.). *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca
- 814.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Tanamacoyan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1700 msnm. "chichiquelit" con maíz, chilacayote, árboles frutales como ciruela, durazno, pera y aguacate. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca
- 815.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de Puebla. Chonchamón sección cuarta, Tanamacoyan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 750 msnm.

- "chichiquelit", "quintonil".  
Planta recolectada en un huerto.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca
- 816.- Mapes y Basurto.  
1990/11/26. México. Estado de  
Puebla. Tanamacoyan, Mpio. de  
Hueyapan. N 19°52'50". W  
97°26'40". 1750 msnm.  
"chichiquelit". Planta  
recolectada en una milpa.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.
- 817.- Mapes. México. Distrito  
Federal. 1990/04/24. Semillas  
de alegría compradas en el  
mercado de Tulyehualco.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.
- 818.- Mapes y Espitia. 1991/10/25.  
México. Estado de Morelos.  
Amilcingo, Mpio. de Temoac.  
Morelos. 1540 msnm. Planta de  
1.40 m. En este año los  
agricultores tuvieron problema  
con la siembra de amaranto  
debido a las abundantes lluvias.  
No pudieron deshierbar por  
tanta lluvia y también se  
podrieron las plantas.  
Posteriormente hubo sequía.  
Sembraron el 20 de junio y se  
cosechó el 25 de octubre. El  
terreno se encontraba con mucha  
piedra. Sembraron plantas con  
inflorescencias rojas, verdes,  
anaranjadas, variegada o  
payasita (inflorescencias, verdes  
con rojas). El cultivo fue  
abonado con sulfato de amonio.  
Se colectaron también semillas.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Determinó: David Breener.
- 819.- Mapes y Espitia. 1991/10/25.  
México. Estado de Morelos.  
Huazulco. Mpio. de Temoac. 25  
de octubre de 1991. 1595  
msnm. Semillas sembradas en  
Huazulco y provenientes de San  
Juan Ameaca en Puebla de la  
cosecha de 1990. Mencionan  
que en Temoac las  
inflorescencias son muy  
espinosas ya que este lugar es  
más alto y frío que Huazulco.  
Las semillas estaban recién  
cosechadas, secándose expuestas  
al sol durante dos días. Se  
sembró el 20 de junio y se  
cosechó en octubre. Utilizan hoz  
para cortar las plantas y  
ponerlas a secar. Anteriormente  
se trillaba con un garrote de  
casahuate. La gente mencionó  
que este año fue pésimo para el  
cultivo de amaranto. Huazulco es  
el lugar donde más se siembra.  
*Amaranthus palmeri* L. siempre  
esta asociado a *A. cruentus* L. en  
los recorridos que hicimos.  
También encontramos  
*A. cruentus* L. x *A. hybridus* L.  
*A. cruentus* L. Mexicano (el más  
puro de Mexicano) se encontró  
en Huaquechula, Puebla antes  
de llegar a Atlixco a 1645  
msnm. *Amaranthus cruentus* L.  
Determinó: David Breener.
- 820.- Mapes y Espitia. 1991/10/25.  
México. Estado de Puebla.  
Tapetlahuaya cerca de  
Huaquechula. 1610 msnm. En  
un terreno abandonado se  
recolectaron semillas y ejemplar  
de herbario. *A. palmeri* L.  
Determinó: Cristina Mapes y  
David Breener.

- 821.- Mapes y Espitia. 1991/10/25. México. Estado de Puebla. Santiago Tetla. Mpio. de Huaquechula. Distrito Atlixco. 1625 msnm. Semillas obtenidas el año anterior ya que en 1991 no hubo cosecha. Sr. Luciano Pérez Vega. En este pueblo existen acaparadores de la semilla ya que vienen a comprarla de San Miguel del Milagro y de Huazulco. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 822.- Mapes y Espitia. 1991/10/26. México. Estado de Tlaxcala. San Miguel del Milagro. Mpio. de Nativitas. 2270 msnm. Semillas obtenidas de una parcela donde sólo se muestrearon las plantas rojas haciendo un muestreo a nivel poblacional. El cultivo presentaba plantas con inflorescencia roja muy altas 3.5 metros de altura. Se sembró el 25 de mayo y en estas fechas ya están listas las plantas para cosecharlas. Sembraron la semilla directa en surcos de 90 cm. de igual manera que el maíz, se hace con yunta. Entre planta y planta dejan una distancia de 40 cm. Realizan aclareo. Pusieron estiércol al inicio del cultivo y también urea durante las dos escardas que realizaron. Prefieren las plantas rojas porque las verdes se acaman mucho además de que tiran más las semillas. Las hojas rojas se usan para hacer té, el agua se pinta como si fuera canela.

*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Determinó: David Breener.

- 823.- Mapes y Espitia. 1991/10/26. México. Estado de Tlaxcala. San Miguel del Milagro, Mpio. de Nativitas. 2235 msnm. Suelo arenoso. Milpa con plantas de color rojo muy intenso tanto los tallos como las inflorescencias, 3.0 metros de altura, con semillas de color blanco. Las plantas presentan mucho acame. La gente menciona, que en altitudes más bajas, como que las plantas se pintan más de color rojo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

- 824.- Mapes y Espitia. 1991/10/26. México. Estado de Tlaxcala. San Miguel del Milagro, Mpio. de Nativitas. 2235 msnm. Suelo arenoso. Semilla obtenida a partir de dos plantas verdes de la milpa de la colecta 823. Los agricultores mencionan que las plantas de color verde son más frágiles y por lo tanto presentan mayor acame. Milpa de Leopoldo Tellez. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

- 825.- Mapes y Espitia. 1991/10/26. México. Estado de Tlaxcala. San Miguel del Milagro. Mpio. de Nativitas. 2245 msnm. Suelo franco-arenoso de color amarillo, delgados. Terreno cercano a bosque de pino-encino. Milpa con plantas de amaranto de color verde. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

826.- Mapes y Basurto.

1991/11/27. México. Estado de Puebla. Xoxonacatla, Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 97°56'20". 1900 msnm. Suelo arcilloso. Semillas colectadas de "quintonil" en milpa con maíz, durazno, frijol. Se encuentran también las plantas de amaranto en huertos. Se comen las hojas tiernas en marzo y se tiran las semillas en la milpa o caen de las mismas plantas que se dejan en pie. *Amaranthus hybridus* L. (aff. *A. powellii* S. Wats.). Determinó: David Breener.

827.- Mapes y Basurto.

1991/11/26. México. Estado de Puebla. Xoxonacatla, Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 92°56'20". 1900 msnm. Suelo arcilloso. Semillas colectadas de "quintonil" en una milpa enfrente de donde se colectó la 826. *Amaranthus powellii* S. Wats. Determinó: David Breener.

828.- Mapes y Basurto.

1991/11/27. México. Estado de Puebla. Tlaltempa, después de la barranca de Cuaticopa, Mpio. de Zacatlán. N 20°01'00". W 97°54'00". 1645 msnm. Suelo arcilloso. Planta de 2.0 metros de altura, de color rojo intenso, crece muy bien en lugares donde hay basura. Se comen las hojas cocidas en caldo, él cual se pinta de color rojo a partir de marzo y abril. En junio es cuando mas "quintoniles" se consumen. Después de estas fechas se siguen consumiendo a partir de los retoños. En la milpa se tiran las semillas

golpeando una rama con otra (inflorescencias de amaranto) y se camina por todo el terreno. El "quintonil" se cocina con una o dos hierbas de "omequelit" o "hierba virgen" (*Piper auritum* H.B.K.). Recolectado en la milpa de la Sra. Concepción Cortés Morelos con maíz (*Zea mays* L.), *Phaseolus polyanthus* Green., *Phaseolus coccineus* L., *Tagetes*. También hay "quintonil blanco" (*Amaranthus cruentus* L.). Cuando se abandonan las milpas aparece en gran cantidad *Pteridium*. También se colectaron semillas. *Amaranthus hybridus* L. (aff. *A. powellii* S. Wats.). Determinó: David Breener.

829.- Mapes y Basurto.

1991/11/28. México. Estado de Puebla. Zapotitlán de Méndez, Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'05". W 97°43'00". 700 msnm. Suelo pedregoso lleno de grava. "quintonil" en huerto con cafetal, platanar y plantas ornamentales, que se encuentra a la entrada del pueblo, propiedad de Manuela García Galindo, originaria de Huitzilán. Traen las semillas de Zongozotla. Planta de 60-70 cm. de altura con inflorescencia roja colgante. En estas fechas ya hay plántulas. Se comen las hojas hasta octubre guisadas. *Amaranthus cruentus* L. Africano.

830.- Mapes y Basurto.

1991/11/28. México. Estado de Puebla. Camino a Tuxtla, pasando el puente del río Zempoala, Mpio. de Zapotitlán.

- N 20°00'00". W 97°38'30". 685 msnm. "Quintonil" recolectado en el camino junto al río, escapado, con mucho cafetal en los alrededores. Planta con tallo e inflorescencia rojizos, hojas verdes, brácteas cortas. *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 831.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Mapilco, Mpio. de Xochitlán. Puebla. N 19°58'00". W 97°37'40". 710 msnm. Se caminó mucho para recolectar este ejemplar en cafetal, cerca del río Zempoala. Suelo arcilloso. Planta de color verde y semillas negras. Tiran la semilla de la misma que hay en Tuxtla. En esta zona siembran desde estas fechas y cosechan en febrero. Hay dos ciclos de cultivo porque ya es tierra caliente. En estas fechas también hay sembradas pequeñas extensiones de chilares en donde también se recolecta amaranto. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 832.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Xaltipan, Mpio. de Xochitlán. N 19°58'00". W 97°37'40". 880 msnm. Suelo franco-arcilloso. "quintonil" recolectado en huerto. Planta de 60 cm. con hojas verdes e inflorescencia roja. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 833.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Xochitlán. Mpio. de Xochitlán. Puebla. N 19°58'00". W 97°37'40". 1595 msnm. "quintonil". Planta verde de 3.0 metros de altura. Recolectada en un huerto con maíz (*Zea mays* L.), cempoalsuchil (*Tagetes erecta* L.). Atacada por la mancha parda del tallo. *Amaranthus cruentus* L. x *A. hybridus* L.
- 834.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Xochitlán, Mpio. de Xochitlán. N 19°58'00". W 97°37'40". 1595 msnm. "quintonil". Planta con inflorescencia de color roja. Recolectada en el mismo huerto que la 833. *Amaranthus cruentus* L. x *A. hybridus* L.
- 835.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Xoxonacatlá, Mpio. de Zacatlán. N 20°01'00" W 97°54'00". 1595 msnm. Suelo arcilloso con mucha pendiente y mucha basura. Planta de "quintonil" de 3.0 metros de altura con tallo muy rojo en algunas partes estriado (verde con rojo), inflorescencia roja, presenta muchas hojas jóvenes en la parte superior del tallo, rebrotes, semillas negras. Recolectado en milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.
- 836.- Mapes y Basurto. 1991/11/28. México. Estado de Puebla. Huapalecan, Mpio. de Xochitlán. N 19°58'00". W 97°37'40". 1255 msnm. "huauquelit". Amaranto con inflorescencias y hojas de color verde. En una milpa junto a una

casa. Crece junto con el maíz. Por ahora no están las hojas buenas para comerse. Se tiran las semillas en la milpa y "sale sólito". *Amaranthus cruentus* L. Mexicano

837.- Mapes y Basurto.

1991/11/28. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1680 msnm. "quintonil rojo", planta con tallos, hojas e inflorescencias rojas con brácteas muy grandes, semillas negras. Recolectada en un huerto. Las "puntas" (rebrotos) se comen en caldo, él cual se pinta de rojo o también se pueden comer guisadas o con frijoles. La señora dice que en todos los huertos hay "quintonil", del rojo o del blanco. Misma planta que los corrales 28 y 29. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

838.- Mapes y Basurto.

1991/11/29. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1735 msnm. En otra casa de enfrente, huerto-milpa con "quintonil". *Cyphomandra*. *Cucurbita ficifolia* L., *Phaseolus coccineus* L., *Camellia japonica* L. Planta de aproximadamente 1.5 m., con hojas, tallo e inflorescencias rojas, con brácteas muy grandes, semillas negras. La milpa contenía mucha basura. Las hojas se comen en abril y mayo. En este lugar se siembra la milpa en marzo. Se colectaron semillas. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

839.- Mapes y Basurto.

1991/11/29. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1735 msnm. En el mismo huerto-milpa que la 838. Es "quintonil" verde. E. E. dice que es distinto a lo anteriormente recolectado en Huahuaxtla. Tiene la inflorescencia como arrosetada. Es la misma inflorescencia que la 838. *Amaranthus hybridus* L. Determinó: David Breener.

840.- Mapes y Basurto.

1991/11/29. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1735 msnm. Milpa con "quintonil" (*Amaranthus*), maíz (*Zea mays* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.) y plátano (*Musa*). *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

841.- Mapes y Basurto.

1991/11/29. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1735 msnm. "quintonil" en un huerto con plantas ornamentales. Planta con hojas e inflorescencias rojas, tallos estriados verde con rojo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Determinó: David Breener.

842.- Mapes y Basurto.

1992/05/14. México. Estado de Puebla. Nauzontla, Mpio. de Nauzontla. N 19°57'30". W 97°36'10". 1450 msnm. "quintonil", planta de 60 cm., tallo rojo, inflorescencia verde, semilla negra, abundancia

- regular. Es "cimarrón", "espinoso", "es de la calle", "los burros se lo comen, no se come". *Amaranthus spinosus* L.
- 843.- Mapes y Basurto.  
1992/05/14. México. Estado de Puebla. Nauzontla, Mpio. de Nauzontla. N 19°57'30". W 97°36'10". 1450 msnm.  
"quintonil blanco". Recolectado en la casa de Don Miguel Ramiro en el huerto con muchas flores ornamentales, medicinales y otros quelites. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 844.- Mapes y Basurto.  
1992/05/14. México. Estado de Puebla. Nauzontla, Mpio. de Nauzontla. N 19°57'30". W. 97°36'10". 1450 msnm.  
"quintonil rojo". Recolectado en la casa de Don Miguel Ramiro en el huerto con muchas flores ornamentales, medicinales y otros quelites. Este quintonil es "más sabroso que el blanco porque pinta el caldo de color rojo". "Tarda en arreciar más que el blanco". *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 845.- Mapes y Basurto.  
1992/05/14. México. Estado de Puebla. Huapalecan, Mpio. de Xochitlán. N 19°56'50". W 97°39'50". 1250 msnm. Planta de 1.20 m de altura, tallos, hojas e inflorescencias verdes, sin semillas todavía, ya recia.  
"quintonil blanco". En milpa con cafetal, frijol gordo (*Phaseolus coccineus* L. ssp. *darwinianus*), frijol mateado o de mata (*Phaseolus vulgaris* L) *Phaseolus polyanthus* Green., maíz (*Zea mays* L.), no existe "quintonil rojo", nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), *Leucaena*, naranja (*Citrus*), plátano (*Musa*), gachupina (*Impatiens*), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), calabaza talamayota (*Cucurbita moschata* L.), chile cera (*Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón.). Siembran en diciembre, en enero ya esta jiloteando y cosechan en julio. Se siembra dos ciclos. En julio vuelven a sembrar y cosechan en diciembre. El "huauquelit" se consume, las hojas se frien con cebolla y chile. En caldo sabe mejor. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 846.- Mapes y Basurto.  
1991/05/14. México. Estado de Puebla. Calle de Zaragoza, Totochan, Mpio. de Xochitlán. N 19°56'50". W 97°39'50". 1200 msnm. En milpa con maíz (*Zea mays*), frijol gordo (*Phaseolus coccineus* L. ssp. *darwinianus*), mateado (*Phaseolus vulgaris* L.), nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), guaje (*Leucaena*), naranja (*Citrus*), plátano (*Musa*), gachupina (*Impatiens*), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), calabaza talamayota (*Cucurbita moschata* L.), hortensias (*Hydrangea macrophylla* Thunb. Ser.), coyopoli (Ericaceae). Junto a las milpas hay restos de bosque caducifolio. En estas fechas la gente se encontraba aterrando las plantas de maíz. Se recolectó el "quintonil" o

"huahquelit". Las hojas se consumen fritas en manteca. Se consumen antes de que florezca la planta porque si florece ya no tiene el mismo sabor.

*Amaranthus hypochondriacus* L.

847.- Mapes y Basurto.

1992/05/14. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla. Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Planta de "quintonil" "chichiquelit" recolectada en un huerto-milpa junto a la casa. "Es del sabroso", con maíz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), lengua de vaca *Rumex*, alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.). Las hojas del chichiquelit se comen con sal o en caldo, en marzo se encuentran tiernas las hojas, ya después se comen los retoños. Los "totoles" también comen los "quintoniles". Se venden mucho las hojas en los mercados. La gente viene a traer las hojas de Huahuaxtla, las venden en montones. Esta clase de "quintonil" es del "meco", "rayadito". Existe otro que es muy rojo, "ese no es bueno". El chichiquelit es "chiquión" ya que se necesita tirar la semilla mientras que el blanco "sale sólo". A mucha gente no le gusta tener chichiquelit en la milpa porque tapa al frijol. A Doña Aurelia de este pueblo si le gusta tenerlo en la milpa. Ella guarda semilla para sembrar y vender. Con las semillas elaboran un atole que es agrio

porque es amortajado, se pone al fogón para que se agrie, la semilla del "chichiquelit" también le da mucho sabor al atole. *Amaranthus*

*hypochondriacus* L. Mixteco.

848.- Mapes y Basurto.

1992/05/14. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla. Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. "quintonil rojo, púrpura". "Es del que no se come, ni se vende". "No tiene buen sabor". En una milpa con maíz y frijol mateado. *Amaranthus cruentus* L.

849- Mapes y Basurto. 1992/05/15.

México. Estado de Puebla. Zacapoaxtla. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°52'30". W 97°35'20". 1800 msnm. "Quintonil"; hojas compradas en el mercado. La gente dice que las traen de Comaltepec, rayadito, mateado. Las hojas se cuecen, se frien en manteca con cebolla y chile. Crece en las milpas, en estas fechas hay mucho porque todavía no aterran. Una vez realizada esta práctica agrícola se elimina la mayor parte de las plantas y sólo dejan una plantas en pie para que vuelva a caer la semilla. En los puestos que había en el mercado hay mucho renuevo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

850.- Mapes y Basurto.

1992/05/15. México. Estado de Puebla. Zacapoaxtla. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°52'30". W 97°35'20". "quintonil"; hojas compradas en el mercado. Este

ejemplar presenta hojas de color rojo aunque parece ser el mismo que 849. La gente menciona que éste es otra clase de "quintonil" aún cuando presenta el mismo sabor. Las hojas se cuecen, se frien en manteca con cebolla y chile. Proviene de milpa.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.

- 851.- Mapes y Basurto.  
1992/05/15. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1880 msnm. Planta de "quintonil" recolectada en milpa con frijol mateado, árboles frutales. Muy abundantes las plantas de "quintoniles" en la milpa. La planta del maíz presenta una altura de 40-50 cms. Se observa que ya realizaron la escarda y están por hacer la aterradura, práctica en la cual van a eliminar la mayor parte de las plantas de amaranto, dejando unas cuantas en pie para que tiren semilla y tener renuevos en el siguiente ciclo agrícola. Las plantas de amaranto tienen 40 cms. de altura, tallo verde con estrías rojas, las hojas presentan la doble V. Es el típico *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

- 852.- Mapes y Basurto.  
1992/05/15. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1880 msnm. Planta de "quintonil" recolectado en milpa con frijol mateado, árboles frutales. Muy abundantes las plantas de "quintoniles" en la milpa. La planta de maíz

presenta una altura de 40-50 cms. Se observa que ya realizaron la escarda y están por hacer la aterradura, práctica en la cual van a eliminar la mayor parte de las plantas de amaranto, dejando unas cuantas en pie para que tiren semilla y tener renuevos en el siguiente ciclo agrícola. Las plantas de amaranto tienen 40 cms. de altura, plantas de color verde.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.

- 853.- Mapes y Basurto.  
1992/05/15. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1880 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil" colectado en otra milpa con chilacayote, frijol mateado, maíz, árboles frutales. Planta de 50 cms. roja no rayada. El envés de las hojas púrpura. Es el típico 739. Es el que se colectó en el mercado de Zacapoaxtla como el llamado rojo.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.

- 854.- Mapes y Basurto.  
1992/05/15. México. Estado de Puebla. Mercado de Zacapoaxtla. N19°52'30". W 97°35'20". 1800 msnm. "quintonil" comprado en el mercado, lo traen de Comaltepec.  
*Amaranthus hybridus* L.

- 855.- Mapes y Basurto.  
1992/09/09. México. Estado de Puebla. Totochan, Mpio. de Xochitlán. N19°58'00". W 97°37'40". 1250 msnm.  
"quintonil blanco". *Amaranthus*

*cruentus* L. Mexicano x  
*A. hybridus* L.

- 855 a.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1870 msnm. Suelos de ando. "Quintonil de rana". La gente dice que los animales consumen las plantas. Estas plantas sólo son para los animales, lo comen los puercos. "No nos gusta comer esta clase de quintonil". En estas fechas no hay casi plantas de quintoniles en pie en Comaltepec. Vuelve a haber en enero. En el mercado de Zacapoaxtla los quintoniles provienen de Huahuaxtla.  
*Amaranthus hybridus* L.
- 856.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1870 msnm. Suelos de ando. Semillas recolectadas de "quintonil verde", en muy poca abundancia, en un solar con *Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón L., *Artemisia*, maíz (*Zea mays* L.), ruda (*Ruta chalapensis* L.), *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus polyanthus* Green. y *Phaseolus coccineus* L.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.
- 857.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. Puebla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1870 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil" recolectada en
- una milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 858.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. Puebla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1870 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil" recolectada en otra milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 859.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". Planta de "quintonil blanco", en milpa con terreno muy empinado con mucha basura orgánica junto a la casa.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.
- 860.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Camino a Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. Puebla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1660 msnm. Planta de "chichiquelit" en milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 861.- Mapes y Basurto.  
1992/10/22. México. Estado de Puebla. Camino a Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1660 msnm. Planta de "iztaquelit".  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.
- 862.- Mapes y Basurto.  
1992/11/28. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1660 msnm. Semillas recolectadas en milpa

- con maíz (*Zea mays* L.).  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 863.- Mapes y Basurto.  
1992/11/28. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán, Puebla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1660 msnm. Semillas recolectadas en milpa con maíz (*Zea mays* L.).  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 864.- Mapes y Basurto.  
1992/12/28. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1660 msnm. Semillas de amaranto compradas en este lugar. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 865.- Mapes y Basurto.  
1992/12/28. México. Estado de Puebla. Cerro La Mesa. Talchichico cerca de Jilotzingo. Mpio. de Zacatlán. 1500 msnm. Planta de amaranto recolectado junto a una casa. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 866.- Mapes y Basurto.  
1992/12/29. México. Estado de Puebla. Jilotzingo. Mpio. de Zacatlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1560 msnm. Planta de amaranto recolectada y que se usa a manera de verdura.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 867.- Mapes y Basurto.  
1992/12/29. México. Estado de Puebla. Xoxonacatla. Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 97°56'20". 1900 msnm. Planta de amaranto recolectada y que se usa a manera de verdura.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 868.- Mapes y Basurto.  
1993/04/14. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°38'00" 1500 msnm. Semillas dadas por Doña Sinforosa. Las trajo del cultivo del chilar de Cuixtepec que significa lugar de gavilanes. Las semillas son de "quintonil". Las hojas se usan a manera de verdura. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 869.- Mapes y Basurto.  
1993/04/15. México. Estado de Puebla. Zoateopan, Mpio. de Xochitlán. N 19°56'00". W 97°37'00". 1600 msnm. Planta de chichiquelit colectada en la milpa de Fidencio Vázquez. En la milpa se encontraba: cilantro (*Coriandrum sativum* L.) "chichiquelit" (*Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco), Izaqueliit (*Amaranthus cruentus* L. Mexicano), quelite cenizo (*Chenopodium*), lengua de vaca (*Rumex*), nabo (*Brassica*), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), rábano (*Raphanus*), papatla (*Canna*), maíz (*Zea mays* L.) y en los extremos del terreno plantas de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng). El quintonil se encuentra desde febrero hasta junio, en julio ya cortan los retoños, ya no lo cocinan en agua porque ya esta reacio. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 870.- Mapes y Basurto.  
1993/04/15. México. Estado de Puebla. Zoateopan, Mpio. de Xochitlán. N 19°56'00". W 97°37'00". 1600 msnm. Planta de iztaqueliit, recolectado en la

milpa anterior. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.

871.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Planta de quintonil de 3 metros de altura, con muchas hojas, poca cantidad de inflorescencia, inmadura, sin semilla, tallo estriado rojo con verde. Se recolectó en una milpa junto a una casa con maíz Tuxpeño de 4.5 metros de altura. Por estas fechas no han doblado el maíz. También siembran frijol, *Hiperium*, durazno. Chichiquelit, las hojas se comen y las semillas se usan para hacer atole durante la semana santa. Dice la gente que no se pinta de rojo el atole que sólo las semillas le den sabor. Las hojas se comen cuando tiernas y se siguen cortando los retoños hasta que la planta floree. Una vez que floree la planta ya no se comen las hojas. En el campo se observan las plantas cortadas de esta manera. Los animales comen también las hojas. Es *Amaranthus hypochondriacus* L. muy parecido a Azteca.

872.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Planta de quintonil rojo en milpa. Misma información que la anterior. *Amaranthus hypochondriacus* L. muy parecido a Azteca.

873.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Planta de quintonil rojo en otra milpa. Misma información que la anterior. *Amaranthus hypochondriacus* L. muy parecido a Azteca.

874.- Mapes y Basurto. 1993/08/13.

México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, a la salida del pueblo rumbo a Ocoatepec de Cárdenas. Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Planta de 2.85 m. de altura con tallos, hojas e inflorescencias verdes, presenta semillas negras. "Quintonil blanco", "iztaquelit". Planta colectada en la primera milpa. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.

875.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, a la salida del pueblo rumbo a Ocoatepec de Cárdenas. Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Planta con tallos, hojas e inflorescencias de color verde, semillas negras, ya madura. "Iztaquelit". Planta colectada en la primera milpa. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.

876.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, a la salida del pueblo rumbo a Ocoatepec de Cárdenas. Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1600 msnm. Semillas de color negro que se guardan para hacer

atole durante la Semana Santa. "Chichiquelit rojo", "quintonil rojo". *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

877.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1890 msnm. Suelo calcáreo. Planta de "quintonil rojo" recolectada en la primera milpa con durazno. *Cucurbita ficifolia* L., *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Phaseolus polyanthus* Green., ciruela (*Prunus domestica* L.), capulín (*Prunus serotina* Ehr. ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh), aguacate (*Persea americana* L.). *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

878.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1890 msnm. Suelo calcáreo. Planta de "quintonil rojo" recolectada en otra milpa del mismo lugar con *Cucurbita ficifolia* L., *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Phaseolus polyanthus* Green., ciruela (*Prunus domestica* L.), capulín (*Prunus serotina* Ehr. ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh), aguacate (*Persea americana* Mill.). *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca

879.- Mapes y Basurto.

1993/08/13. México. Estado de Puebla. Comaltepec. Mpio. de Zacapoaxtla. Puebla. N 19°36'00". W 97°36'00". 1890 msnm. Suelo calcáreo. Planta de

"quintonil blanco" recolectada en la segunda milpa con durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch.), ciruela (*Prunus domestica* L.), capulín (*Prunus serotina* Ehr. ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh), aguacate (*Persea americana* L.), *Cucurbita ficifolia* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus polyanthus* Green. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.

880.- Mapes y Basurto.

1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista. Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil rojo" recolectada en una milpa-huerto junto a una casa con maíz tuxpeño. *Phaseolus polyanthus* Green., *Cucurbita ficifolia* L., *Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón. Se encontraba en antésis, todavía no presentaba semillas, estarán listas para finales de octubre. Inflorescencias rojas, tallos estriados. La gente menciona que cuando están las plantas tiernas son de color muy rojo. las plantas presentan las hojas muy atacadas por insectos. Las hojas se consumen cocidas en caldo. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

881.- Mapes y Basurto.

1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista. Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Otra planta de "quintonil rojo" recolectada en la misma milpa-huerto que la 880. Policultivo con maíz tuxpeño. *Phaseolus*

*polyanthus* Green., *Cucurbita ficifolia* L., *Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

- 882.- Mapes y Basurto. 1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil rojo" recolectada en milpa-huerto con maíz tuxpeño, *Cucurbita ficifolia* L., *Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón., *Passiflora*, *Phaseolus polyanthus* Green., azalea (*Rhodendron*), durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), *Tagetes*, *Jatropha*, aguacate (*Persea americana* Mill.), *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendtn., *Impatiens balsamina* L. Planta de 3.0 metros de altura, tallos estriados, muy vigorosos, inflorescencias rojas, ralas. Estarán maduras a finales de octubre. Las semillas las tiran en enero y comen las hojas en marzo, abril. En agosto la planta ya se encuentra reacia y no se consumen las hojas. No se encontró información de que los retoños se consuman. En estas fechas ya casi quitaron todas las plantas de amaranto de los campos ya que entran en competencia con el cultivo además de que ya los cochinos consumieron la mayor parte. Se las dan de comer. Las hojas son vendidas en Hueyapan. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.

- 883.- Mapes y Basurto 1993/08/15. México. Estado de Puebla.

Buenavista, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil blanco", "iztaquelit". Planta con hojas, tallos e inflorescencias de color verde. Ya presenta semilla de color negro. En la misma milpa-huerto que la colecta anterior. La gente menciona "que no existen diferencias entre los quintoniles, tanto el rojo como el blanco son buenos. El blanco madura mucho antes que el rojo. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.

- 884.- Mapes y Basurto. 1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Planta de "quintonil rojo" en otra milpa. En una milpa con *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Cucurbita ficifolia* L. y árboles frutales como durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), aguacate (*Persea americana* Mill.), ciruela (*Prunus domestica* L.), *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 885.- Mapes y Basurto. 1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Plantas de "quintoniles" recolectados tiernos. Hay muy pocas plantas porque la gente ya se los dio de comer a los cochinos además de que los quitan del cultivo de maíz para que no compitan milpa-huerto junto a la casa con *Zea mays* L.. *Phaseolus*

*polyanthus* Green. y *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.

886.- Mapes y Basurto.

1993/08/15. México. Estado de Puebla. Buenavista, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 19°36'00". W 97°26'40". 1600 msnm. Suelos de ando. Planta de "quintonil rojo". Recolectada en milpa-huerto junto a la casa. Ya casi no hay plantas porque ya les quitaron y muchas se las dieron de comer a los puercos. Todavía no tiene semillas. Tendrá hasta octubre. Siembran las semillas de amaranto en enero y comen las hojas durante los meses de marzo y abril. En estas fechas ya no se consumen las hojas porque están reacias. Las venden en Hueyapan, Tlatlauqui y Zaragoza.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Azteca.

887.- Mapes y Basurto.

1993/11/15. México. Estado de Puebla. Km. 11.5 Carretera Interserrana Zacatlán a Zacapoaxtla. Xoxonacatla.. Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 97°56'20". 1850 msnm. Semillas y ejemplar de herbario recolectados en milpa con rastrojo. Se encontraban algunas plantas de amaranto en pie, ya secas, con semillas de color negro. La inflorescencia de color rojo muy intenso lo mismo que el tallo aunque algunas plantas presentaban el tallo con estrías rojas y verdes. Es importante señalar que en esta milpa existían plantas de color

rojo muy intenso y plantas con los tallos con estrías y las hojas de color verde. Altura de las plantas 1.50 a 2.20 metros. En la milpa hay *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus polyanthus* Green., *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Cucurbita ficifolia* L., *Tagetes* (anisillo) y *Lopezia*. *Amaranthus hypochondriacus* L.

888.- Mapes y Basurto.

1993/11/15. México. Estado de Puebla. Km. 11.5 Carretera Interserrana. Zacatlán a Zacapoaxtla. Xoxonacatla. Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 97°56'20". 1850 msnm. Semillas y ejemplar de herbario recolectados en milpa. Planta de 2.20 metros de altura con tallo con estrías. *Amaranthus hypochondriacus* L.

889.- Mapes y Basurto.

1993/11/15. México. Estado de Puebla. Jilotzingo. Mpio. de Zacatlán. Puebla. N 20°01'00". W 97°54'00". 1850 msnm. Semillas de amaranto recolectadas en milpa ya con rastrojo. Planta con inflorescencia y tallo de color rojo muy intenso. Se encontraba presente *Phaseolus vulgaris* L. *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*. *Phaseolus polyanthus* Green., *Sechium edule* L., caopetate para vara de cuete y temascales (*Pteridium*), cabeza de hormiga (*Lopezia*), cinco llagas (*Tagetes*) y árboles frutales como aguacate (*Persea americana* Mill.), durazno (*Prunus domestica* L.), chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), lima

(*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle), aile (*Alnus*), izote (*Yucca aloifolia* L.), calama (*Clethra*). *Amaranthus hypochondriacus* L.

- 890.- Mapes y Basurto.  
1993/11/17. México. Estado de Puebla. Zapotitlán de Méndez. Mpio. de Zapotitlán de Méndez. N 20°00'05". W 97°43'00".  
700 msnm. Planta de "quintonil verde" recolectado a un lado de una casa. Planta de color verde con inflorescencia roja colgante. *Amaranthus cruentus* L. Africano.
- 891.- Mapes y Basurto.  
1993/11/18. México. Estado de Puebla. Barrio de Chonchamón. Almoloni Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 20°00'05". W 97°43'00". 1450 msnm. .  
Semillas recolectadas en una milpa. Plantas de amaranto de color rojo muy intenso, ya secas con semillas de color negro. En la milpa había maíz (*Zea mays* L.), calabaza tamalayota (*Cucurbita pepo* L.), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), frijol negro que se come como ejote, talpanet (*Phaseolus vulgaris* L.), tiempojet, frijol enredador, durazno (*Prunus persica* (L.) ciruela (*Prunus domestica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.), chayote espinoso (*Sechium edule* L.). La gente menciona que en junio es cuando hay quintonil tierno ya que siembran la semilla en marzo. abril. *Amaranthus hypochondriacus* L.

- 892.- Mapes y Basurto.  
1993/11/18. México. Estado de Puebla. Almoloni, Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 20°00'05". W 97°43'00". 1450 msnm. Planta de amaranto recolectada en milpa. Las hojas se consumen con frijoles. Para ello se ponen a cocer con frijoles. Cuando tiernos presentan un color rojo muy intenso, ya grandes las plantas son de color verde. Información dada por la Sra. Pascuala Martínez Peraza. En las orillas de la milpa había granada (*Punica granatum* L.), acalete (*Phaseolus polyanthus* Green.), *Phaseolus coccineus* L. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 893.- Mapes y Basurto.  
1993/11/18. México. Estado de Puebla. Ahuatzalan, Buenavista. Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 20°00'05". W 97°43'00". 1450 msnm. Semillas de "quintoniles" recolectadas en otro huerto. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 894.- Mapes y Basurto.  
1993/11/18. México. Estado de Puebla. Ahuatzalan, Buenavista. Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 20°00'05". W 97°43'00". 1450 msnm. Ejemplar de herbario recolectado en un huerto. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 895.- Mapes y Basurto.  
1993/11/18. México. Estado de Puebla. Ahuatzalan, Buenavista. Hueyapan. Mpio. de Hueyapan. N 20°00'05". W 97°43'00". 1450 msnm. Ejemplar de

- herbario recolectado en otro huerto. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 896.- Mapes y Basurto. 1993/11/18. México. Estado de Puebla. Carretera a Nauzontla., de Nauzontla. N 19°57'30" W 97°36'10". 1500 msnm. Semillas recolectadas en una milpa con rastrojo. Planta de amaranto de color rojo muy intenso, tallo e inflorescencia rojo, hojas verdes, semillas negras. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 897.- Mapes y Basurto. 1993/11/18. México. Estado de Puebla. Carretera a Nauzontla. Mpio. de Nauzontla. N 19°57'30". W 97°36'10". 1500 msnm. Planta de amaranto con tallos, hojas e inflorescencias verdes y semillas negras en milpa con maíz en rastrojo. frijol (*Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus polyanthus* Green.), *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita ficifolia* L. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 898.- Mapes y Basurto 1993/12/27. México. Estado de Puebla. Xoxonacatla, Mpio. de Zacatlán. N 19°57'30". W 97°36'10". 1700 msnm. Semillas y ejemplar de herbario. Planta alta, madura con mucha semilla de color negro, tallo, inflorescencia roja, sin hojas. Milpa con maíz (*Zea mays* L.), *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Phaseolus polyanthus* Green. y *Cucurbita ficifolia* L. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 899.- Mapes y Basurto. 1993/12/27. México. Estado de Puebla. Xoxonacatla, Mpio. de Zacatlán. N 20°00'30". W 97°56'20". 1700 msnm. Semillas y ejemplar de herbario de amaranto. Planta con inflorescencia roja, con hojas verdes. En milpa con *Zea mays* L., *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Phaseolus polyanthus* Green., *Cucurbita ficifolia* L. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 900.- Mapes y Basurto. 1993/12/28. México. Estado de Puebla. San Antonio Bienvenido, Mpio. de Hermenegildo Galeana. N 20°07'20". W 97°44'40". 700 msnm. Planta de amaranto recolectada junto a una milpa, escapada. Planta de 60 cms. de altura con inflorescencia, tallo y hojas de color verde, semillas negras Poco abundante. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 901.- Mapes y Basurto. 1993/12/29. México. Estado de Puebla. A un Km. de Nanacatlán, Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'00". W 97°40'30". 850 msnm. Planta de "quintonil rojo" recolectada en un chilar que se sembró a finales de octubre con amaranto o "quintoniles" blanco y rojo. Las plántulas ya se van a sacar porque entra en competencia con el chile. Ya hicieron otro corte que lo hacen en la punta de las plántulas. La gente mencionó que el blanco es el más sabroso. Se venden los "quintoniles" muy bien en esta época ya que no hay en las partes altas. El chilar

- esta sembrado con chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), papaloquelite (*Porophyllum*), tomate de cáscara (*Physalis*), calabacitas (*Cucurbita*), *Brassica* con flor blanca que se come como quelite. Cosechan el chile en marzo, abril. Vienen a comprarlo directamente. La planta de amaranto presenta hojas con envés morado, tallo verde, la lámina es de color verde y ya presenta inflorescencia roja. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- 902.- Mapes y Basurto.  
1993/12/29. México. Estado de Puebla. A un Km. de Nanacatlán. Mpio. de Zapotitlán. N 20°00'00". W 97°40'30". 850 msnm. Planta de "quintonil blanco" recolectado en la milpa anterior, con la misma información. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 903.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Planta de "quintonil" encontrado en una milpa con maíz (raza Tuxpeño), *Phaseolus polyanthus* Green., *Sechium edule* L. Planta de 1.0 metro de altura con tallo estriado, hojas elípticas verdes con pecíolos muy grandes, inflorescencias rojas con brácteas muy largas. Muy abundante en la milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 904.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Planta de "quintonil" encontrado en una milpa con maíz (raza Tuxpeño), *Phaseolus polyanthus* Green., *Sechium edule* L. Planta de 1.0 metro de altura con tallo estriado con barrenador, hojas elípticas verdes, con pecíolos grandes, inflorescencias rojas con brácteas muy largas. Muy abundante en la milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca.
- 905.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Huahuaxtla. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Planta de "quintonil" que se encontraba en la milpa huerto a la entrada de la casa. Planta con hojas con la mancha de doble V roja y el envés púrpura, muy poca inflorescencia roja e inmadura, sin semillas. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 906.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Según Doña Aurelia Rivera Bonilla es el "quintonil de Xochitlán". A esta persona no le gusta mucho, aunque dice que pinta el caldo al cual le agregan chile. Recolectado en una milpa, planta de 90 cm es menos alta que la mayoría, las hojas

presentan otra forma.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.

- 907.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Planta de amaranto recolectada en el huerto propiedad de Doña Aurelia Rivera Bonilla. Presenta tallo estriado y no ha floreado, junto a *Amaranthus cruentus* L. Mexicano. "chichiquelit". Dice la señora que es el "quintonil" que más le gusta. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco
- 908.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Planta de "iztaquelit" recolectada en el huerto-milpa propiedad de Doña Aurelia Rivera Bonilla. Planta de 2.0 metros de altura junto con *Amaranthus hypochondriacus* L. Azteca. Doña Aurelia dice que este "quintonil" es sabroso pero no tanto como el "chichiquelit". *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 909.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Huahuaxtla, Mpio. de Xochitlán. N 19°55'00". W 97°38'00". 1500 msnm. Suelo arcilloso. Semillas de "chichiquelit" compradas a Doña Aurelia Rivera Bonilla. Menciona que con pocas semillas se siembra un buen pedazo.

*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Mixteco.

- 910.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Comaltepec, Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1850 msnm. Suelo arcilloso derivado de piedra caliza. Planta de "quintonil Meco" recolectada en milpa. Planta de 70 cm de altura, sin inflorescencia. Con maíz (diferente a la raza Tuxpeño, quizás tiene más infiltración de Cónico), *Phaseolus coccineus* subesp. *coccineus*, quelite cenizo (*Chenopodium berlandieri* Moq. ssp. *berlandieri*), *Cucurbita ficifolia* L., árboles frutales como ciruela (*Prunus domestica* L.), manzana (*Malus sylvestris* Mill.), durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), aguacate (*Persea americana* Mill.), *Juglans regia* L., *Cydonia oblonga* Mill., *Ficus*, tejocote (*Crataegus pubescens* (H.B.K.) Steud.), *Psidium guajaba* L. (guayaba). Es la época de recolecta de aguacates. Los árboles están llenos de frutos. *Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.
- 911.- Mapes y Basurto.  
1994/07/12. México. Estado de Puebla. Comaltepec, Mpio. de Zacapoaxtla. N 19°51'30". W 97°36'00". 1850 msnm. Suelo arcilloso derivado de piedra caliza. Planta de "quintonil" recolectada en milpa con maíz (*Zea mays*), *Phaseolus coccineus* L. ssp. *coccineus*, *Chenopodium berlandieri* Moq. ssp. *berlandieri*, *Cucurbita ficifolia* L., árboles frutales como *Prunus*

*domestica* L., *Malus sylvestris* Mill., *Prunus persica* (L.) Batsch, *Persea americana* Mill., *Juglans regia* L., *Cydonia oblonga* Mill., *Ficus*, *Crataegus pubescens* (H.B.K.) Steud., *Psidium*.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.

- 912.- Mapes y Basurto.  
1994/07/13. México. Estado de Puebla. Tecuicuilco. Mpio. de Tetela. Camino Huahuaxtla a Tetela. N 19°53'40". W 97°39'20". 1500 msnm. Planta de amaranto recolectada en una milpa. Presentaba casi la altura del maíz (2.80 metros), de color verde con inflorescencias y abundante semilla de color negro. La gente mencionó que ya esta "reacia", que en este momento ya no se come. Tiran las semillas en la milpa y vuelve a salir cada año. Mencionaron que el "quintonil rojo" es más sabroso que el blanco.  
*Amaranthus cruentus* L.  
Mexicano.

- 913.- Mapes y Basurto.  
1994/07/13. México. Estado de Puebla. Tecuicuilco. Mpio. de Tetela. Camino Huahuaxtla a Tetela. N 19°53'40". W 97°39'20". 1500 msnm. Planta de amaranto recolectado en una milpa. Poco abundante.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.

- 914.- Mapes y Basurto.  
1994/07/13. México. Estado de Puebla. Ometepetl. Mpio. de Tetela de Ocampo. Camino Huahuaxtla a Tetela de Ocampo. Puebla. N 19°51'00". W 97°43'30". 1900 msnm. Suelo

muy arenoso de color café claro. Planta de "quintonil" recolectado en milpa con *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Tagetes*, *Prunus persica* (L.) Batsch, *Annona cherimola* Mill. Planta de 30 a 50 cm de altura, el envés de la hoja muy rojo, la lámina presenta la doble V, el centro de la V verde y la V de color rojo. Se come hasta que la planta empieza a florear.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.  
Mixteco.

- 915.- Mapes y Basurto.  
1994/07/13. México. Estado de Puebla. Ometepetl. Mpio. de Tetela de Ocampo. Camino Huahuaxtla a Tetela. N 19°51'00". W 97°43'30". 1900 msnm. Suelo muy arenoso de color café claro. Planta de "quintonil" recolectada en una milpa. Presentaba una altura de 90 cm con el tallo de color estriado, las hojas con el envés rojo, la lámina de color verde con una mancha de color rojo, más gruesas sin inflorescencias. Las plantas se encontraban podadas. Muy abundante en la milpa.  
*Amaranthus hypochondriacus* L. Mixteco.

- 916.- Mapes y Basurto.  
1994/07/13. México. Estado de Puebla. Ometepetl. Mpio de Tetela de Ocampo. Camino Huahuaxtla a Tetela. N 19°51'00". W 97°43'30". 1900 msnm. Suelo muy arenoso de color café claro. Planta de "quintonil" recolectada en una milpa. Ejemplar de herbario donde se puede observar la poda o el corte en el centro de la

inflorescencia que realiza la gente de la región. *Amaranthus hypochondriacus* L.

- 917.- Mapes y Basurto. 1994/07/13. México. Estado de Puebla. Ometepetl, Mpio. de Tetela de Ocampo. Camino Huahuaxtla a Tetela. N 19°51'00". W 97°43'30". 1900 msnm. Suelo muy arenoso de color café claro. Planta de "quintonil" recolectada en una milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L.
- Martínez D.M.M. 54. Km.- 141.8 de la carretera Chihuahua-Cauahuemoc-Madera. 2120 msnm. Suelo arenoso. 10 de septiembre de 1994. Planta de amaranto ruderal a un lado en la cuneta de la carretera junto a un cultivo de cebada. Sequía muy fuerte, por lo tanto plantas muy pequeñas (un 80 %) y 20 % muy altas (1.50 m.). Se muestreo la población y se recolectaron varias plantas. *Amaranthus palmeri* L.
- 1614.- Basurto. 1994/06/27. México. Estado de Puebla. Naupan, Mpio. de Naupan. 1750 msnm. "Quintonil blanco". hierba subfruticosa, de dos a tres metros de altura, espigas verdes, semilla negra. Planta protegida creciendo en huerto familiar. Comestible como quelite cuando el follaje esta tierno. Ejemplar de herbario y de semillas. *Amaranthus cruentus* L. Mexicano.
- 1629.- Basurto. 1994/08/31. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan.

Puebla. N 19°52'50". W 97°26'40". 1450 msnm. Suelo andosol. Planta de "chichiquelit" de 2.5 metros de altura, espiga de color púrpura. La planta de maíz aún en pie sin doblar de 3.0 a 3.5 metros de altura ya con mazorca. Recolectado en una milpa. *Amaranthus hypochondriacus* L.

- 1630.- Basurto. 1994/08/31. México. Estado de Puebla. Hueyapan, Mpio. de Hueyapan. N 19°52'50". W 97°26'40". 1450 msnm. Suelo andosol. Planta de "chichiquelit" recolectado en un solar frente a la casa de Doña Carmen. Solar familiar con frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* ssp. *coccineus*), frijol gordo (*Phaseolus polyanthus* Green.), chile cera (*Capsicum pubescens* Ruiz et. Pavón), azaleas (*Rhodendron*), durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch), sauco (*Sambucus mexicana* Presl.), guayaba (*Psidium guajaba* L.), lengua de vaca (*Rumex*), almácigos de col (*Brassica*) y zanahoria, tomate de cáscara (*Physalis*), hierba mora (*Solanum nigrum* L.), trueno (*Ligustrum*), gachupina (*Impatiens balsamina* L.). La planta de amaranto presentaba una altura de 3 metros de alto, espigas púrpura, semillas inmaduras. Doña Carmen mencionó que cuando son plántulas son de color morado después que crecen se destiñen. *Amaranthus hypochondriacus* L.

- 1631.-Basurto. 1994/08/31.  
México. Estado de Puebla.  
Hueyapan, en la vuelta hacia  
Tanamacoyan. Mpio. de  
Hueyapan. N 19°52'50". W  
97°26'40". 1450 msnm. Suelo  
polvillo (andosol). Planta de  
amaranto en la orilla de una  
milpa, en un basurero, 2.0 a 2.5  
metros de altura, de color verde,  
con espigas verdes, muy  
desarrolladas. *Amaranthus*  
*cruentus* L. Mexicano.
- 1632.- Basurto. 1994/08/31.  
México. Estado de Puebla.  
Hueyapan, en la vuelta hacia  
Tanamacoyan. Mpio. de  
Hueyapan. N 19°52'50". W  
97°26'40". 1450 msnm. Suelo  
polvillo (andosol). Planta muy  
robusta de 2.5 metros de altura,  
rojiza, no presentaba  
inflorescencias maduras.  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 1633.- Basurto. 1994/08/31.  
México. Estado de Puebla. Ilita,  
Mpio. de Tlatlauquitepetl. N  
19°51'00". W 97°28'30".  
Planta de amaranto con tallo y  
hojas rojas de 1.0 a 1.5 metros  
de altura. En milpa con maíz en  
pie sin doblar, con  
"pitzahuaquetl", frijol trepador  
(*Phaseolus vulgaris* L.) y ayocote  
(*Phaseolus polyanthus* Green.).  
*Amaranthus hypochondriacus* L.
- 1634.- Basurto. 1994/08/31.  
México. Estado de Puebla. Ilita,  
Mpio. de Tlatlauquitepetl. Planta  
de amaranto de 2.0 a 2.5 metros  
de altura con inflorescencias de  
color púrpura. En milpa con  
maíz sin doblar en pie, con  
"pitzahuaquetl" (*Phaseolus*

*vulgaris* L.) y ayocote (*Phaseolus*  
*polyanthus* Green.). *Amaranthus*  
*hypochondriacus* L.

Apéndice 2. Matriz básica de datos utilizada en el análisis de los patrones de variación morfo-fisiológica en algunas especies de *Amaranthus*. Las hileras corresponden a los caracteres y las columnas son las especies y variedades estudiadas. Para la identificación de los caracteres vease la tabla...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	483.290	549.300	441.660	647.090	475.580	482.400	1001.290	803.590	334.580	311.210	341.830	485.760	504.280	390.780
2	1.449	2.913	1.312	1.262	0.387	1.324	2.299	0.912	0.649	0.452	1.249	0.724	0.792	0.405
3	104.530	52.066	71.480	36.480	63.216	58.600	146.120	61.467	23.283	19.880	34.650	62.600	44.850	29.550
4	219.200	276.170	189.900	230.770	207.450	195.000	462.380	292.320	127.330	89.130	171.120	230.150	213.380	113.220
5	154.470	182.530	104.180	109.660	61.970	96.720	204.420	128.190	41.906	44.047	79.970	96.760	65.500	61.000
6	5.083	57.620	76.100	275.150	142.930	152.280	188.383	339.380	182.330	161.150	76.967	96.250	195.517	200.300
7	28.950	18.377	21.290	17.618	25.436	20.214	20.145	21.129	17.020	15.523	14.121	17.681	16.746	16.492
8	45.612	52.601	46.367	54.044	43.764	47.023	53.634	47.308	46.330	39.404	50.067	56.154	51.224	45.938
9	65.925	68.660	71.940	65.570	66.036	77.208	58.315	58.492	62.392	61.090	68.111	61.305	65.048	64.816
10	1.140	6.822	18.075	42.999	22.618	29.592	18.338	41.993	54.974	51.099	23.776	29.549	48.880	51.837
11	10.672	12.489	12.058	8.520	8.648	10.623	11.263	19.338	12.304	10.533	11.595	7.143	11.809	10.941
12	4.509	5.535	5.275	4.322	4.142	4.506	5.504	8.595	5.666	5.461	6.659	3.857	8.058	5.902
13	32.390	44.850	36.139	25.280	23.084	29.790	41.681	110.136	43.615	42.596	54.611	20.810	63.808	40.879
14	0.225	0.325	0.285	0.158	0.111	0.222	0.256	1.125	0.267	0.343	0.382	0.132	0.377	0.248
15	6.228	5.982	6.265	3.673	4.658	4.444	6.928	13.113	6.075	6.620	3.257	1.893	6.565	6.122
16	3.887	4.422	4.448	3.053	3.635	3.629	4.407	8.564	4.771	3.806	3.995	2.653	4.139	4.082
17	4.253	3.758	3.415	5.032	3.668	3.716	7.768	6.228	2.428	2.380	2.457	2.439	3.043	3.439
18	0.119	0.103	0.076	0.133	0.069	0.072	0.072	0.081	0.147	0.079	0.086	0.169	0.084	0.069

A = *Amaranthus cruentus* Africano

B = *A. hypochondriacus* Mixteco

C = *A. hypochondriacus* Mixteco

D = *A. hybridus*

E = *A. cruentus* Mexicano

F = *A. hypochondriacus* Mixteco

G = *A. hypochondriacus* Mixteco

H = *A. hypochondriacus* Azteca

I = *A. hypochondriacus* Mercado

J = *A. cruentus* Mexicano

K = *A. hypochondriacus* Mixteco

L = *A. hybridus*

M = *A. hybridus*

N = *A. hybridus*