

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores

Cuautitlán

" PRUEBA DE ADAPTACION DE CUATRO LINEAS DE -
Amaranthus spp. (ALEGRIA) EN EL CAMPO EXPE-
RIMENTAL DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPE--
RIORES COAUTITLAN".

T E S I S

Que para obtener el título de :

I N G E N I E R O A G R I C O L A

P r e s e n t a n :

AURELIO VALDEZ LOPEZ

MANUEL LUNA GUTIERREZ

Director de la Tesis:

ING. LUIS RICARDO CAZAREZ GARCIA.

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, 1986



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 está 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.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Origen Geográfico	4
3.2. Antecedentes Históricos	5
3.3. Clasificación Taxonómica	7
3.4. Descripción Botánica	8
3.5. Ecología del Cultivo	9
3.5.1. Requerimientos Climáticos	9
3.5.2. Requerimientos de Suelo	12
3.5.3. Distribución Geográfica	12
3.6. Características Fisiológicas	13
3.6.1. Adaptabilidad	16
3.7. Cultivo del Amaranto	17
3.7.1. Principales Regiones Productoras	17
3.7.2. Siembra de Transplante	18
3.7.3. Siembra Directa	21
3.7.4. Plagas y Enfermedades	22
3.8. Usos del Amaranto	23
3.8.1. Usos de la Semilla	23
3.8.2. Usos de la Hoja	26
3.9. Perfil Bromatológico del Amaranto	27
3.9.1. Valor Nutritivo de la Semilla	27
3.9.2. Valor Nutritivo de la Hoja	35
4. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
4.1. Descripción Geográfica de la Zona	38
4.2. Características Climáticas de la Zona ..	38
4.2.1. Temperatura	38
4.2.2. Precipitación	38
4.2.3. Siniestros Climáticos	39
4.3. Características Edáficas	39

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Origen Geográfico	4
3.2. Antecedentes Históricos	5
3.3. Clasificación Taxonómica	7
3.4. Descripción Botánica	8
3.5. Ecología del Cultivo	9
3.5.1. Requerimientos Climáticos	9
3.5.2. Requerimientos de Suelo	12
3.5.3. Distribución Geográfica	12
3.6. Características Fisiológicas	13
3.6.1. Adaptabilidad	16
3.7. Cultivo del Amaranto	17
3.7.1. Principales Regiones Productoras	17
3.7.2. Siembra de Transplante	18
3.7.3. Siembra Directa	21
3.7.4. Plagas y Enfermedades	22
3.8. Usos del Amaranto	23
3.8.1. Usos de la Semilla	23
3.8.2. Usos de la Hoja	26
3.9. Perfil Bromatológico del Amaranto	27
3.9.1. Valor Nutritivo de la Semilla	27
3.9.2. Valor Nutritivo de la Hoja	35
4. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
4.1. Descripción Geográfica de la Zona	38
4.2. Características Climáticas de la Zona ..	38
4.2.1. Temperatura	38
4.2.2. Precipitación	38
4.2.3. Siniestros Climáticos	39
4.3. Características Edáficas	39

4.3.1. Origen y Formación de los Suelos	39
4.3.2. Clasificación del Suelo	39
4.3.3. Características Físicas del Suelo	40
4.3.4. Características Químicas del Suelo ...	40
4.3.5. Análisis Físicoquímico de los Suelos de- la parcela de estudio	41
5. MATERIALES Y METODOS	42
6. RESULTADOS Y DISCUSION	49
7. CONCLUSIONES	60
8. RECOMENDACIONES	62
9. BIBLIOGRAFIA	63

RESUMEN

En México, antes de la conquista, el Amaranto fué uno de los cultivos principales. Algunas de las formas de utilización de esta planta consistían en el aprovechamiento del grano para la preparación de las harinas con las que se hacían tortillas, panes tamales y el dulce hoy conocido con el nombre de "alegría".

Durante la colonia, y debido en gran parte a la labor de los misioneros que trataban de abolir las ceremonias religiosas de los aztecas, fué decreciendo el cultivo de esta planta, al grado que quedo relegado casi al olvido. Es conveniente promover su cultivo en mayor escala, ya que se trata de una planta perfectamente adaptada a nuestros climas, de fácil cultivo, excelentes rendimientos y, sobre todo, de gran utilidad.

El cultivo del Amaranto se realiza actualmente en pequeñas regiones de México; las que han persistido a través de los años y a la vez las principales en nuestro país son:

a) Tulyehualco D. F., donde se realiza la siembra de transplante, siguiendo la técnica ancestral de las chinampas; está considerado como el principal centro de cultivo del Amaranto en México.

b) Amilcingo y Huazulco, Morelos, donde se utiliza la siembra directa, ya sea en bandeado o mateado.

Las plantas del género Amaranthus llevan a cabo la fotosíntesis a través de la ruta C-4, representando esto una mayor eficiencia en la fijación de CO₂, ya que este no se elimina, sino que se aprovecha completamente, incorporandose al Ciclo de Calvin, cuyo ritmo se acelera.

La semilla de Amaranto es un producto con cualidades nutricionales excepcionales, ya que su contenido (15 %) y calidad de su proteína, así como su alto contenido de ácido linoléico (43.95 %) indican su potencialidad como fuente complementaria de nutrientes en la dieta del mexicano.

Debido a lo anterior, se decidió realizar este trabajo, ten-

RESUMEN

En México, antes de la conquista, el Amaranto fué uno de los cultivos principales. Algunas de las formas de utilización de -- esta planta consistían en el aprovechamiento del grano para la -- preparación de las harinas con las que se hacían tortillas, panes tamales y el dulce hoy conocido con el nombre de "alegría".

Durante la colonia, y debido en gran parte a la labor de -- los misioneros que trataban de abolir las ceremonias religiosas -- de los aztecas, fué decreciendo el cultivo de esta planta, al gra -- do que quedo relegado casi al olvido. Es conveniente promover su cultivo en mayor escala, ya que se trata de una planta perfecta-- mente adaptada a nuestros climas, de fácil cultivo, excelentes -- rendimientos y, sobre todo, de gran utilidad.

El cultivo del Amaranto se realiza actualmente en pequeñas -- regiones de México; las que han persistido a través de los años y a la vez las principales en nuestro país son:

a) Tulyehualco D. F., donde se realiza la siembra de trans-- plante, siguiendo la técnica ancestral de las chinampas; está con-- siderado como el principal centro de cultivo del Amaranto en Mé-- xico.

b) Amilcingo y Huazulco, Morelos, donde se utiliza la siem-- bra directa, ya sea en bandeado o mateado.

Las plantas del género Amaranthus llevan a cabo la fotosín-- tesis a través de la ruta C-4, representando esto una mayor efi-- ciencia en la fijación de CO_2 , ya que este no se elimina, sino -- que se aprovecha completamente, incorporandose al Ciclo de Cal-- vin, cuyo ritmo se acelera.

La semilla de Amaranto es un producto con cualidades nutri-- cionales excepcionales, ya que su contenido (15 %) y calidad de -- su proteína, así como su alto contenido de ácido linoléico (43.95 %) indican su potencialidad como fuente complementaria de nutrien-- tes en la dieta del mexicano.

Debido a lo anterior, se decidió realizar este trabajo, ten--

diente a despertar un mayor interés en este cultivo. Con este -- fin se realizó una prueba de adaptación de cuatro líneas, para -- así poder estudiar las posibilidades del cultivo en el área de -- Cuautitlán; al mismo tiempo, la semilla obtenida servirá como ba-- se para realizar trabajos de investigación posteriores.

Las cuatro líneas se sembraron utilizando el sistema de siembra directa y bajo condiciones de temporal; utilizando en todas - las líneas la misma técnica en el manejo del cultivo.

Se registraron las características agronómicas de las cuatro líneas, con lo cual se logró determinar que las líneas 1 y 3 pre-- sentaron algunas ventajas para lograr una buena adaptación a la - zona de Cuautitlán, aunadas a un rendimiento mayor que las líneas 2 y 4.

Por lo que respecta al rendimiento, en las líneas 1 y 3 se - obtuvo una producción mayor de 1.5 ton/ha; la línea n° 2 tuvo un rendimiento intermedio, siendo aún superior a una tonelada por -- hectárea; aunque en el caso de la línea 4 el rendimiento fué mu-- cho menor, esto no debe ser motivo para descartarla, ya que tenía una menor densidad de población que las otras tres líneas, por lo que se debe seguir investigando su potencial genético.

1. INTRODUCCION

El cultivo del Amaranto en México se realiza desde antes de la conquista, tenía un papel importante en la alimentación de los habitantes del México prehispánico; algunas de las formas en que se aprovechaba este cultivo, consistían en la utilización del grano para elaborar harina, la cual se utilizaba en la elaboración de tortillas, panes y tamales; además de que la planta tierna se consumía en forma de verdura.

Por otra parte, también era utilizado en algunas ceremonias religiosas, como en la dedicada al Dios Huitzilopochtli. Debido a esto, el cultivo fue suprimido por los españoles, ya que éstos, a fin de destruir la religión azteca y suprimir sus ritos, abolieron estas ceremonias consideradas paganas y prohibieron el cultivo del Amaranto, destruyendo los que encontraban a su paso.

De esta manera, uno de los cultivos más importantes de la América precolombina cayó en desuso y fué casi extinguido, cuando otros cultivos, como el frijol y el maíz, han pasado a ocupar un lugar importante en la alimentación mundial.

Afortunadamente, algunas fuentes de germoplasma fueron conservadas, ya que fueron cultivadas en forma clandestina en lugares apartados. Gracias a ello en la actualidad, y debido a las investigaciones botánicas y etnológicas, se ha redescubierto el cultivo del Amaranto, aunque reducido a una mínima parte de lo que en un tiempo representó.

Es conveniente que se le haga una mayor difusión a este cultivo, el cual puede ser la solución a muchos problemas agrícolas y alimenticios, ya que es una planta muy bien adaptada a nuestros climas, de fácil cultivo, excelentes rendimientos y, sobre todo, de gran utilidad, ya que presenta un gran número de ventajas:

- a) Posee más proteínas que el promedio de los cereales.
- b) Su proteína se acerca mucho a la estructura de la proteína ideal.
- c) Se utiliza en la alimentación humana en diversas formas.

- d) Es un cultivo de alta productividad.
- e) Puede ser utilizado como forraje.
- f) La semilla puede ser almacenada durante mucho tiempo sin que sea atacada por plagas y enfermedades.

Sin embargo, este cultivo presenta también varias desventajas, como:

- a) Existe un gran desconocimiento respecto a este cultivo.
- b) Falta de estudios sobre el comportamiento del rendimiento al variar los factores de la producción.
- c) Carencia de herbicidas selectivos para combatir las malas hierbas en el cultivo, lo que dificulta su siembra en gran escala.
- d) Falta de difusión acerca de su valor nutritivo y forma de aprovechamiento, por lo que sólo se utiliza en la elaboración del dulce llamado "alegría".

Como puede observarse, las principales desventajas para el cultivo del Amaranto se pueden resumir en una sola causa: falta de una mayor investigación sobre el cultivo. Es por eso que se decidió realizar este trabajo, tendiente a despertar un mayor interés en este cultivo, para que en un futuro próximo se realicen investigaciones para acrecentar el conocimiento sobre el mismo.

Con este fin se realizó una prueba de adaptación de cuatro líneas de Amaranthus spp., para así poder estudiar las posibilidades de este cultivo en la zona de Cuautitlán; al mismo tiempo, la semilla obtenida servirá como base para realizar trabajos de investigación posteriores en la F. E. S. Cuautitlán.

De esta manera, se podrá empezar a ampliar la zona de cultivo del Amaranto, el cual puede ser una alternativa de solución al déficit cada vez mayor de alimentos básicos tradicionales, además de lograrse un mejoramiento en la alimentación humana, debido a la buena calidad alimenticia del Amaranto.

2. OBJETIVOS

- 1) Estudiar las posibilidades de adaptación de Amaranthus --
spp. a las condiciones específicas de la F. E. S. Cuautitlán.
- 2) Estudiar el comportamiento de las características agronómicas del Amaranthus spp. bajo estas mismas condiciones.
- 3) Cuantificar el rendimiento de cada una de las líneas y h
acer una comparación del mismo entre ellas.
- 4) Multiplicar la semilla del Amarantho para poder realizar --
investigaciones posteriores en la F. E. S. Cuautitlán.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. ORIGEN GEOGRAFICO

Sauer (citado por Alejandro, 1981) recopiló información con respecto al Amaranto, ubicando su origen indiscutiblemente en el continente Americano.

Para precisar su origen lo sitúa en el Suroeste de los Estados Unidos de América y Norte de México. Existen indicios de que tribus de esas zonas cultivaban el Amaranto para alimento; posteriores migraciones trasladaron el cultivo hacia la Mesa Central, donde alcanzó su mayor relevancia. En Arizona se encontraron semillas e inflorescencias bien preservadas en Tonto National Monument, región que estuvo ocupada por los indios Salado (Sauer, - - 1967).

Sauer (1974), menciona que las especies cultivadas y sus probables regiones de origen son:

1. A. hypochondriacus en el Noroeste y Centro de México.
2. A. cruentus en el Sureste de México y Centroamérica.
3. A. caudatus de los Andes. En los Andes Argentinos, la forma típica crece junto con un mutante conspicuo que produce inflorescencia en forma de racimo con un crecimiento determinado, una característica desconocida del Amaranto silvestre. Este mutante ha sido dispuesto en una categoría específica como A. edulis .

De acuerdo con Robertson (1981) cerca de 60 especies son nativas de América y cerca de 15 provienen de Europa, Asia, Africa, y Australia. Aún antes de los orígenes de la agricultura, algunos amarantos florecían en los campos alrededor de las aldeas de pescadores y las gentes de la época prehistórica indudablemente usaron estas plantas de diversas maneras (Sauer, 1957).

Siendo México un centro de origen del Amaranto, es indudable que se cuenta con una gran diversidad genética potencialmente -- aprovechable. Es necesario llevar a cabo una colección sistemáti

ca de variedades nativas y su consecuente procedimiento de conservación, caracterización y clasificación (Márquez, 1984).

Hauptli y Jain (citados por Sánchez, 1980) afirman que el género Amaranthus contiene cuatro especies antiguas que han sido útiles para grano: A. hypochondriacus, A. caudatus, A. cruentus y A. edulis. Son originarias de Centro y Sudamérica y fueron domesticadas antes o concurrentemente con el maíz.

3.2. ANTECEDENTES HISTORICOS

De acuerdo con las evidencias arqueológicas encontradas en Sur y Centroamérica, distintas especies de Amaranto, tanto semillas como partes vegetativas, fueron colectadas comúnmente por tribus indígenas de América para consumo humano (Granados y López, 1984).

Gómez (1984) señala que el cultivo del Amaranto en México se realiza desde los tiempos prehispánicos. Las tribus indígenas del Noroeste de México, particularmente los Yaquis de Sonora y Pericues de Baja California Sur, conocieron y aprovecharon el grano y hojas en su alimentación. Las tribus del Centro del país, especialmente los Aztecas le dedicaron una particular atención y lo convirtieron en uno de sus cultivos básicos, junto con el maíz, frijol y chíá.

El Amaranto formaba parte sustancial de la dieta cotidiana del hombre del Valle de México, ya que se le consideraba casi tan importante como el maíz y el frijol, e iba a la par con la chíá (semilla muy utilizada debido al aceite que posee). El Amaranto también llegó a ser importante como tributo como consta en el Códice Mendocino. Sólo los 4 productos agrícolas mencionados eran reconocidos en trojes, aunque el huauhtli o Amaranto lo era en menor cantidad (había 18 trojes para el Amaranto, 21 para la chíá, 21 para el frijol y 28 para el maíz), todavía a principios de la colonia estas semillas continuaron como gravámen. En el Códice Kingsborough se consigna una gran serie de artículos tanto de ori

gen animal como vegetal; uno de ellos es el Amaranto, que al parecer se tributaba como panoja. En el Códice Florentino, es la fuente histórica donde se encuentra una mayor información sobre el Amaranto u oauhtli, como allí se le llama; el nombre se aplica tanto a las amarantáceas como a las *Chnopodium* (Velasco y Heyden, 1984).

En la "Historia General de las cosas de la Nueva España", de Sahagún, donde se refiere a las hierbas comestibles cocidas, llama huauhtli al Amaranto, posteriormente hace una referencia a la técnica que se utiliza para el cultivo del Amaranto: "Siembro el amaranto. Brota. Su corona se alarga. Es transplantado. Transplanto el amaranto. Forma raíz, forma ramas, se vuelve redonda, como malacate. Las espigas emergen. Se convierte en (algo) como la hierba iztauhyatl. (La semilla) se hace como arena gruesa, se pone grande, se hincha, se madura. Trillo el amaranto. Lo froto con mis manos. Limpio el amaranto ..." (Velasco y Heyden, 1984).

Con la semilla del Amaranto los aztecas "hacían unos idolillos con figura humana, los cuales ponían en los adoratorios con candelas, inciensos y sahumerios, luego de lo cual los dueños de los idolillos los guardan con cuidado hasta el día siguiente, para que todos los de la fiesta se los coman a pedazos entre todos, como reliquias ...". De esta forma relataba Jacinto de la Serna en su libro "Idolatrías, Supersticiones, Dioses, Ritos, Hechicerías y otras costumbres gentilicias de las razas aborígenes de México", el uso del Amaranto en la fiesta religiosa dedicada al Dios Huitzilopochtli. Esta similitud del uso ritual del Amaranto con el sacramento de la eucaristía en el ritual católico, puesto que era "cosa del demonio" según los españoles de la época, hizo que el consumo de la planta del huautli fuera prohibido, debido a lo cual su cultivo decayó notablemente (Velasco y Heyden, 1984).

Además de este uso ceremonial el Amaranto se empleaba como hortaliza o legumbre en sopas, estofados y otras formas, llegando a constituir una apreciable fuente de energía, proteína, minerales y vitaminas. Es interesante señalar que en la India los usos

antiguos del Amaranto son similares a los de México: en forma de panes, con el nombre de "patties" y en forma de pequeñas esferas con el nombre de "laddoos", en ambos países se empleaban las semillas reventadas y el jarabe en su elaboración (Sánchez, 1980).

Como se mencionó anteriormente, el uso del Amaranto en ceremonias religiosas fue la razón principal por la cual los frailes españoles decidieron suprimir el cultivo y borrar toda huella de esas prácticas, construyendo inclusive sus iglesias y conventos - sobre los templos indígenas. Así fué como los aspectos religio--sos y por ende políticos de aquella época resultaron decisivos pa--ra la casi extinción del cultivo; sin embargo, importantes fuen--tes de germoplasma fueron perpetuados mediante el cultivo que se practicó clandestinamente en tiempos posteriores a la conquista y colonización de México por los españoles (Gómez, 1984).

3.3. CLASIFICACION TAXONOMICA

La familia Amaranthaceae (Dicotiledóneas, orden Caryophyllales) se compone de 60 géneros y cerca de 800 especies. Todas son plantas anuales herbáceas. Desde el punto de vista taxonómico se considera que este es un grupo complicado. Las especies de Ama--ranthus son difíciles de distinguir, especialmente para quienes - no se encuentran familiarizados con el grupo. Por otra parte, de--bido a que muchos taxónomos consideran únicamente a los amarantos como malezas, no toman el tiempo necesario para examinarlas cuida--dosamente (Mapes, 1984).

El género Amaranthus está dividido en dos secciones: Amaran--thus y Blitopsis (Alejandre, 1981). La sección Amaranthus, con - inflorescencias largas terminales y frutos dehiscentes circunsési--les, incluye todas las plantas domesticadas productoras de grano y las que han sido utilizadas como colorante, la mayoría de las - plantas de ornato y las malezas más comunes. La sección Blitop--sis abarca las especies con agrgados florales axilares y princi--palmente frutos no dehiscentes (Mapes, 1984).

Sánchez (1980) de acuerdo a la clasificación botánica reali--zada por Linneo y modificada por Saff, clasifica al Amaranto de -

la siguiente manera:

Reino: Vegetal.

División: Embriophita Sphonogamia.

Clase: Dicotiledónea.

Subclase: Arcichomidae.

Familia: Amarantácea

Género: Amaranthus

Especies importantes: hypochondriacus, hibridus, caudatus, -
cruentus, retroflexus, powelli, etc.

Los nombres que diferentes autores les han dado a éstas plantas son muy variados. Sin embargo, después de varios estudios se ha llegado a la conclusión de que las especies de semilla comestible se reducen a: Amaranthus hypochondriacus, A. caudatus y A. -- cruentus (Alejandro, 1981).

3.4. DESCRIPCION BOTANICA

Alejandro (1981) y Sánchez (1980) mencionan que el género Amaranthus comprende hierbas anuales, procumbentes o erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas. Plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina; algunas formas cultivadas son intensamente coloreadas. Los colores más comunes que se observan son verde, rojo, púrpura, púrpura intenso y rosa (solamente las semillas pálida y blanca son las que se usan como grano).

Las unidades básicas de la inflorescencia son llamadas glomérulos, cada uno consiste en una flor estaminada inicial y un número indefinido de flores femeninas. Los glomérulos están agrupados en un eje sin hojas para formar complejas inflorescencias llamadas técnicamente tirso, los cuales son llamados comunmente espigas o panojas. El eje principal de la inflorescencia es usualmente ramificado. La longitud y número de esas ramas con su ángulo y el eje principal determinan la forma de la inflorescencia -- (Alejandro, 1981).

Las flores son unisexuales, monoicas o dioicas, en densos ra

cimos cimosos situados en las axilas de las hojas y, en algunas especies, en tirso terminales densos, sin hojas; cada dicacio -- lleva una bráctea persistente de punta espinosa. Tépalos libres, 3-5 en flores estaminadas, 0-5 en flores pistiladas. Estambres -- libres 3-5; ramificaciones del estilo 3, plumosas. La femenina -- forma un utrículo circunsésil simple e indehisciente. Semilla lenticular, café oscura o blanca, con el embrión enrollado alrededor de un endospermo amiloso (Sánchez, 1980).

Los amarantos son polinizados característicamente por el -- viento, aunque presentan inflorescencias de colores muy intensos y son visitados ocasionalmente por las abejas (Khoshoo y Pol, citados por Granados y López, 1984). Los amarantos y sus especies cercanas son monoicos y autofértiles. La disposición y secuencia de floración de las flores unisexuales prefieren una combinación de autopolinización y polinización cruzada.

Sánchez (1980) reporta como la especie más comunmente encontrada en México al Amaranthus hypochondriacus (A. leucocarpus) -- aunque también se dan A. cruentus y otras especies no cultivadas, sin embargo, A. hypochondriacus es la más difundida y de mayor importancia actualmente, por lo que se hará una breve descripción -- de la especie:

Es una planta herbácea anual, de 1.5 a 2 m de altura con tallos que van desde el verde amarillento hasta el rojizo, ramificado desde la base y marcado con estrías longitudinales. Las hojas son pecioladas, alternas y ovaladas y miden cerca de 15 cm de largo y 10 cm de ancho; inflorescencias en panículas terminales o axilares muy ramificadas, de 10 cm de largo y con numerosas flores moradas, unisexuales, que miden de 4 a 5 mm. El fruto es una cápsula con dehiscencia transversal y uniovular. La semilla es -- blanca, lisa, brillante y ligeramente aplanada (Aguilar y Alatorre, 1978).

3.5. ECOLOGIA DEL CULTIVO

3.5.1. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS

Reyna (1984) señala que el Amaranto tiene una distribución --

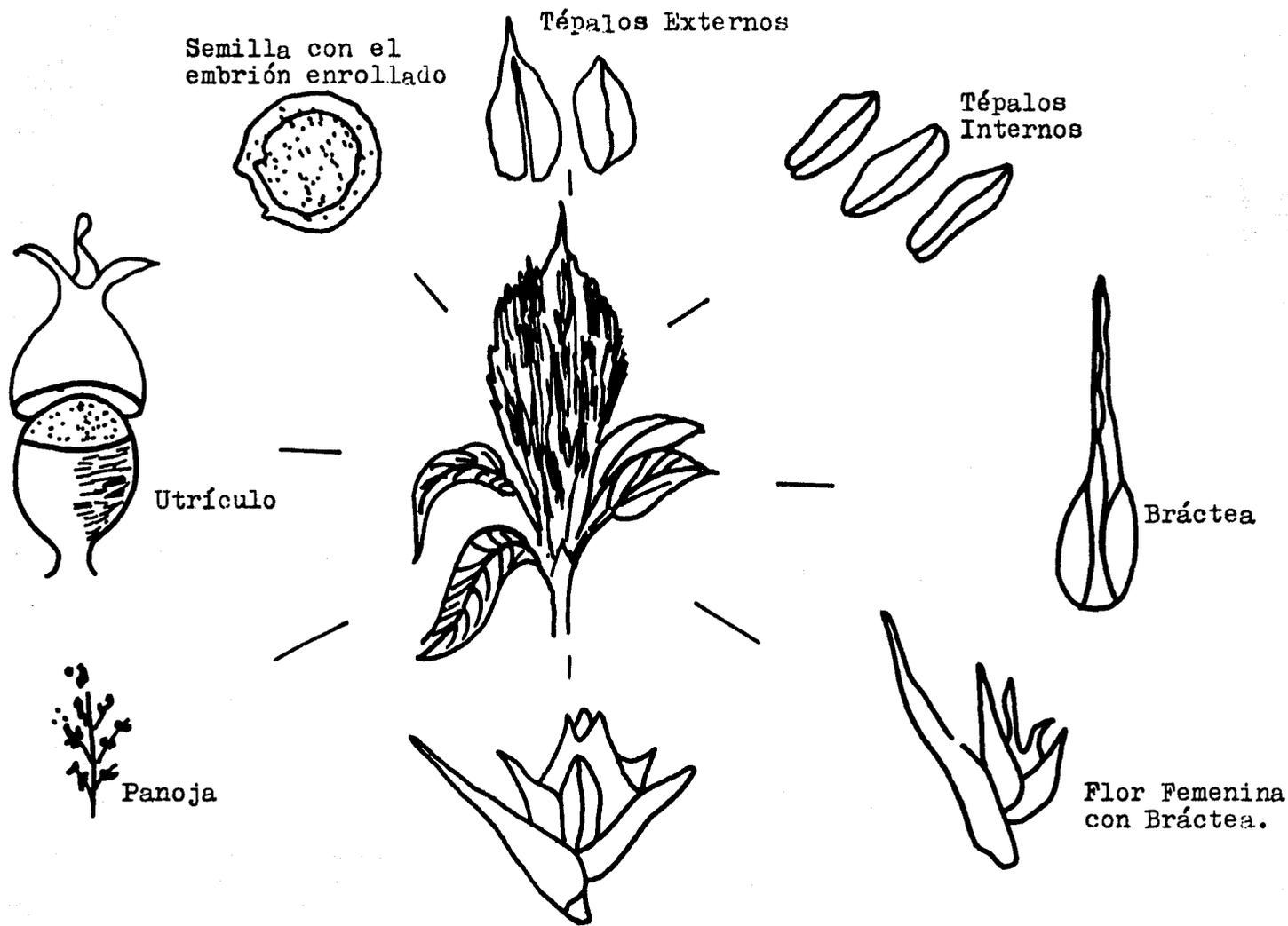


FIG. 1. INFLORESCENCIA Y ESTRUCTURA FLORAL DEL AMARANTO.

altitudinal muy amplia, se le puede encontrar desde el nivel del mar, donde predomina el clima cálido húmedo, hasta en regiones altas (más de 2 500 msnm), templadas húmedas, subhúmedas, semiáridas o áridas inclusive. Latitudinalmente se encuentra distribuido en lugares próximos al Ecuador, hasta en las latitudes medias y altas de 40° en ambos hemisferios. En cuanto a México, latitudinalmente se distribuye de los 16° a los 28° Norte; respecto a la temperatura, ha mostrado buen desarrollo desde en lugares muy calientes, con temperaturas altas (29° C) y uniformes todo el año como en Atoyac, Guerrero, hasta en localidades templadas (Tulyehualco y Milpa Alta, D. F.) con temperatura media anual de 14° C, inviernos definidos y presencia de heladas tempranas.

En lo que se refiere a la precipitación se ha observado que se le cultiva en condiciones de temporal aún en sitios con menos de 400 mm de lluvia al año y que se reciben exclusivamente durante el verano; pero es factible encontrarlo también en zonas donde la precipitación es más abundante, superior a 1 300 mm. En estas condiciones el rendimiento es similar o incluso mayor al del maíz (Reyna, 1984).

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen y modificada por E. García (1968) su cultivo se da en los climas Aw₀(W)(i')g, es decir, calientes con temperatura media anual mayor de 22° C los más secos de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano presencia de sequía intraestival, escasa precipitación invernal, con poca oscilación de temperatura.

También es frecuente que se le cultive en climas semicálidos (A) C, aquellos de transición entre los calientes y los templados o bien, en climas C(w) (w)b, templados, con temperatura media anual entre 12 y 18° C, con variados índices de subhúmedad, precipitación invernal reducida y veranos frescos (Reyna, 1984). Según

Alejandro (1981) se han obtenido cosechas aún en sitios con climas B (secos) caracterizados por recibir muy escasa precipitación durante el año y centrada principalmente durante el verano.

De todo lo anterior se puede desprender que el Amaranto es -

una planta con grandes perspectivas de éxito aún en regiones áridas.

3.5.2. REQUERIMIENTOS DE SUELO

Es muy poco lo que se conoce acerca de los requerimientos de suelo de A. hypochondriacus, sin embargo, se sabe que requiere de suelos aireados, con buen drenaje, altos niveles de Nitrógeno, un buen balance de Nitrógeno - Fósforo y cantidades adecuadas de Potasio, Calcio y Magnesio; es tolerante a suelos ácidos, altos en Aluminio y hasta a condiciones salitrosas. En cuanto a textura, es tolerante a suelos toscos, pero también prospera en suelos finos (Duncan, citado por Cervantes, 1982).

Schmidt (1977) reportó problemas con el cultivo cuando fue establecido en suelos arcillosos pobremente drenados. Señala también que el Amaranto es particularmente sensitivo a la disponibilidad de Fósforo y a un adecuado balance de Nitrógeno y Fósforo en el campo. También reportó un continuo incremento en el rendimiento cuando el nivel de Nitrógeno fue mayor de 200 kg/ha.

Harwood (1977) reporta que el Amaranto puede tolerar un amplio rango de condiciones de suelo, puede crecer en suelos muy ácidos con alto contenido de Aluminio, así como también en suelos salinos. La producción puede mantenerse sobre suelos fluctuando desde textura gruesa hasta textura fina.

3.5.3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Las especies silvestres están ampliamente distribuidas en todo el mundo. Dos de ellas, A. hybridus y A. powelli tienen particularmente un rango de latitudes muy amplio. A. spinosus y A. dubius son malezas tropicales bastantes esparcidas. De acuerdo con Sánchez (1980) el Amaranto se distribuye mundialmente de la siguiente forma:

En América: Existen varias regiones donde los amarantos se cultivan para grano: México, Suroeste de Estados Unidos, Guatemala, Perú, Bolivia, Argentina y Chile.

En Asia: Existe una amplia zona de distribución asiática -- del Amaranto para grano, que va desde Manchuria al interior de -- China y del Himalaya hasta Afganistán y Pérsia. Predominan A. leucocarpus y A. caudatus.

En Europa: Principalmente en España, Inglaterra, Hungría y -- Alemania. Todas las especies del género Amaranthus se esparcen -- en los terreno cultivados, los escombros, los bordes de los caminos, y casi se naturalizan en los países cálidos de Europa.

En Oceanía: A. gangeticus es encontrado en Nueva Guinea y -- Australia.

En Africa: A. caudatus se cultiva en Sierra Leona. En el -- Africa Occidental se emplean varias especies como hortalizas, se cosechan las plantas inmaduras o cuando todavía no florecen y se cocinan las partes verdes; otras especies se encuentran en Marruecos y el Africa tropical.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de la distribución mundial y usos actuales de especies comunes de Amaranthus.

En cuanto a su distribución en México, el Amaranto lo encontramos en los Estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, Distrito Federal, Chihuahua, Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. -- Los cuatro primeros estados son considerados como las principales regiones de cultivo del Amaranto, y en los demás sólo se encuentran vestigios del mismo.

3.6. CARACTERISTICAS FISIOLOGICAS

Hauptli (1977) hace referencia al potencial agronómico del -- amaranto, destacando el hecho de que esta planta siga en su proceso fotosintético, la ruta de fijación C_4 , la cual constituye una manera más eficiente de fijación del Carbono que la de las plantas C_3 . Las plantas con ruta C_4 crecen en general, más rápidamente que las C_3 , y emplean aproximadamente $3/5$ partes de la cantidad de agua utilizada por una planta C_3 para producir la misma -- cantidad de biomasa.

CUADRO 2.- DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES COMUNES DE AMARANTHUS.

Distribución principal	Especie o sinonimia	Usos actuales	Nombre vulgar	Cultivo.
México	A. hypochondriacus (A. Leucocarpus, A. paniculatus, var.A. silvestus)	Confitería	"Alegría" "Soforina"	+
	A. cruentus (A. paniculatus)	Confitería	"Alegría"	+
	A. hybridus	Sopas, estofados	Quintonil	-
	A. retroflexus	Ninguno	Quelite y "Bledo"	-
Estados Unidos	Los cuatro anteriores y además:	Ornamental		-
	A. possellii y otros	Ninguno	Pigweed y Commot	-
Centro y Sudamérica	Los cinco anteriores y además:	-	-	-
	A. caudatus	Hortaliza y grano	Quinoa, Cuime	+
	A. quitensis	Hortaliza y grano	Milmi	+
	A. dubius	Hortaliza	-	+
Asia	A. gangeticus (A. tricolor, A. oleraceus)	Hortaliza y grano	"Espinaca china", Tampala, etc.	+
	A. hypochondriacus	Hortaliza y grano	Tulsi, Dankhar	+
	A. spinosus	-	-	-

Distribución principal	Especie o sinonimia	Usos actuales	Nombre vulgar	Cultivo.
	A. lividus (A. Ascendens, A.- Blitum)	Hortaliza	Raigirch, etc.	
	A. Tristis (A. dubius)	Hortaliza	-	-
	A. cruentus (A. frumentaceus, A. paniculatus)	Hortaliza y grano	Anardana, Chua	-
	A. gracilis (A. viridis)	Ninguno	-	-
Africa	A. gracilis (A. viridis)	Hortaliza	-	-
	A. hypochondriacus	Hortaliza y ornamental	-	-
Europa	A. retroflexus	Ninguno	"Bledo" (España)	-
	A. albus	Ninguno	-	-
	A. Caudatus	Ninguno	-	-
	A. leucocarpus	Ornamental	-	-
	A. melancholicus	Ornamental	-	-
	A. lividus (A. blitum)	Ninguno	"Bledo" (España)	-
Oceania	A. gangeticus	Hortaliza y grano	-	-
	A. caudatus (A. edulis)	Hortaliza	-	-
	A. cruentus	Hortaliza y ornamental	-	-

FUENTE: SANCHEZ MARROQUIN (1980).

Una planta C_4 muestra ácidos de 4 Carbonos (málico y aspártico) como un primer producto de la fijación del CO_2 . Las plantas que realizan el metabolismo C_4 presentan normalmente una anatomía especial llamada Anatomía Kranz. Las plantas C_4 casi siempre -- muestran velocidades de fotosíntesis más rápidas que las especies C_3 cuando ambas son expuestas a altas intensidades de luz y temperaturas. Cuando el rango de temperatura es de 25 a 35°C y la intensidad de luz es alta, las plantas C_4 presentan una eficiencia -- mucho mayor (casi el doble) que las plantas C_3 para convertir la -- energía del sol en materia seca. Dicha eficiencia resulta princi -- palmente de la elevada fotorespiración en la planta C_3 e insigni -- ficante en plantas C_4 (Grajales y Martínez, 1982).

Por otro lado, los estomas se estrechan y a través de ellos se elimina muy poca agua. Todo esto permite que las células de -- las hojas de plantas C_4 fijen más energía, produzcan más glucosa -- y, por lo tanto más biomasa (Conn y Stumpf, 1972).

En relación con el fotoperiodo se han realizado escasos es -- tudios, pero aún así ya se dispone de un buen número de datos im -- portantes. Se sabe por ejemplo, que A. caudatus L. es una espe -- cie de día corto. En experimentos sobre respuestas fotoperiódic -- cas, esta especie floreció bajo fotoperiódos de 8 hrs. y no llegó a florear bajo iluminación continua ni con luz natural de días -- largos de primavera. La producción en peso seco es mayor bajo -- fotoperiódos largos y menor bajo iluminación continua (Sánchez, -- 1980).

3.6.1. ADAPTABILIDAD

Huaptli (1977) reporta que los amarantos tienen una gran -- plasticidad, esto es, que son capaces de producir en un amplio -- rango de ambientes.

Alejandro (1981) menciona que el amaranto tiene una morfolo -- gía extremadamente plástica. Ajusta rápidamente su tamaño, forma y niveles de producción a las limitaciones ambientales, sobre to -- do disponibilidad de nutrientes en el suelo.

En México existe la especie Amaranthus hypochondriacus, que se caracteriza por su gran adaptabilidad a diferentes climas y ciclos de luz, además de resistencia a enfermedades y sequías (Aguilar y Alatorre, 1978). Esta especie se encuentra distribuida -- tanto en zonas de climas templado o semiárido, como en las regiones tropicales, lo que revela una gran capacidad para adaptarse a diferentes ambientes y ciclos de luz, así como su resistencia a la sequía (Haberern, citado por Cervantes, 1982).

3.7. CULTIVO DEL AMARANTO

3.7.1. PRINCIPALES REGIONES PRODUCTORAS EN MEXICO

El cultivo del Amaranto se realiza actualmente en pequeñas regiones de México; las que han persistido a través de los años. Los lugares reportados para el cultivo del Amaranto incluyen los siguientes:

Distrito Federal: Milpa Alta, San Gregorio, Atlapulco, Tulyehualco.

Edo. de México: Cocotitlán, Chiconcuac, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico.

Morelos: Amilcingo, Huazulco, Huitzililla.

Tlaxcala: Apizaco, Contla, Ixtenco, San Miguel del Milagro, y Tlaxcala.

Guerrero: Altamirano, Atoyac, Chilapa, Tlacotepec.

Puebla: Acatlán, Atlixco, Calmecca, Huaquechula, Tepexco.

Oaxaca: Iztlán de Juárez, San Miguel Suchixtepec, Zimatlán.

Michoacán: Charán, Chilchota, Tzintzuntzan.

Jalisco: Tlajomulco, Tlaquepaque, Tuxpan, Zacoalco.

Chihuahua: Cusiuhiriáchic.

Se reporta también su cultivo en los estados de Sonora y Sinaloa, pero sin especificar los municipios en donde se le cultiva (Reyna, 1984; Martine , 1979).

Son consideradas como las principales regiones productoras y en donde el Amaranto juega un papel de cierta importancia económica para sus pobladores las siguientes regiones:

1. Tlaxcala: El Amaranto se cultiva aquí bajo el sistema de siembra directa y en condiciones de temporal.
2. Puebla: La mayoría de las plantaciones de Amaranto se realiza bajo el sistema de siembra directa y en condiciones de temporal. Sin embargo, algunas plantaciones se establecen con riego.
3. Morelos: El Amaranto se cultiva en diversos sitios del Estado, generalmente bajo condiciones de temporal y la siembra se hace en forma directa.
4. Tulyehualco, D.F. : En esta localidad la siembra del Amaranto se realiza siguiendo en buena parte la técnica de las Chinampas, esto es, se realiza un trasplante para establecer el cultivo. (Gómez, 1984).

Como puede observarse, el cultivo del amaranto se establece en dos formas, dependiendo de la región: la siembra de trasplante, utilizando la técnica de las chinampas (en Tulyehualco) y la siembra directa, que se realiza en las demás zonas donde se ha reportado su cultivo.

A continuación se describen los 2 métodos de cultivo.

3.7.2. SIEMBRA DE TRANSPLANTE

En Tulyehualco el cultivo es de temporal y pasa por 2 etapas el almácigo, y el trasplante, que se realiza en las faldas de los cerros cercanos. El almácigo generalmente se prepara a fines de abril o principios de mayo, para efectuar el trasplante en el inicio de la temporada de lluvias, que generalmente ocurre a partir de junio (Early, 1977).

El almácigo se coloca en una esquina de la parcela, para ello se empareja y bordea esta parte, con un ancho de entre 1 y 2 metros y una longitud que varía de 5 hasta 20 metros, con una

esperso de 10-12 cm. esto último se hace con el lodo que es extraído de los canales, dejándose secar así, hasta que se pueda cortar para formar pequeños cubos de 4-5 cm por lado.

Posteriormente que es rayado el almácigo se esparsa homogéneamente la semilla sobre él, cuidando que la consistencia del lodo sea tal que retenga las semillas, o bien por otro lado se puede hacer pequeños agujeros de 1 cm de profundidad en cada uno y colocando más o menos 8 semillas en cada uno (Alejandre, 1981; Gómez, 1984; Granados y López, 1984).

Una vez realizada la siembra, se tapa con estiércol de bovino seco y molido, dejándose así hasta que emerjan las plantitas para luego barrerlo.

Transcurridos de 20 a 30 días después de la siembra, aproximadamente cuando las plantas tienen una altura de 15 a 20 cm, se seleccionan en cada chapín las 5 ó 6 plantas más robustas para su transplante, al inicio de la temporada de lluvia, lo cual ocurre a principios de mayo o junio. Los chapines son separados y colocados en un lugar aparte.

Luego de una lluvia suficiente, los chapines son transportados en huacales a lomo de mula hasta la parcela, en donde se realiza el surcado con la técnica e implemento tradicional. Estos surcos tienen una separación entre sí de un metro y con una profundidad de 30 cm, siguiendo el trazo de los mismos, un sembrador lleva un manojo de chapines en una penca de maguey, depositando los sobre los surcos a una distancia de 80 cm, luego de colocar los chapines otro campesino realiza el transplante, para lo cual hace un agujero con la mano y en el fondo coloca el chapín, compactando bien el suelo alrededor para ayudar a que las raíces tomen mayor contacto con la humedad.

Después de 20 a 30 días se realiza la fertilización; para ello los campesinos utilizan fertilizantes químicos (Superfosfato simple), otros utilizan abono orgánico siendo este generalmente estiércol. Después de fertilizar se pasa el arado, con lo cual se va cubriendo parte de la planta y así se tenga un mayor sopor-

te en las plantas (Alejandre, 1981; Gómez, 1984).

Aproximadamente 30 días después de transplantar, y cuando las plantas tienen un metro de altura se acostumbra realizar la práctica que se conoce en la región como " dar montón ", en la que el arado va arrimando tierra en la base de las plantas, enterrando las malezas que están en el surco, así como las que se encuentran entre las plantas (Early, 1977; Gómez, 1984).

Según observaciones, esto propicia el desarrollo de muchas raíces secundarias y raicillas, lo cual contribuye a la formación de un sistema radical fuerte que evita que los vientos acamen a las plantas. Además esto favorece al desarrollo rápido de las plantas que así evita la competencia de las malezas por agua y nutrientes.

Según Gómez (1984) el amaranto se cosecha a fines de noviembre y principio de diciembre. Para el campesino el mejor indicador de la maduración de las plantas es cuando toda la plantación ha tirado las hojas, entonces únicamente quedan las panojas y tallos desnudos, momento en el que adquieren una peculiar coloración pardo dorado. Al examinar al tacto el grano y aplastarlo, este tiene una consistencia dura.

Para la siega los campesinos prefieren las primeras horas de la mañana, pues es cuando las panojas están húmedas por el rocío; entonces hay menos dehiscencia de los utrículos y, por lo tanto es menor la caída de semillas. Las plantas se cortan cerca del nivel del suelo. Si las semillas están secas, se pueden cosechar el mismo día, sino son colocadas sobre los surcos en forma de gavillas, dejándolas durante varios días para que se lleve a cabo el secado (Alejandre, 1981; Gómez, 1984).

Posteriormente que las panojas ya se encuentran secas son transportadas por medio de una lona u otra cosa hasta un lugar donde se encuentra extendida una lona grande, en donde las panojas son golpeadas con un palo, o paso de un animal, la semilla es separada del tamo grueso por medio de un tamiz (los campesinos lo llaman arnero) hecho de ayate o un tamiz de malla de alambre. El

ayate es tendido entre cuatro postes enterrados en el suelo. La malla es la misma que se usa en construcción para tamizar la arena. Después del tamizado inicial, una segunda limpieza se realiza usando una malla más fina, abajo de la malla se coloca una manta para juntar la semilla (Early, 1977).

Finalmente el tamo grueso es apartado lejos con la ayuda del viento y un golpe que se dá bajo el arnero en la dirección conveniente una vez limpia la semilla, se coloca en costales que son transportados a lomo de mula hasta la parte baja de los cerros y se guarda a un lado de la vivienda de los campesinos (Gómez, 1984)

La semilla puede conservarse libre de plagas y enfermedades por varios años, mientras se mantenga en un lugar seco, fresco y ventilado. Una vez retirado el amaranto, los trozos que quedan son enterrados al arar, y la parcela se deja descansar o se siembra otro cultivo. Esto se realiza debido a que el Amaranto es -- un cultivo agotador del suelo.

3.7.3. SIEMBRA DIRECTA

A continuación se describe la técnica utilizada en el Estado de Morelos para la siembra del Amaranto:

En Morelos hay 2 técnicas básicas para sembrar el Amaranto: el bandeado en el cual las semillas son sembradas en surco y más tarde se aclarean y el mateado, en el cual las semillas son espaciadas en la siembra y el aclareo no es necesario.

En ambos sistemas un caballó o mula ara los surcos a 60 cm y las semillas se plantan en lo alto del surco. En el sistema de bandeado, el campesino siguiendo el arador arroja estiércol seco de vaca sobre lo alto del surco donde irán las semillas. Un sembrador lo sigue, dejando caer la semilla de entre sus dedos siguiendo la línea de estiércol. Con una cuerda ata una rama de árbol a su cintura, la cual rastrea detrás de él, y pasa ligeramente el estiércol y el suelo sobre las semillas. (Early, 1977).

Después de 20 días las plantas se aclarean dejando de 3 a 4 plantas a cada 35 cm y se le agrega estiércol de vaca alrededor -

de las mismas.

En el sistema de mateado las semillas se siembran dejando -- una pizca de la misma cada 35 cm y se cubren arrojando tierra sobre ellas, ya sea con la mano o con el pie. Después de 20 días -- se coloca el fertilizante alrededor de las plantas; la fertilización se hace con productor comerciales (Alejandre, 1981).

Generalmente el Amaranto se siembra en junio para hacer cosechado en octubre y noviembre. El índice para la cosecha es -- cuando las hojas llegan a la senescencia, se tornan amarillas y el tallo toma una coloración negruzca, entonces las panojas se cortan y se acomodan en un petate; las semillas se separan golpeando las y se vierten a un tamiz de malla metálica, el cual está montado en un marco de madera, sostenido por cuatro postes. Las semillas se vierten a través de la malla y con la ayuda del viento y abanicando con un soplador estas mismas son separadas del tamo. -- Antes de almacenarlas, las semillas se ponen a secar al sol por tres días sobre unas mantas. Una vez secas se envasan en costales para venderla como grano a los comerciantes de la región, o para utilizarla poco a poco durante todo el año en la elaboración del dulce llamado "alegría". (alejandre, 1981; Gómez, 1984) .

3.7.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Existe poca información sobre problemas de plagas y enfermedades.

Plagas: En la granja experimental de la Organic Gardening -- and Farming, se observó la chinche deslustrada (Lygus lineolaris) creciendo algunas veces en densas poblaciones sobre plantas maduras (Alejandre, 1981).

Otra plaga reportada es el picudo barrenador rejgire (Hypo--lixus truncatus), del cual las larvas barrenan los tallos y los adultos se alimentan de hojas tiernas. Esta plaga se presenta -- ampliamente en la India. Para su control, al barbechar, se aplica una mezcla de DDT 5 % y BHC 5 % en dosis de 5 Kg/Ha. Cuando la -- infestación se presenta se puede hacer una dispersión de polvo -- humectable, al 0.2 %, de DDT.

En México suele aparecer un insecto llamado "barrilito", clasificado como Hypolixus trunculatus, el cual ataca la hoja. Se dice que no es posible combatirlo mediante la aplicación de insecticidas usuales (Sánchez, 1980).

Alejandre (1981), reporta la presencia de pulgón (Aphis fabae) el cual se presentó en la etapa de emergencia de la panoja; las colonias del áfido se desarrollan en el envés de la hoja y provocan un enchinamiento. Otra plaga fué el gusano minador que hace pequeñas galerías en las hojas, provocando la formación de pequeñas áreas necróticas que se van desprendiendo, quedando finalmente las hojas perforadas. En general la incidencia de estas plagas no produjo daños considerables en el área experimental del cultivo.

En el área de Tulyehualco la tuza es una de las plagas más dañinas y se manifiesta en esta región desde el inicio de la plantación (luego del transplante). Su ataque prevalece en casi todo el ciclo del cultivo prácticamente hasta la época de la cosecha. En cambio, otros animales, como el hurón y el conejo manifiestan su influencia nociva sólo al inicio de la plantación, pues luego se desplazan a otros sitios para alimentarse de elementos de la vegetación silvestre que crecen alrededor de la parcela (Gómez, 1984).

Enfermedades: En cuanto a las enfermedades la información es escasa únicamente Sánchez (1980) reporta el Tizón de las hojas y flores de Amaranthus paniculatus, el cual es producido por Alternaria amaranthi.

3.8. USOS DEL AMARANTO

A continuación se describen los usos actuales tanto de la semilla como de la hoja de Amarantho, así mismo, se mencionan algunos usos potenciales de las mismas, de acuerdo a los resultados obtenidos en diversas investigaciones.

3.8.1. USOS DE LA SEMILLA

Actualmente la gente que la consume le dá varios usos, aun--

que el principal es la elaboración del dulce llamado "alegría", - el cual se elabora de la siguiente manera:

Sobre un bracero con carbón encendido se pone un comal de -- barro hasta que adquiriera la temperatura adecuada, sobre él se pone un puño de semilla de Amaranto y se remueve con una escobeti-- lla, las semillas comienzan a "reventar" como los granos de maíz-- al hacer "palomitas". En unos cuantos segundos revientan todas la semilla y se sacan del comal. La semilla reventada se mezcla con miel de piloncillo, de abeja o de azúcar derretida. Se amasa --- bien y se mete en un molde de madera de aproximadamente un cm de espesor. Se comprime bien la masa pegajosa dentro del molde y se deja secar, posteriormente se saca del molde y se corta en tro--- zos de diferentes tamaños para llevar éstos a vender (Aguilar y Alatorre, 1978).

Martine (1979) realizó un estudio sobre el efecto del tosta-- do en el valor nutritivo de la semilla del amaranto y encontró -- que la semilla tostada tuvo un cierto incremento en el contenido de proteína y de fibra cruda, disminuyendo los carbohidratos so-- lubles además de una cierta disminución en los niveles de vitami-- nas y minerales, a excepción del Calcio, que se incrementó un po-- co con el tostado.

Otro uso que se le da a la semilla es la elaboración de ta-- males, llamados "chuales" en los pueblos circundantes al Lago de Texcoco. Los "chuales" tienen una pasta de haba en el centro cu-- bierta por una masa hecha, ya sea de Amaranto, de maíz azul o de harina de huazontle. Los tamales a cocer envueltos en hojas de -- maíz (Early, 1977).

Aguilar y Alatorre (1978) consideran que la elaboración de -- estos tamales tienen un significado místico, ya que solo se ela-- boran en los días de fiestas importantes, tales como el día de - muertos o la semana santa.

En el Estado de Michoacán utilizan la semilla de Amaranto, -- junto con el maíz azul en la elaboración de tamales llamados "cha patas", además, junto con el maíz rojo se usa en la preparación -

de tortillas. En ambos casos la pasta resultante es endulzada con piloncillo (Mapes, 1984).

Early (1977) menciona que algunos campesinos del área circun--
dante al Lago de Texcoco hacen atole de Amaranto como remedio di--
sentería; para ello revientan las semillas en el comal, las mue--
len hasta convertirlas en harina y ésta la mezclan en agua hir--
viendo para que se cueza durante 10 minutos.

En Asia se utiliza de manera muy similar a com se hace en Mé--
xico, se tuesta y se muele. Con la harina se hacen galletas, pare--
cidas a tortillas, llamadas "chapatis". También se hace atole o --
se revientan las semillas y se hacen dulces con miel o jarabe de--
azúcar. Entre los hindués el único alimento permitido en algunos
días festivos es el Amaranto "reventado", con leche (Aguilar y --
Alatorre, 1978).

En cuanto a los usos potenciales de la semilla del amaranto--
Torres (1984) considera el amaranto como alternativa de fortifi--
cación de las pastas alimenticias, ya que realizó estudios de for--
tificación de sémola con harina integral de amaranto y obtuvo re--
sultados favorables; además reporta que también es factible for--
tificar la harina de trigo con harina de amaranto para la elabora--
ción de pan y galletas.

Por otra parte, Barrera (1984) considera que las aplicacio--
nes del amaranto (semilla) son principalmente en forma de hari--
na para panificación, pastas, galletas y muchas formas dentro de--
formulaciones de fortificaciones proteínicas, ya que las deficien--
cias de esta índole de algunos cereales pueden ser suplidas con --
las proteínas de buena calidad que tiene el amaranto.

Se han relizado diferentes estudios de elaboración de diver--
sos productos a base de amaranto, de los cuales se pueden desta--
car los siguientes:

Domingo y Sánchez (1984) evaluaron la utilización de hari--
nas de amaranto para la elaboración de pan tipo caja, en combina--
ción con la de arroz, cebada y garbanzo, y encontraron que los --

productos finales seleccionados fueron de una calidad bromatológica y valor calórico muy similares al pan integral que fué -- utilizado como testigo, además de que tuvo prácticamente la misma adaptabilidad que el testigo.

Sánchez, et al.(1984) estudiaron la inclusión de la harina integral de amaranto en la elaboración de spaghetti y macarrones, y encontraron que las fórmulas seleccionadas mostraron una discreta elevación del contenido de proteína, un mejor balance de aminoácidos y una eficiencia proteínica superior sin afectar el grado de aceptabilidad.

Cifuentes (1984) estudió el efecto de un tratamiento de -- cocción alcalina (nixtamalización) sobre el valor nutritivo de las semillas y concluyó que este proceso se puede llevar a cabo a las condiciones estándares del proceso empleado en el maíz, -- gracias a lo cual se le puede adicionar semilla de amaranto a -- la masa para la elaboración de las tortillas, aumentando así el valor nutritivo de las mismas.

Camacho, et al. (1984) realizaron una investigación para -- elaborar una pasta de sopa a base de amaranto, y encontraron -- que el glúten de trigo (como aditivo), permitió elaborar pas-- tas con contenidos de amaranto superiores el 70 %, con buena -- consistencia y poco desprendimiento de sólidos en el cocimiento. Por otra parte, el contenido de proteína de las pastas fue supe-- rior el 20 % con respecto a las pastas de trigo y fueron tan -- aceptadas como una pasta comercial de trigo integral.

3.8.2. USOS DE LA HOJA

Las hojas del amaranto pueden consumirse como verdura has-- ta antes de la floración y si el cultivo tiene por objeto la -- producción de semilla, entonces la parte vegetativa es suscep-- tible de ser aprovechada como forraje de alto valor bromatológi-- co (Granados y López, 1984).

Mapes (1984) menciona que en muchas regiones del país, -- las hojas de amaranto se comen cocidas o fritas en manteca.

Entre los Totonacas de Tajín , Veracruz , las hojas se mezclan con semillas de calabaza, nuez, cilantro, cebolla, chile y otras veces las hojas se baten con huevo y se fríen para agre-garlas a los frijoles.

En lo referente al uso potencial de la hoja de amaranto se deben de tomar en cuenta los siguientes datos: El rendimiento - por hectárea de cultivo de la hoja de amaranto es de 3,800 a - 4,100 kg / Ha o más de 10 ton / Ha, paralelo a un rendimiento - de semilla de 693 a 3,900 kg / Ha, debido a que esta planta produce semillas y hojas simultáneamente, se ubica ventajosamente - sobre otras, como la espinaca, que solo produce hojas. Cuando - no hay rendimientos altos de grano o cuando la planta entera no desarrolla al máximo, las hojas pueden aprovecharse para la alimentación (Briones, et al, 1984).

A continuación se dá una lista de productos que se reco--miendan para ser elaborados con las partes vegetativas del ama--ranto:

Hoja entera cruda: Sopas, ensaladas, estofados, concentra--dos proteínicos.

Planta entera cruda: Forrajes, concentrados proteínicos.

Inflorescencia cocida: Estofados, guisos diversos.

Hoja cocida: Sopas, estofados, productos instantáneos.

Tallo y planta entera cocida: Complemento alimenticio con--centrado proteínico.

Hoja precocida: Alimentos infantiles.

Tallo Precocido: Suplemento mineral.

Esta lista de productos fué elaborada en base a estudios - realizados por Briones, et al, (1984) y de los cuales se obtu--vieron resultados positivos en cuanto a su valor alimenticio, - aún cuando su precio resulta un tanto elevado, siendo factible--que se pueda reducir en el futuro.

3.9. PERFIL BROMATOLOGICO DEL AMARANTO

3.9.1. VALOR NUTRITIVO DE LA SEMILLA

Casillas (1984) considera a la semilla como un producto -- con cualidades nutricionales excepcionales, ya que su contenido y calidad de su proteína, así como su alto contenido de ácido -- linoléico indican su potencialidad como fuente de nutrientes en la alimentación.

Los análisis Químicos realizados por Hunziker (1943) muestran que la semilla del amaranto es comparable a los cereales -- en cuanto a su contenido de carbohidratos, pero superior a éstos -- en cuanto a su contenido de proteínas y de grasas.

PROTEINAS

La semilla del amaranto tiene un contenido de proteína -- muy alto; además su balance de aminoácidos es excelente; la metionina parece ser el aminoácido limitante del A. hypochondriacus, aunque no de otros amarantos, como el A. edulis (Medina, -- 1982).

En términos de proteínas, las semillas del amaranto se encuentran entre los cereales y las leguminosas, no solo en cantidad (15 a 17 gr / 100 gr en los amarantos, 7 a 12 % en los cereales y 16 a 37 % en las leguminosas) sino también en su contenido de aminoácidos. En efecto, los amarantos son ricos en -- lisina, -- que es limitante en los cereales -- y en aminoácidos azufrados -- que es limitante en las leguminosas --, por lo que pueden combinarse unos y otros complementariamente. Las deficiencias -- en los amarantos son los aminoácidos ramificados, particularmente en leucina, que abunda en la dieta (Bourges, 1984).

En el cuadro 3, se presentan análisis de aminoácidos de -- proteína de la semilla de diferentes amarantos, obtenidos por -- distintos autores.

CUADRO 3. CONCENTRACION DE LOS AMINOACIDOS INDISPENSABLES -- EN LA PROTEINA DE SEMILLAS DE DISTINTAS ESPECIES DE AMARANTO (mg /16 mg de N).

	leuco- carpus	cauda tus	hypochon- driacus	cruen- tus	patrón ^o	
VALINA	4.0	4.6	4.1	4.5	4.2	5.0
ISOLEUCINA	3.8	4.1	3.6	3.9	3.6	4.0
LEUCINA	6.0	6.6	5.3	5.7	5.1	7.0
TREONINA	3.6	3.9	3.5	3.6	3.4	4.0
LISINA	6.4	3.8	5.3	5.5	5.1	5.5
TRIPTOFANO	1.0	0.45	-	-	-	1.0

° PATRON PROVISIONAL FAO/OMS, 1973. Fuente: Bourges, 1984.

En estudios realizados por Martine (1979) encontró que las pruebas biológicas de la calidad de la proteína, indicaron que la semilla cruda de alegría tiene una proteína de muy buena calidad; en la semilla tostada observó un cierto incremento en el contenido de proteína y de fibra cruda, además de un bajo contenido de triptofano, el cual considera como el aminoácido limitante.

CUADRO 4. BALANCE DE AMINOACIDOS
 Granos por 100 gramos de aminoácidos esenciales en cada alimento.

	Treo- nina	Vali- na	Leu- cina	Isoleu- cina	Lisi- na	Metio- nina	Fenil- alanina	Triptó- fano	Contenido de proteína
Proteína ideal	11.1	13.9	19.4	11.1	15.3	9.7	16.7	2.8	100.0
Amaranto (semilla)	11.4	10.6	14.8	10.2	16.6	11.2	23.1	2.1	75.0
Trigo entero	8.9	13.5	20.4	10.0	8.7	12.3	22.9	3.3	56.9
Soya	9.8	12.2	19.8	11.6	16.2	6.6	20.6	3.3	68.0
Leche de vaca	9.4	12.3	20.2	10.0	16.5	7.0	21.5	3.0	72.2

FUENTE: Análisis de laboratorio efectuados por Indigenous food Consultation Inc., Ann Arbor, Michigan (patrocinados por Rodale Research and Devebpmnt). En Sánchez M. (1980)

LIPIDOS

En cuanto a los lípidos, el porcentaje de grasas en la semilla es comparable con el del maíz, y es más alto que el de la mayoría de los otros cereales. Se puede decir que las grasas del Amaranto tienen una buena calidad nutricional, ya que la proporción de ácido linoléico es alta y la de ácido linolénico es baja (Aguilar y Alatorre, 1984)

De acuerdo con Carlsson (citado por Bourges 1984) el aceite de amaranto está compuesto en un 90 % por triglicéridos, en un 6.4 % por glicolípidos y en un 3.6 % por fosfolípidos. Los ácidos graso más abundantes son los linoléicos (44-58 %), el oléico (19-29 %) y el palmítico (11.5-21.3 %), es decir que es saturado apenas en un 25 %.

VITAMINAS

Existen pocos datos al respecto; por ejemplo, Martine (19 - 79) reporta que en la semilla cruda se encontraron en bajas concentraciones: Tiamina, 0.26 mg / 100 gr; Riboflavina, 0.023 mg / 100 gr; ácido ascórbico , 1.8 mg / 100 y Niacina, 2.14 mg / - - 100 gr.

CUADRO 5. CONCENTRACION MEDIA DE ALGUNAS VITAMINAS EN SEMILLA DE AMARANTO (mg /100 gr).

TIAMINA	0.25 - 0.90
RIBOFLAVINA	0.03 - 0.29
NIACINA	1.10 - 2.10
VITAMINA C	1.70 - 2.80

FUENTE: Bourges, 1984.

NUTRIMENTOS INORGANICOS

En cuanto a minerales se destaca el contenido relativamente alto de Calcio, Fósforo, Zinc, Hierro y, sobre todo, Magnesio, - que encuentran cantidades mayores que en la mayoría de los cereales (Aguilar y Alatorre, 1978; Bourges, 1984).

La relación Calcio/Fósforo es poco favorable, como suele -- ocurrir con la mayoría de las semillas. También, al igual que -- otras semillas, a pesar de una concentración alta de Hierro (5 -- a 7 mg/100 gr) que posiblemente abatan su disponibilidad (Bour-- ges, 1984).

CUADRO 6. CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS INORGANICOS- EN SEMILLAS DE AMARANTO (mg/kg o PPM).

CALCIO	2660 - 3700
FOSFORO	3970 - 4910
HIERRO	52 - 70
MAGNESIO	2700
ZINC	35
BORO	9
MANGANESO	29 - 31

FUENTE: Bourges, 1984.

FACTORES "ANTIFISIOLOGICOS"

Según Martine (1979) los factores antifisiológicos (como ~~se~~ factor antititríptico, hemaglutinas, saponinas y glúcósidos) no representan un impedimento para el consumo de esta semilla, debi do a que se encuentran en bajos concentraciones.

En el Cuadro 7 se presenta una tabla sobre la composición química de las semillas de amarantos de diferentes especies.

En el cuadro 8 se presenta una composición química de semi llas de amaranto con otras semillas utilizadas en la alimenta-- ción.

CUADRO 7. DATOS SOBRE LA COMPOSICION DE LAS SEMILLAS
DE AMARANTOS MEXICANOS.

Análisis	Amaranthus hypochondriacus Tulyehualco	Amaranthus cruentus Huazulco	A. hybridus Yucatán	A. retroflexus Nuevo León	A.leucarpus (A.hypochon- driacus)(dese- cado)
Húmedad g %	85.70	86.10	76.90	-	10.06
Cenizas g %	3.28	3.0	1.8	22.63	2.74
Proteínas g %	13.41	14.0	12.06	16.62	14.62
Fibra cruda g%	1.16	-	1.93	17.70	0.54
Calcio mg %	158	190	343	-	214
Fósforo mg %	85	39	50	58	611
Hierro mg %	7.80	4.6	6.24	1.13	10.92
Tiamina mg %	0.03	0.12	0.07	-	0.26
Riboflavina mg%	0.17	0.19	0.16	-	0.15
Niacina mg %	1.16	0.57	0.58	-	0.85
Carbohidratos	5.14	-	16.5	-	-
Acido ascórbico	15.3	61.9	45.1	-	-

FUENTE: Sánchez M., 1980

1
33
1

CUADRO 8. COMPOSICION QUIMICA DE SEMILLAS DE
AMARANTO Y OTRAS.

Semillas	Calo- rías	Húme- dad %	Proteí- na g%	Gra- sa g%	Carbo- hidratos g%	Fi- bra g%	Ceni- zas g%	Tia- nina mg%	Ribo- flavina mg%	Nia- cina mg%	Acido ascórbico mg%
Amaranthus spp.	382.8	11.3	14.5	7.5	60.4	7.5	2.9	0.14	0.32	1.0	3.0
Amaranthus spp.	356.0	12.7	14.0	6.0	63.1	9.4	4.2	-	-	-	-
A. cauda- tus	358.0	12.3	12.9	7.2	65.1	6.7	2.5	0.14	0.32	1.0	3.0
A. hypo- chondriacus	391.0	9.4	15.3	7.1	62.7	2.9	2.6	-	-	-	-
Cebada	348.0	10.5	9.7	1.9	75.4	6.5	2.5	0.38	0.20	7.2	huellas
Maíz amari- llo	361.0	10.6	9.4	4.3	74.4	1.8	1.3	0.43	0.10	1.9	huellas
Avena	390.0	8.3	14.2	7.4	68.2	1.2	1.9	0.60	0.14	1.0	0
Arroz	360.0	12.0	7.5	1.9	77.4	0.9	1.2	0.34	0.05	4.7	0
Frijol (Ne- gro y bayo)	339.0	11.2	22.3	1.5	61.2	4.4	3.8	0.55	0.20	2.2	-
Lentejas	340.0	11.1	3.4	1.1	60.1	3.9	3.0	0.37	0.22	2.0	-
Soya	403.0	10.0	34.1	17.7	33.5	4.9	4.7	1.10	1.31	2.2	-

FUENTE: Sánchez M., 1980.

3.9.2. VALOR NUTRITIVO DE LA HOJA

Como se mencionó anteriormente, el Amaranto puede ser utilizado hasta antes de su floración como hortaliza, pues posee características alimenticias muy ventajosas, al respecto se puede ver un análisis comparativo del amaranto con otras hortalizas:

CUADRO 9. COMPOSICION DE HORTALIZAS CRUDAS (HOJAS); --
NUTRIENTES SELECCIONADOS EN 100 gr .

	Amaranto (A. hypochondriacus)	Espinaca	Acelga	Col Común
Húmedad	86.9 %	90.7 %	91.1 %	87.5 %
Proteína	3.5 gr	3.2 gr	2.4 gr	4.2 gr
Calcio	0.267 gr	0.093gr	0.088gr	0.179gr
Fósforo	67 mg	51 mg	39 mg	73 mg
Hierro	3.9 mg	3.1 mg	3.2 mg	2.2 mg
Vitamina A	6100 U.I.	8100 U.I.	6500 U.I.	8900 U.I.
Tiamina	0.08 mg	0.10 mg	0.06mg	-
Riboflavina	0.16 mg	0.20 mg	0.17mg	-
Niacina	1.40 mg	0.60 mg	0.50mg	-
Ac. Ascórbico	80.0 mg	51.0 mg	32.0 mg	125 mg

FUENTE: Composition of foods. Handbook N° 8, USDA, en Sánchez, - 1980.

En la tabla puede observarse que las hojas del Amaranto presentan ventajas nutricionales sobre hortalizas europeas, como la Acelga y la Espinaca en lo que se refiere a Proteína, Fósforo, Hierro, Calcio, Vitamina C y Niacina.

Oke (citado por Orea y Trinidad, 1984) indica que las hojas de Amaranto son una fuente excelente de proteína, y que además poseen varios nutrientes y compuestos orgánicos útiles, como el Calcio, Hierro, Vitamina E, Riboflavina y caroteno, entre otros.

MINERALES

CUADRO 10. MINERALES PREDOMINANTES EN LAS HOJAS CRUDAS DE AMARANTO COMPARADAS CON LAS HOJAS DE ESPINACA.

Minerales	Unidades	A. hypochondriacus	A. cruentus	Espinaca
Cenizas	gr	2.6	2.9	1.5
Calcio	mg	267.0	198.7	93.0
Fósforo	mg	67.0	73.0	51.0
Hierro	mg	3.9	3.2	3.1
Potasio	mg	411.0	398.7	470.0

FUENTE: Briones et al, 1984.

En cuanto a minerales, la tabla 10 muestra un mayor contenido de Calcio, Fósforo y Hierro en el Amaranto, en comparación con las espinacas. El cocimiento no reduce los niveles de Calcio y Hierro, pero si el de ácido escórbico en un 50 %. Los niveles de oxalatos en las hojas pueden interferir con la disponibilidad del Calcio, pero al igual que los nitratos se eliminan por cocción o lavados repetidos (Briones, Kuri, Pérez y Sánchez, 1984).

VITAMINAS

CUADRO 11. VITAMINAS DE LAS HOJAS DE AMARANTO EN COMPARACION CON LAS DE ESPINACA.

VITAMINAS	Unidades	Hojas crudas de amaranto	Hojas crudas de espinaca
Vitamina A	U.I.	6.100	8.100
Tiamina	mg	0.08	0.10
Riboflavina	mg	0.16	0.20
Niacina	mg	1.40	0.60
Vitamina C	mg	80.00	51.00

FUENTE: Watt y Merril, citados por Briones et al, 1984.

Los datos sobre contenido de vitaminas que se consignan en el cuadro 11 muestran que el Amaranto es inferior a la espinaca en cuanto a vitamina A, tiamina y riboflavina, pero superiores en niacina y ácido escórbico.

Por último, es conveniente mencionar que el porcentaje de proteína Del Amaranto se incrementa conforme aumenta la fertilización nitrogenada y puede alcanzar valores de 27 % en las hojas y 16 % en las plantas completas antes de la formación de la panocha (Medina et al, 1984).

Para finalizar se puede decir que tanto la semilla como las hojas de Amaranto tienen un alto valor proteico alimenticio por lo tanto, su utilización podría ser integral. Las especies de Amaranto constituyen una fuente potencial de proteína para los países en desarrollo; su estudio e incorporación a la dieta, podría ayudar a resolver en alguna medida los problemas de desnutrición de estos países (Martine, 1979).

4. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. DESCRIPCION GEOGRAFICA DE LA ZONA

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en la Cuenca del Valle de México, al oeste de la cabecera del municipio de Cuautitlán, Estado de México. El municipio de Cuautitlán se extiende aproximadamente entre los $19^{\circ} 37'$ y los $19^{\circ} 45'$ de Latitud Norte y entre los $99^{\circ} 07'$ y los $99^{\circ} 14'$ de Longitud Oeste y limita, al sur con el municipio de Tultitlán; al Sureste con el de Tultepec; al Este con el de Melchor Ocampo; al Norte con el de Teoloyucan; al Noreste con el de Zumpango; al Oeste con el de Tepotzotlán. Su altitud media es de 2,250m SNM (de la Teja, 1982).

4.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA ZONA

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1968), el clima para la región de Cuautitlán corresponde al $C(w_0)$ (w) b (i'), templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano e invierno seco (menos del 5 % de la precipitación anual), con verano largo y fresco, con temperaturas extremosas con respecto a su oscilación.

4.2.1. TEMPERATURA

La temperatura media anual es de $15.7^{\circ} C$, con una oscilación media mensual de $6.5^{\circ} C$, siendo Enero el mes más frío, con una temperatura promedio de $11.8^{\circ} C$, y Junio el mes más caliente, con $18.3^{\circ} C$ en promedio. La temperatura máxima promedio es de $26.5^{\circ} C$, durante el mes de Abril, seguido por Mayo y Junio. La temperatura mínima promedio es de $2.3^{\circ} C$ en Enero y $2.9^{\circ} C$ en Febrero, aunque se pueden presentar temperaturas bajo $0^{\circ} C$ durante las noches o al amanecer, en estos meses (reyna, 1978).

4.2.2. PRECIPITACION

La zona de estudio presenta un régimen de lluvias de verano, concentrándose entre los meses de Mayo a Octubre, con in--

vierno seco. La precipitación media anual es de 605 mm., el mes más lluvioso, con 128.9 mm y Febrero el mes más seco, con 3.8 mm (Reyna, 1978).

4.2.3. SINIESTROS CLIMATICOS

En esta zona, el promedio anual de días con heladas es alto; 64 días. La temprada de heladas comienza en el mes de Octubre y termina en el mes de Abril (primera quincena), siendo más frecuentes durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero. La frecuencia de granizadas en la zona de Cuautitlán es muy baja y se pueden observar principalmente durante el verano (Reyna, 1978).

4.3 CARACTERISTICAS EDAFICAS

4.3.1. ORIGEN Y FORMACION DE LOS SUELOS

Los suelos de la FES- Cuautitlán son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan a la zona. Son suelos profundos, con más de un metro de profundidad (de la Teja, 1982).

4.3.2. CLASIFICACION DEL SUELO

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-DETNAL, éstos suelos han sido clasificados como Vertisoles pélvicos (Vp). Son suelos que presentan una textura fina, arcillosos; son suelos pesados difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos, y duros cuando se secan; forman grietas profundas cuando están secos y pueden ser impermeables al agua de riego o de lluvias.

De acuerdo con el sistema de clasificación de la 7a. aproximación, éstos suelos han sido clasificados dentro del orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran Grupo Umbrandept, como umbradepts mólicos vérticos. Son suelos jóvenes o que están en proceso de formación, a partir de depósitos de material reciente, no presentan fenómenos de iluviación, eluviación o intemperismo muy marcados; presentan un horisonte superficial oscuro re-

lativamente grueso, con estructura bien desarrollada, y pH mayor de 6.

De acuerdo con el sistema de clasificación del suelo, debido a su capacidad de uso agrícola, los suelos de la FES-Cuauhtitlán pueden considerarse de clase 1, los cuales presentan -- muy pocas o ninguna limitación para su uso agrícola, y si éstas existen son fáciles de corregir (de la teja, 1982).

4.3.3. CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO.

De manera general se pueden mencionar las siguientes características:

Profundidad efectiva: Más de un metro

Color en Húmedo: Negro a gris oscuro.

Textura: Textura fina: Arcilla a Migajón Arcilloso.

Estructura: bien desarrollada, en bloques angulares y sub angulares, de tamaño fino.

Consistencia: Dura a ligeramente dura en seco; friable - en húmedo.

Adhesividad y Plasticidad: Fuertemente adhesivos y plásticos a moderadamente adhesivos y plásticos, cuando están húmedos

Densidad aparente: Baja, de 0.89 a 1.24 g/cc.

Densidad real: Baja, entre 1.91 y 2.50 g/cc.

Porosidad: Poros pequeños abundantes, 50 % en promedio.

Drenaje interno: Suelos drenados, drenaje bueno a lento.

4.3.4. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO

De manera general se pueden mencionar las siguientes características (de la teja, 1982).

Conductividad eléctrica en el extracto de saturación: menos de 1 mmhos/cms a 25°C en dicho extracto.

Reacción del suelo o pH: Varía entre ligeramente ácido a neutro, de 6 a 7.

Materia Orgánica: Varía de medio a alto, de 2.11 a 4.32 %.

C.I.C.T.: Alta, de 30 a 35 meg/100 gr.

Nitrógeno total: Es muy variado debido a las diferentes la

bores culturales a que se ven sometidos estos suelos.

Fósforo disponible: En general son ricos en Fósforo disponible para las plantas, entre 180 y 250 kg de Fósforo por Ha.

Potasio fácilmente asimilable: Son ricos en potasio fácilmente asimilable por las plantas, aproximadamente 2500 kg/Ha.

4.3.5. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LOS SUELOS DE LA PARCELA DE ESTUDIO.

El experimento se estableció en la parcela N° 2 de la FES Cuautitlán en la cual, al realizar el análisis fisico-químico se obtuvieron los siguientes resultados:

Arcilla: 66 %; limo: 26 %; Arena: 28 %; Textura: Arcillosa.
pH = 6.3; Densidad aparente: 1.15 g/cc; Densidad real: 2.40 g/cc; Materia Orgánica: 2.48 %.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. MATERIAL GENETICO

La semilla de las cuatro líneas de amaranto fué proporcionada por el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC), la cual fue obtenida de diferentes colectas, -- realizadas en diversas regiones. Posteriormente fue sometida a autofecundaciones sucesivas, y de acuerdo a las observaciones realizadas, presenta las siguientes características:

a) Línea 1: C - 153 - 4 ● Especie: Amaranthus hypochondriacus
CH 1984

Hoja color verde; tallo color verde; días a floración, 74; color de la inflorescencia, rojo; altura de planta, 100 cm ; longitud de panoja, 58 cm .

b) Línea 2: C - 815 - 1024 ● Especie: Amaranthus hypochondriacus
CH 1983

Hoja color verde; tallo color verde; días a floración, 71; color de la inflorescencia, verde; altura de planta, 81.7 cm; longitud de panoja, 45 cm.

c) Línea 3: C - 10 - 1 ● Especie: Amaranthus hypochondriacus
CH 1983 C. R.

Hoja color verde; tallo color verde; días a floración, 85; color de la inflorescencia, domina verde pero hay segregantes rojas; altura de planta, 183.7 cm; longitud de panoja, 95.3 cm .

d) Línea 4: 1018 F Especie: Amaranthus cruentus
Puebla C. R.

Hojas color verde, púrpura y verdes con venas y bordes pigmentados de púrpura; tallo color verde; días a floración, 74; color de la inflorescencia, jaspeado (marbled) -verde con manchas rojas-; altura de planta, 148 cm; longitud de panoja, 89.3 cm.

Se escogieron estas cuatro líneas por pertenecer a las -- especies más utilizadas en México para su cultivo; además de --

que la especie Amaranthus hypochondriacus, se caracteriza por su gran adaptabilidad a diferentes climas y ciclos de Luz, resistencia a enfermedades y sequías (Aguilar y Alatorre, 1978).

Por otra parte, el haber sido producidas en un clima y ciclo de luz, similar al de la F.E.S-Cuautitlán, aumenta las posibilidades de adaptación a esta zona.

5.2. PREPARACION DEL TERRENO

Se realizó del 12 al 15 de junio de 1985 y consistió en - un barbecho con arado de discos, a una profundidad de 35 cm ; - dos pasos de rastra de discos; una nivelación, y el surcado final con una distancia de 65 cm entre surcos.

5.3. NOTIFICACION

El terreno experimental fue dividido en cuatro lotes de - 17 x 5 m cada uno de ellos, ocupando la línea 1 el lote n° 1, - la línea 2 el lote N° 2, la línea 3 el lote N° 3 y la línea 4 - el lote N° 4, quedando distribuidas de la siguiente manera:

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4
C-153-4●	C-815-1024 ●	C-10-1 ●	1018 F
CH 1984	CH 1983	CH 1983	Puebla
		C.R.	C.R.

La superficie por lote fué de 85 m²; la distancia entre - surcos de 65 cm y la longitud de los mismos fué de 5 m .

5.4. SIEMBRA

Se llevó a cabo el día 21 de junio. La cantidad de semilla utilizada fué la siguiente:

Línea 1: 26 grs	Línea 3: 25.8 grs
Línea 2: 24.1 grs	Línea 4: 25.3 grs

De acuerdo con esta cantidad de semilla y a la densidad - de siembra recomendada (8 kg/Ha), se hizo la lotificación men - cionada en el punto anterior. La distancia entre matas fué de

35 cm y dejando de 4 a 5 semillas por golpe.

5.5. FERTILIZACION

Se aplicó el tratamiento 90 - 60 - 00, dosificado en dos aplicaciones: 45 - 60 - 00 al momento de la siembra, y 45 - - 00 - 00 en el primer aporte.

La primera aplicación se realizó utilizando como fuente de Nitrógeno Sulfato de Amonio (20.5 %), y como fuente de Fósforo Superfosfato de Calcio Triple (46 %), por lo que la cantidad de fertilizante utilizada para cada lote fué de 1.865 kg de Sulfato de Amonio y 1.108 kg de Superfosfato de Calcio triple.

En la segunda aplicación se utilizó Urea (46 %) como fuente de Nitrógeno, por lo que la cantidad utilizada por lote fué de 831.5 grs .

5.6. ENFERMEDADES

A los 12 días después de la siembra se encontraron síntomas de una enfermedad fungosa conocida como "Damping off" o -- Ahogamiento de plántulas, producida probablemente por hongos de los géneros Phytium o Phytophthora. Esta enfermedad se manifiesta por una decoloración de la hoja y un estrechamiento del tallo al nivel del suelo.

Aunque el ataque no fué demasiado drástico, provocó la -- muerte de algunas plántulas, por lo que se decidió atacar al -- hongo mediante la aplicación del producto Agrimycin 500 (fungi cida) en una dosis de 600 grs en 100 litros de agua por hectárea (23.4 grs en 4 litros de agua para todo el lote). Esta -- aplicación se realizó el día 5 de junio.

Para complementar el control, se realizó una segunda aplicación de Agrimycin 500, en la misma dosis el día 19 de julio.

5.7. PLAGAS

Se presentó un ataque por diferentes plagas al inicio del

crecimiento del cultivo. Las plagas que se presentaron fueron las siguientes:

- Pulga Saltona negra: Epitrix spp.
- Gusano trozador: Agriotis spp.
- Diabrotica: Diabrotica undecimounctata
- Pulgón negro: Aphis fabae

Para el control de estas plagas se aplicó Parathión metílico (Folidol) en una dosis de 1 lt/Ha en 200 lts de agua. -- Esta aplicación se realizó el día 17 de julio, y para ello se utilizó una bomba aspersora de mochila.

Se presentó un segundo ataque de plagas en la etapa de -- emergencia en la panoja (del 9 al 21 de agosto). En esta ocasión se presentaron varias especies de pulgón, las cuales se -- desarrollaron en el envés de la hoja, provocando un enchina-- miento de la misma, las especies que atacaron al cultivo fue-- ron:

- Pulgón negro: Aphis fabae
- Pulgón verde: Acyrtosiphon pisum
- Pulgón azul : Acyrtosiphon kondooi
- Pulgón manchado: Therianphis maculata

Para su control se aplicó una mezcla de Parathión metílico 50 % (Folidol) y Dimetoato 40 % (Rogor), siendo el -- primero un insecticida de contacto y el segundo uno sistémico

Del Folidol se aplicaron 0.6 L. y de Rogor 0.3 L., en 200 lts de agua por Ha. Esta aplicación se hizo el día 22 de Agosto, con una bomba aspersora de mochila, siendo esta mezcla -- resultante, altamente efectiva para su control de las mismas.

5.8. LABORES CULTURALES

Deshierbes: Esta labor se realizó varias veces durante -- el ciclo del cultivo, ya que la presencia de malas hierbas fué sumamente alta. Se realizaron 5 deshierbes, en forma manual, -- los días 4, 17, 26, de julio, 7 y 30 de agosto.

Esta alta presencia de malezas se debe fundamentalmente a que cuando la siembra es directa sobre el terreno barbechado aquellas compiten en igualdad de ventajas ecológicas que el cultivo.

Aclareo y transplante: El día 24 de julio (a los 33 días después de la siembra) se realizó el aclareo, dejando 3 plantas por mata. Con las plantas sobrantes se llevó a cabo un transplante en los lugares donde no hubo germinación de las semillas. Esta actividad se realizó humedeciendo primeramente la raíz en una solución de Manzate-D (fungicida) en una dosis de 15 grs en 20 lts de agua, con la finalidad de prevenir enfermedades fungosas en la heridas de la raíz. Posteriormente se le dieron varios riegos individuales a cada mata transplantada. En cuanto al resultado de esta actividad, se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento en el lote N° 2, seguido de los lotes 1, 3 y 4 siendo en este último prácticamente nulo.

Aporque: Esta labor, consiste en arrimar y apilar tierra al pie de las plantas, con la finalidad de darles un mayor sostén a las mismas, se realizó el día 7 de agosto (a los 47 días después de la siembra).

5.9. OBSERVACIONES Y REGISTRO DE DATOS

Para llevar un mayor control sobre el desarrollo del cultivo y detectar la presentación de un problema, se visitaba diario a la parcela y se llevaban a cabo anotaciones de todo lo observado.

Estas observaciones incluyeron: Grado de invasión de malezas, ataques de plagas o enfermedades y acame.

Los diferentes parámetros considerados fueron los siguientes:

Días a emergencia: Se observó y anotó el día en que emergió la mayor cantidad de plántulas, así mismo se cuantificó el porcentaje de germinación a los diez días después de la siembra.

Color de la hoja, color del tallo y color de la Inflorescencia: En lo que respecta a estos parámetros solamente se hicieron observaciones visuales del color predominante, sin hacer una cuantificación porcentual, cuando se presentaron dos colores en un mismo lote, pero si se hizo la observación de cual era el color predominante, en estos casos.

Días a emergencia de panoja: Se considero este parámetro como el número de días, contados a partir de la fecha de siembra, en que dentro de cada lote se tenían más del 50 % de plantas con la panoja en estado de emergencia (a esta etapa fenológica también se le conoce como prefloración).

Días a floración: El Número de días a partir de la fecha de siembra en que dentro de cada lote más del 50 % de las plantas se encontraban en floración.

Altura de planta: Con una cinta métrica se midió la planta desde su base hasta el extremo de la panoja.

Longitud de Panoja: Se hizo con una cinta métrica; se midió desde donde empezaba la ramificación de la panoja hasta el extremo de la misma.

Días a cosecha: Es el número de días desde la fecha de siembra hasta el corte de la planta.

En los casos en que fue necesario hacer mediciones (Altura de planta y longitud de panoja), se hizo de la siguiente forma: Se tomaban 3 ó 4 plantas por surco y se obtenía un promedio del mismo, haciendo esto mismo en los demás, para finalmente promediar las medias de cada surco, obteniendo así el promedio final.

5.10. COSECHA Y LIMPIEZA DE LA SEMILLA

El índice de maduración usado fué el amarillamiento y senescencia de las hojas, además de que al examinar al tacto al grano y aplastarlo éste tiene una consistencia dura.

La cosecha de las líneas 1 y 4 se efectuó el día 26 de octubre, esto es, a los 127 días después de la siembra. Las Líneas 2 y 3 se cosecharon cuatro días después. En ambos casos se cosechó seleccionando las plantas por color y por mayor tamaño, poniendo a secar por separado las del mismo color y las de mayor tamaño dentro de cada línea.

Una vez que las plantas se secaron, se procedió a realizar un azotado y "bailoteo" sobre las mismas, con la finalidad de desprender el tamo y la semilla; a continuación se le quitaron las ramos y talluelos, quedando al fin un tamo grueso. - Este tamo se hizo pasar por una malla por donde solo pasó la semilla y un tamo más fino.

Este último se separó de la semilla mediante la práctica de "aventado", esto es, dejando caer la semilla en una cubeta, para que así el viento se llevara arrastrando el tamo.

Ya que estuvo limpia la semilla, fue debidamente etiquetada y emvasada en bolsas de plástico, procediendo a su almacenamiento.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. DIAS A EMERGENCIA

El día 26 de junio, 5 días después de la siembra, se observó la emergencia de las plántulas en los cuatro lotes, sin que se presentara ninguna diferencia entre las 4 líneas. Sin embargo es importante resaltar que en la línea No. 4 el porcentaje de germinación fué muy bajo, siendo este aproximadamente de un 50 a un 60 % (ver fig. 12).

6.2. COLOR DE LA HOJA

En lo que respecta este parámetro en las líneas 1, 2 y 3 el color de la hoja fue verde y en la línea 4 había hojas color verde y otras color púrpura, sin presedencia de ningún color por lo que se considera que en ninguna de las cuatro líneas se presentó diferencia alguna con respecto a las características originales de color de la hoja.

6.3 COLOR DEL TALLO

En cuanto al color del tallo, en las líneas 1, 2 y 3 fué de color verde, no habiendo diferencia entre éste y el color del material de origen. Sin embargo, en la línea cuatro se encontraron colores del tallo tanto verdes como púrpuras, predominando el primero, siendo que en el material de origen era el color verde. Esta segregación se supone fué ocasionada por la falta de homogeneidad genética, ya que la especie Amaranthus cruentus es característicamente de color rojo o púrpura.

6.4. DIAS A EMERGENCIA DE PANOJA

El número de días, contados a partir de la fecha de siembra fueron los siguientes: línea 1, 52 días; línea 2, 49 días línea 3, 61 días y línea 4, 57 días (ver fig. 13).

6.5. DIAS A FLORACION

En lo que refiere a este parámetro, se obtuvieron los siguientes resultados:

Fig. 12 DIAS A EMERGENCIA

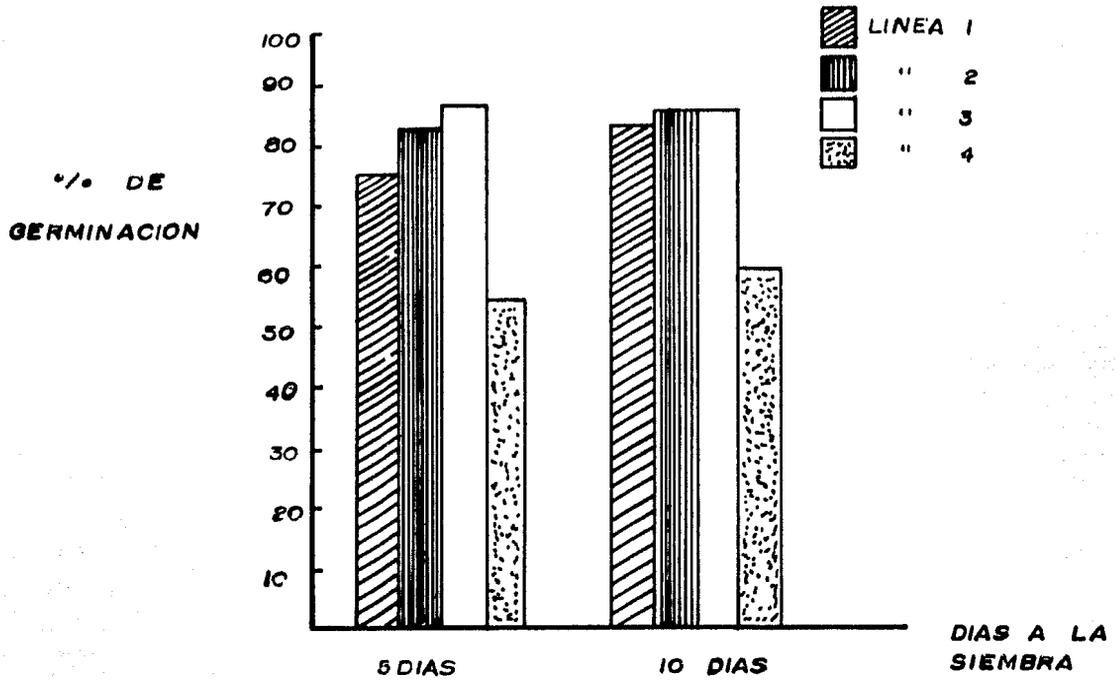
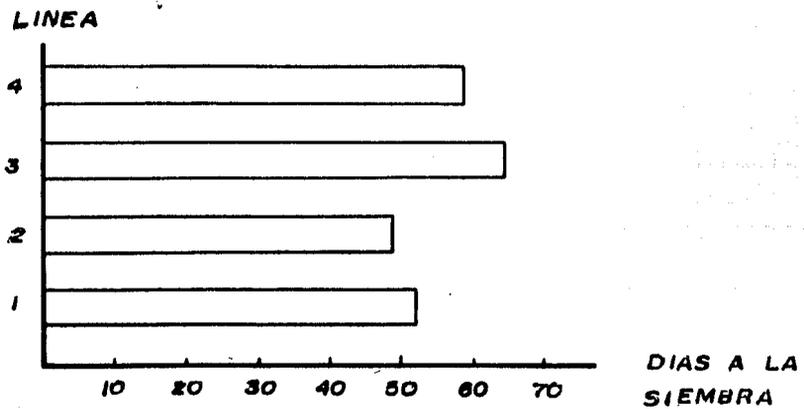


Fig. 13 DIAS A EMERGENCIA DE PANOJA



Línea 1, 64 días. Se observa un aumento en el número de días con respecto al material de origen, ya que en este caso fueron 74 los días a floración. En la línea 2 los días a floración fueron también 84, presentándose un incremento de 13 días en comparación con el material de origen.

En la línea 3 también se observó un incremento en el número de días a floración, siendo estos 85 en el material de origen y 94 en nuestro caso.

La misma situación se presentó en la línea número 4, en la cual los días a floración fueron 94, cuando en el material de origen se reportan 74 días.

Como se observa claramente, en las 4 líneas hubo un incremento en los días a floración, con respecto al material de origen. Este retraso en la floración no puede ser atribuible a una deficiencia de Fósforo en el suelo, ya que, como se vió en la revisión bibliográfica, estos suelos son ricos en fósforo disponible para las plantas, a parte de que las plantas no presentaban otros síntomas de deficiencia de Fósforo (como rigidez o coloración bronce violeta del tallo y hojas).

Por lo que respecta a la influencia del fotoperíodo, aunque no se tienen datos concretos, es de suponer que su influencia es determinante, ya que la floración se presentó durante el período final del verano, que es cuando el Amaranto florea generalmente en las regiones en donde se cultiva, ya sea en siembra directa o en transplante (fig. 14).

6.6. COLOR DE LA INFLORESCENCIA

No se observaron diferencias con respecto al material genético, ya que en los 4 lotes se presentó el mismo color que el reportado en este material: Línea 1, rojo; línea 2, verde; línea 3, verdes y rojas y línea 4, rojas y jaspeadas (verde con manchas rojas).

En las líneas 2 y 4 se presentaron inflorescencias de color diferente (rojas en ambos casos), en la primera predomino-

el color verde y en la segunda no hubo predominancia de ninguno de los dos colores, esto se puede atribuir a la falta de -- uniformidad genética existente, que ocasiono segragantes de diferente color de inflorescencia.

6.7. ALTURA DE PLANTA.

En las líneas 1 y 2 se observó un incremento en altura de planta comparada con el material de origen. En la Línea 1 la altura fue de 140 cm, y en la línea 2 de 148 cm ; en tanto en el material de origen era de 100 cm y 81.7 cm respectivamente.

Sin embargo en las líneas 3 y 4 se presentó el caso con-- trario, esto es, una disminución en la altura, comparada con el material de origen. En la línea 3 la altura fue de 163 cm, y en la línea 4 de 102 cm, mientras que en el material de origen era de 183.7 y 148 cm respectivamente (ver fig. 15).

Esta disminución de altura en la línea 3 no se considera que represente ningún problema para la adaptación de la misma ya que a pesar de la disminución de tamaño, la altura de planta de esta línea fué mayor que la de las demás líneas. En cuanto a la línea 4 a pesar de que fue la de menor altura, no debe -- ser motivo para hacerla a un lado inmediatamente, sino que hay que seguir experimentando con ella para determinar si realmente esta línea no es adaptable o los resultados obtenidos se de bieron a problemas presentes únicamente en este ciclo.

Como un ejemplo de lo mencionado anteriormente, es importante mencionar que el día 29 de septiembre se presentaron problemas de acame en las líneas 1, 2 y 3 principalmente, mien-- tras en la línea 4 el acame fué prácticamente nulo. Esto fué debido principalmente a la menor altura en dicha línea, pero -- sin embargo no hay que descartar una posible resistencia genética de esta línea.

6.8. LONGITUD DE PANOJA

El promedio obtenido en la línea 1 fué de 95.2 cm, el cual fué mayor que la longitud de panoja del material original, en-

Fig. 14 GRAFICA COMPARATIVA DE DIAS A FLORACION.

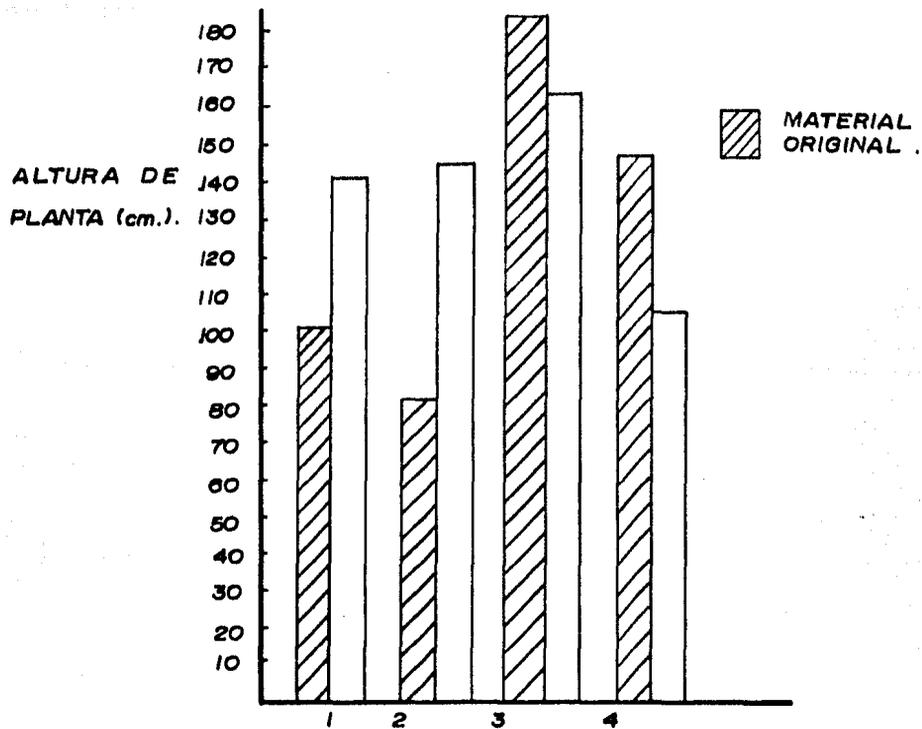
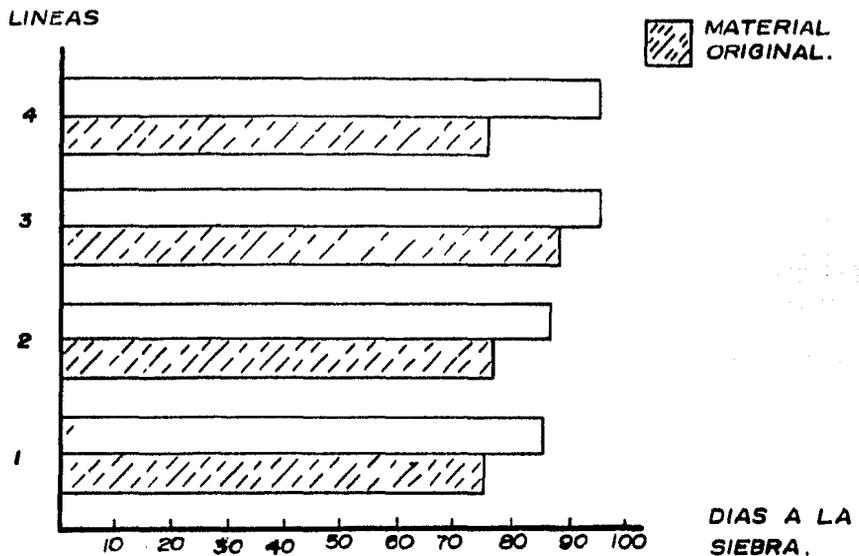


Fig. 15 GRAFICA COMPARATIVA DE ALTURA DE PLANTA.

el que fue de 58 cm . En el mismo caso se presentó en la línea 2, en la cual se incremento de 45 cm en el material original - a 78 cm en este ensayo.

En las líneas 3 y 4 se presentó en el caso contrario, esto es, hubo una disminución en la longitud de panoja, siendo -- los promedios en la línea 3 de 95.3 cm en el material de ori-- gen y 82 cm en el experimento y en la línea 4 de 89.3 cm y --- 70.7 cm respectivamente.

Este parámetro debe tomarse muy en cuenta, ya que generalmente una mayor longitud de panoja va correlacionada con un mayor rendimiento, por lo que no hay que considerar únicamente - el incremento o disminución de tamaño, siendo la longitud ob-- servada en cada lote, ya que, como puede observarse en la lí-- nea 2 hubo un incremento en la longitud, pero esta no llegó a-- ser igual a la de la línea 3 y, como podrá verse más adelante, esta línea tuvo un mayor rendimiento que la línea 2 (ver fig.- 16).

6.9. DIAS A COSECHA

En las líneas 1 y 4 se cosechó a los 127 días después de la siembra, y en las líneas 2 y 3 a los 131 días después de la siembra, esto es, los días 26 y 30 de octubre respectivamente- (ver fig. 17).

Relacionando estos datos con el color de la inflorescen-- cia, se observó que hubo una maduración un poco más rápida en el caso de las líneas con inflorescencia color rojo (líneas 1- y 4), que en las líneas en que predominaba el color verde de-- la inflorescencia (línea 2 y 3).

Otro hecho importante que es necesario resaltar, es el -- hecho de que a pesar de que se presentó un retraso en la flora-- ción con respecto al material de origen, el ciclo completo del cultivo se mantuvo dentro de la duración del ciclo en las re-- giones donde se utiliza el sistema de siembra directa (Tlaxca-- la, Puebla y Morelos), que fue el utilizado en este ensayo.

Fig. 16 GRAFICA COMPARATIVA DE LONGITUD DE PANOJA .

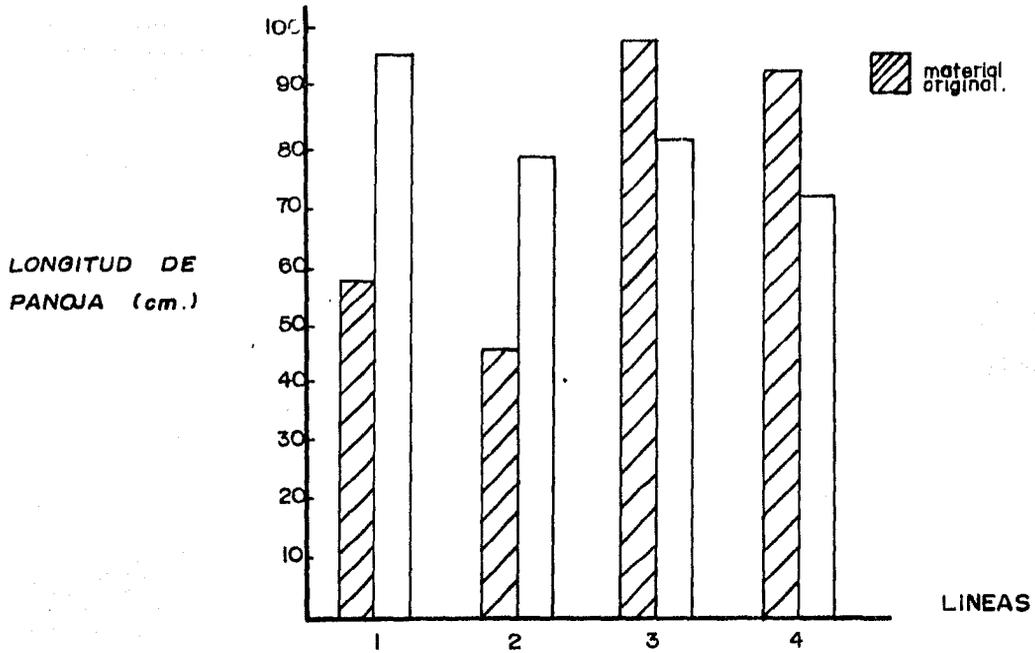
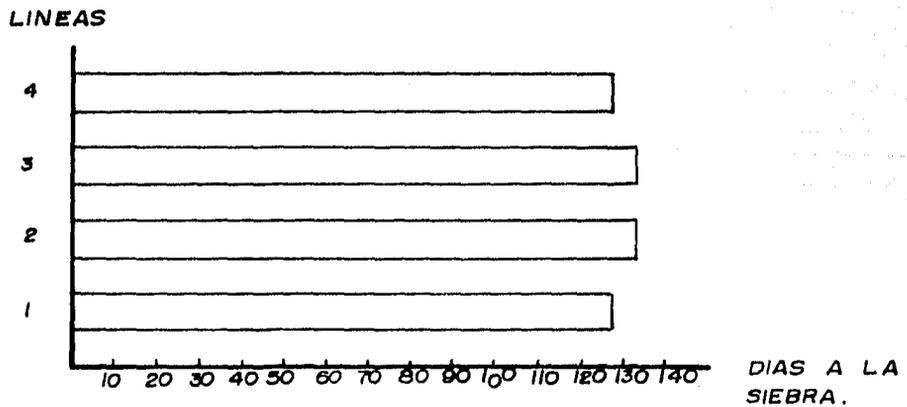


Fig. 17 DIAS A COSECHA .



Gracias a esta duración del ciclo de cultivo, es posible que el amaranto no sea afectado por las heladas, ya que en esta zona son más frecuentes durante los meses de diciembre, enero y febrero.

6.10. RENDIMIENTO

El rendimiento por líneas fue el siguiente:

Línea 1: 15.100 kg.

Línea 2: 11.350 kg.

Línea 3: 13.200 kg.

Línea 4: 6.650 kg.

Extrapolando estos rendimientos a kg por Hactárea se obtiene:

Línea 1: 1 776.4 kg/Ha.

Línea 2: 1 335.3 kg/Ha.

Línea 3: 1 553.0 kg/Ha.

Línea 4: 782.3 kg/Ha.

Las líneas 1, 2 y 3 tenían un densidad de población similar, mientras que en la línea 4 fue menor.

Las diferencias en cuanto a rendimiento son bastante notable. Podemos decir que las líneas 1 y 3 son las más sobresalientes, ya que rebasan la tonelada y media de producción por hectárea, la línea 2 sería la de producción intermedia, y la línea 4 la de menor producción por hectárea (ver fig. 18).

Las líneas 1, 2 y 3 se encuentran dentro de un rango aceptable de rendimiento, ya que según Granados y López (1984), el rendimiento del amaranto como cultivo de temporal es de 0.8 a 2 toneladas por hectárea, aunque Conrad (1977), citado por Alejandro (1981), reporta un rendimiento de 2.5 ton/Ha, pero bajo condiciones de riego y una mayor densidad de siembra.

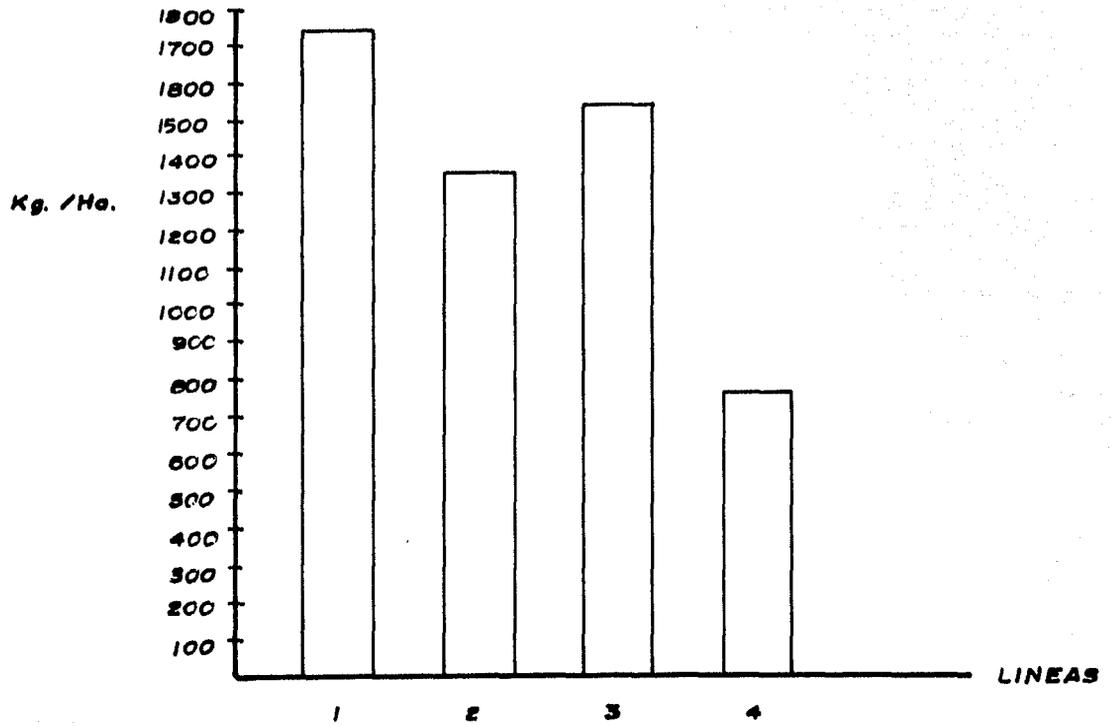
En el caso de la línea número 4, sería incorrecto rechazarla como una posible línea para producción, ya que hay que tomar en cuenta que esta línea desde el inicio del cultivo tu-

vo muchos problemas, empezando con el hecho de que se dió un -- bajo porcentaje de germinación y así como cuando se realizó el transplante, este no fué satisfactorio, ya que no se dió un ma yor prendimiento de las plantas. Esto se debio a que al momento de realizar esta actividad, las plantas estaban varias en--fermas, la cual trajo como consecuencia un menor prendimiento--de las mismas.

Estas dos causas trejeron como resultado que hubiera una--menor densidad de población que las demás, teniénd como consecuencia un menor rendimiento.

En el cuadro 19 se hace un resumen de los resultados obtenidos!

Fig 18 RENDIMIENTO



CUADRO 19. RESUMEN DE RESULTADOS

LINEAS	1	2	3	4
DIAS A EMERGEN CIA	5	5	5	5
COLOR DE LA HOJA	Verde	verde	verde	verde y púrpu- ras
COLOR DE TALLO	Verde	verde	verde	verde y púrpu- ras
DIAS A EMERGEN CIA DE PANOJA	52	49	61	57
DIAS A FLORACION	84	84	94	94
COLOR DE INFLO- RESCENCIA	Rojo	rojo y verde	verde y roja	Rojas y jas- peadas.
ALTURA DE PLANTA	140 cm	148 cm	163 cm	102 cm
LONGITUD DE PANOJA	95.2 cm	78 cm	82 cm	70.7 cm
DIAS A COSECHA	127	131	131	127
RENDIMIENTO (lote)	15.1 kg	11.35 kg	13.2 kg	6.65 kg
RENDIMIENTO EN KG/HA	1776.4	1335.3	1553.0	782.3

7. CONCLUSIONES

La presente investigación permitió determinar que es factible la introducción del cultivo del Amaranthus spp. En el campo experimental de la F. E. S. Cuautitlán, ya que los rendimientos obtenidos estuvieron dentro de un rango aceptable -- para este cultivo, pese a los problemas de plagas y enfermedades que se presentaron, los cuales, por otra parte, fueron relativamente fáciles de solucionar.

Otra posibilidad de adaptación del cultivo en esta zona, -- lo representa el hecho de que su ciclo de cultivo se ajusta a la temporada de lluvias, terminando antes de que se inicie la época de mayor ocurrencia de heladas.

Por otra parte, gracias a que el Amaranthus spp. tolera -- un amplio rango de condiciones de suelo, se considera que el cultivo no tendría problemas con respecto al tipo de suelo de las áreas de influencia de la F. E. S. Cuautitlán, ya que en general, están considerados como suelos de Clase 1 por su capacidad de uso agrícola.

Por lo que toca a las características agrónomicas del cultivo, descritas en el capítulo anterior, se observaron marcadas diferencias, tanto dentro de las líneas como entre ellas, -- lo cual demuestra la heterogeneidad genética existente, pero -- también una gran plasticidad del cultivo para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales.

Además, estas características agrónomicas sirven de base, junto con los estudios fisiológicos, anatómicos, morfológicos y de componentes de rendimiento, para realizar trabajos de fitomejoramiento.

El rendimiento obtenido es comparable favorablemente con el promedio de rendimiento de otros cultivos, como es el caso del maíz, trigo y avena, especialmente en el caso de las líneas 1 y 3, en las que se obtuvo un rendimiento mayor de 1.5 Ton/Ha, siendo estas dos líneas de un rendimiento sobresaliente --

te, comparado con las líneas 2 y 4 .

En lo que respecta a estas líneas, la número 2 tuvo un rendimiento intermedio, siendo aún superior a una tonelada por hectárea, y aunque en el caso de la línea 4 el rendimiento fué ostensiblemente menor, esto no debe ser motivo para descartar la, sino que, por el contrario, se debe seguir investigando su potencial genético.

Con la realización de este trabajo, se obtuvo semilla para continuar con la investigación sobre el cultivo del Amaran- -
ranto en la F. E. S. Cuautitlán.

8. RECOMENDACIONES

Con base en las experiencias obtenidas y resultados experimentales, nos permitimos hacer algunas sugerencias:

- Iniciar líneas de investigación que conduzcan a un mejor conocimiento de los aspectos botánicos y fisiológicos de la planta.
- Estudiar el comportamiento de la planta en relación a otros cultivos.
- Crear técnicas de producción de bajos insumos y altos rendimientos.
- Continuar con el trabajo de fitomejoramiento, con la finalidad de obtener variedades de Amarantho adecuadas o adaptadas a las condiciones del medioambiente y a la tecnología agrícola disponible.
- Capacitar a los técnicos e ingenieros de diversas especialidades en el cultivo.
- Realizar los análisis económicos y sociales necesarios para la implementación del cultivo en cada región.
- Llevar a cabo experimentación acerca de diversas formas de utilizar las semillas y las hojas, y en la preparación de alimentos.
- Promover las campañas educacionales adecuadas a fin de lograr la aceptación de las nuevas formas de alimentos que se desarrollan con base en el grano o sus mezclas.

9. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, Jasmine; Alatorre, Gerardo F. 1978: Monografía de la Planta de la Alegría. Memoria 1; 157-203, Grupo de Estudios Ambientales A. C.
- Alejandro Iturbide, Gabriel. 1981: Fertilización y Densidad de Población en Amaranto (Amaranthus hypochondriacus, L.). - Tesis Profesional, Chapingo, México.
- Barrera Benítez, Heriberto. 1984: Nuevos Sistemas Agrícolas y su Agroindustrialización. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto. Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Bourges R., Héctor, 1984: Perfil Bromatológico del Amaranto. - Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Vol 1 Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Briones, J.; Kuri, J.; Pérez G., J.L.; Sánchez M., Alfredo. -- 1984: Potencialidad de la Hoja de Amaranto en la Alimentación. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Camacho C., J. L.; Necechea M., Hugo; Pérez, Gil. 1984: Elaboración de una Pasta para Sopa a Base de Alegría (Amaranthus leucocarpus S. Wats). Programa y Resúmenes del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Casillas G., Francisco J. 1984: Importancia de la Semilla de Alegría en la Obtención de Nuevos Productos. Programa y Resúmenes del Primer Seminario Nacional del Amaranto. Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Cervantes S., Juan M. 1982: Evaluación Nutricional de la Alegría (Amaranthus hypochondriacus L.) como Alimento para Rumiantes. Tesis Profesional. Chapingo, México.
- Cifuentes Díaz de León, Armando. 1984: Estudio del Efecto de la Cocción Alcalina en el Amaranto (Amaranthus hypochon-

- driacus). Programa y Resúmenes del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Col. de Postgraduados, Chapingo, México
- Conn, E. E.; P. K. Stumpf. 1972: Bioquímica Fundamental, Ed. - Limusa, México.
- De la Teja A., Orlando. 1982: Estudio de las Características Edáficas de los Suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM, FES-Cuautitlán, México.
- Domingo, M. V.; Sánchez M., Alfredo. 1984: Utilización de la Harina de Amaranto en la Elaboración de Pan Tipo Caja. Programa y Resúmenes del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Early, Daniel K. 1977: Cultivation and Uses of Amaranth in Contemporary Mexico. Proceedings of the First Amaranth Seminar. Rodale, Pennsylvania, U.S.A.
- García, Enriqueta. 1968: Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM, Instituto de Geografía, México D.F.
- Gómez Lorence, Federico. 1984: Cultivo del Amaranto en México. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Vol 1 Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Grajales Muñiz, Ofelia; Martínez H., Elva. 1982: Apuntes de Fisiología Vegetal. Ing. Agrícola. UNAM, FES-Cuautitlán, México.
- Granados Sánchez, Diodoro; López Rios, Georgina F. 1984: Chinampas: Historia y Etnobotánica de la Alegría (Amaranthus hypochondriacus, L.). Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto. Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo México.
- Hauptli, Holly. 1977: Agronomic Potential and Breeding Amaranth Preceedings of the First Amaranth Seminar, Rodale, Pennsylvania, U.S.A.

- Harwood, R. 1977: Pannel Discussion; Abstract. Proceedings of the First Amaranth Seminar, Rodale, Pennsylvania, U.S.A.
- Hunziker, Armando T. 1943: Las Especies Alimenticias de Amaranthus y Chenopodium Cultivadas po los Indios de América. - Rev. Arg. Agron. 10; 297-354.
- Mapes, Cristina. 1984: Una Revisión sobre la Utilización del - Género Amaranthus en México. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Vol. 1 Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Márquez Sánchez, Fidel. 1984: Generalidades sobre el Estableci miento de un Programa Inmediato de Mejoramiento Genético en Amaranto. Memoria del Primer Seminario Nacional del A- maranto, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Martine de Lespinasse Vital, Marie Josephe. 1979: Estudio del Valor Nutritivo y Determinación de la Actividad de los -- Factores Antifisiológicos de la Semilla de Amaranthus leu cocarpus S. Wats (Alegria). Tesis Profesional, Universidad Iberoamericana, México, D.F.
- Medina Domínguez, Efraín Kleber. 1982: Estudio Sobre Densidades de Siembra y Fertilización con Nitrógeno y Fósforo en el Cultivo de Amaranto (Amaranthus hypochondriacus, L.). Te- sis Profesional, Chapingo, México.
- Medina D., Efraín K.; Trinidad S., Antonio; Vera M., Fernando. 1984: Utilización de Fertilizantes en el Cultivo del Ama- ranto (Amaranthus spp). Memoria del Primer Seminario Na- cional del Amaranto, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Cha- pingo, México.
- Orea Lara, Juvenal; Trinidad S., Antonio. 1984: Respuesta de - Dos Genotipos de Amaranthus hypochondriacus, L. (Verde y Rojo) a Diferentes Dosis de Nitrógeno y Fósforo en la Pro- ducción de Proteína Foliar. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto. Vol. 1, Cl. de Postgraduados, Cha- pingo, México.

- Reyna Trujillo, Teresa. 1978: Características Climático Frutícolas en Cuautitlán, Edo. de México. Bol. Instituto de -- Geografía, Vol. 8, UNAM, México, D.F.
- Reyna Trujillo, Teresa. 1984: Requerimientos Climáticos para el Cultivo del Amarantho (Amaranthus spp) en México. Memoria del Primer Seminario Nacional del Amarantho, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Sánchez Marroquín, Alfredo. 1980: Potencialidad Agroindustrial del Amarantho. Centro de Estudios Económicos y Sociales -- del Tercer Mundo, México.
- Sánchez M., Alfredo; Domingo, M.V.; Torres, J.A.; Maya, S. --- 1984: Fortificación de Semolina con Harina Integral de Amarantho. Programa y Resúmenes del Primer Seminario Nacional del Amarantho, Col. de Postgraduados, Chapingo, México
- Sauer, Jonathan D. 1967: The Grain Amaranths and their Relatives; a revised Taxonomic and Geographic Survey. Annals of Missouri Botanical Garden, 54: 103-137.
- Sauer, Jonathan D. 1974: Grain Amaranths. In: Evolution of --- Crop Plants. Ed. por Simmonds, N.W. London.
- Schmidt, Donald Q. 1977: Grain Amaranths: A Look at Some Potentials. Proceedings of the First Amaranth Seminar, Rodale, Pennsylvania, U.S.A.
- Torres Aleman, Agustín. 1984: Utilización Potencial del Amarantho en ICONSA. Memoria del Primer Seminario Nacional del - Amarantho, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.
- Velasco Lozano, Ana M.L.; Heyden, Doris. 1984: El uso y la Representación del Amarantho en la Epoca Prehispánica según las Fuentes Históricas y Pictóricas. Memoria del Primer - Seminario Nacional del Amarantho, Vol. 1, Col. de Postgraduados, Chapingo, México.