

INTRODUCCIÓN.

Desde hace varios años existe un interés creciente en México como en diversos países del mundo, por encontrar cultivos que puedan constituir una buena alternativa de producción tanto por su valor nutricional o industrial, como por la posibilidad ampliar el horizonte agrícola de los campesinos. Consideramos que en el caso del amaranto, no se trata de un nuevo cultivo, puesto que en realidad este cultivo surgió hace unos 500 años A. C., siendo México uno de sus centros de origen. Así cuando en otros países y en particular en los Estados Unidos de América se habla del amaranto como un nuevo cultivo, lo hacen desde el punto de vista de la agricultura moderna pues ya a sido cultivada por las antiguas tribus que poblaron el sureste de ese país.

El origen esta situado principalmente en los países de América del Norte y en parte de México. En algunas exploraciones que se han hecho se encuentra que los indios Happi de Arizona lo usaban en su alimento, así como los indios Suñis de Nuevo México.

Por otro lado el amaranto tiene un alto valor nutritivo, ya que contiene alrededor de 17% de proteína; sin embargo, su importancia radica en que el balance de aminoácidos de esta proteína que es la que más se asemeja la estructura de la proteína ideal; es rica en lisina, aminoácidos esenciales en la

nutrición humana y que es deficiente en la proteína de los cereales, de aquí que si se utiliza el amaranto como complemento de los cereales, se obtendrá alimentos con alto valor nutritivo.

Este alto valor nutritivo de la semilla de amaranto provoca que en los últimos años un gran número de instituciones e investigadores hayan abocado al estudio de diferentes tópicos de este cultivo. En los trabajos de investigación que se han realizado en México, es muy común que no se conozcan las especies con la cual se ha trabajado o bien que esta se confunda.

Las zonas actuales de producción de amaranto en México difícilmente rebasan las 200 has. , sin embargo, se ha generado mucha inquietud acerca de la utilización de este cultivo y que cada día aumenta su demanda.

Las siembras actuales se está haciendo con variedades criollas, las cuales presentan una alta variabilidad genética en cuanto a la altura, color de planta y de semilla, maduración; son de bajo rendimiento y su susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Esto indica que debe iniciarse un programa de mejoramiento genético para obtener variedades mejoradas.

REVISION DE LITERATURA.

Origen Geografico.

El amaranto conocido comúnmente en México como “Alegría” es una planta herbácea de la familia *Amarantacea* junto con el “trigo Forrajero” *Polygonacea*. Originario de Asia y la “Quinoa” originaria del Perú, constituye el grupo de los Pseudocereales.

Las especies para producción de grano del genero *Amaranthus* han sido cultivadas desde tiempos inmemorables en el Asia del sur y probablemente son originarios de este lugar, sin embargo, no existe mucha evidencia que respalden esta afirmación.

Señala que probablemente todas las especies para producción de grano de *Amaranthus* son originarias de América, mientras que las especies para verdura son originarias de Asia y que se han formado centros secundarios de diversidad en las zonas productoras.

Amaranthus cruentus_ L. especie para la producción de grano, es originaria de América Central, probablemente de Guatemala y sureste de México, donde se cultiva y se encuentra ampliamente distribuido.

Amaranthus caudatus es otra especie para la producción de grano; es de día corto y se adapta mejor a otras especies a bajas temperaturas, es originaria de los Andes y de aquí se distribuyó a otras zonas templadas y subtropicales.

Amaranthus hypochondriacus es otra importante especie para producción de grano y es originaria de México, ya que de aquí se le cultiva desde el tiempo de los Aztecas, actualmente se sigue cultivando y se encuentra ampliamente distribuida en México; También se le cultiva en los Himalayas en Nepal y al sur de la India donde se ha formado centros secundarios de diversificación.

Las evidencias arqueológicas encontradas confirman el origen Americano de las especies cultivadas para grano, ya que las hojas y semillas del genero *Amaranthus* fueron utilizadas por los habitantes de América Prehistórica, ya que mucho antes del proceso de domesticación de esta planta. Las excavaciones realizadas por Mac neish (1964), indican que los indígenas ya cultivaban esta planta durante la fase Coxcatlán (5200 a 3400 años a. C.), lo que quiere decir que la domesticación del amaranto tuvo lugar en la misma época que la del maíz.

El origen del amaranto en el sureste de los Estados Unidos y Norte de México. Encontró indicios de que las tribus de esa zona cultivaban el amaranto

como alimento. Posteriores migraciones lo trasladaron hacia la mesa central donde alcanzo su mayor relevancia como cultivo de grano, en tiempos anteriores a la conquista, fue suprimido por la iglesia española, en un intento por erradicar las ceremonias paganas que se encuentran en torno a el. Actualmente ha quedado reducido a pequeñas Zonas; Las más importantes son: Distrito Federal, Estado de México, Tlaxcala, Puebla y Morelos.

Early (1977) reportó la técnica del cultivo en dos regiones principales, Tulyehualco, D.F. y el estado de Morelos. Así menciona que en Tulyehualco se realiza bajo condiciones de temporal y atraviesa por dos etapas: El almácigo que se establece en la parte baja de los cerros y el trasplante que se realiza en los lomerios semiáridos. En cambio en el estado de Morelos (Huazulco, Amilcingo, Amayuca, Jonacatepec), se hace con siembra directa.

Taxonomía

La familia de las *Amarantaceas* (Dicotiledoneas, orden cariofiliales) está compuesta por 60 géneros y al rededor de 800 especies, son plantas herbáceas anuales de origen tropical la mayoría, pero con buena adaptación a climas templados.

La clasificación taxonómica del genero *Amaranthus* ha sido difícil, debido a que se han considerado para tal efecto características como la pigmentación, la cual segregan demasiado dentro de las poblaciones; y el

tamaño de la planta que esta ampliamente influida por la longitud del día y otras variables ambientales; cabe mencionar que la planta de amaranto es tremendamente plástica. Debido a esto se han buscado otras características más constantes que faciliten la clasificación de la especie, tal es el caso de la forma y proporción de la parte de las flores pistiladas que propone.

Los amarantos para producción de grano son fácilmente reconocidos por sus bracteas relativamente cortas y frágiles, por su alta producción de semilla de color claro, que es encontrada únicamente en estos tipos, como resultado de las preferencias por las semillas de estas tonalidades.

La sección blitopsis tiene flores de crecimiento determinados, axilares y en dado caso, que exista una inflorescencia terminal, ésta es muy pequeña. Las flores normalmente son bímeras o trímeras con un utrículo de hiescencia irregular. La sección blitopsis incluye las especies para verdura, *Amaranthus tricolor*, *A. gangeticus*, *A. blitum*.

Las especies del genero *Amaranthus* se caracterizan por su alta variabilidad dentro de ellas, con el propósito de facilitar el manejo de germoplasma, se ha clasificado a niveles muy específicos.

La especie *Amaranthus hypochondriacus* con 139 colectas y *Amaranthus cruentus* con 68 colectas son las que se encuentran más ampliamente distribuidas en México.

El género *Amaranthus* es un grupo difícil taxonómicamente, ha existido mucha confusión en la nomenclatura y clasificación de esta planta debido a su gran semejanza y amplia distribución geográfica.

Los nombres que diferentes autores le han dado a esta planta son muy variados, sin embargo, después de varios estudios que se ha llegado a la conclusión de que la especie de semilla comestible se reduce a: *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus* (National Academy of Sciences, 1975). *Amaranthus hypochondriacus*, también se le ha conocido como *Amaranthus leucocarpus* S. (Wattson); debido a la dominancia errónea, Wattson lo llamó más tarde *Amaranthus leucospermus*. Otros autores, lo llamaron posteriormente *Amaranthus paniculatus* L. var. *leucocarpus*.

El tamaño de la hoja varía bastante entre y dentro de la especie. También es profusa la variación del color que es desde un verde oscuro a magenta. Las inflorescencias varían también como en las plantas ni son de un color verde a beige, rojo o púrpura.

Las estructuras florales básicas para ambas secciones son un dicasio llamado comúnmente glúmero. Una flor estimada inicial es seguida por números de flores pistiladas. Los glúmeros están sobre un eje carente de hojas y forman una panícula compleja llamada técnicamente tirso. Antes de la emergencia de los estambres, los pistilos dentro de un glúmerado son receptivos al polen.

La familia amarantacea está compuesta de 60 géneros y aproximadamente 800 especies. El género *Amaranthus* se divide en 2 secciones: *Amaranthus* y *blitopsis*. Para la clasificación de las especies en las secciones se consideró la forma y proporción de las estructuras pistiladas.

La inflorescencia en la sección *Amaranthus* es terminal compuesta, las unidades básicas son glómerus, una flor estimada inicial y un número indefinido de flores pistiladas, sobre un eje carente de hojas llamadas espigas. La sección *Amaranthus* incluye especies de grano, así como los amarantos coloridos, los tipos para hortalizas, ornamentales, y malezas comunes. En esta sección se incluye las especies *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypochondriacus*, y *Amaranthus edulis*

Existen variaciones en el tamaño de hoja y dentro de especies. El color de la planta va desde un verde oscuro a magenta; en la inflorescencia oscila de verde a púrpura.

El género *Amaranthus* es un grupo difícil en cuanto a su taxonomía, debido a su distribución geográfica, hay mucha confusión en su nomenclatura y clasificación. Después de varios estudios se ha llegado a la conclusión que las especies comestibles se reducen a: *Amaranthus hypochondriacus*, *A. caudatus*, *A. cruentus*, (National Academy Sciences, 1975).

Botanica.

El genero *Amaranthus* comprende hierbas anuales erectas con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas.

Plantas generalmente matizadas con un pigmento, rojizo, llamado Amarantina algunas formas coloreadas son intensamente coloradas. El color se manifiesta desde las primeras etapas de desarrollo de las plántulas, poco después de la emergencia.

Las unidades básicas de la inflorescencia son los llamados glomerulos cada uno consiste en una flor estimada inicial y un numero indefinido de flores femeninas. Los glomerulos están agrupados en un eje sin hojas para complejas inflorescencias las cuales son llamadas.

Amaranthus hypochondriacus es una planta herbácea anual de 1.5 a 2.0 mts. de altura; Tallo ramificado desde la base, marcado con estrías longitudinales; hojas largamente pecioladas y ovadas, que miden aproximadamente 15 cm. de largo y 10 cm. de ancho; Inflorescencias terminales o axilares muy ramificadas de aproximadamente 50 cm. de largo. El

fruto es una cápsula pequeña que se abre transversalmente y contiene una sola semilla blanca, lisa y brillante, ligeramente aplanada (Sánchez, 1980). *Amaranthus hypochondriacus* se derivó como cultivo de grano, por selección de *A. powelli* dentro de la zona de cultivo que tenían las nativas de América del Norte.

Morfología, Estructura Floral y Polinización.

Como se menciona anteriormente el género *Amaranthus* está dividido en dos secciones: *Amaranthus* y *Blitopsis* en la primera son las cuales se encuentran las especies para producción de grano; que se caracterizan por su inflorescencia terminal de gran tamaño y varios colores, sus flores usualmente pentámeras y por dehiscencia de sus utrículos que normalmente es circunscítil.

La estructura floral básica para ambas secciones es una cima dicásica comúnmente llamada glomérulo se encuentra dispuesta sobre un eje de hojas sobre una compleja pánicula.

Al respecto Kauffman (1979), reporta que Feine en el mismo año, en sus estudios morfológicos encontró que cada glomérulo consta de 3 a 6 flores, con una flor estimada rodeada de varias flores pistiladas. Ocasionalmente un glomérulo suele presentar únicamente flores pistiladas.

Por su parte Pal (1972), menciona que un glomérulo (cima dicásica) es la unidad básica de la inflorescencia, en el cual la primera flor se encuentra en el final de una ramificación y en base, sobre un lado, se desarrolla dos ramas secundarias y la segunda y tercera flor. Ambas flores son terminales en las ramificaciones secundarias, y es la base y este proceso continua hasta que la planta madura.

El desarrollo de un dicásico es muy simétrico en algunas especies, como *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus edulis* donde el carácter dicásico es mantenido hasta el final. Sin embargo en otras especies la ramificación dicásica cambia gradualmente hacia el tipo monocásico. La apariencia globular de los glomérulos individuales que se ven en *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus edulis* se debe a que las ramificaciones dicásicas se mantienen. En otras especies son *Amaranthus hypochondriacus*, *A. hybridus*, *A. cruentus*, *A. dubius* , y algunos híbridos, debido a 2 o 3 dicotomías sucesivas, se forman cuatro u ocho ramas. Sin embargo, debido a ramificaciones monocásicas repetidas resulta, cuatro u ocho ramas que semejan dedos. (Pal, 1972).

En cada glomérulo. las flores pistiladas abren, exponiendo sus estigmas receptivos antes que la flor estimada madure. El polen disponible no proviene de la flor estimada del mismo glomérulo, sino de las flores estimadas de otros glomérulos (kauffman, 1981).

A este respecto Pal (1972), señala que todas las especies monóicas de la sección *Amaranthus* que el estudio exhibieron protoginea, y las estructuras de su inflorescencia asegura la polinización cruzada y señala que el género *Amaranthus* presentan tres tipos de polinización: El de la polinización cruzada obligada y el de la polinización cruzada relativamente alta en plantas monóicas, de la sección *Amaranthus*, y el de autopolinización relativamente alta en miembros de la sección *blitopsis*.

Jaín, Huaptli, y Vaidya (Sánchez, 1982), estudiaron el porcentaje de cruzamiento de las especies *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus*, y *A. caudatus*, encontraron que existe mucha variación en cuanto a los niveles de cruzamiento, variando desde 5 a 30%.

Huaptli y Jain (1985), encontraron que el rango de cruzamiento es muy amplio, entre 10 y 50%. Lo cual encontrada con Waltón (1968) que encontró valores de cruzamiento desde 15.7 y 34.9% en *Amaranthus caudatus* además señala que la polinización del amaranto se efectúa por medio del viento (Eólica).

La polinización del amaranto se lleva a cabo principalmente por el viento aunque se ha observado que esporádicamente la inflorescencia de esta es visitada por abejas.

Distribución del Amaranto.

Mundial.

Las especies silvestres están ampliamente distribuidas en todo el mundo. Dos de ellas, *A. hybridus* y *A. powellii* tiene particularmente un rango de latitudes muy amplio.

Las especies de Amaranto cultivadas para grano son muy semejantes entre sí, y ha eso se debe la confusión taxonómica existente en este grupo.

Cuadro nº 1 Distribución de las Especies Comunes de *Amaranthus*.

DISTRIBUCION Principal	ESPECIE O SINONIMO	USOS ACTUALES	NOMBRE VULGAR	CULTIVO
México	<i>A. hypochondriacus</i> (<i>A. leucocarpus</i> , <i>A. paniculatus</i> , <i>A. silvestres</i>). <i>A. cruentus</i> (<i>A. Paniculatus</i>). <i>A. hybridus</i> . <i>A. retroflex</i>	Confitería. Confitería. Sopa y estofado. Ninguno.	Alegría. Soforina. Quintonil. Quelite y bledo.	+ + - -
E.U.	Las 4 anteriores y además: <i>A. powellin</i> y otros	Ornamental. Ninguno.	Pigweed y comoot.	- -
Centro y Sudamérica.	Las cinco anteriores y además: <i>A. caudatus</i> . <i>A. quitensis</i> . <i>A. dubios</i> .	-- Hortalizas y grano Hortaliza y grano Hortaliza	Quinoa cuime Milimi	- + + +
Asia	<i>A. gangeticus</i> (<i>A. Tricolor</i> , <i>A. aleraceus</i>) <i>A. hypochondriacus</i> <i>A. lividus</i> (<i>A. Asendens</i> , <i>A. blitum</i>) <i>A. spinosus</i> . <i>A. tristis</i> (<i>A. Dubius</i>) <i>A. cruentus</i> (<i>A. Frumentaceus</i> , <i>A. Paniculatus</i>). <i>A. gracilis</i> (<i>A. Viridis</i>)	Hortalizas y grano Hortalizas y grano Hortalizas Hortalizas Hortalizas Hortalizas y grano Ninguno	Espinaca china Tampala Tulsi, dan khar Rajgirah Anardane, Chun	+ + - - - -
AFRICA	<i>A. grasilis</i> (<i>A. Viridis</i>) <i>A. hypochundriacus</i>	hortalizas hortalizas y ornamentales		- -
EUROPA	<i>A. retroflexus</i> <i>B. albus</i> <i>C. caudatus</i> <i>D. Leucocarpus</i> <i>E. melancholicus</i> <i>A. lividus</i> (<i>A. blitum</i>)	Ninguno Ninguno Ninguno Ornamental Ornamental Ninguno	Bledo (Esp) Bledo (Esp)	-- -- -- -- -- --
OCEANIA	<i>A. gangeticus</i> <i>B. caudatus</i> (<i>A. edilus</i>) <i>A. Cruentus</i>	Hortaliza y grano Hortaliza Hortaliza y Ornamental	-- -- -- --	-- -- -- --

América.

Existen varias regiones Americanas donde los Amarantos se cultivan para grano, cada una de las propias especies peculiares *Amaranthus hypochondreacus*, en México y el Sureste de Estados Unidos; *A. cruentus* en Guatemala; *Amaranthus caudatus*, en Perú y Bolivia principalmente y *Amaranthus edulis* en Argentina. Parece existir algo de difusión de especies entre los centros mexicanos y guatemaltecos y entre los Andinos y Argentinos, pero en general, los rangos de las especies en el nuevo mundo están bien determinados.

La conclusión de que los amarantos para grano son todos originarios del nuevo mundo parecen generalisarse, pero no se sabe de cuál especie silvestre se derivan.

Area de su cultivo. El explorador Pálmer menciona cultivos de este pseudocereal para la región estadounidense en donde viven los indios pohutes, y Powel colecciono semillas en Arizona. Pero es en México donde se le conoce y estima mucho más; el mismo Pálmer observo que en el estado de Jalisco se le cultiva aislado o en asociación con maíz y Erwin lo ha encontrado recientemente en el estado de Oaxaca.

De acuerdo con Martínez, se cultiva en los estados de México, Guerrero, Jalisco, Durango, Morelos y en algunos lugares del Valle de México, principalmente Tulyehualco.

La planta conocida en India como *A. frumentaseus* es probablemente de origen Americano tiene una semejanza con la forma mexicana y debe haberse introducido en fecha temprana al sur de la India y de ahí trasladada a Bengala, Chachemira y Tibet, en tanto que la forma caudata pudo haber sido endémica del Perú.

Cualquiera que sea el origen de esta planta, debe reconocerse que el amaranto paniculado (*Amaranthus hypochondriacus*), creció en México y en el sureste de los Estados Unidos en tiempos precolombianos, y que en su forma de cultivo y usos las del viejo y nuevo mundo son asombrosamente similares: en ambas áreas, el cultivo se practica en las regiones altas; muchas especies para grano son muy cultivadas como ornamental hasta el nivel del mar.

Asia.

Existe una amplia zona de distribución Asiática del Amaranto para grano que va desde el interior de China (donde se le conoce con el nombre de Tien-shu-tze). Y del Himalaya hasta Afganistán y Persia.

Amaranthus leucocarpus. Ha sido colectado en Irán, Afganistán, en muchas regiones del Himalaya, Nepal, Sikkim, China y Manchuria.

En la India se cultiva extensamente la especie *Amaranthus hypochondriacus*, pero también *A. gangeticus*, *A. paniculatus*, *A. polygoides*.

En Nepal se le denomina “nana pilum o latere”. En Uganda también se cultiva *Amaranthus hypochondriacus*. En Pakistán se le llama “Ganahar”.

Tanto en Egipto y Albania, como en el Japón y en Java, se cultivan diferentes especies de amaranto, como legumbres.

Europa.

En Inglaterra la especie de *Amaranthus* predominantes en varias regiones es *Amaranthus retroflexis*, *Amaranthus albus*.

En España se designan con el nombre de “bledo” a algunos amarantos. En Hungría, “Prizt”, ha hecho la revisión del genero *Amaranthus*. En Escocia se ha estudiado *Amaranthus caudatos*. En otros países Europeos se encuentra la especie *Amaranthus caudatos*, *Amaranthus leucocarpus*. Fue introducida como planta ornamental durante el periodo colonial mexicano y parece ser que todas las especies son semilla oscura; sin embargo en Alemania se encuentra la forma de semilla clara.

El *Amaranthus melancholicus* es muy cultivado en los jardines de Europa, como planta ornamental, y ha sido considerado como una forma específica, originaria probablemente de la India.

Oceanía.

Sabemos que las especies de *Amaranthus gangeticus* existen en Nueva Guinea, aunque también se le ha señalado como especie común en Australia. Acerca de la distribución de especies de amaranto en ese país. Dawton, se ha ocupado de estudiar *Amaranthus caudatos* L. particularmente lo que se considera raza de las especies o sea *A. edulis* así mismo *Amarantus cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. edulis*. La seleccionan por su contenido de lisina.

Africa.

Amaranthus caudatus se cultiva en pequeñas escalas en algunos países africanos especialmente en Sierra Leona.

El único espécimen africano es *Amaranthus leucocarpus* proviene de Marruecos y probablemente representa una Ornamental introducida en Europa. Baker y Cracke revisan las especies predominantes en Africa tropical. Delziel también describe en forma amplia algunas especies africanas

Por otra parte Woot-Tsewn se refiere a la composición de varias especies africanas en tanto que el *Amaranthus gracilis* ha sido señalada como especie frecuente en ese continente.

En el Africa Occidental se emplea varias especies de amaranto como hortalizas, se cosechan las plantas inmaduras o cuando todavía no florece y se cocinan las plantas verdes.

Cuadro nº 2 Colecciones Nacionales e Introducidas en Estudio del Amaranto.

ORIGEN	ALTITUD	PROSENCIA
Chapingo, Mex.	2250	México
Mixtepec, Oax.	1980	México
Oaxaca, Oax.	1563	México
Zimatlan, Oax.	1650	México
San Mateo Muxtepec, Oax.	1815	México
Huaquechula, Pue.	1640	México
Tulyehualco, Mex.	2190	México
Mixquic, D.F.	2280	México
Tocuila, Mex.	2240	México
Amayuca, Mor.	1386	México
Amilzingo, Mor.	1716	México
Huazulco, Mor.	1716	México
Jantetelco, Mor.	1485	México
Huehuetlán, Pue.	1600	México
Uxtacuixtla. Tlax.	2200	México
El Rosario, Tax.	2772	México
Azinzintla, Pue.	2325	México
* Azinzintla, Pue.	2320	México
Chicuatzingo, Pue.	2640	México
Santiago Tecla, Pue.	1650	México
Nativitas, Tlax.	2250	México
Salvador alberte, Pue.	2540	México
Nepal	--	RRC
Desconocido	--	RRC
Pakistan	--	RRC
México	--	RRC
India	--	RRC
Benin	--	RRC
Perú	--	RRC
Puerto Rico	--	RRC
Taiwan	--	RRC
Argentina	--	RRC
Bolivia	--	RRC
Afganistan	--	RRC
República Dominicana	--	RRC
Hong Kong	--	RRC
Sonora, Mex.	--	RRC
Ghana	--	RRC
Guatemala	--	RRC
Africa	--	RRC

Continuación

ORIGEN	ALTITUD	PROSENCIA
Estados Unidos	--	RRC
California, EEUU	--	RRC
Sn. Miguel Hidalgo, Tlax.	2400	RRC
Arizona, EE.UU.	--	RRC
China	--	RRC
Ecuador	--	RRC
Nuevo México, EE.UU.	--	RRC
Nigeria	--	RRC
Sierra Leona	--	RRC
Indonesia	--	RRC
Morelos, México	--	RRC

Cultivo Del Amaranto en México.

Cuadro n°3 Distribución del Amaranto en México.

Estado	Lugar de cultivo
Distrito Federal	Tulyehualco Sangrerorio Atlapulco Milpa Alta
Estado de México	Tultitlan Zumpango Cocotitlan Chinconcuac Tonatico Texcalititlan
Morelos	Chimalacatlan Huazulco Amilcingo
Tlaxcala	Apizaco Tlaxcala Acatlan
Puebla	Santa clara tetla Huaquechula Acatlan
Oaxaca	Ixtla de Juárez Zimatlan San Miguel Suchitepec
Michoacán	Chera Chilchota Ztintzutzan
Sinaloa	Quebrada de Manzana Ymala
Jalisco	Tuxpan Tlajomulco Tlaquepaque Zocaalco
Sonora	Guirocoba Warihio
Chihuahua	Cusihoriachic Guasaremos Rancho Trigo

En la región central de México, diversas especies y variedades de amaranto de grano se cultivan en los estados de Tlaxcala, Puebla, y Morelos, así como en Tulyehualco, D.F. A continuación, se hace referencia a las características particulares que revisten el cultivo en cada localidad.

Tlaxcala:

En este estado, aunque existen lugares donde el amaranto tiene importancia económica, la principal localidad donde se le cultiva es en San Miguel del Milagro. La fiesta religiosa del pueblo está ligada a la feria de la “Alegría” que se celebra en el mes de Septiembre.

El medio físico se caracteriza por un clima semi-árido Bs, temperaturas media anual entre 12 y 18°C , precipitación media de 600 mm y 2100 msnm.

En ocasiones las heladas pueden afectar a los cultivos. El suelo es castaño, arenoso y poco pedregoso. Las parcelas se encuentran en general en sitios con poca pendiente, bien acondicionadas, a veces con trabajos de terraceo y conservación del suelo. el suelo es de pH cercano a la neutralidad y con poca materia orgánica. La vegetación en los lugares aledaños a las parcelas se caracterizan por la distribución de nopales (*O. streptacatha* y otras especies) , magueyes (*agave spp.*) , pirules (*Schinus molle*), mezquites (*Prosopis spp*) y diversas malezas anuales.

Prácticas culturales:

El amaranto se cultiva bajo el sistema de siembra directa. Se practica la preparación del terreno: Barbecho y surcado a principio del año mediante el uso de maquinaria. El temporal principia en mayo o junio. La siembra se hace después de las primeras lluvias, depositando la semilla en forma mateada o a “Chorrillo”, pero siempre en el fondo del surco. Se acostumbra cubrirla con la

ayuda de una rama, extendiendo a una delgada capa de tierra sobre ella. Se siembra entre surcos de 3 a 4 plantas a distancias de 50 cm entre estas. Sin embargo puede haber alguna diferencia en las distancias de siembra y número de plantas por mata, tanto en la misma parcela como en las distintos productores.

La fertilización se realiza con productos químicos o con estiércol dependiendo de la capacidad económica del agricultor. Un ensayo para dilucidar las ventajas de uno u otro tipo de fertilizante fue echo en San Miguel del Milagro e Ixtenco, Tlax. por Morales Parada (1982 com. Personal.).

Después de un mes de siembra, las plantitas se han desarrollado de 15 a 20 cm. de altura, y entonces se realiza las escardas o deshierbes. Un aclareo de plantas se hace a los dos meses, dejandolas mejor desarrolladas.

Así se mantiene el cultivo hasta llegar a la época de la cosecha. Esta tiene lugar a principios de noviembre, para la cual se corta la panoja, se forma gavillas y luego se extiende sobre una lona para pasar un tractor a automóvil sobre ellas. A continuación se pasa el tamo a través de cernidores y una vez bien limpia la semilla se guarda en lugares secos, frescos y con buena ventilación.

En el recorrido por la región, se encontró que son varias familias las que se dedican al cultivo; generalmente la semilla se utiliza para la elaboración del

dulce de "Alegría". sin embargo, según Leopoldo de Tellez (Com. personal, 1982) la semilla se utiliza a nivel doméstico y constituye un alimento valioso capaz de fortalecer a personas con decaimiento físico grave, lo cual ha sido probado por un método de la región.

Por lo que se refiere al valor económico de la semilla, en la temporada 1983-84, esta tenía un precio de cien pesos el cuartillo (1.5 kg, aproximadamente).

Problema.

El principal problema que se detectó en el cultivo, es de origen genético, por que se requiere estudios más detallados al respecto. El más consistente en la malformación de algunas panojas. En estas, se observó que un estado de madurez fisiológica mostraban un desarrollo aparentemente normal pero los utriculos estaban banos. Así, las estructuras del utriculo presentaban crecimiento vegetativo de color verde, a manera de hojitas. (Los campesinos se refieren al problema diciendo que las plantas están brotadas). En el interior del utriculo seco se observaron restos de una membrana transparente, que puede ser parte de una cubierta seminal. La causa pudiera ser la falta de fertilización y la ausencia de embrión. Algunas panojas presentaron un porcentaje de malformación de la semilla entre 1 y 2%.

Puebla.

El cultivo del amaranto se realiza en el estado de Puebla bajo las condiciones ecológicas propiciadas por el clima tropical cálido seco AW. con lluvias en verano. en estas condiciones prevalecen tipos de vegetación de trópico semi-árido. La temperatura promedio oscila de 18 a 24°C.

La especie que se cultiva es *A. cruentus*, que resulta más precoz que *A. hypochondriacus* por lo cual con riego sería posible obtener dos cosecha la año. aunque habría que considerar la influencia del fotoperiodo.

Prácticas culturales.

La mayoría de las plantaciones se realiza bajo el sistema de siembra directa en condiciones de temporal. como ejemplo, se tiene las localidades de Calmecca, Tepexco, Huequechula. Sin embargo, algunas plantaciones resultan vigorosas con esponjas de color rojo, verde claro, verde rojizo o cremosos. El punto o índice de cosecha se determina por la senescencia de las hojas, sin esperar hasta la completa marchitez de esta. Para la cosecha, se corta las panojas con hoz y se deja el tallo de pie. Esta práctica puede dar lugar a la perpetuación del problema de brotación, ya que las plantas que crecen en una segunda emergencia o en el ciclo de cultivo presentan el mismo problema, bajo las condiciones de temporal. sin embargo, este problema debe investigarse con mayor detalles.

Después de azotar las plantas, el tamo es cernido para limpiar la semilla. La mayoría de los campesinos exponen la semilla al sol durante varios días, para lograr su completa desecación. La semilla resultante es de color cremoso. Luego es empacada en costales o se guarda a granel en pequeñas bodegas hasta que leguen los compradores.

Algunos campesinos preparan el dulce de “Alegría”, en tanto que los que tiene sus parcelas más alejadas de la carretera, esperan la llegada de algún comprador proveniente del estado de Morelos, Tulyehualco, San Miguel del Milagro. A principios de 1984, la semilla se cotizaba a ciento veinte pesos el cuartillo (1.5 kg, aproximadamente).

Morelos.

El amaranto se cultiva en diversos sitios del estado, generalmente bajo condiciones de temporal. Las parcelas tienen poca o ninguna pendiente y por lo general no se asocian con ningún cultivo, Así se ha observado en las localidades de Tecajec, Huazulco, Amilcingo, Huichililla y Amayuca.

El clima prevaeciente es tropical semihúmedo con lluvias en verano. La temperatura oscila de 18 a 24°C; la vegetación es de matorral xerófilo o selva bajo subcaducifolia.

Las parcelas observadas están a una altitud entre 1800 y 1900 msnm. Se cultiva las especie *Amarantus cruentus* con tipos criollos que tienen panoja de color pardos claro, rojo y verde, con varios colores en el tallo, hojas y peciolos.

Practicas culturales.

La siembra se realiza antes del establecimiento del periodo de lluvias. La semilla se distribulle a chorrillo en el lomo del surco, luego se cubre con un poco de tierra. La distancia entre planta puede ser de 10 a 50 cm dejando 80 cm entre surcos. Una vez que haya crecido las plantas, se hacen aclareos para darles la distancia conveniente. Cuando las plantas llegan a 50 cm de altura, se hace un primer aporque, y a medida que crece más, se le hace otros aporques. La fertilización se hace con fórmulas comerciales. En ocasiones se practica el control químico de plagas.

En los cultivos comerciales se observaron que las panojas de color pardo claro, rojizo rosado, verde intenso, verde claro, amarillo cremoso. El índice para la cosecha es cuando las hojas llegan a la senescencia, se tornan amarillas y el tallo toma una coloración negruzca. La cosecha es manual y se hace en los meses de octubre y noviembre, Se acostumbra cortar las panojas dejando los tallos en pie, siendo necesario un desvare posterior antes del siguiente cultivo.

Después de la cosecha, la semilla se desprende azotando la panoja o golpeandola con un palo. La semilla se separa del tamo grueso con un tamiz fino. Elfego Aguilar, productor de “Alegría” de Huazulco, Mor. tiene en funcionamiento un pequeños aparato diseñado para la limpieza final de la semilla, el cual le fue proporcionado por el Dr. Alfredo Sanchez Marroquín. Según se puede constatar, la eficiencia que tiene es suficiente para el nivel de producción de los pequeños productores de esta semilla. Esta fase es uno de los aspectos críticos de la cosecha del amaranto, por lo que es combeniente considerar su difusión cuando se trate de impulsar el cultivo entre pequeños productores. (El mismo principio de funcionamiento tendría aplicación para los productores en mayor escala).

Los campesinos de Huazulco secan la semilla al sol sobre una manta extendida en el suelo, en tanto que en Amayuca la colocan sobre el techo de las casas. Seca la semilla, se envasa 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 de dulce.

Tulyehualco, D.F.

La siembra del amaranto se realiza en esta localidad conservando en buena parte la tecnica ancestral de la s chinampas. El paso inicial consiste en la preparación el almacigo, el cual se establece en sitios bajo y planos, aprovechando lugares que corresponden a las chinampas.

Prácticas culturales.

El almácigo se coloca en una esquina de la parcela que el agricultor cultiva con maíz. La época adecuada para establecerlo es abril, siguiendo la técnica de chinampas. La generalidad de los agricultores acostumbran extender una capa de suelo lodoso y batido sobre una superficie de 1-1.20 m de ancho por 5 o 7 m de largo. el cual aíslan perfectamente, trazan líneas con un cordel, cortan con un cuchillo y ensemillan. Luego de prepararlo lo cubren con estiércol y lo dejan así hasta que emerge las plantitas; posteriormente se barre el estiércol, y una vez que las plantitas crecen en las chapines y alcanzan una altura de 15 a 20 cm, son “arrancadas” para el trasplante. Según lo observado, esta técnica permite a las plantitas soportar el estrés que ocasionan la etapa del trasplante.

El trasplante se realiza en lomeríos semiáridos, con suelos arenosos y bastanetes rocas volcánicas. Para ello los campesinos esperan el establecimiento de la temporada de lluvias, y luego de una lluvia abundante transportan los chapines de huacales a lomo de mula hasta la parcela; ahí el líder del grupo realiza el surcado con la técnica e implementos tradicionales, en tanto que otros campesinos van colocando a un lado de los chapines, que son transportados en una penca de maguey. La distancia que acostumbra dejar entre matas (con 4 a 5 plantas por mata) es de 80 cm a un metro. Luego de colocar los chapines, otro campesino realiza el trasplante, para lo cual hace un agujero con la mano y en fondo coloca el capín, compactando el suelo alrededor para ayudar a que las raíces tomen mayor contacto con la húmeda.

Después de un mes de trasplante, se hace la fertilización; se utiliza superfosfato simple y en ocasiones estiércol encima del fertilizante. Cuando las plantas tienen un metro de altura se acostumbra a realizar la práctica que conoce en la región como “dar montón”, es decir, colocar bastante tierra en al base de la planta. Según observaciones, esta propicia el desarrollo de muchas raíces secundarias y raicillas, lo cual contribuye a la formación de un sistema radicular fuerte, que evita que los vientos acamen a las plantas. Además esto favorece el desarrollo rápido y así evitar la competencia de las malezas por agua y nutrientes.

El ciclo de cultivo en Tulyehualco es al rededor de 180 días, contados a partir del establecimiento del almácigo. Sin embargo, terminando el ciclo vegetativo, las plantas se dejan en pie en espera de condiciones favorables para la cosecha y para que le grano seque bien.

La cosecha tiene lugar durante diciembre y enero. Para el campesino, el mejor indicador de la maduración para la cosecha, es cuando toda la plantación tira las hojas quedando únicamente las panojas y tallos desnudos, momento en el que adquiere una peculiar coloración pardo dorado. Al examinar al tacto el grano y aplastarlo, éste tiene una consistencia dura.

Para la siega, los campesinos prefieren las primeras horas de la mañana, cuando las panojas, están húmedas por el rocío; entonces hay menos de hiesencia de los utriculos, por lo tanto es menor la caída de la semilla.

Después del corte que hacen con hoz en la parte basal, los tallos con su panoja son reunidos en haces y gavillas y llevados hasta una lona extendida sobre el terreno.

Mediante el azotado de las panojas con un palo y el “baile” que se hace zapateando sobre ella, se logra la separación del tamo grueso. Este se deposita sobre un harnero sostenido sobre cuatro postes y a continuación se introduce el brazo de la mano hasta el fondo, con lo cual se logra que la semilla pase a través del harnero. El tamo más fino se separa ventilándolo con un sombrero sobre el montón de semilla. Finalmente el tamo grueso es apartado con ayuda del viento y un golpe que se da abajo del harnero en la dirección conveniente.

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.

La semilla puede conservarse libre de plagas y enfermedades por varios años si se mantiene en un lugar seco, fresco y ventilado. La mayoría de los campesinos que producen amarantos se encargan de procesar la semilla para elaborar el dulce de la “Alegría”, el cual lo comercializan en la ciudad de México, por lo que constituye una fuente importante de ingresos para la población de esa localidad.

Problemas.

La tusa es una de las plagas más dañinas y se manifiesta en esta región desde el inicio de la plantación (luego el trasplante). Su ataque prevalece en casi todo el ciclo de cultivo, prácticamente hasta la época de la cosecha. En cambio, otros animales como el hurón y el conejo, manifiestan su influencia nociva sólo el inicio de la plantación ya que después se desplaza a otros sitios para alimentarse de elementos de la vegetación silvestre que crecen alrededor de la parcela.

Paquete Tecnológico Del Amaranto

El cultivo de amaranto se realiza bajo condiciones de temporal en una superficie de 500 Has. En este ciclo, el Amaranto se cultiva en el municipio de Temoac, Zacualpan en menor escala.

El rendimiento promedio estatal en el ciclo de temporal es de 1.5 Ton/Ha; el cual se considera relativamente bajo, debido principalmente al deficiente manejo del cultivo. por lo que, esta información pretende orientar sobre las prácticas mas adecuadas para obtener mayores rendimientos.

Dichas investigaciones son el resultado efectuados por el campo experimental “ Zacatepec “.

Suelo.

Según estudios de CETENAL (1976), los suelos de esa región son originarios de rocas ígneas. Corresponden según la clasificación FAO-UNESCO, modificada por la propia CETENAL, a la unidad de suelos Faozem aplico, con la clase textura media y se encuentra en fase pedregosa (Fragmentos mayores de 7.5 cm. en la superficie o cerca de el, que imponen el uso de maquinaria agrícola). El uso del suelo es para agricultura de temporal permanente anual. El uso potencial para este terreno, según CETENAL (1976), es para su utilización en reservorio para la vida silvestre, explotación forestal, particularmente intensa, agricultura moderada y limitada.

Con base a los factores limitantes, estos suelos se consideran de tercera clase, por tener diversos grados de pendientes y obstrucción, y de segunda clase por diferencia de agua y poca profundidad efectiva del suelo.

El amaranto prospera en suelos que tienen una amplia gama de nutrientes, requieren lugares con buen escurrimiento de agua y parece preferir suelos neutros o básicos, superiores a pH. 6.5. Pero estudios que se han hecho se encontraron tipos que se adaptan a diferentes condiciones de pH. y contenido de nutrientes.

El amaranto puede ser cultivado en una amplia variedad de suelos. Así por ejemplo en los Estados Unidos se le ha encontrado cultivado con éxito en

suelos de pradera y en suelo francos, El mejor tipo de suelos para el cultivo del amaranto son los suelos francos bien drenados, (kauffman et al., 1984; Weber et al., 1985).

El amaranto requiere suelos bien drenados y parece ser que desarrolla mejor en suelo en suelos neutros o básicos (pH arriba de 6.0). Sin embargo, esto no ha sido bien estudiado. Aunque él género no es conocido por su alta tolerancia a la salinidad, se ha visto que algunas especies de amaranto presentan aparentes tolerancias a la salinidad y a la alcalinidad.

Precipitación.

Para que la semilla de amaranto germine necesita buena humedad del suelo, pero una vez que las plántulas se han establecido, puede crecer bien aun con limitantes de agua. De hecho el amaranto crece mejor en condiciones de baja disponibilidad de agua y altas temperaturas.

El amaranto es tolerante a sequías, si bien se dice que, este cultivo no es para zonas desérticas, si tienen un excelente potencial en áreas de baja precipitación, que tradicionalmente se ha venido sembrando con sorgo y mijo.

Altitud.

La elevación no es una limitante muy severa, ya que, el amaranto puede ser cultivado desde nivel del mar hasta 3,200 msnm, pero únicamente *Amaranthus caudatus* ha sido encontrado a altitudes superiores a los 2,500 msnm.

Grubber y Sloten (1981), señalan que *Amaranthus caudatus* es cultivado en Nepal a una altitud de 3,000 msnm.

Temperatura (°C).

El amaranto presenta un mejor desarrollo cuando las altas temperaturas diarias alcanzan cuando menos 21°C. Muchos materiales han demostrado una germinación óptimo cuando la temperatura es de 16 a 35°C. La velocidad de emergencia cuando las temperaturas se encuentran cercanos al limite superior de este rango. *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus*. Son tolerantes a las altas temperaturas, pero no resisten a heladas. El crecimiento cesa a temperaturas cercanas a 8°C y las plantas sufren daños por debajo de los 4°C.

Amaranthus caudatus es una especie con requerimientos ecológicos un poco diferentes, debido a que es originario de zonas altas, están en mejor adaptados a unas condiciones de baja temperaturas y por consiguiente es más resistente a heladas que las otras especies (Grubber y Sloten, 1981).

Adaptación y Requerimientos Climáticos Del Amaranto.

Las especies del genero *Amaranthus* tienen una amplia distribución. De esta manera tenemos que el amaranto ha sido cultivado en ambientes que van desde los tropicales, hasta los semiáridos.

Aun cuando el amaranto ha sido cultivado tradicionalmente en regiones comprendidas entre el ecuador y 30° latitud, puede ser cultivado en latitudes mayores, si se utilizan materiales que pueden florecer, aun cuando no cuenten con el Fotoperiodo de los trópicos (National Research Coucil, 1985).

El cultivo del amaranto par producción de grano se ha concentrado en regiones altas tales como la Sierra Madre, los Andes y los Himalayas (Grubben y Sloten, 1881).

Características climáticas.

Según García (1881), el tipo de clima es el C (w) (w) b (i)g, que corresponde a un templado subhúmedo con una temperatura media anual entre 12° y 13° C. con poca oscilación (entre 5° y 7° C); presentan lluvias y un porcentaje de precipitación invernal menor de 5 mm.

La zona de México donde se está cultivando (Sierra Madre Occidental y Llanura Costera del golfo de California y del Pacifico; Altiplanicie Mexicana y Sierra Madre del Sur), tiene características altitudinales muy contrastantes pues, lo mismo se le encuentra a 100 msnm que a 2800 msnm.

Altitudinalmente el país, se distribuye de los 16° a los 28° norte, es decir en niveles muy amplios.

En cuanto a la temperatura, ha mostrado buen desarrollo en lugares cálidos con temperaturas altas (29°C), y uniformes todo el año como en Atoyac, Gro. Hasta en localidades templadas (Tulyehualco y Milpa Alta, en el D.F.). Con temperaturas media anual de 14°C, inviernos definidos y presencia de heladas tempranas que afectan principalmente al follaje, pero poco al grano.

Respecto a la precipitación, se ha observado que se le cultiva en condiciones de temporal aun en sitios con menos de 400 mm de llovía al año, y recibidas casi exclusivamente durante el verano (de mayo a octubre), pero es factible encontrarlos, también en zonas donde la precipitación es más abundante (por ejemplo en algunas localidades de Oaxaca), Superiores a los 1300 mm.

Estas condiciones de rendimiento es similar o incluso mayor al del maíz con el cual es común que se siembre, así como frijol.

La “Alegría” se cosecha a fines de octubre o a principios de noviembre, justo cuando termina la época de lluvias, y durante el ciclo fenológico, presentan ciertas resistencias a la sequía del medio, Verano o “Canícula” aunque la intensidad de esta sobrepasa al 30% (Reyna, 1983).

Clima.

Su cultivo se da en los climas de Koppen (1948), denominado caliente y húmedo, y que García (1964) adoptó y modifico particularmente para México como Aw' o (w) (i')g, es decir, caliente con temperaturas media anual mayor de 22°C, lo más seco de los subhúmedos con requerimientos de lluvia de verano, presencia de sequía intra estival, escasa precipitación invernal (menos del 15% del total anual), con poca oscilación de temperatura y con el mes más caliente antes del solsticio de verano (21 de Junio).

También es frecuente que se le cultive en climas semicalidos (A) C, aquellos de transición, entre caliente y templados, o bien, en climas C (w) (w)b, templados, con temperaturas media anual entre 12 y 18°C, con variados índices de subhúmedad invernal reducida y verano fresco.

Se han obtenido cosechas (Alejandro y Gómez, 1981), aún en sitios con climas B (secos) caracterizados por recibir escasa precipitación durante el año

centrada principalmente durante el verano; Con esto ha quedado plenamente comprobado que el amaranto, por ser de ciclo fotosintético C₄, es altamente eficiente para aprovechar al agua, lo que favorece notablemente la formación de mayores cantidades de biomasa.

La porción oriental de la mesa central, es una de las regiones en las que con más frecuencia se ha cultivado el *Amaranthus hypochondriacus* por su importancia étnica, industrial y comercial; se han detectado importantes centros de cultivo de esta preciada planta y las condiciones climáticas que estos sitios ofrecen, se indica en el cuadro.

Posiblemente lo más relevante es el que abarca, parte del D.F. donde se localiza importantes sitios como Tulyehualco, Milpa Alta, San Gregorio, mismos que desde hace varios años fueron considerados por Early (1977), como primordiales en la producción de grano “Alegría”, llegando a obtener más de 800 Kg. por Ha en condiciones de temporal.

Los sitios quedan dentro de la zona térmica, templada, y reciben precipitaciones entre 700 y 800 mm al año.

La siguen en importancia áreas de Morelos y Puebla, dentro de las zonas cálidas que reciben entre 800 y 1000 mm de lluvia; en Huazulco Morelos, en Años particulares, se han llegado a producir entre 1500 y 2200 Kg de semilla por hectárea.

Dentro de esta región, importantes productores son, Amilcingo y Huazulco Morelos, en el estado de Puebla son Tepexco y Calmecca, que comparten características climáticas semejantes a la semilla de Huazulco.

Otro centro interesante es el que corresponde a Tlaxcala (Apizaco, Cotla, Tlaxcala, San Miguel del Milagro), localizado dentro de la zona templada subhúmeda, y con régimen de lluvias de verano y presencia frecuente de sequía interstival, siniestro que puede ser muy alteratorios y presentarse con

intensidad, Así mismo, el mes (o los meses) con sequía es agosto, si no que pueden ser junio o Julio o hasta el mismo septiembre.

Un ultimo sitio, aunque más pequeño se presenta en el estado de México (Taxcatitla, Tonatico, y otras localidades menores), quedando en la zona templada con precipitaciones de hasta 1200 mm al año.

Macroclimaticamente, se puede afirmar que el amaranto es una planta con grandes perspectiva de éxito en regiones áridas y que se deben buscar analogías climáticas en zonas que podrán ser desfavorables para otros cultivos (por presencia de siniestros climáticos por ejemplo), pero ante los cuales el amaranto logra desarrollarse y brindar producciones medianas o altas, con las cuales podría complementar la dieta de la creciente población nacional.

El clima en Tulyehualco según Köpenes, modificado por E. García (1977), es C(W₀) (w) b(i'), es decir el más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano, verano fresco largo, temperaturas del mes más caliente 6.5 y 32°C con poca oscilación entre 5 y 7°C. Esta característica, sin embargo, está basada en datos termopluviométricos de la estación localizada en la parte baja y en orientación diferente. Sin embargo hay indicios reveladores de que en áreas del experimento prevalece un microclima semiárido, BS. Algunos indicadores presentes, son: Especies *Bouteloua*, como *B. Gracilis* y *B. Curtipendulencinos* arbustivos; encinos arbustivos *Quercus spp.*; leguminosas semixerófitas como *Erythrina spp.* De talla corta, *Calliandria spp.*; palo de ángel, nopales arbustivos y arbóreos, inclusive en una extensa zona aledaña se cultivan nopales para la producción de nopalitos para verdura. También *Pirues*, *Schinus molle*, distribuidos en forma natural y eucaliptos; *Eucaliptus spp.*; que fueron introducidos hace tiempo.

Resistencia al Fotoperiodo.

Muchos de los amarantos son sensibles a la longitud del día. Por ejemplo algunos materiales de *Amaranthus hypochondriacus*, originarios del sur de México no florecen en el verano en Pennsylvania; sin embargo en condiciones de día corto de invernadero si maduran en forma normal. Con algunos materiales de *Amaranthus cruentus* originarios de Nigeria sucede lo

Contrario, ya que, en su lugar de origen permanecen por largo periodo de crecimiento vegetativo y cuando son sembrados en Pennsylvania produce semilla en un periodo de tiempo muy corto (National Research Council, 1985).

Amaranthus caudatus floreció bajo condiciones de Fotoperiodo de 8 hrs. Mientras que, cuando fue sometido a condiciones de iluminación continua y Fotoperiodo natural (12 a 14) no floreció.

Así mismo para que pueda florecer bajo condiciones de día corto, deberá alcanzar una cierta edad o periodo inducido; el se alcanza aproximadamente 30 días después de la germinación.

Preparación del Terreno.

Se debe realizar con anticipación a la siembra y trabajar el terreno en su punto adecuado de humedad; en general, estas labores son las siguientes:

Barbecho.- Independientemente que se realice con tractor o yunta; el arado debe penetrar a una profundidad de 25 a 30 cm.

Cruza.- Es un segundo barbecho que se hace en forma cruzada al primero, para no dejar "crudo" el terreno.

Rastreo.- Esta labor es opcional y se realiza para desmenuzar los terrones que hayan quedado después del barbecho y así facilitar la siembra; por otra parte; esta labor ayuda a que haya una distribución más homogénea.

Surcado.- Los surcos deben hacerse de 90 cm. de ancho. tanto para suelos planos o de ladera; es importante darles una caída ligera sin que se cuelgue la surcada; de manera que el agua moje bien el surco y la sobrante salga con facilidad, pero en forma lenta, para que no arrastre el suelo.

Cultivares del Amaranto.

Para siembra de temporal se sugieren las siguientes:

Variedades e híbridos.

Las especies útiles de *Amaranthus* son herbáceas, anuales, con hojas simples y pequeñas, flores dispuestas en densas espigas.

Las especies más útiles en América latina son las siguientes:

Amaranthus caudatus.- tiene largos tallos inclinados; en una planta cultivada para semilla; útil en la alimentación en las regiones andinas del Perú, Bolivia, y noreste de Argentina. Corresponde a la especie *Amaranthus edulis*. La forma con flores rojas es ornamental y se conoce en Estados Unidos con el nombre de Loveliesbleeding, empleándose como planta ornamental.

Amaranthus cruentus.- Es con inflorescencias flácidas; es ocasionalmente cultivada en Guatemala y otras partes de América Central: Puede ser conspecifica con *Amaranthus paniculatus* la cual es usada como hierba para estofado, y como cultivo de grano en el sureste de Asia. También se cultiva como ornamental por su espiga roja.

Amaranthus frumentaceus. Posiblemente nativa de la India, ha sido cultivada para alimento entre tribus montañosas indostánicas.

Amaranthus hypochondriacus. Con espigas duras, es más extendida e importante de los amarantos productores de grano y es cultivada particularmente en México y Guatemala. Las pequeñas semillas producidas en grandes cantidades son tostadas y pueden ser convertidas en harina. En México esta especie, ha sido un importante productor de semilla de desde 5000 a 3000 años a. C.

La especie está en sinonimia con *A. leucocarpus*, *A. leucosperma*, y *A. sylvestris*. Se supone originaria de México y muy utilizada por los indígenas de la época precorteciana.

Es herbácea, anual de 1.5 m de altura. Con el tallo rojizo, ramificado desde cerca de la base y marcado con estrías longitudinales. Las hojas son largamente pecioladas, ovaladas, hasta de 15 a 18 cm. de largo por 10 de

ancho. Flores de tallos muy largos, muy ramificada, con numerosas flores maduras de 4 a 5 ml, masculinas unas y otras femeninas.

El rendimiento en volumen de una planta es casi igual a la de una de Maíz. Es un cultivo agotante y, por lo tanto el rendimiento es cada vez más bajo sí se siembra consecutivamente en el mismo suelo. por esta razón, debe practicarse la rotación de cultivos intercalando frijol y otras leguminosas.

Se cultiva en los estados de México, Guerrero, Jalisco, Sonora, Durango, Morelos, y en algunos lugares de la cuenca del Valle de México, principalmente en Tulyehualco.

Se propaga generalmente por semilla, dispuesta en estratos en relieve. la planta crece en climas templados e incluso calurosos que no son soportados por la planta.

Las plantas se cortan a mano por lo menos a 20 cm. de alto al nivel del suelo si son más altas se atan en manojos para enviarlas al mercado. La semilla se procesa para elaborar "Alegría" se vende para otros propósitos.

Amaranthus gangeticus. Se dice que es una especie que en su mayoría crece en el área del Caribe. La templada a crecido mucho en la India y China, la semilla sé esta ofreciendo a jardines caseros en Estados Unidos. se clasifica industrialmente como: *A. tricolor* y *A. olareceus*.

En la India ha sido utilizada desde antaño para preparar diversos alimentos y golosinas.

Criollo regional o payasa

Las variedades más importantes para ña producción de grano se encuentra en la especie de *Amaramthus hipochondriacus*.

L-21

Se adapta desde 1800 hasta 1400 msnm con una temperatura media anual de 15-18°. Su principal característica es su precocidad toda vez que madure entre 110 y 130 días y su parte de planta y altura de 1.50 m la hace apta para cosecha mecanizada con rendimientos de 1500 kg./ha.

Revancha.

Prospera bien desde 1200 hasta 1400 msnm con temperaturas de 15 a 20°C. Madura de 120 a 180 días así como su porte le permite siembras de altas densidades para cosecha mecánica. Se obtienen rendimientos de 2000 kg./ha. Es abta pata siembra en mayo.

Nutrisol.

Rinde más de 2500 kg./ha. Prospera bien desde 1800 a2400 msnm. Es de porte alto ya que llega a medir hasta 2.5mts de altura. Sin embargo, es una planta de cosecha mecanizable. Es una planta tardía apta para sembrarse en abril, toda vez que su ciclo alcance los 200 días.

Las tres variedades antes descritas se recomiendan para los estados de Hidalgo, México, Puebla, Distrito Federal, Tlaxcala y Morelos bajo condiciones de temporal y/o riego.

Otras especies. Son varias las especies de Amarantho con amplia distribución en los trópicos; se le consideran algunas veces como malezas, pero en algunas ocasiones son utilizados como hierbas para estofado.

En este grupo se incluyen: *Amaranthus dubius*, *A. powellii*, *A. spinosus*, *A. retroflexus*, *A. hybridus*, *A. quitensis*, *A. grasilis*, *A. tricolor*, *Alternanthera amoena* del Brasil, etc.

Varias especies de *Amaranthus* , han contribuido con sus semillas a la alimentación del pueblo primitivo, a pesar de lo cual hoy en día no constituye un cultivo importante.

El *Jataco*, *achita* o *guihuicha* (*Amaranthus caudatus*), es una especie nativa del sur de los Andes que puede ser cultivada y usada a la manera de la quinoa (nombre que es usado para esta semilla). *Amaranthus hybridus* crece también en la región andina.

El *Amaranthus tricolor* (*A. gangeticus*), es la “espinaca china” *Kelitis* o amaranto comestible.

El *Amaranthus* constituye un grupo agresivo de plantas herbáceas de clima cálido, algunos de los cuales fueron utilizados por los indios Americanos.

En México existen y se cultivan aun en la actualidad las especies: *A. hypochondriacus*, (*A. leucocarpus*) y *A. cruentus* (*A. paniculatus*) y se encuentran en forma silvestre, *A. retroflexus* y *A. powellii*, al igual que *A. quitensis* y *A. hybridus*, comunes en Sudamérica.

La especies de *A. spinosus* son propiamente asiáticas, en tanto que *A. grasilis*, es Africana.

En el ámbito mundial cuatro especies se cultivan o se han cultivado para semilla o grano: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. caudatus* (*A. edulis*) y *A. quitensis*. Nueve especies se han utilizado como legumbres: *A. hybridus*, *A. caudatus*, *A. retroflexus*, *A. grasilis*, *A. dubius*, *A. lividus*, *A. gangeticus*. Esta última también utilizada como grano o semilla en varios países Asiáticos, especialmente la India. La planta denominada Quintonil en México es así mismo una especie de *Amaranthus* (probablemente *A. hybridus*), que se consume como verdura antes de alcanzar suma duración. Su semilla es negra y se emplea para elaborar atoles en algunas regiones.

Varias especies silvestres, tales como, *A. quitensis*, *A. dubius*, *A. powellii*, *A. spinosus*, *A. retroflexus*, y *A. grasilis*, se han utilizado como hortalizas tanto en América como en Asia y Africa, y actualmente están

despertando interés por sus propiedades bromatológicas. Así por ejemplo, las especies *A. retruflexus*, *A. spinosus* y otras han sido estudiadas ampliamente respecto a su composición química.

Por ultimo, como las especies *A. hypochondriacus* , *A. cruentus*, *A. gangeticus*, *A. lividus*, se han empleado como plantas ornamentales por su apariencia y colorido. Actualmente algunas empresas privadas de Estados Unidos de América las cultivan y promueven para este fin.

Densidad de Población.

Las densidades de población varían 20,000; 30,000; 40,000; 50,000 plantas por hectárea.

De acuerdo a la fertilización nitrogenada en dosis de 30 a 60 kg./ha. el tratamiento encontrado para el amaranto fue 30 kg. de nitrógeno y de 30 kg. de fósforo, da una densidad de 50,000 plantas por hectárea.

Epoca de siembra.- En el ciclo de temporal; con el fin de aprovechar la mayor cantidad de agua de lluvia para el buen desarrollo de la planta, debe sembrarse del 30 de mayo al 30 de junio.

Fertilización.- Una de las principales causas del bajo rendimiento en la producción de amaranto es la mala fertilización: Por la cual las indicaciones que se dan a continuación ayudarán a producir mejores cosechas.

El fertilizante o abono químico debe aplicarse en el fondo del surco en banda o a chorrillo. Cuando se hace en forma manual la fertilización se realiza después del surcado o inmediatamente se siembra para que el fertilizante quede tapado al tapar la semilla.

En la siembra de Amaranto año con año el fertilizante puede aplicarse en dos partes para su mayor aprovechamiento. Se sugiere el tratamiento: 120-50-00. Aplicando 60-50-00, al momento de la siembra. Para la primera fertilización se mezclan 6 bultos de sulfato de amonio con 3 bultos de superfosfato de calcio triple. Para la segunda fertilización que debe realizarse a los 40 días se aplica el tratamiento 60-00-00, únicamente se aplicarán 6 bultos de sulfato de amonio o bien 3 bultos de urea

Cuadro No.4 Factores y Niveles de Estudio

FACTORES	NIVELES
Nitrógeno	0, 30, 60, 90 kg./ha
Fósforo	0, 30, 60, 90 kg./ha
Densidad de población	20,000; 30,000; 40,000; 50,000

Cuadro No. 5 Tratamientos Ensayados.

# Tratamiento	Nitrógeno (kg./ha)	Fósforo (kg./ha)	Densidad de Pobl. (pl./ha)
1	0	0	20,000
2	60	0	20,000
3	0	60	20,000
4	60	60	20,000
5	0	0	40,000
6	60	0	40,000
7	0	60	40,000
8	60	60	40,000
9	30	30	30,000
10	90	30	30,000
11	30	30	30,000
12	30	30	30,000

Fertilización.

El amaranto se ha probado varios niveles de fertilización uno de ellos fueron hechos en la población de Tulyehualco, México situado a 2,500 msnm. con las dosis de: 0, 30, 60, 90 kg./ha, para Nitrógeno y Fósforo, respectivamente. Las densidades de población varían de 20,000, 30,000, 40,000, 50,000 plantas /ha.

El amaranto respondió muy bien a la fertilización nitrogenada en dosis que varían de 30 a 60 Kg./ha. No se observó buena respuesta a la fertilización fosfórica, cuando el fósforo se combinó con el nitrógeno. Las mejores densidades de población fueron de 30,000, 40,000, 50,000 pta./ha. El mejor tratamiento fue de 30kg de Nitrógeno, 30 Kg/ de fósforo (P) a una densidad de población de 50,000 pta./has.

Cuadro No. 6 Factores y Niveles de Estudio.

Factores	Niveles			
Nitrógeno	0	30	60	90 kg./ha
Fósforo	0	30	60	90 kg./ha
Densidad de Población	20,000	30,000	40,000	50,000

En relación a la utilización de los fertilizantes en el incremento de granos, los valores también fueron diferentes por kilogramo de Nitrógeno y Fósforo aplicado

En cuanto al incremento de rendimiento en grano, para aplicaciones de fósforo (P_2O_5), las respuestas fueron inferiores que aquellas obtenidas por las

aplicaciones de nitrógeno, y en algunos sitios, casi no se observó respuesta a la aplicación de este elemento. El siguiente cuadro se muestra algunos de estos valores.

Cuadro No.7 Incremento de Rendimiento en Grano Aplicando 120 Kg (P₂O₅)/ha.

Sitio grano	Rendimiento Kg./ha		Incremento en Kg./ha de fósforo.
	(0 Kg de P/ha)	(120 kg. de P /ha)	
Xaltepa	18.37	2148	2.59
Montecillos	1104	1430	2.59
Tlaxcala	820	630	-1.55
Tecamac	262	514	2.10

Los datos de respuesta en los tres sitios que se muestran son muy bajos por kilogramo de (P₂O₅), señalando que la pendiente de la línea generando entre los niveles de fósforo y rendimiento es muy baja en comparación a la pendiente que se obtiene con el nitrógeno para el sitio de Xaltepa y Montecillos.

También se observó en el cuadro de arriba que dentro del mismo intervalo de aplicación del fósforo en el sitio de Tlaxcala hubo un abatimiento de rendimiento de 1.55 kg./ cada kg. de aplicación de P₂O₅ señalando que en este sitio específico haya un efecto negativo de la aplicación de fósforo y por lo tanto no conviene aplicar fertilizante fosfatado en el cultivo del amaranto, debido posiblemente al buen contenido de fósforo en el suelo (15 ppm, Bray p-1).

El mantener constante la aplicación de 120 kg. N/ha. y 80 kg. P₂O₅/ha en los sitios de Xaltepa y Montecillos y Tecamac, hubo un incremento constante al pasar de 30 a 120 mil plantas/ ha. como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 8 Incremento de Rendimiento en Grano por Cada Mil Plantas de Aumento en la Densidad de Siembra en el Cultivo de Amaranato.

Sitio	Rendimiento Kg/ha.		Incremento grano kg/mil plantas
	(30mil /ha.)	(120 mil/ha)	
Xaltepa	1048	2073	11.44
Montecillo	657	1328	7.45
Tecamac	227	552	363

En el cuadro se observa que el mejor sitio en el cuadro a la respuesta de una mayor densidad de población fue el de Xaltepa y el más limitativo el de Tecamac. Sin embargo 3.63 Kg de incremento de rendimiento de grano por mil plantas sería redituable si se considera la pequeña cantidad de semilla que se requiere para obtener mil plantas adicionales por unidad de superficie.

Al aumentar la densidad de población en el cultivo del amaranto se ha observado otra ventaja más; hay menor ramificación de la planta y por lo tanto producción de menor de panojas laterales que cuando se usan densidades hoja de población. También se ha observado que la altura de la planta se reduce y la producción de la semilla se concentra en la panoja principal, características que podría ser ventajosas para la cosecha mecanizada del cultivo.

Otra observación importante que tendrá que analizarse, es la pérdida de semilla durante la maduración de la panoja, de los datos experimentales se ha observado que hay una pérdida marcada de la acumulación de biomasa total lograda a los 110 días, comparada con aquella que se recupera al momento de cosecha como se observa en los datos del siguiente cuadro.

Cuadro No. 10 Pérdida de Biomasa Total del Amaranto en la Etapa de Máxima Acumulación a la Cosecha.

N P DP	110 Días	Rendimiento Biomasa Cosecha (164 Idas) Kg	Perdidas
0-80-90	8,500	3,900	4,600
120-0-90	10,200	5,000	5,200
120-80-90	11,800	6,200	5,600

N = Nitrógeno Kg./ha

P = P₂O₅ kg./ha

DP = Miles de plantas/ha.

De las pérdidas de biomasa total es posible que un buen porcentaje corresponda a la calidad de la semilla ya que la panoja suelta con mucha facilidad la semilla madura, por efecto de los vientos y de los pájaros. Estos se han observado en forma directa en los lotes experimentales.

El cultivo del amaranto (*Amaranthus sp*) responde al uso de fertilizantes químicos y en el caso de suelos del área de influencia de Chapingo, la fertilización nitrogenada fue muy importante para incrementar el rendimiento en grano. Se obtuvo una respuesta menor del amaranto a la aplicación de fósforo como fertilizante en los suelos estudiados comparación con aquella que se obtuvo al aplicar fertilizante nitrogenado. El cultivo del amaranto responde a altas densidades de población (90,000 ó más plantas /ha,) en el rendimiento de grano.

Problemas Parasitológicos.

Control de Malezas.- Otras de las prácticas para lograr buenos rendimientos de Amaranth es el de conservar limpio el cultivo, sobre todo durante los primeros 40 días después de la siembra; ya que en este periodo las malas hierbas les roban espacio, agua, luz, y nutrientes, dando como resultado un desarrollo raquítico de las plantas, con la consecuente merma en el rendimiento.

Para combatir las malas hierbas son necesaria 2 labores de cultivo complementadas con limpiezas manuales, el primer beneficio o mano se debe dar a los 20 o 25 días y el segundo beneficio o despacho, 20 días después de la primera si es necesario, posteriormente se realiza un deshierbe o roce para facilitar la cosecha.

Una manera más cómoda y económica de eliminar la hierba esa aplicando herbicida o mata-hierba, en lugar del primer beneficio o mano mencionado anteriormente. En este caso se utiliza PAOST a dosis de 2.5 a 3.0 Lts/Ha; para el control de maleza de hoja ancha y zacate.

Control de Plagas.- Algunas de las plagas importantes que afectan al cultivo de amaranto son las plagas del suelo o rizofagas que atacan a la raíz del cultivo; esta son Gallina Ciega o “Nixtucuil” que es un gusano blanquecino de cuerpo encorvado y de cabeza café.

El Gusano de Alambre o “Tlalomite” Que es cilíndrico, cobrizo brillante y

muy duro. Estos gusanos se alimentan de las raíces de las plantas; las debilitan y en ocasiones llegan a matarlas; por lo cual, si en ciclos anteriores se han tenido problemas con ellos; conviene aplicar al momento de la siembra y de preferencia revuelto con el fertilizante un bulto por ha. de LOSRSBAN o bien un bulto de FURADAN 5% g.

Plaga del Follaje.- Una de las plagas más comunes que se presentan en el cultivo del amaranto es el pulgón el cual ocasiona perdidas considerables, para su control es recomendable aplicar Ambush, Arribo o Cymbush a dosis de 1.5 lits./has.

El amaranto junto con el maíz, frijol, chíá, y calabaza eran los cultivos de mayor importancia entre los aztecas pero por varios motivos el cultivo del amaranto fue disminuyendo hasta casi desaparecer.

Se ha encontrado que las plagas y enfermedades están limitando el rendimiento del amaranto en las zonas actuales de producción, sin embargo, la información sobre este tema es muy escasa en el mundo y más aun en México.

Duncan (1980-1981), señalan que en Pensylvania se presentan aphidos y escarabajos en estado de plantula sin causar daño fuerte y que *Ligus lineolaris* son las plagas de mayor importancia del amaranto para producción de grano.

Grubben y Sloten (1981), menciona que la Chinche *Ligus lineolaris* y el barrenador del tallo *Lexus truncatulus* son las plagas de mayor importancia en el amaranto, además señala que los insectos *Hymenia recurvalis* y el nematodo *Meloidigine incognita* son plagas secundarias.

En los inicios del ciclo de cultivo, la plaga que más se presenta es la Tusa, *Geomys sp.* Esta roen las raíces; al nacer la planta completa, la introducen en la madriguera. El daño ocasionado por estos roedores persiste hasta unos tres meses antes de la cosecha. También se registran daños causados por hurón y conejo. Este ultimo, en particular, ataca la planta al inicio del trasplante, en la época de sequía; corta las plantulas dejando solo un pedazo de tallo.

Pero el principal daño, es ocasionado por el pulgón negro, plaga conocida como *Chahuistle* por los campesinos de la región. Las poblaciones principales se iniciaron a la emergencia de la panoja. El origen de la infestación, según observaciones, fue posiblemente a partir de arboles de

Capulin *Prunus capuli*, que sufren de ataque de esta plaga en áreas aledañas al sitio donde se establecen los almácigos.

Barrenador del tallo.

Las larvas de estos insectos hacen una serie de galerías en la base del

tallo, impidiendo la traslocación de sustancias nutritivas que trae como consecuencia un debilitamiento de planta. Grubben (1975), hace una descripción de esta plaga y menciona cuando afecta el rendimiento hasta una 25%. Esta plaga pertenece a la especie *Lixus truncatulus* F. (Coleoptera: Curculianidae), sin embargo, se detectó otro barrenador del tallo el cual no ha podido ser identificado.

La larva de este insecto es podado de color crema (3 mm ± 1 de largo); esta hace una serie de galerías a lo largo de todo el tallo, llegando a encontrar en el ápice de la inflorescencia. De esta plaga puede llegar a encontrarse 20 o más larvas por plantas no presenta sintomatología, sin embargo en casos severos el tallo queda completamente hueco, motivo por el cual se presenta un alto porcentaje de acame, entre otros casos la planta se marchita y muere. El periodo en el cual se tiene la indusencia de insectos es de finales de julio a principios de octubre.

Esta plaga se encontró en todas las zonas productoras y al grado de infestación fue bastante severo encontrándose en ocasiones arriba del 80% de plantas dañadas.

Pulga saltona.

El estado larval de este insecto es el que causa el daño principal se le encuentra en los ápices de crecimiento, alimentándose de la hoja jóvenes en ocasiones muy pequeñas todavía, las cuales al crecer presentan una reducción considerable del área foliar que influye directamente en el rendimiento.

La larva de esta plaga es de color crema (5 a 6 mm de largo); el adulto tiene los elitros de color azul metálico, el protorax color naranja y los fémures muy desarrolladas. Se hizo la identificación de esta plaga y resulto ser *Disonycha melanacephala* Jocoby (Coleoptera: Chijso melidea).

Esta plaga se localiza en todas las zonas productoras, en poblaciones relativamente bajas, sin embargo, en lotes experimentales de Chapingo, Mex., y en las siembras comerciales de Ixtacuixtla y San Miguel el Milagro, Tlax. se tienen daños considerables.

Chinche lygus.

Esta plaga causa daño al follaje, el adulto hace una serie de punciones en las hojas jóvenes y secretan una sustancia tóxica que necrosa los tejidos que circundan la punción, pero el daño de la semilla tierna provocando su aborción.

Esta plaga es de la especie *Lygus lineolaris* P. de Beau (Hemiptera miridae) y se ha reportado que en varias partes del mundo es un problema

bastante serio para el amaranto. En México se le encuentra en todas las zonas productoras.

Gusano Verde.

Otra plaga es una larva de color verde de un *lepidoptero*; se encuentra en el primordio foliar encerrado en la hoja superior, las cuales están sujetas con telarañas que produce. Impide el desarrollo normal de la panoja, debido a que en ocasiones troza parcial o totalmente, el ápice de crecimiento. Esta plaga se encontró principalmente en San Felipe Ixtlacuixtla y San Miguel del Milagro Tlax., Alcanzando niveles considerables de infestación.

La planta de amaranto es muy suculenta y por lo tanto muy atractiva para los insectos. Si se requiere lograr un mayor desarrollo del cultivo desde ahora deberá tomarse precauciones.

Enfermedades.

En cuanto a enfermedades se mencionan la pudrición húmeda por *Choanephora cucurbitarum*, el “Damping off” causado por *Phytium aphanidermatum* y la raya blanca causada por *Albugo bliti* Grubben (1975).

Pudrición del cuello

Esta enfermedad se presenta cuando la humedad del suelo es alta. Se

inicia con la pudrición del cuello, extendiéndose luego a la raíz; el follaje se torna clórotico, posteriormente sobreviene un marchitamiento general de la planta y en la mayoría de los casos la muerte.

Se observó que *A caudatus* es alta susceptible a esta enfermedad, *A cruentus* y *A hypochondriacus* son pocos más tolerantes, debido tal vez que estas ultimas tienen la propiedad de producir raíces adventicias que le permitan sobrevivir a esta enfermedad en algunas ocasiones.

Enverdecimiento de la panoja o crecimiento secundario.

Esta se presenta cuando la panoja esta llegando a la madurez, la panoja en lugar de secarse se enverdece nuevamente e inicia un segundo crecimiento, las bracteadas y los sepalos se convierten en pequeñas hojas y aun el ultrículo se elonga y forma una especie de bolsas, el grano se reabsorbe. Este segundo crecimiento no es solo en la inflorescencia, también se tiene elongación en ramas y aparecen nuevos brotes laterales.

Se piensa que el motivo de este disturbio es por alguna característica de la planta, que le permite responder a condiciones de humedad, luz y temperatura propio para su crecimiento cuando esta a punto de llegar a la madurez. Esto se confirma con el hecho de que este fenómeno se presenta con plantas sembradas en Febrero y cuya maduración coincide en época de lluvia. También se presento en siembras de Abril, y sin embargo es necesario

estudiar más afondo este fenómeno.

Esta enfermedad es un problema serio en la región de Huazulco y Amilcindo, Municipio de Temoac, Morelos.

Se tiene otra enfermedad de menor importancia, pero que en un momento dado podrá alcanzar mayores proporciones, es un achaparramiento de la planta, acompañados por arrojamiento y clorosis de las hojas. No se conoce todavía el agente causal, aunque por la sintomatología parece ser un micoplasma, sin embargo, habrá que confirmarlo.

Se detecto otra enfermedad en los lotes comerciales de Amilcingo en el estado de Morelos. La roya blanca causada por *Albugo bliti* lo cual indica que en México existen las condiciones necesarias para su desarrollo y en un momento dado puede tomar mayor importancia.

Valor Nutricional Del Amaranto.

Según Grubben (1975), los granos de amaranto son utilizados como alimento en ciertas regiones tropicales, donde su consumo data desde tiempos prehispánicos. Sin embargo, en países, ha sido sustituido poco a poco por los cereales gramíneos, debido a la pequeñez de los granos. Debemos considerar sin embargo que el futuro de tal actividad deberá ser rectificada, pues los múltiples estudios respecto a la potencialidad de este pseudocereal como alimento han demostrado que debe darse gran atención a su cultivo y

aprovechamiento en muchos mayor escala que hasta ahora. El valor nutricional de la semilla de amaranto es muy bueno. Según Wu Lung et al. (1968) la

Materia seca de estos granos contiene de 15% a 16% de proteína. Su valor calórico (430 Cal. por 100 g) es mayor que el del maíz, además contiene el 6.9 a 8.3 % de lípidos.

Composición Química General

Cuadro No 10 Análisis Bromatológico de la Semilla de Alegría

Carbonatos asimilables	50-60 %
Proteínas	14-16 %
Extracto etéreo	6.50 %
Fibra cruda	15.70 %
Cenizas	2.70 %
Humedad	10.24 %

Cuadro No. 11 Diferencias en la Composición Química de la Semilla, en dos Especies Mexicanas de Amaranto.

ANALISIS	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (Tulyuhualco)	<i>Amaranthus cruentus</i> (Huazulco, Mor.)
Humedad g%	87.70	86.10
Cenizas g%	3.28	3.0
Extracto etéreo g%	0.54	--
Fibra cruda g%	1.16	--
Calcio mg%	158.0	190.0
Fosforo mg%	85.0	39.0
Hierro mg%	7.8	4.6
Tamina mg%	1.03	0.12
Riboflovina mg%	1.17	0.19
Niacina mg%	1.16	0.57
Carbohidratos mg%	5.14	--
Ac. ascorbico	15.3	61.9
Caroteno mg%	3.65	4.6
proteina g%	13.41	14.0

*Con base de datos de Sánchez Marroquín (1980)

Proteínas. El valor nutritivo de las proteínas de amaranto se muestra en forma objetiva al comparar el balance entre los aminoácidos esenciales que contienen los de las proteínas de varios alimentos de consumo común, así como de los diagramas del balance, obtenido para algunos de esos alimentos.

Dawntown (1973) menciona que la proteína tiene un alto contenido de lisina (6.2) y metionina (2.3%), Según Sánchez Marroquín (1980) el aminograma de la proteína de *Amaranthus hypochondriacus* rebelan buena calidad en el grano y la harina integral con tenores altos de ácidos glutámicos, leucina, arganina, glicina, lisina y treonina. La metionina aparece en cantidades inferiores a la registrada por otros investigadores a causa que se destruyo parcialmente durante la hidrólisis ácida. El triptófano no se determino, pero

según estimaciones de otros analistas aparece en torno a 2.1 %

Cuadro No. 12 Balance de Aminoácidos Esenciales.

	100 g de alegría proporcionan:	Patron FAO/OMS (1)
Proteína	14.16	90 g
A.A esenciales:		
Triptófano	520 mg	250 mg
Treonina	650 mg	800 mg
Isoleucina	400 mg	700 mg
Lisina	720 mg	800 mg
Valina	430 mg	900 mg
Metionina	180 mg	325 mg
Leucina	700 mg	1050 mg
Fenilamina	510 mg	325 mg
Vitaminas:		Patrón INN/SZ (2)
Tiamina	0.0 g	1.3 mg
Riboflavina	0.2 g	1.5 mg
Niacinina	1.5 g	22.5 mg
Ac. ascorbico	75.0	50.0 mg
Retinol	2.74	9.0 mg
Minerales:		
Calcio	468 mg	500 mg
Hierro	11 mg	500 mg
Fósforo	91 mg	-
Extracto etéreo:		
Ac. grasos esenciales:		
Ac. linoléico	43.95 %/6.5 g	
Ac. linolénico	1.34%/6.5 g	
Ac. araquidónico		
Otros acido grasos:		
Ac. aléico	29.27 %/6.5 g	
Ac. Palmítico	18.38 %/6.5 g	
Carbohidratos:		
Asimilables	50.60 g	
Fibra cruda	15.70 g	
Calorías/100 g producto =317.54		

Cuadro No. 13 Gramos por 100 Gramos de Aminoácidos Esenciales en Cada

Alimento.

	Leucina	Fenilamina	Lisina	Valina	Treonina	Isoleucina	Metionina	Triptofano
Proteína ideal*	19.14	16.7	15.3	13.9	11.1	11.1	9.7	2.8
Amaranto semilla*	14.8	23.1	16.6	10.6	11.4	10.2	11.2	2.1
Soya (grano)*	19.8	20.6	16.2	12.2	9.8	11.6	6.6	3.3
Trigo integral*	20.4	22.9	8.7	13.5	8.9	10.0	12.3	3.3
Leche de vaca*	20.2	21.5	16.5	12.3	9.4	10.0	7.0	3.0
Maíz de grano**	35.6	12.7	7.8	14.0	10.8	12.2	5.2	1.7
Frijol**	21.7	14.1	19.1	15.0	11.0	14.0	2.6	2.4
Hile**	15.6	20.3	13.1	11.8	17.3	17.3	1.7	2.7
Carne de res**	20.5	10.3	21.9	13.9	11.1	13.1	6.2	2.9

* Datos tomados de los análisis de laboratorio realizados por Indignus

Foods Consultants Inc Ann Arbor, Michigans.

* Datos obtenidos a partir de Hernández, M. et al., 1974.

Por lo tanto la harina integral resulta satisfactoria en base al aninograma.

Cuadro No 14 Aminograma Completo de la Semilla de *Amaranthus* (Sánchez

Marroquin, 1980).

AMINOACIDOS	ARINA INTEGRAL % PROTEINA	GRANO % PROTEINA
Lisina	4.52	2.8
Histodina	2.37	2.1
Arganina	7.16	3.3
Ac. Aspartico	8.40	3.3
Treonina	3.23	3.0
Serina	4.50	1.7
Ac. Glutamico	12.30	2.4
Prolina	3.95	2.7
Clicina	5.94	2.9
Alanina	2.89	1.88
Cistina*	1.06	1.22
Valina	2.98	2.43
Metionina	0.95	0.88
Iseleucina	2.22	1.83
Leucina	5.22	4.00
Tirosina	2.84	2.68
Fenilamina	3.50	2.94
Proteína % (%N x 5.30)	13.60	11.00

Además, el mismo autor indica que el valor químico de la semilla de alegría (*Amaranthus hypochondriacus*), supera al de 5 alimentos importantes: Maíz, Frijol, Trigo, Leche de vaca, y Cacahuete.

Carbohidratos: Misra et al., (1972) encontraron que el almidón de los cereales de amaranto que fueron seleccionados por su color amarillo pálido, tiene mejor digestibilidad y composición que los otros amarantos que poseen granos de color pardo-oscuro. Además, Gilbert y Kauffman (1981), realizaron ensayos de cocina mediante los cuales examinaron varios tipos de grano de amaranto con respecto a sus cualidades de horneado, tostado, absorción y gastocidad. Mientras que cada tipo de grano difiere significativamente uno de otro, hay semejanza en el sabor y calidad de funcional en cada uno. El objeto principal de estudio fue identificar las características de cada tipo de grano y

ampliar el criterio de selección aplicado para evaluar cada variedad.

Cuadro No. 15 Contenido de Lisina y Metionina (g. %) en Semilla de Alegría y otros Alimentos.

	Lisina	Metionina
Trigo	8.7	12.3
Soya	16.2	6.6
Leche	16.5	7.0
Alegria	16.6	11.2

Analisis de Ann Arbor, Michigan, EE.UU. Inc. Sánchez Marroquin.

Cuadro No 16 Valor Químico (%) de la Alegría y otros Alimentos.

Maíz	44%
Frijol	35 a 52 %
Cacahuete	52 %
Trigo	57 %
Leche	72 %
Alegría	75 a 87 %

Aceites. El aceite de la alegría es un liquido poco móvil, transparente, de color amarillo rojizo, de sabor dulzón y de olor agradable que recuerda que la resina (Castilla, 1977). Algunos constantes físicas y químicas del aceite de *Amaranthus paniculatus var. leucocarpus* Saff. (*Amaranthus Hypochondriacus* según la denominación actual) son:

Densidad	.93475
Indice de refracción	1.4649 (20° C)
Indice de saponificación	171.01 mg de KOH

índice de acidez

1.28 mg de KOH

El mismo autor indica que los resultados de cromatograma que realizan para la identificación de los ácidos grasos que componen el aceite, así como su porcentaje relativo, en la siguiente forma:

Cuadro No. 17 Contenido de Acidos Grasos del Amaranto

Ac. mirístico	0.18
Ac. miristoleico	0.08
Ac. palmítico	18.38
Ac. palmitoleico	0.32
Ac. estearico	3.76
Ac. oleico	29.27
Ac. linoleico	43.95
No identificado	1.23
Ac. linoleico	1.34
Ac. palmitolenico	0.86

Cuadro No 18 Composición de la Semilla de “Alegría” *Amaranthus hypochondriacus* (%).

Proteína	15.0 a 16.0 g.
Grasas	3.1 a 6.3 g.
Carbohidratos	60.7 g.
Calcio	490 mg.
Fósforo	397 a 691 mg.
Hierro	15 mg.
Cobre	0.17 mg.
Magnesio	270 mg.
Fibra	0.5 mg.
Valor biológico	73.7 mg.
Digestibilidad	80.4 mg.

Eficiencia de la proteína 21.12 (Caseína 2.2)

Energía 391 calorías.

Cuadro No. 19 Contenido Vitamínico de Amaranto

Vitamina	mg %
Tiamina	0.26
Riboflavina	0.15
Niacina	1.15
Ac. ascorbico (Vit.C.)	61.5
Caroteno (provitamina A.)	4.6

Cuadro No. 20 Comparación del Valor Nutritivo del Amaranto con el de Otros Cereales.

Componentes Alimenticio (gramos/100 Gramos de pesos)								
	Proteína	Grasas	Carbohidratos	Fibras	Cenizas	Ca	P	Fe
Cereales	11.0	2.7	73.0	2.1	1.7	0.03	0.33	0.0034
Amaranto	14.5	7.5	60.4	7.5	2.9	0.37	0.48	0.0034

Cuadro No. 21 Balance de Aminoácidos en Semilla de Amaranto, (*Amaranthus hypochondriacus*).

	Treonina	Valina	Leucina	Isoleucina	Lisina	Metionina	Fenilamina	Triptofano	Contenido de proteína
- Proteína ideal	11.1	13.9	19.4	11.1	15.5	9.7	16.7	2.8	100.0
-Trigo entero	8.9	8.9	20.4	10.0	8.7	12.3	22.9	3.3	56.9
-Soya	9.8	9.8	19.8	11.6	16.2	6.6	20.6	3.3	68.0
-Leche de vaca	9.4	9.4	20.2	10.0	16.5	7.0	21.5	3.0	72.2
-Semilla amaranto	11.4	10.6	14.8	10.2	16.6	11.2	23.1	2.1	75.0

Fuente: Análisis de laboratorio efectuados por Indigenous Food Consultation Inc. Ann Arbor, Michigan.

Como puede observarse, la semilla de amaranto tiene un contenido relativamente alto de proteínas grasas y minerales. Su contenido de fibras es de 3-4 veces el doble que el de los granos comunes; su composición en aminoácidos hace de el una valiosa fuente de proteínas.

Cuadro No. 22 Rendimiento Comparativos de Grano de Amaranto.

	Promedio de rendimiento en EE.UU. Kg/ha.	Promedio de rendimiento en el mundo Kg./ ha.
Cebada	2,000	1,910
Avena	1,700	1,600
Maíz	4,500	2,400
Arroz	5,100	2,300
Centeno	1,850	1,740
Trigo	1,800	1500
Soya	1,500	1370
Amaranto	683-3,900	-----

Importancia de la Semilla de

Alegría.

Hace 500 años en la gran Tenochtitlán presidir desde el gran Teocalli y peregrinar a los cuatro templos de mayor jerarquía para regresar a la explanada del templo mayor donde la multitud rendía un especial tributo, implicaba un honor y un profundo significado para una semilla pequeña en tamaño pero grande en potencial en potencial alimenticio. A esta semilla se le conocía como Huatli, actualmente alegría o amaranto.

Sabemos que la semilla representaba durante esas ceremonias la participación cósmica del hombre ya que al final de la ceremonia los ídolos elaborados con la semilla de alegría eran consumidos para la población (siendo éste el origen de su proscripción por su semejanza con la comunión de los católicos). Innumerables semillas formaban un todo (que era el ídolo) y ello representaba una unión del pueblo para el logro de objetivos.

Esta semilla era uno de los cuatro cultivos básicos que los aztecas recibían como tributo y, por lo tanto, era parte fundamental de la dieta de ese pueblo.

Cuadro No. 23 Principales Tributos Recibidos por los Aztecas

PRODUCTO	CANTIDAD (ANUAL)
Maíz	10,500 ton
Frijol	7,880 ton
Chía	7,880 ton
Hautli	6,500 ton

Cuadro No. 24 Supuesta Dieta de los Aztecas en Base a los Tributos Recibidos

producto	Energía (Kcal)	Prot. (g)	Lips. (g)	Ca (g)	P (g)	Vit. A	Tianina	Ribofla.	Niaciana	Vit. C
Maíz (300 g)	1074	25.2	13.5	.033	0.36	0.45	144	0.3	5.7	
Frijol (200 g)	694	45.2	3.2	.002	0.83	0.046	0.94	0.3	4.2	2
Chía (200 g)	926	31.2	45.4	103.6	1.036	0.02	0.76	0.26	7.4	
Huautli (100 g)	300	14.2	6.5	.468	0.091	2.74	0.09	0.29	1.5	75
Total	2994	115.8	68.6	1.540	2.32	3.23	0.23	1.15	18.9	77
FAO/OMS	2200	45		0.800	0.800	1.0	1.2	1.8	20	45

En este cuadro se observa que la dieta precortesiana fue superior a las dietas actuales de la población indígena en México, si consideramos que esta no alcanza el mínimo de recomendación FAO/OMS. De hecho, parte de la mal nutrición de los indígenas de hoy puede ser atribuida a los efectos del choque cultural, lo que ocasiono la situación parcial o total de los alimentos autóctonos por foráneos que vinieron a enriquecer el aspecto culinario pero que rompieron

el equilibrio nutricional.

Algunas de las crónicas que menciona a esta semilla son:

-Alvear Nuñez Cabeza de Vaca en 1536 reseña el encuanco de esta semilla en sonora y Sinaloa, indican que recibía el nombre de Huautli.

-Códice Mendocino 1541. menciona a la semilla de Huatli como tributo recibido por los Aztecas.

-Códice Florentino 1550. Describe el cultivo, uso cotidiano y ritual de la semilla de Huatli.

-Fray Hernado de Alarcon 1629 y fray Jacinto de la Serba, abundan sobre los usos rituales de la semilla de alegría.

Su cultivo ha llegado hasta nuestros días en gran parte por la resistencia de esta semilla a heladas, plagas; a su adaptación a diferentes tipos de suelo y al gran sentido tradicionalista de prácticas pagano religiosas, como el baile que efectúan los nativos sobre las espigas una vez cortadas éstas, con el fin de que suelten la semilla, así como el limpiador de la semilla que constituye todo un rito.

Hoy en día se cuenta con una producción de 150 ton comercializables por año y su uso se limita a la elaboración de los dulces de alegría. Su cultivo en diez años prácticamente desapareció de la zona metropolitana: Xochimilco-Tulyehualco-Mixquic y Tepoztlán-Cuautitlán-Jalapa, siendo predominante las poblaciones de Huazulco, Amilcingo y Amayuca en el estado de Morelos y San Felipe Ixtaquixtla y San Miguel del Milagro en el estado de Tlaxcala.

Así mismo el agricultor no cuenta con semilla seleccionada genéticamente, por lo que se observa de una misma parcela diversas variedades y/o subvariedades así como cruzamiento con sus similares salvajes o malas hierbas con lo cual baja el rendimiento por hectáreas, y disminuye la calidad de los cultivos. Obviamente se han hecho estudios para mejorar genéticamente a las semillas, siendo éste un punto importante si consideramos los alcances que podría tener en cuanto a la calidad nutricional, mayores rendimientos, control de las condiciones de cosecha, aplicación y uso de la semilla, etc.

Obtención de Nuevos Productos a Partir de la Semilla de Alegría.

Las contribuciones de Mesoamérica dentro del campo alimenticio son muy grandes; basta mencionar que los productos que se han aportado al mundo tiene en la actualidad una importancia vital a tal grado que ya

pertenecen al arte culinario de los 5 continentes; nos referimos específicamente al tomate , la vainilla, el cacao, el maíz, y el aguacate entre otros.

A pesar de los múltiples y valiosas aportaciones aún persisten muchas plantas, semillas y frutos no estudiados lo suficiente como para incrementar su producción en su propio lugar de origen.

Dentro de esta flora tan extensa, una de las especies que paulatinamente esta perdiendo su área de cultivo es la semilla de amaranto, mejor conocida como “Alegría” (*Amaranthus paniculatus var. leucocarpus* Saff).

Este producto altamente apreciado durante la época precortesiana, sufrió el veto de la corona española por cuestiones político religiosa. Evitando con ello que compitiera con los productos arriba enunciados que hoy forma parte de la alimentación.

Cualidad bromatologica.

La semilla de alegría presenta cualidades bromatologicas excepcionales las cuales se presentan a continuación.

Formulaciones de la semilla de Alegría.

Actualmente la industrialización de esta semilla es inexistente considerándose tan solo a nivel artesanal en pequeñas empresas familiares en donde se fabrican los dulces de alegría que es el principal producto elaborado con esta semilla, el cual se comercializa primordialmente en la ciudad de México a nivel de venta ambulante.

Alguno sectores de la población utilizan la harina de la semilla para preparar atoles, tortilla o tamales; todos ellos para consumo propio.

Se debe considerar que la mejor manera de difundir un cultivo de esta naturaleza, es diversificando los usos de las semilla para lograr este alcance un precio que resulte más atractivo al agricultor que otros producto que se cosechan en la misma temporada y tipo de tierra.

Las formulaciones propuestas son algunas de las alternativas viables a fin de lograr impulsar el desarrollo de este cultivo.

Dulce de Alegría:

Aceptación 100% en usuariós y 42%

	en no usuariós. Universo 120 personas de 8 a 45 años
Alegría	35 %
Miel	35 %
Cobertura de chocolate	20 %
Grasa vegetal	9 %
Saborizante	0.5 %
Conservador	0.5 %
<u> pudding de Alta proteína:</u>	
Alegría	40 %
Almidon modificado	15 %
Cocoa	15 %
Goma vegetal	8 %
Fosfatos	6 %
Digliceros	5 %
LDP (Leche descremada)	5 %
Gluconato de calcio	4 %
Sacarina	0.8 %
Sal	0.6 %
Sabor	0.4 %
Color	0.2 %

Potencialidad de la Hoja de Amaranto en la Alimentación

El rendimiento por Ha. de cultivo de la hoja de amaranto es de 3,800 a 4, 100 kg./ha, o más de 10 ton./ha., paralela a un rendimiento de semilla de 693 a 3900 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 rendimiento altos de grano o la planta entera no desarrolla al máximo, las hojas pueden aprovecharse en la forma que se indica más adelante. Así mismo ciertas líneas seleccionadas de *A. hypochondriacus* resultan particularmente importantes por su gran desarrollo vegetativo.

Desde el punto de vista bromatológico las hojas de amaranto resultan particularmente de extraordinario interés como fuente de proteína, Vitamina y minerales esenciales.

Cuadro No. 25- Especies y Usos del Amaranto en Iberoamérica.

Especies	Usos Actuales	Nombres Vilgares
<i>A. hypochondriacus</i>	Conifitería, Hortaliza, Ornato	Alegría, Soforina, Bledo
<i>A. cruentus</i>	Confitería, Hortalizas	Alegría, Bledo
<i>A. híbrido</i>	Sopas, Estofados, Diversos	Quintonil, Quelite, Bledo, Quiwicha (Perú)

Cuadro No.26 Variedades RRC para Concentrado Proteínico Foliar.

Origen	Distribución	Tipo
641 A.	Oaxaca	Azteca
<i>Hypochondriacus</i>	Oaxaca	Azteca
645 A. <i>Hypochindriacus</i>	Carhuay	Perú
578 A. <i>Cudatus</i>	Tulyehualco	Azteca
755 A. <i>Hypochondriacus</i>	Morelos	Mexicano
781 A. <i>Cruentus</i>	Tlaxcala	Azteca
797 A.	Morelos	Mexicano
<i>Hypochondriacus</i>	Morelos	Mercado
777 A. <i>Cruentus</i>		
<i>A. hypochondriacus</i>		

Cuadro No. 27 Niveles de Nitratos y Oxalatos en Amaranto y Espinaca

Especies	% nitrato	Oxalato Total %	Oxalato Solubles %
<i>A. edulis</i>	0.19	6.6	2.9
<i>A. caudatus</i>	0.29	2.4	--
<i>A. cruentus</i>	0.74	7.8	3.0
<i>A. dubius</i>	0.43	3.0	--

<i>A. gangeticus</i>	0.58	7.8	4.2
<i>A. hybridus</i>	0.41	1.7	--
<i>hypochondriacus</i>	0.65	1.7	--
<i>A. retroflexus</i>	--	4.5	1.8
<i>A. spinacia</i>			
<i>oleracea</i>	1.22	3.5	3.5

Cuadro No.28 Vitaminas de las Hojas de Amaranto en Comparación con las de Espinaca.

Vitamina	Unidades	Hojas crudas Amaranto	Hojas crudas espinaca
Vitamina A	U.I	6100	8100
Tiamina	mg	0.08	0.10
Roboflavina	mg	0.16	0.20
Niacina	mg	1.4	0.6
Vitamina c.	mg	80	51

Fuente: Watt y Merrill 1963 Cit. Saunders & Becker, 1984.

-- La disponibilidad del hierro del amaranto como suplemento en los almuerzos escolares no muestra diferencias significativas con respecto a un suplemento tónico de hierro, pero si se observa cuando el control y el suplemento de sal de hierro son medidos por niveles medios de hemoglobinas.

-- El conocimiento no reduce los niveles de calcio y hierro pero sí el de ácido ascorbico en un 50 %. Los niveles de oxalato en las hojas pueden interferir con las disponibilidad de calcio pero al igual que los nitratos se eliminan por cocción o lavado repetidos (3, 6, 7, 14, 18).

-- Los síntomas de deficiencias de minerales en escolares se ven reducidos por

dietas suplementadas con amarantos. Respecto a los nitratos y oxalatos, la tabla anterior indica que los amarantos extraídos también contienen en menores cantidades que la espinaca.

-- En la ingestión de vegetales con alto contenido de estos últimos, se ha encontrado que el Ac. oxálico, se une con los cationes divalentes, especialmente Ca y Zn, cuyas sales son particularmente solubles en agua, y por tal motivo no están disponibles para el organismo.

A. hypochondriacus, *A. caudatus*, *A. dubius* que son los más recomendables para la producción de hojas, contienen bajos niveles de nitratos y oxalatos en comparación con la espinaca. Con los datos que se tienen hoy en día se acepta que los minerales y oxalatos son normalmente encontrados en las hojas de amaranto no presenta riesgo para la salud. Además el sabor de las hojas cocidas están aceptable como el de las espinacas y aun de la coliflor según el panel de 60 catadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Respecto a la vitamina A, cuya carencia es proverbial en la mayoría de países tercermundistas, se ha demostrado que el amaranto es una fuente excelente para niños edad escolar y preescolar. Por lo que resultaría recomendable su uso en estado fresco o deshidratado.

Los amarantos siguen la ruta C₄ fotosintética conformación de Ac. aspartico que, como se sabe, es importante en la síntesis de lisina. Este aminoácido esencial se encuentra en alta proporción en las especies *A. edulis* (*A. caudatus*), *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* y *A. hybridus* coincide en México como “Quintonil”, cuyas hojas se consumen como hortalizas en ensaladas y estofados principalmente.

Los estactos etéreos muestran la presencia de esteroides potencialmente útiles. *A. dubius* (*A. tristis*) es otra especie silvestre cuyas hojas se consumen en la India y otros países Asiáticos.

Cuadro No.29 Contenido de Aminoácidos en Hojas de *Amaranthus spinosus* y *A. retroflexus* L.

Aminoácido	<i>Amaranthus spinosus</i> (a)	<i>Amaranthus retroflexus</i> (b)	
	(Planta entera deshidratada. Aminoácidos %) (Muestra 20.4% proteína y muestra 2 22.3% proteína)	Mínimo	Máximo
	Muestra 1	Muestra 2	

Ac. Aspártico	0.44	0.67	8.20	10.19
Ac. Glutámico	0.47	0.65	7.26	10.24
Alanina	0.32	0.35	3.44	6.86
Arginina	0.35	0.31	4.64	5.21
Cistina	--	--	--	--
Fenil alanina	0.31	0.27	3.93	1.47
Lisina	0.32	0.30	2.84	4.75
Isoleucina	0.53	0.43	3.39	3.77
Histidina	0.16	0.12	2.05	2.28
Leucina	0.48	0.40	5.31	7.37
Lisina	0.38	0.33	5.48	5.76
Metionina	0.10	0.06	46	72
Prolina	0.26	0.36	3.61	3.91
Serina	0.26	0.24	6.40	8.85
Tirosina	0.20	0.16	3	4.85
Treonina	0.29	0.25	3.37	8.03
Valina	0.29	0.29	4.05	4.31

Cuadro No. 30 Análisis Bromatológico de Concentrado Proteínico y Pastas de la Planta Verde de Amaranto.

Determinacion %	Hoja deshidratada	Pasta	Concentrado	
			a	b
Proteína	21.1	13.7	60.5	35.5
Humedad	7.4	8.4	6.3	4.4
Ceniza	17.1	13.8	1.5	14.8
Grasa	1.7	0.6	1.1	5.5
Fibra	11.9	34.0	---	---
Carboidratos	40.7	29.5	30.6	39.8

a: Para uso humano b: Para uso animal

(La pasta o torta residual al procesar la planta entera de amaranto, así como los concentrados de alta proteína que resulta finalmente del procesamiento son recomendables para uso humano y animal).

Usos Generales Del Amaranto.

Cuadro No. 31 Productos de Amaranto.

Producto	Usos principales
<u>Crudos</u>	
Hoja entera	Sopas, ensaladas, estofados, concentrados proteínicos
Planta entera	Forrajes, concentrados proteínicos
<u>Cocidos</u>	
Inflorescencia	Estofados, guisos diversos
Hoja	Sopas, estofados, productos instantáneos, snacks.
Tallo y planta entera	Complemento alimenticio, concentrado proteínico
<u>Precocidos</u>	
Hoja	Alimentos infantiles, alimentos de humedad intermedia
Tallo	Suplemento mineral

Hay varios usos para amarantos de grano de las Américas, siendo los más comunes como cereal y como quelite. Se los usa también como colorantes de comida, ornamento, y para usos medicinales y rituales:

Cereal.

Con dos excepciones notables, Los tipos cultivados para usos como cereal fueron siempre de semilla blanca. El método más común de preparar la semilla blanca para consumo es tostarla. Se le tuesta sin aceite.

La semilla tostada se come sola, o en dulce, mezclándole miel. Se come la semilla tostada para el desayuno o como un bocadillo. El dulce es vendido como golosina, y representa el uso comercial primario del amaranto. Lo que aquí se conoce como alegría, en Guatemala se llama *nigua* y en Perú, *Turrón*.

La semilla tostada es también molida para hacer un harina. La harina se come sola (una practica común en áreas andinas), o mezclando con agua o leche en atoles. En algunas localidades, la harina del amaranto se usa pura o mezclada con otras harinas para hacer pasteles.

En el nortes de Argentina. El método principal de prepara el al amaranto es hirviéndolo. Primero, la semilla se muele en un molinito de piedra para praparla. Posteriormente se le enjuaga para sacar las cascaritas y se remoja duarante la noche. Después de remojar, se le hierve con leche o con papas, jitomates, cebollas, ajo y hierbas culinarias en un guiso. Los informantes describían la semilla molida como parecida a la se molina. desgraciadamente, ninguna persona que encontramos en Argentina se come el amaranto hoy. Todas lo recordaron con una nostalgia muy intensa y parecía casi sorprendidos al notar que este cultivo se había “perdido”.

Encontramos la semilla negra usada como cereal solamente dos veces. En áreas de la provincia de Chimaltengo en Guatemala, la semilla se remoja durante la noche, despúes se muele para hacer una masa. La mezcla con azúcar y se cocina en hojas tiernas de maíz para hacer *tamalitos*. En otro caso,

encontramos un informante afuera del Cuzco, Perú que tostaba la semilla negra y la molía para hacer un harina, que comía para el desayuno. Este informante decía que no conocía un tipo de semilla blanca.

En el área de Ayacucho. Perú, un centro principal del cultivo de amaranto, las semillas del amaranto se fermentaban con otros cereales para hacer *chicha de siete semillas*.

Verdura.

Al rededor de Cajamarca en el norte de Perú y en todo Ecuador andino, el *A. quitensis* es cultivado como uso de colorantes de comida. La inflorescencia de semilla negra, que es de color rojo oscuro, casi morado, es hervida en agua, tornándola roja. El líquido es usado para dar color a bebidas.

Medicinales.

Preparación de granos de amaranto son consideradas “comidas muy fuertes mejor que gallina”. Papillas y poyajes hechos de harina de amaranto como comida excelente en infantes y enfermos para fortalecerlos. El padre de una informante acostumbraba a decir “No soy débil pero quiero mi Quina

(Amaranto)”. “El atole de amaranto es un remedio para la diarrea”. En Bolivia, Herbalista Q´ollahuaya vendía semilla de *A. quitensis* como remedio para resfriado.

En Ecuador, andino, infusiones de inflorescencia de *A quitensis* sola o con cuatro hierbas son tomadas para el corazón, acné y dolor de cabeza. Pero el uso medicinal principal es como emenagogo. En general, una infusión del *A. quitensis* es considerado un excelente purificador de la sangre.

Rituales.

Los informantes no fueron preguntados específicamente sobre usos rituales del amaranto, y tal información fue ofrecida espontáneamente solo en ocasiones. En Tarabuco, Bolivia, una campesina nos dijo que la semilla negra está plantada en la orillas de los campos “para despachar el diablo”. Una herberista Q’ollahuaya nos ofreció otros objetos rituales cuando le preguntamos por la semilla de amaranto, indicando que se los usaba junto con el amaranto “para despachas”. Javier Pulgar Vidal, el notable etnobotánico peruano nos confirmó que esta practica era común en el Perú. Allá, se plantaba el amaranto en las orillas o en el centro del campo para proteger los cultivos.

En la mayoría de las áreas visitadas, el consumo de productos de amaranto están ligados a una fiesta religiosa, que se realiza en la época de la cosecha, en la Semana Santa en el hemisferio sur, y en el día de los muertos en el hemisferio norte. En México hay evidencias que el consumo ritual de pasteles de amaranto tienen sus raíces en tradiciones de antes de la conquista,

pero falta evidencia para otras áreas. Información adicional sobre la siguiente ritual de los amarantos podría esclarecer más su historia.

Forrajes.

El amaranto es más comúnmente usado como forraje para aves, las cuales requieren un nivel alto de proteína en su alimentación. El amaranto es algunas veces cultivado específicamente para este fin.

Producción y Costos.

Cuadro No. 31 Costos de Producción Para una Ha. de Amaranto

SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO
Secretaria de Desarrollo Agropecuario
Distrito de desarrollo rural "Zacatepec-Galeana"
Costo del cultivo de Amaranto Modalidad Temporal.

Subciclo agrícola Primavera- verano.

ACTIVIDAD	SUB-TOTAL	TOTAL	OBSERVACIONES
1.- Preparación del suelo -Barbecho Jornales y otros - Rastreo -Surcado -Otros	\$35.00 \$25.00 \$25.00 \$40.00	\$350.00 \$250.00 \$250.00 \$240.00	
2.- SIEMBRA -Semilla (20 kg) -Siembra (5 jornales) -otro 10 jornales	\$350.00 \$40.00	\$350.00 \$400.00	
3.- FERTILIZACIÓN -Superfosfato de amonio (8btos) -super fosfato de calcio triple (2 btos) -otros (2 jornales)	\$480.00 \$260.00 \$40.00	\$480.00 \$260.00 \$80.00	
4.- LABORES CULTURALES -escardas (2 tracc. animal) -deshierbes (5 jornales) -otros			
5.- PLAGUICIDAS, FUNGICIDAS E INSECTICIDAS. -Parathion M (33 kg/ha) -Lorsban 1 lt. -Otros (3 jornales)	\$57.00 \$40.00	\$171.00 120.00	
6.- AGUA - Costo de agua -Aplicacion de riegos (6 riegos) - Otros			
7.- COSECHA -Corte (8 Jornales) -Flete -Desgrane -Otros (2 jornales)	\$40.00 \$250.00 \$500.00 \$40.00	\$1,200.00 \$200.00 \$500.00 \$120.00	
TOTAL		\$4,921.00	

Comercialización.

El dulce preparado, se acomoda en la típica tablita. Algunos miembros de la familia la venta en diversas colonias de la ciudad de México, así como en las grandes avenidas. También acostumbran elaborar el dulce en forma de galletas redondas. Según el decir de los

propios campesinos este es un alimento muy sabroso y nutritivo, sobre todo cuando se acompaña de leche.

La preparación del dulce conocido como “alegría” podría decirse que es una agroindustria que se desarrolla a escala familiar. Representa un modo de sostenimiento; durante varios meses del año para los agricultores, pues la mayoría de estos desempeña algún trabajo remunerativo.

Trasformado en dulce el precio de la semilla se triplica por ello, la mayoría de los agricultores prefieren guardar la semilla para la preparación de dulce, que venderla a granel. La preparación del dulce se realiza de un día para otro.

En Tulyehualco, D.F. se realiza cada año “La feria de la alegría”. Esta fiesta típica tiene lugar en el mes de Enero y además de ser motivo de esparcimiento para los habitantes del lugar, sirve para realizar buenas ventas de los dulces o confites elaborados con el grano del amaranto o alegría.

Así visitantes locales y turistas, pueden deleitarse al comer sabrosas alegrías que son preparadas higiénicamente y presentadas en forma muy atractivas a la vista y el paladar.

También se puede contar el amaranto en platillos, tradicionales o como

dietas y medicamentos, el uso del amaranto es un poco variado y nutritivo.

Actualmente las alegrías se venden al mayoreo y menudeo sobre todo en el mercado de dulce, gran feria de confiterías que está ubicado en la cercanía del conocido mercado de la Merced, en la ciudad de México, D.F. ahí acuden comerciantes en pequeño y proveedores de dulcería, confitería, y tiendas de productos, provenientes no solo de Tulyehualco, sino también de Morelos y Tlaxcala.

Es posible también encontrar los dulces o confites en sitios en los que concurre consumidores más exigentes, expuestos a la par con productos sofisticados de alto precio. De ahí que dentro de esta línea de producción, sería conveniente buscar la elaboración de productos susceptibles de conservarse un periodo más largo y que pudiese e incluso llegar a constituir nuevas alternativas para la explotación.

Por lo anterior el amaranto actualmente se cultiva en pocas regiones del país, es decir se encuentra principalmente en la región del valle de Amilpas, Huazulco, Amilcingo, municipio de Temoac, en donde también se procesa para la elaboración de dulce, harinas, y otros productos elaborados con la semilla del amaranto y en Jonacatepec, Amayuca, en el estado de Morelos, San Miguel del Milagro en el estado de Tlaxcala, en el estado de Puebla y en Tulyehualco D.F.; También se encuentran pequeñas áreas en el estado de México, Durango, Oaxaca, y otros.

No obstante lo anterior, el cultivo de desarrolla con tecnología escasa dado que no se cuenta, con maquinaria adecuada para cada proceso, requirientes para ello una gran cantidad de jornales por hectárea; tampoco existe semilla mejorada para la investigación en la que se debe de considerar un gran gama de características apropiadasa incrementar la productividad de este cultivo. Así también el producto enfrenta probemas en la comercialización ya que no existe ninguna diversificación generalizada de productos y solo hay un mercado cautivo para la “alegría” que es lo más conocido derivado del amaranto.

El cultivo del amaranto y la elaboración del dulce de la “alegría” en la región, obedece no tanto a sus propiedades alimenticias y agronómicas sino que reporta mayores ingresos, que son mayores a los generados por los cultivos básicos, en el área de estudio.

El canal de comercialización principal fue: Productor de semilla fuera de Morelos- Taller de dulces en Huazulco y Amilcingo- consumidos finalmente en las ferias regionales. El 27% de los productos participa en ferias regionales. Debido a esta dinámica, la producción del grano en 1990 en el área de estudio no cubrió la demanda de los talleres.

El margen de la comercialización absoluto fue de \$13,358.00 pesos por Kg. y el relativo de 91.06%.

BLIBLIOGRAFIA

Aguilar, J.; F. Alatorre. 1978. Monografía de la planta de Amaranto
Grupo e Estudios ambientales, A.C. México.

Alteria, M.A.; Lewia, W.J.; Nordlund, D.A. Gueldner, R.G. and Todd, J.W. 1981. Chemical Interactions Between Plants and Trichogramma Waps in Georgia soybeand fieds prot. ecol. 3:259-263.

Alteria, M.A. and Trujillo, A.J. 1987. The Ecology of Corn Production in Tlaxcala, México. Human Ecology 15(2): 187-220.

Andres, L.A. and Goeden. R.D. 1971. The Biological control of Weeds by introduced natural enemies. In Biological control (Huffaker.C.B; de.) Plenum press. New York. 143-164.

Anónimo. 1983. Investigation on the Insect enemies of Abutilon, *Amaranthus*, Rumex and Sorghum in Pakistan. September 1975. September 1980. Weed Abstracts. 32 (4): 84 (729).

Arias, J.; Martín, M.E. y Jiménez, M.J. 1985. Control bioquímico de una nueva maleza en el noreste Argentino, el "Yuyu cubano" *Tithonia Tubaeiformis* (Jacq) cass. Weed Abstrcs 34(9). 229(2067).

Bárrales D., J.S. 1986. Descripción del Método para Estimar Variables Termopluviometrico Diarias Apartir de Registros Semanales. Inédito.

Bressani, R. 1988. Las proteínas del grano de amaranto.

En Investigaciones recientes sobre amaranto. UNAM. México,
Méx. Pp. 55-60.

Bressani, R. 1983. Development of basic information on the germoplasm
amarant grain in Guatemala. Reporte anual a la Nas (Proyecto
amaranto). INCAP, Guatemala Abril 1983.

Cervantes S. J.M. 1988. El amaranto como alimento para animales. En
Investigaciones recientes sobre amaranto. UNAM. México. Méx.
Pp. 55-60.

Cervantes J.M. Riquelme V., E. y González M.MS 1983. Evaluación de
La paja de "Alegría" *Amarantus hypochondriacus* como
forraje para rumiantes. Memorias XVI Reunión de la Asoc. Méx.
Prod. Animal Chapingo, Méx. Nov. 17

Cowan, T, S, y K.J. Steel. 1979. Manual para la identificación de
bacteria de importancia médica, Traducción de la segunda edición
de ingles. Editorial CECSA. México. Pag. 117-118 y 149,155-158.

Cronquist, A. 1984. Introducción a la Botánica. Segunda Edición.

Compañía editora Continental, S.A. de C.V. México, D.F. pag.
81-90.

Cunard, Alex. 1977. Amaranth agronomy 1975-1976. In: Amaranth
Round-Up, Rodale, Pennsylvania. USA. Pp 35-36.

Devadas R.P. and Saroja, S. 1980 Availability of Iron and B carotene
From Amaranth to children. Proc. Socond Amaranthus conf.,
Emmaus Pa.

Dowson, W.J. 1975. Plant disease due to bacteria. Cambridge Univ.
Press. 166-180.

Early, D.K. 1977. Cultivation and use of amaranth in contemporary
México. Proc. Firts Amaranth Semin. Emmaus, Pa. USA pp. 36-60

Espinosa, V.H. 1987. Caracterización, distribución y uso de arvenses en
las diferentes clases de tierras campesinas del ejido de Arencó
México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de
Postgraduados, Centro de Edafología, Chapingo, México.

Ferguson, C.E.; C.E.; J.P. Gould. 1982 Teoría Microeconomía Editorial

F.C.E. México.

Flores. V.J.J. et.al. 1987. Agroindustria: Conceptualización y niveles de estudio. Seminario Nacional de Agroindustria en México. vol. 1. Chapingo, Méx.

Fucikovski, Z.L. 1976. Enfermedades y plagas del girasol en México, Colegio de postgraduados Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, Méx.

Gabriel A.J. 1986. Cultivo del amaranto en México. Universidad Chapingo, México.

García, M.R. 1983. La comercialización de productos agrícolas en México. Vol. 1 Centro de Economía Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex.

Gómez, A.R. 1977. Introducción al Muestreo. Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados, Chapingo Mex.

Gómez Lorence, Federico. 1981. Cultivos actuales y potenciales. Alternativas en zonas áridas y semiáridas de México. Tomo 1. Departamento de zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo,

México.

Granados S.D.; G.F. López 1990, "Chinampa" historia y etnobotanica de la "alegría" (*Amaranthus hypochondriacus L.*), Domesticación de Verdolaga (*Portulaca oleracea L.*), y Romerillo (*Suaeda diffusa wats.*) "El amaranto su cultivo y aprovechamiento, C.P. Montecillos, México. Pp. 23-55.

Hauptli, H. 1977. Agronomic potencial and breeding amaranth. Proc. First Amaranth Semin, Emmaus pa. Pp. 105-120.

Heyden, D.; A.M.L. Velasco. 1986. El uso y la representación del amaranto en la época prehispanica, según las fuentes históricas. En amaranto, su cultivo y aprovechamiento (MPSAM). Chapingo, México.

Hill. R.M. and Rawate, P.D. 1982. Evaluaton of foodpotential , some toxicological aspects, and preparation of a protein isolate from the aerial part of amarant (pigweed), jour. Agr. and Y food Chem., 30:465-469.

Jiménez P.R.; S. Cordero E. 1990. *Amaranthus spp* en la alimentación

Xochimilca y su proyección en la alimentación básica. En el amaranto, su cultivo y aprovechamiento. C.P. Montecillos, México. Pp. 56-64.

Lelliott, R.A. 1974. Genus XII *Erwinia* In Bergey's manual of Determinative Bacteriology. Eighth Edition pp. 332-340.

Lucero, A.M.G. 1984. Evolución de la calidad forrajera de una especie arvense y su comportamiento en asociación con especies cultivadas, Tesis profesional UNAM. Facultad Ciencia. Biológicas, México.

Medina, P.J.L. 1983. Determinación del periodo crítico de competencia entre las malezas y un cultivo de asociación Maíz (*Zea Mays*) L. frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) Bajo dos niveles de fertilización. Tesis. Departamento de Fitotecnia. UACH. pag. 8

Mikulas, J. and S. Sule. 1979. Bacterial leaf spot of Johnson grass caused *Pseudomonas syringae*. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae. Buda-pest. P.D. Box 102 Hungary 1524. Pp. 83-88.

National Academy of Sciences (U.S.). 1984, "Amaranth: Modern

Prospects for an ancient Crop". to be published by Natl. Acad. Press, Washington.

Natynal Academy of Sciences. 1975. Under Exploited tropical Plnts With promising economic value. Washintong, D.C. USA.

Prospectivas para una cultivo Olvidado. 1987. Editorial Villana México. Amaranto.

Reyna. T., T.; M.A. flores E. 1988. Regionalización potencial para el Cultivo del Amaranto en Guanajuato, México. En Investigaciones recientes sobre amaranto. UNAM. México, Méx. Pp. 19-22

Robbins, W.W., A.S. Crafts And Rayner 1942. Weed control Mc. Graw Hill company. Inc. USA, pags. 10-53 y 110-125.

Rutle J. 1976 Amaranth, The gentle gaint Org. Gard Farming, 23:103-110.

Sánchez Marroquín, A. 1980 Potencialidad agroindustrial del amaranto. Centro de estudios económicos y sociales del tercer mundo. México.

Sánchez, O. 1980 La hora del valle de México. Edit. Herrera, México.

Saver, J.D. 1950. Amaranth as dye plants among the pueblo peoples.
Southwest. Journal of anthropology. 6:412-415.

Saver, J.D. 1976. The grain *Amaranthus* and their relatives. A. revised
taxonomic and geographic survey. Ann. Missouri Bot. Gard. 54
(2):103-137.

Seminario, 1986. El Amaranto ("Alegría"). Su cultivo y aprovechamiento,
Montecillos, Chapingo, México.

Schmidt, D.Q. 1977. Grain amaranth: a look at some potentials. proc. first
Amaranth seminar; Emmaus, Pa. p. 121.

Suarez R.,G. 1988. Experiencias e inquietudes sobre amaranto. en
investigaciones recientes sobre amaranto UNAM, México,
Méx. pp. 11-15.

- Tingle, F.C.; Ashley, T.R. and Mitchell, E.R. 1978 Parasites of
spodoptera exigua s. eridania (lep: Noctuidae) and herpeto
gramma bipunctalis (lep: pyralidae), collected from *amaranthus*
hybridus in field corn. Entomophaga 23 (4).434-347.
- Trinidad S.A.; E.K. Medina P.; Vera M. 1990. Utilización de fertilizantes
En el cultivo de Amarantho (*Amaranthus spp*) su cultivo y
Aprovechamiento C.P. Montecillos, México pp. 110-117
- Vietmeyer, N. 1982. Nueva gloria Amarantho. Serie FAO. 89(15):43-47.
- Vogt, G.B. and Corbo, H.A. 1978. Recent South American field
studies of prospective biological control agents of weeds. Weeds
Abstracts 27(1):52-(428).
- Zindhal, L.R. 1980 Weed-Crop competition, a review. (Deutsch, A.E.,
De). Oregon State University, Corvallis, Oregon.

