

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN



**= PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
DE AMARANTO EN MÉXICO =**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN
PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO
PRESENTA

GARCÍA IRETA EDITH JENNIFER



Director de Tesis: ING. EUGENIO CEDILLO PORTUGAL

Estado de México, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
--------------------------	----------

CAPÍTULO I.

SITUACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL AMARANTO EN EL MUNDO.....	9
---	----------

1.1. Importancia económica y social del amaranto en México.....	13
1.2. Aspectos históricos.....	17
1.3. Usos y aplicaciones.....	19
1.3.1 Alimentación humana	
1.3.2 Uso animal	
1.3.3 Uso industrial	
1.3.4 Ornamento.....	20
1.3.5 Aspecto medicinal	
1.3.6 Otros usos	
1.4 Aportes nutritivos.....	22

CAPÍTULO II.

EL CULTIVO DEL AMARANTO EN MÉXICO.....	26
---	-----------

2.1 Características botánicas y variedades de la planta.....	27
2.1.1 La raíz.....	28
2.1.2 El tallo	
2.1.3 La hoja.....	29
2.1.4 La inflorescencia	
2.1.5 El fruto.....	31
2.1.6 La semilla.....	32

2.2	Requerimientos ambientales.....	33
2.2.1	Clima	
2.2.2	Temperatura.....	34
2.2.3	Luz.....	35
2.3	Prácticas agrícolas.....	36
2.3.1	Preparación del terreno (suelo)	
a)	Barbecho.....	37
b)	Cruza	
c)	Rastreo	
d)	Surcado	
2.4	Semilla para siembra.....	38
2.5	Siembra	
2.5.1	Siembra de Trasplante	
2.5.2	Siembra Directa.....	39
a)	Bandeado	
b)	Mateado	
2.6	Aclareo, aporques y escardas.....	42
2.7	Control de malezas	
2.8	Fertilización	
2.9	Control de plagas y enfermedades.....	43
2.9.1	Enfermedades causadas por hongos.....	45
2.9.2	Enfermedades causadas por nematodos.....	46
2.9.3	Enfermedades causadas por micoplasmas.....	47
2.9.4	Enfermedades causadas por virus	
2.9.5	Otros problemas	
a)	Bajas temperaturas y heladas	
b)	Granizadas	
c)	Exceso de humedad	
d)	Déficit hídrico	

e) Deficiencia de nutrimentos	
f) Exceso de nitrógeno	
g) Aves	
h) Roedores	
2.9.6 Rotación de cultivos.....	49
2.10 Labores de Cosecha.....	50
2.11 Prácticas poscosecha.....	52
2.11.1 Almacenamiento	

CAPÍTULO III.

INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL AMARANTO.....	50
3.1 Procesamiento de la semilla.....	51
3.1.1 Proceso de reventado.....	52
3.1.2 El tostado	
3.1.3 Cocción en agua	
3.1.4 El cocimiento por extracción.....	54
3.1.5 Nixtamalización	
3.2 Información de mercado.....	55
3.3 Canales de comercialización del amaranto en México.....	59
3.3.1 Distribución.....	60
3.4 Financiamiento.....	62
3.4.1 Restrictivos para el acceso a la financiación.....	63
3.5 Consumo final.....	64
3.6 Entrevista a una familia productora de amaranto.....	68
en el municipio de Tuyehualco, D.F.	
Conclusiones.....	72
Bibliografía.....	75
Glosario.....	79

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del ser humano en el área agrícola es tener una mayor producción de alimentos que sean capaces de suministrarle a la población una adecuada cantidad de productos para diversificar su dieta y asegurar una apropiada ingestión de nutrimentos. La planta del amaranto es muy especial por el alto contenido proteico de cada parte que la compone ya que es totalmente comestible además de utilizarla también como ornato, vale la pena tenerla presente en nuestra canasta básica. Así es como este trabajo da a conocer ampliamente las características y funciones de esta hierba milenaria, así como su importancia económica - social en nuestro país, además de su potencial para ser utilizado como alimento básico al cultivarse en áreas con poca humedad.

La palabra Amaranto deriva del griego, *a*: negación y *maráino*: marchitarse, con lo que se alude a la resistencia de esta planta a la sequía. De allí a que se diga que la palabra significa "inmortal". (Jurado Rentería, 1998)

El origen y centro de la diversidad genética de algunos de los cultivos más importantes ha sido Mesoamérica, basta con mencionar el maíz, el frijol, el tomate, el chile, el aguacate, la calabaza, el cacao, la vainilla, diferentes cactáceas, hongos comestibles y el amaranto o amarantos, (pues se trata de un conjunto de plantas). Es una muestra de la riqueza alimentaria que nuestra tierra ha aportado al mundo. Los cultivos pertenecientes a la familia *Amaranthaceae* están aun prácticamente sin explorar y poseen características agronómicas y alimentarias muy prometedoras para mejorar la calidad de vida de las zonas áridas y semiáridas. Los amarantos, son unas plantas muy versátiles ya que se pueden utilizar como grano, verdura o forraje; por ejemplo la semilla o *huautli* era de consumo habitual por los aztecas quienes producían de 15 000 a 20 000 toneladas por año y además formaba parte de los tributos que cobraban a los pueblos sometidos; los mayas la cultivaron en Guatemala y los incas en Sudamérica, puesto que dicho cultivo es un alimento completo y constituye una actividad productiva alternativa viable y rentable. (Becerra, 2004)

En la actualidad, el cambio climático que sufre el planeta nos obliga a buscar cultivos que sean capaces de soportar las temperaturas extremas a las que nos exponemos y ya que el amaranto tiene una excelente adaptación a climas intensos y suelos de mediana fertilidad, el rendimiento de la cosecha de amaranto es bastante aceptable por hectárea y actualmente su comercialización se concentra en la capital mexicana. Es fácil de establecer, prospera en regiones de temporal donde los cultivos básicos tienen poco éxito, se adapta a varios tipos de suelos, altitudes, temperaturas y fotoperiodos, así como a diversos requerimientos de pH y precipitación. Además son plantas muy bellas y llenas de colorido, particularmente en sus inflorescencias por lo que han merecido su lugar en el ornato de patios, jardines y casas en diversas partes del mundo. (Mapes, 1997)

Pero en la agricultura mexicana hay dos dificultades que pocas veces se toman en cuenta, el primero es el crecimiento de la población que va más rápido que el crecimiento de alimentos por lo que hay que elevar la producción y segundo, la creación de nuevos empleos en el campo es insuficiente. A pesar de ello, México debe encaminarse a buscar soluciones a los problemas agrícolas para obtener un buen desarrollo tanto en la tierra cosechada como en la población rural.

Cabe mencionar que en el Distrito Federal se llevó a cabo una propuesta que en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (Sederec) y diputados locales, indican que en el marco de la discusión del presupuesto 2011, se debatió en la Asamblea Legislativa para que se destinen mayores recursos a los productores de amaranto. En la delegación Xochimilco se conserva, cultiva, promueve y procesa la planta; por lo que el gobierno del D.F., destacó la importancia de dar a conocer el valor nutrimental del amaranto para hacer frente a la comida chatarra en las escuelas públicas y así combatir la obesidad infantil. Hay 258 productores registrados, y existen 800 hectáreas de cultivo de las cuales en 2010 sólo se sembraron 68, debido a la falta de recursos. <www.apmex.mx> [acceso: septiembre 2010]

Es importante manifestar que la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos al realizar un estudio para precisar qué cultivos son óptimos para su desarrollo y disseminación en el mundo por su alto valor económico y nutricional, seleccionó al amaranto entre los 36 cultivos más prominentes. Por otro lado, La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Estadounidense del Espacio y la Aeronáutica (NASA) también seleccionaron al amaranto como cultivo CELSS (siglas en inglés para Sistema de Soporte de Vida Ecológico Controlado), lo que significa que la planta remueve el dióxido de carbono de la atmósfera y al mismo tiempo genera alimentos, oxígeno y agua para los astronautas. En 1985 el amaranto se cultivó, germinó y floreció en el espacio exterior durante el vuelo orbital de la nave Atlantis. El impulsor de esta acción fue el doctor Rodolfo Neri Vela, primer astronauta mexicano. Lo que con ningún otro cultivo se ha logrado hacer y a pesar de todos estos datos, el amaranto no se ha podido ganar un lugar importante en el gusto, conocimiento y aceptación de la población mexicana.

(Asociación Mexicana del Amaranto, A.C., S/A)

En el primer capítulo de éste trabajo se analizará la situación del amaranto, con la finalidad de conocer la que podría ser una exitosa cadena nutritiva, puesto que el cultivo en nuestro país y en el resto del mundo podría tener una gran importancia económica y social, no obstante la realidad es que actualmente en México es aleatorio puesto que una gran parte de la población rural se produce con fines de autoconsumo y es considerado un cultivo de baja importancia para sus intereses comerciales. También posee una gran historia ligada a las civilizaciones milenarias y narra el aporte que fue trascendiendo de generación en generación por varios siglos donde fue desapareciendo hasta llegar al total

olvido. En cuanto a los usos y aplicaciones que ésta planta ofrece, es tan versátil que las posibilidades para utilizarla verdaderamente sorprenden. Por supuesto que en el tema de aporte nutricional no sólo está por encima de varios cultivos, sino que también abarca la prevención de enfermedades y padecimientos dominantes en nuestros días.

El segundo capítulo se enfoca al sistema de producción en nuestro país, ubicando las regiones en las que es más conveniente sembrar. Entender las características, clasificación botánica y cada parte de la planta así como las variedades y su descripción de las tres principales en las que se enfoca este trabajo: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*. De la misma forma se explican las prácticas agrícolas y todo lo que conllevan. Por otro lado, se mencionan las plagas y enfermedades que atacan al cultivo y a grosso modo la medida de prevención.

Por último, el tercer capítulo hace referencia a la manera en que se lleva a cabo el procesamiento de la semilla, se mencionan los programas de apoyo que el gobierno a través de sus instituciones ofrece a los productores de acuerdo a sus posibilidades de terreno destinado, dinero invertido y propósito de producción.

En definitiva ante esta perdurable situación en el campo, seriamente nos damos cuenta que todos aquellos incentivos que a través de los años brinda el gobierno y sus diferentes administraciones, realmente no se ha tenido un avance considerable y probablemente jamás suceda una mejor calidad en el apoyo a los campesinos y sus crecientes demandas, lo cual nos indica que habrá que buscar otras alternativas para mejorar la vida de ellos y sus familias porque si no hay quien trabaje la tierra, no hay futuro en materia agrícola. Tal vez el mejor comienzo sea la información y aceptación de la comunidad en general. Este trabajo de tesis brinda una gran parte de dicha información y el cometido principal es compartir la idea de consumir amaranto, como buena opción de dieta saludable y prolongada.

Figura 1. Planta de amaranto. (*A. hypochondriacus*)



Fuente: INIFAP (2010)

OBJETIVOS

GENERAL

Investigar y entender el vínculo de cómo interactúan entre si la producción y la comercialización del cultivo de amaranto en México a través del análisis de información escrita y de campo.

PARTICULARES

- Detallar cómo es el sistema de producción del amaranto para saber del sustancial proceso que conlleva este cultivo.
- Puntualizar cómo y de qué manera ésta planta contribuye a mejorar la dieta del mexicano así como su aporte nutrimental, detallando las diferentes alternativas de consumo para tener información sobre la elaboración y presentación de productos, al mismo tiempo que se menciona el contexto de su origen, historia y tradición.

METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo de investigación, se utilizó el método sistémico, donde la producción de amaranto representa un procedimiento. Se estudió el cultivo del amaranto con sus diferentes componentes (cultivo, plagas y enfermedades, clima, suelo, comercialización y proceso agroindustrial).

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

Se realizó investigación estadística, información reunida a través de libros, revistas y búsquedas en internet. Se inquirió qué otros usos y aplicaciones se le puede dar a la planta del amaranto, puesto que las diversas formas de utilizar este cultivo, quedan truncadas porque aún hay aspectos pendientes por enfatizar para lograr un cabal aprovechamiento de esta planta ancestral.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las dificultades a las que se enfrentan los productores de amaranto se encuentra la falta de alternativas productivas viables para las cosechas de temporal, al igual que la incidencia de plagas y enfermedades, también destaca la falta de alimentos sanos-nutritivos y la poca posibilidad de los productores para darle un valor agregado al producto final, así como tener un mayor ingreso por la comercialización del amaranto. Incluso los jornaleros no cuentan con equipo de trabajo necesario para labrar.

Ante ello, se analizará el proceso de cultivo del amaranto, así como el medio físico donde puede prosperar, las bondades nutritivas que ofrece, donde y como se comercializa en nuestro país y la posibilidad de elaborar subproductos para que el productor pueda obtener mayores beneficios económicos puesto que cada día se encuentran en el mercado más productos alimenticios elaborados con la semilla de amaranto provenientes tanto del ámbito artesanal como de la industria, destacando los dulces, las “barras energéticas” y la harina.

Por otro lado, actualmente las escasas organizaciones de productores ofrecen grano entero, en forma de reventado y harina. La mayoría del comercio lo realizan acaparadores del producto. Y en lo general, el grano del amaranto se consume reventado, pues con él se elaboran diversas golosinas; las harinas provenientes de la molienda del grano entero o reventado se emplean para fabricar productos de panificación, en los cuales el amaranto reemplaza hasta en 20% a la harina de trigo y se adornan con la semilla reventada, esto es algo bueno para las personas que no toleran el gluten de trigo, es una alternativa en cuestión de alimentos.

Los productos de amaranto están agrupados en el Comité Sistema Producto Amaranto que a su vez está coordinado por la SAGARPA, la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Distrito Federal y las delegaciones políticas de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, junto con la Fundación Grupo Produce, A.C. Enfocándose únicamente en la Ciudad de México. (Subsecretaría de Agricultura, 2009)

Y con relación a éste apoyo, una propuesta interesante hacia el Gobierno sería introducir alimentos hechos a base de amaranto en las escuelas con el fin de combatir la obesidad infantil o la desnutrición en muchos casos ya que los niveles de lisina son superiores a los de todos los cereales. También ofrecerlo en casas hogar para gente de la tercera edad y en las instituciones médicas para las mujeres embarazadas ya que en las hojas de la planta se concentra más hierro que lo que contiene una espinaca, también posee vitaminas A, C, entre otras y minerales; además previene la osteoporosis ya que contiene un alto porcentaje de calcio y magnesio, la proteína que ofrece fue bautizada como *amarantina* que es considerada superior a la de la leche porque es más nutricional y funcionalmente que cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora. Así al aumentar el consumo de éste cultivo en la población se generaría mayor demanda y más hectáreas destinadas al amaranto.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AMARANTO EN EL MUNDO

El cultivo del amaranto pertenece al grupo de plantas que aun no han sido aprovechadas en todo su potencial, algunas de las cuales no son nuevas ya que fueron cultivadas, domesticadas y consumidas desde la antigüedad, pero por diversas razones no se desarrollaron en la agricultura moderna. Sin embargo, hoy día el amaranto se cultiva en los cinco continentes; pero la importancia que tiene en América donde se distribuye ampliamente presentando gran variabilidad genética apreciándose en la diversidad de características de la planta, color de la semilla, contenido proteínico y resistencia a plagas y enfermedades es vital, sobre todo en México. En América del Sur, el *Amaranthus* L. (familia *Amaranthaceae* o *Amarantáceas*) se cultiva en pequeñas parcelas, desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina. El amaranto está ampliamente distribuido en el mundo, en particular en las regiones tropicales, subtropicales y de clima templado. Muchas de estas especies fueron plantas pioneras anuales en hábitats naturalmente abiertos como cañones y desiertos, orillas de ríos y lagos, marinas y playas. Producen una abundante cantidad de semillas, las cuales son dispersadas por el viento y las aves. (Salgado, 2000)

El amaranto de los Andes se cultivaba en parcelas pequeñas y aisladas. Sauer (1950) señaló que a diferencia de México, el uso del grano de amaranto en los Andes era bastante restringido. Thellung (1914) publicó un informe de Spegazzini, donde se indicaba que “los indios chiriguano de Tarija en Bolivia cultivan un amaranto de semilla blanca, bajo el nombre de *grano inka*”. El amaranto es común en Perú, Bolivia y México. En Estados Unidos de Norteamérica cada año se siembran alrededor de 2 400 hectáreas en la región del Medio Oeste y las Grandes Llanuras. El mayor productor es China, con rendimientos de 86 mil toneladas por año. Aunque la extensión de amaranto sembrada en Estados Unidos de Norteamérica no ha alcanzado grandes dimensiones, el interés ha ido en aumento y actualmente junto con Japón, se encuentra a la vanguardia en la investigación agronómica y en el desarrollo de nuevas tecnologías para el uso del grano en productos novedosos.

En este contexto el amaranto es un recurso excepcionalmente valioso y aplicable al combate de la desnutrición infantil en el medio rural y especialmente en zonas indígenas de cualquier país. El mercado de consumo, producción y distribución del amaranto es cada vez más grande, basta con mencionar que Argentina, China, Eslovaquia, India, Kenia, Polonia, Tailandia, entre otros países, se han ido sumando al grupo de países productores y consumidores de amaranto. En China por ejemplo, se han establecido programas nacionales para el desarrollo del amaranto como cultivo.

<www.conabio.gob.mx> [acceso: agosto 2010]

El sustento de la población rural, marginada y desnutrida radica principalmente en la producción agrícola para autoconsumo. La dieta tradicional basada en maíz y frijol, tiene deficiencias calórico – proteicas y de vitaminas y minerales. A nivel de escritorio se han diseñado estrategias de huertos familiares y producción de traspatio tendientes a diversificar y aumentar el valor nutricional de la dieta, fortaleciendo la “cadena alimentaria” domestica. Sin embargo, muchos de los recursos probados han tenido poca efectividad por ser ajenos a las costumbres y cultura alimentaria de la población objetivo lo cual los hace de difícil y lenta adopción.

El amaranto puede cultivarse en sistemas convencionales con uso de plaguicidas y fertilizantes, sin embargo, la mayor parte de la producción es con pocos insumos, ya que lo siembran agricultores de bajos recursos. Para la producción orgánica del amaranto se debe tomar especial atención en la investigación aplicada a tecnologías alternativas, de acuerdo con los sistemas comunes de siembra. Es necesario, por lo tanto, investigar los sistemas de rotación, cultivos asociados, usos de abonos orgánicos, manejo integrado de plagas y práctica de sistemas de labranza mínima. Para lograr las metas de producción y productividad, tales esfuerzos necesitan estar complementados con la búsqueda continua de nuevas variedades mejoradas que respondan a estas formas alternativas de producción. <www.fuppue.org.mx> [acceso: jul 2011]

En América existen varias regiones donde el amaranto se cultiva para grano: México, suroeste de los Estados Unidos, Guatemala, Bolivia, Perú, Argentina y Chile, porque en estos últimos años ha aumentado el interés de los consumidores por los productos naturales de alto valor nutritivo. Otros factores serían la demanda de los consumidores vegetarianos, el interés de la agroindustria, los requerimientos del mercado internacional europeo, asiático y de Norteamérica, que están haciendo retomar importancia tanto en el aspecto de la producción, como en la investigación, transformación y agroindustria del amaranto. En Asia existe una zona de distribución para el amaranto de grano, que va desde Manchuria en el interior de China y del Himalaya hasta Afganistán y Persia en donde predominan la variedad *A. leucocarpus* y *A. caudatus*.

En Europa, principalmente en España, Inglaterra, Hungría y Alemania, algunas especies de *Amaranthus* se esparcen en los terrenos cultivados, en los escombros, sobre los bordes de los caminos. Actualmente ha tomado auge en la costa del Perú, donde se siembra bajo condiciones de riego por aspersión y altos niveles de fertilización, pudiendo considerarse como manejo de alta tecnología, para la agroindustria y exportación. El potencial de agricultura es bastante halagador y es utilizado como cultivo de rotación y de alta producción. Por otro lado, se analizan investigaciones para la creación de una semilla mejorada. En el Ecuador el amaranto estuvo considerado como una especie casi desconocida, recientemente está siendo investigado por Universidades y por el sector

privado. Ya cuentan con algunas variedades mejoradas de alta producción, tecnología de cultivo y transformación adecuada que puede permitir un desarrollo sobresaliente en ese país, además de una opción alimenticia importante para su población.

En Bolivia, el amaranto se cultiva casi exclusivamente en los valles interandinos profundos y calientes, alrededor de Tarija, Cochabamba, principalmente en Sacaba y Angostura y valles profundos de La Paz, como Mejes y Los Yungas. Su cultivo al igual que en los demás países del área andina casi ha desaparecido encontrándose en pequeñas parcelas, borde de los cultivos de maíz o asociado a este cultivo.

Por otro lado, en Argentina el cultivo del amaranto está casi desaparecido, se le encuentra en pequeñas parcelas cerca de la vivienda de agricultores y en asociación con maíz pero con plantas muy aisladas. Actualmente ya están iniciando exploraciones con muy buenas perspectivas, puesto que ensayos efectuados con materiales genéticos provenientes de diferentes partes de América han dado buenos resultados. Así como en algunos países el cultivo es muy importante en otros como Colombia prácticamente ya no se encuentra amaranto y tampoco se le conoce al igual que en Chile, también es un cultivo casi ignorado, aunque recientemente está siendo estudiado por la Universidad de Concepción con el fin de encontrar nuevas alternativas para agricultores de la zona.

Para diversificar la base de la alimentación de los humanos es preciso que se reconozca la importancia de cultivos como el amaranto para que no pase como hace apenas un siglo, donde la soya, el girasol y el cacahuete se consideraban productos de escaso valor y hoy en día se encuentran entre los más importantes del mundo.

<www.rlc.fao.org> [acceso: mayo 2009]

Cuadro 1. Rendimiento de amaranto obtenido por algunos países

País	Altura (msnm)	Precipitación (mm)	Tipo de suelo	Rendimiento Máximo (kg/ha)
Argentina	2250	176.5 a	Arcillo-arenoso	1530
Bolivia	1648	1621 b	Arcillo-limoso	2461
Chile	100	146.3 c	Franco-arcilloso	3982
Ecuador	2720	1348.5 b	Franco-arenoso	3167
México	1920	253.9 e	Arenoso	5458
Haití	18	765.4 d	Limo-arenoso	1191
Perú	3312	222.3 f	Arenoso	2461
Uruguay	81	1261.5 b	Franco-arcilloso	1500

Fuente: FAO (2009)

- a. En un período de 5 meses (Nov - Mar) b. En un período de 12 meses (Ene – Dic)
 c. En un período de 7 meses (Oct - Abr) d. En un período de 8 meses (Nov – Jun)
 e. En un período de 6 meses (Mayo - Oct) f. En un período de 9 meses (Sep – Mayo)

En cuanto a la perspectiva futura del amaranto, se puede evaluar que tiene potencial para convertirse en un cultivo básico a nivel mundial con la misma relevancia económica, social y nutricional que los demás cultivos tradicionales como el maíz, trigo, soya, etc. México tiene la posibilidad de desarrollar un sector agroindustrial estratégico en torno al cultivo de amaranto altamente redituable para los agricultores, especialmente en regiones indígenas, de igual forma puede ser generador de divisas y polo de desarrollo en un nuevo ramo de la industria en alimentos. Una estrategia integral de desarrollo en torno al cultivo de amaranto puede mejorar la actividad económica del proceso alimentario en México. <www.guiadelemprendedor.com> [acceso: junio 2010]

1.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y SOCIAL DEL AMARANTO EN MÉXICO.

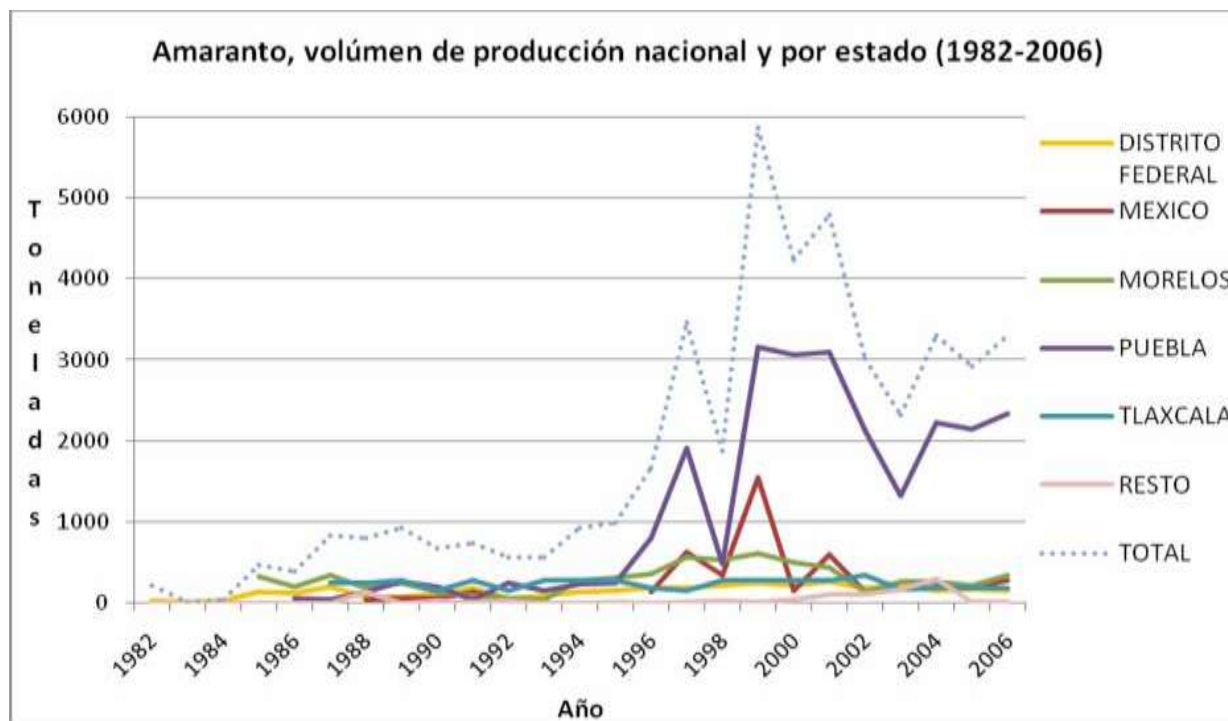
En México las entidades productoras más importantes ocupan parte de la cuenca de México, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Jalisco y en menor medida el Distrito Federal. Para el 2010, con datos del SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), los estados productores de amaranto son Puebla, Morelos, Estado de México, Tlaxcala, Distrito Federal, Jalisco y Oaxaca, con un total de 2,101 has cosechadas, de las cuales la mayoría de la superficie cultivada (67%) lo tiene Puebla (cuadro 2), el estado que presenta un mayor rendimiento por ha es el Estado de México con 2.3 ton/ha, mientras que Morelos y Oaxaca, presentan el rendimiento más bajo con 0.99 ton/ha. Lo anterior, nos indica que la siembra del amaranto está concentrada en siete estados, por lo cual hace falta una mayor promoción del mismo a nivel nacional. (Reyna TT., 1996)

Cuadro 2. Estadística de estados productores de amaranto 2010

	Superficie Sembrada	Superficie Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR Precio Medio Rural	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
Puebla	2,816.00	2,101.00	3,355.68	1.6	6,306.37	21,162.18
Morelos	329	321	325	0.99	15,898.09	5,166.88
Edo de México	191	189	439.82	2.3	8,286.46	3,644.55
Tlaxcala	191	182	195.6	1.02	14,410.53	2,818.70
DF	137	134	151.4	1.1	19,470.28	2,947.80
Jalisco	21	18	18.9	0.9	15,000.00	283.5
Oaxaca	7	5	6.93	0.99	14,250.00	98.75
		2,950.00				36,122.36

Fuente: SIAP (2011)

Gráfica 1. Volumen de producción nacional y por estado



Fuente: SIAP (2009)

En promedio se destinan 2,101.00 hectáreas a la producción de esta planta. En la actualidad existen alrededor de 150 productores de amaranto en el Distrito Federal; sin embargo sólo 74 productores quedaron registrados en el proyecto Transferencia de Tecnología Sustentable de Amaranto para el Distrito Federal, elaborado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en coordinación con el Grupo Produce. Los tipos de propiedad que reconoce el Registro Agrario Nacional en las zonas de producción de amaranto son pequeña propiedad y ejidal.

La Asociación Mexicana del Amaranto detalla que desde hace unos cuantos años la producción y la valoración del amaranto como alimento están resurgiendo a raíz de la demanda de grandes empresas, como Nestlé y Bimbo, que han incursionado en la producción de las llamadas *barritas energéticas*, para lo cual están adquiriendo grandes volúmenes de amaranto, pues han descubierto que el consumidor mexicano busca más variedad de productos a base de semilla. Otro de los grandes consumidores ha sido el gobierno federal, a través del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y Diconsa, instituciones que adquieren productos hechos con amaranto para niños y adultos, lo que también ha alentado la producción. (Martínez, 2006)

Ante la potencial demanda del amaranto y sus derivados y la oportunidad de mercado que presenta la ciudad de México, los mecanismos de producción, transformación y comercialización tienen que volverse más eficientes y rentables, pues la superficie de cultivo y el volumen de producción no satisfacen dicha demanda. Este objetivo implica por fuerza el trabajo organizado de todos los agentes que concurren en la cadena productiva del amaranto, ya que sólo de esta manera se podrá estructurar un plan de desarrollo en todas sus vertientes. Unir esfuerzos, recursos y capacidades son los retos a superar en aras de impulsar la interacción de los diversos agentes involucrados, así como el desarrollo equilibrado y sustentable de la propia cadena productiva.

El amaranto es un recurso agrícola que en el contexto de la economía globalizada, puede redituar enormes beneficios económicos y agroindustriales para el país que se consolide en la vanguardia de su explotación y desarrollo. Desde la perspectiva social, el amaranto constituye una herramienta valiosa para incidir simultáneamente y de manera integral sobre el binomio desnutrición – pobreza, principalmente en la población rural por los motivos ya mencionados, su valor nutrimental y su fácil labranza. Este potencial es particularmente aplicable a México por la consistencia histórica y cultural del recurso. El impulso de programas de apoyo nutricional logra un desarrollo nacional irreversible.

El amaranto no es sólo una planta, representa la ocasión de crear toda una nueva industria con los consiguientes beneficios para el campo, las empresas, el comercio y la investigación científica y tecnológica que conlleva ésta tarea, además de ser la posibilidad de crear un verdadero motor para el desarrollo nacional ya que el país que logre capitalizar este potencial logrará importantes beneficios para la salud y la economía de su población. Y a pesar de que en nuestro país la mayoría de las superficies agrícolas son de temporal y entre estas áreas hay algunas con precipitación baja y errática haciendo que las cosechas de los cultivos tradicionales sean inseguras, el amaranto logra adaptarse a cualquier zona sin ningún problema, por su carácter de cultivo intensivo, permite el aprovechamiento adecuado del minifundio predominante en México. Constituye una importante fuente de empleo en actividades agrícolas, ya sea en procesamiento agroindustrial, en comercialización en diversas actividades o en servicios colaterales. Aporta un mayor ingreso a los campesinos, ya que su precio es superior al de otros cereales y por si fuera poco, tiene un pequeño mercado asegurado, ya que la planta tiene valor económico en todas sus partes: el germinado, la hoja, el grano, la flor y el rastrojo, es decir que es aprovechable al cien por ciento.

En lugar de vender el grano como materia prima, los campesinos lo transforman en diversos productos finales de alto valor nutricional y además a un buen precio, con lo que incrementan su ingreso familiar y obtienen empleo durante el período en que no tienen ocupación agrícola a través de las actividades agroindustriales y comerciales.

En cuanto a la evolución de la producción de la última década, se podría decir que los altos costos de producción, debido al uso excesivo de mano de obra en los procesos de control de maleza y cosecha, han provocado la falta de infraestructura y de conocimiento del proceso para la industrialización y comercialización. El alto porcentaje de intermediarios en la comercialización ha creado una inestabilidad de los precios de venta, los cuales, como ya se sabe, se rigen por la oferta y la demanda. El desconocimiento por parte de la población de nuevos productos hechos a partir del amaranto ha inducido hacia la poca difusión de las bondades del mismo y lógicamente su mercado. La adquisición de maquinarias trilladoras con apoyos económicos del gobierno por parte de PROCAMPO, ha venido siendo de mucha ayuda para facilitar y agilizar la producción, el problema es que en ocasiones para operar dichas máquinas, se necesita de una capacitación a los trabajadores, la cual no llega a la comunidad y por ende los tractores se quedan aislados sin que nadie los use por falta de conocimiento. La generación de empleos permanentes y temporales ha beneficiado a cientos de familias, aunque es necesario fomentar una Cadena Agroalimentaria del Amaranto, es decir, que su principal objetivo sea la organización entre los productores para que se desarrolle la integración, se promueva la industrialización y la creación de una red de comercialización adecuada a fin de completar la cadena de valor. Capacitación y asesoría especializada, centros de acopio, equipo de reventado del grano y envasado, trilladoras, equipo para la elaboración de derivados y apoyo para lograr con todo esto que se genere entre los campesinos el arraigo a sus comunidades. (Subsecretaría de Agricultura, 2009)

1.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

El Amaranto, planta legendaria con más de 5 mil años de antigüedad, está estrechamente ligada a la historia de las civilizaciones milenarias que han poblado el continente americano: mayas, aztecas e incas. Se le valoraba de manera positiva, ya que era objeto de tributo y comercio intenso, su composición nutrimental contribuyó de manera importante a la salud de la población. Los labradores de 20 provincias aztecas producían de 15 mil a 20 mil toneladas de grano de amaranto cada año. Los cuales se enviaban hacia Tenochtitlán, hoy ciudad de México, como tributo al *tlatoná*¹ Moctezuma.

(Sahagún, 1970; Aguilar y Alatorre, 1980)

En su alimentación, los aztecas no acostumbraban el desayuno, sino que alrededor de las 10 de la mañana, cuando llevaban ya varias horas de labor, tomaban el primer alimento del día, que consistía en un tazón de atole y pasta de maíz o *huautli* (amaranto), más o menos espesa, azucarada con miel o condimentada con chile. En Tenochtitlán las semillas de amaranto se consumían en especial en forma de tamales y atoles. Los productos más comunes eran unas bolitas de masa de amaranto llamadas *tzoalli* o *zoale*. Para ello, molían las semillas de amaranto y las mezclaban con miel de maguey.

Los tarahumaras, mayas, tepehuanes, yaquis y miembros de otras tribus preparaban una bebida llamada *wee*. Los *huicholes*² que habitan el oeste central de México en la Sierra Madre Occidental, principalmente en los estados de Jalisco, Nayarit y partes de Durango y Zacatecas, llamaban *wa-ve* a la semilla de amaranto y la utilizaban en la elaboración de galletas con forma de animales. En Oaxaca sus usos eran parecidos a los ya mencionados y en algunos lugares se empleaban para preparar tortillas y agua de sabor.

¹ Gran gobernante, gran orador.

² El etnónimo huichol fue dado por los mexicas de forma despectiva a los wixárikas desde antes de la llegada de los españoles.

Por otro lado, el amaranto ocupó un sitio privilegiado en las fiestas ceremoniales prehispánicas, pues se hallaba íntimamente vinculado a los ritos religiosos y se sembraba como protección contra los espíritus malignos; y debido al color rojo intenso con el que está matizada ésta planta, se consideró como mística y de buena suerte unida a la leyenda y al rito. En esa época era común que se hicieran con el *huautli* figuras de dioses, como la de Huitzilopochtli, Panquetzaliztli y Tlacaxipehualiztli, la del dios del fuego. Éstos servían como amuletos para asegurar el éxito de las siembras y cosechas, así como para llevar a cabo diversas festividades en honor a Tláloc por ejemplo.

El *huautli* era la planta ceremonial más importante de los aztecas y otros pueblos de México. Y con la llegada de los españoles a América en 1519, se inició un intenso intercambio de cultivos, donde algunos de ellos cobraron mayor importancia, mientras que otros casi desaparecieron. En el caso del amaranto, su producción cayó de forma vertiginosa entre 1577 y 1890; existen pocos registros de la producción del grano después de esta última fecha. Fue durante este periodo cuando esta planta llegó a África y Asia y muchas de sus formas ornamentales se introdujeron en los jardines europeos. Aunado a ello, el uso del amaranto con los ritos paganos ligados a sacrificios humanos, no eran bien vistos por la Iglesia e iban contra las ideas del catolicismo, por lo que firmemente se prohibió su cultivo, al grado de su virtual desaparición.

En la actualidad el popular dulce mexicano derivado del amaranto llamado “alegría”, ha seguido consumiéndose durante años y dicho nombre se le adjudicó a principios del siglo XVI. Antes de la llegada de los españoles, los indígenas sólo utilizaban el *huautli* reventado, pero a fray Martín de Valencia (1473-1534) se le ocurrió mezclarlo con miel. Cuentan los relatos de la época que los indígenas probaron el dulce resultante y les pareció tan sabroso que comenzaron a bailar de alegría. De ahí surgió el calificativo. Y a finales de este mismo siglo, doce frailes se propusieron recuperar la historia y los secretos de la cultura indígena, entonces recurrieron a los *tlamatinime*¹ para preguntar cuáles eran las bases del sostenimiento alimenticio de su civilización y de su cultura, ellos contestaron: “lo que conserva la vida: *in tonacaiotl, in tlaolli, in huautli*”²

Hoy en día, son tres alimentos fundamentales que siguen formando parte de la base de la dieta del pueblo mexicano: maíz y frijol y aunque el amaranto casi se perdió, víctima del choque entre dos culturas, actualmente se puede encontrar en muchas variedades y formas. Desde platillos gourmet, pasando por bebidas exóticas y barras energéticas, hasta muy variada confitería y frituras que se localizan en cualquier tienda o centro comercial obteniendo lentamente popularidad entre la urbe moderna.

¹ Término náhuatl que significa “los que saben algo” (sabios, maestros o filósofos)

² El maíz, el frijol y el amaranto.

1.3 USOS Y APLICACIONES

Los diferentes usos y aplicaciones que la planta del amaranto ofrece al ser humano es tan versátil que el amplio manejo gastronómico que proporciona puede desencadenar infinidad de aplicaciones alimenticias, sin dejar de lado el uso ganadero que se puede aprovechar íntegramente, pasando por la industrial de la cual se obtienen múltiples subproductos para terminar en un significativo ornamento y otras posibles usanzas.

1.3.1 ALIMENTACIÓN HUMANA: Toda la estructura de la planta es 100% comestible. La gastronomía mexicana abre sus horizontes al mezclarse con otros ingredientes, los granos enteros o molidos, reventados o tostados, en forma de harina y una proporción del 20% en la combinación con la harina de trigo para la elaboración de masa para tortillas, tamales, galletas y demás fabricación panera, pastas para sopas y diversos guisados, la famosa y variada dulcería combinada con miel de abeja, miel de caña o chocolate como las alegrías y el pinole entre otros, sin dejar atrás las solicitadas frituras. Se pueden obtener bebidas desde agua de sabor, atole, hasta leche. Las hojas hervidas son utilizadas como verdura en ensaladas, o simplemente como cereal tipo granola.

(Jiménez y Cordero, 1986)

1.3.2 USO ANIMAL: Los restos de cada cosecha son utilizados para la alimentación del ganado debido al alto contenido de proteína y digestibilidad convenientes para éste. La planta en estado fresco hasta la formación de la inflorescencia se utiliza como forrajera o paja, pudiéndose combinar con otras especies, también se utiliza para formar camas en los cultivos de vivero, del mismo modo se obtiene abono verde y suficiente esquilmo con amplia utilidad.

En cuanto al alimento balanceado que se les puede suministrar a las aves de corral, los niveles de inclusión de grano de amaranto pueden alcanzar hasta 20% o 25% de la ración sin alterar el comportamiento de las mismas. Sin embargo, en raciones mayores requieren que el grano sea procesado molido y secado para que no reduzca el consumo de alimento, la ganancia de peso vivo y la salud de dichas aves. Por otro lado, al tener una concentración pobre de tiamina, cubre perfectamente los requerimientos nutricios de los rumiantes. (Suárez, Villareal y Cervantes, 1987)

1.3.3 USO INDUSTRIAL: Ciertas variedades de amaranto son ricas en amarantina, pigmento natural que se utiliza en varios productos alimenticios, como mayonesas y salsa de soya. De igual forma, el aceite rico en escualeno (aceite obtenido del hígado de tiburón), se emplea en la industria cosmética y farmacéutica. Por otro lado, las flores son usadas en la industria vegetal de tinta (pintura vegetal), ellas tienen el 23% de colorantes,

la cual es muy soluble en el agua e inestable a la luz. También se puede fabricar plástico con el tallo de ésta versátil planta.

1.3.4 ORNAMENTO: Por otro lado, la flor del amaranto con sus colores rojo vino, verde o rosa salmón, es muy atractiva y sirve como decoración en macetas, jardineras, parques y arreglos florales. Ocasionalmente se encuentra en las ofrendas de Día de Muertos.

1.3.5 ASPECTO MEDICINAL: Dentro de los usos medicinales que al amaranto se le puede dar y descubierto desde tiempos prehispánicos: las hojas se utilizan para infusión en té contra infecciones intestinales (controla la disentería amébrica). Recientes estudios demostraron que una gelatina de alto contenido de fibra elaborada con base de amaranto, nopal y harina de brócoli, podría prevenir el cáncer de colon.

Por las propiedades nutritivas y los componentes del amaranto (proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, fibra y grasas) es recomendado para prevenir y ayudar a curar afecciones como la osteoporosis, en diabetes mellitus, obesidad, hipertensión arterial, estreñimiento e insuficiencia renal crónica, insuficiencia hepática, alimento apto para cardiacos, dieta para personas con autismo, desnutrición y óptimo para embarazos saludables ya que disminuye el colesterol. Por su contenido energético también es beneficioso para pacientes con requerimientos calóricos elevados. Se recomienda a pacientes con problemas dentales, geriátricos (adultos mayores) y para dietas vegetarianas.

1.3.6 OTROS USOS: En el estado de Oaxaca aun se usa para ceremonias religiosas, en Texcoco se emplea la harina de amaranto para preparar los "Chuales" que son tamales que sólo se consumen en los días festivos de semana santa y día de muertos.

Por lo demás, el amaranto puede ser utilizado para la producción de concentrados proteicos foliares debido a su alto rendimiento de biomasa verde, alto rendimiento de proteína y su capacidad de sobrevivir en condiciones marginales de suelo.

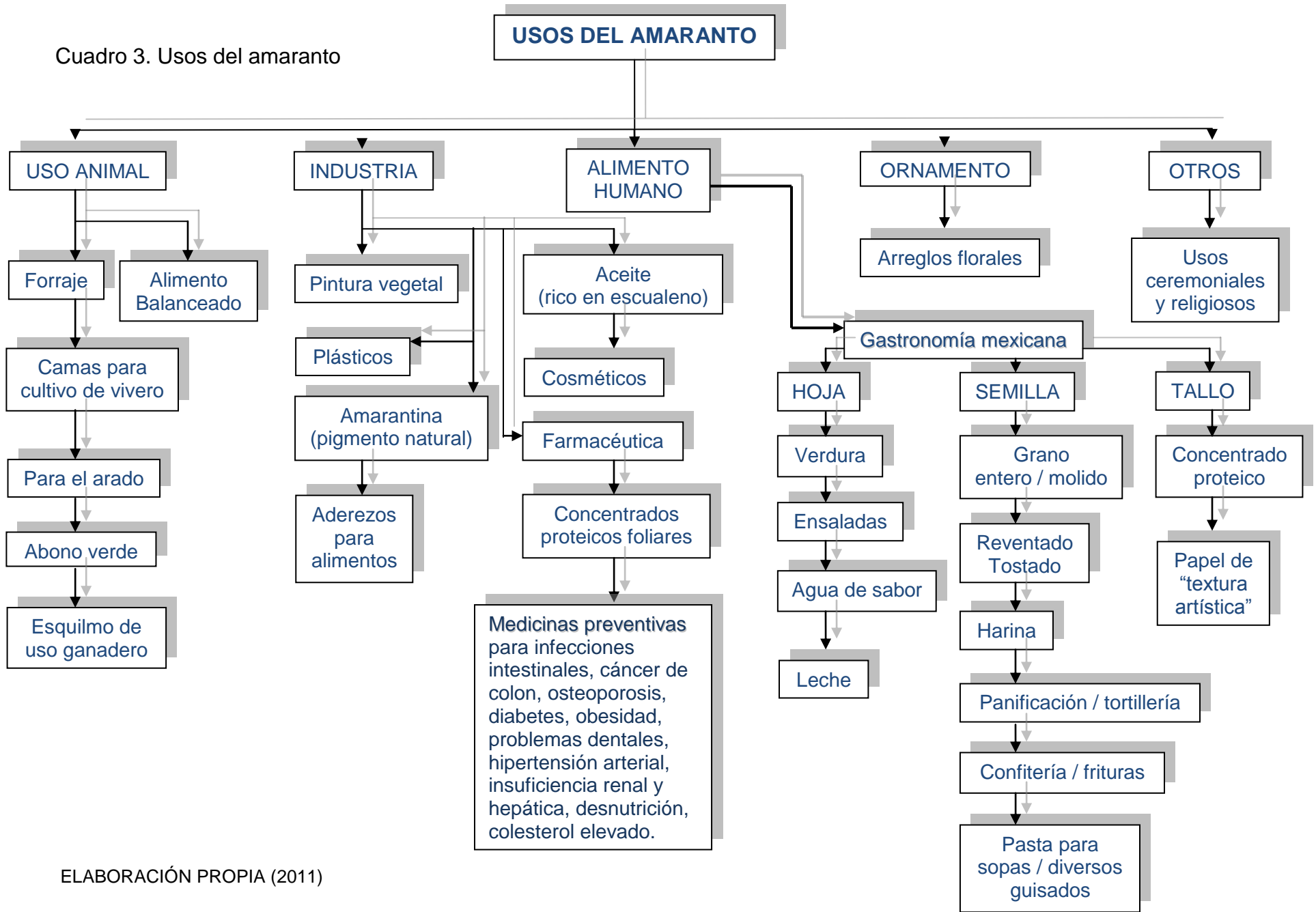
www.amaranto.org.mx (2009)

Figura 2. Dulce tradicional hecho con amaranto. (*Alegría*)



Fuente: SALUDABLEMENTE.INFO (2011)

Cuadro 3. Usos del amaranto



ELABORACIÓN PROPIA (2011)

1.4 APORTES NUTRITIVOS

El alarmante aumento de personas con padecimientos como la obesidad, la diabetes, la osteoporosis y principalmente la desnutrición, han desatado un cambio en el tipo de alimentación consumida por la población mexicana y es por ello que en las escuelas han comenzado a introducir productos hechos con amaranto a fin de regular una dieta balanceada y altamente nutritiva y aunque no es suficiente, a través de los jóvenes es posible que los demás integrantes de la familia comiencen a consumir amaranto en sus diferentes formas.

En el cuadro 4 se hace un comparativo entre las partes vegetativas del amaranto y algunas hortalizas como ejemplo. Contiene más materia seca que las espinacas (*Spinacia oleracea*) y acelgas (*Beta vulgaris*), pero es superado por la col en cuanto a fibra se refiere.

Cuadro 4. Análisis comparativo entre hortalizas.

ANALISIS	AMARANTO	ESPINACA	ACELGA	COL
Proteína	46.5%	34.4%	26.9%	32.6%
Grasa	2.8%	3.2%	3.4%	5.4%
Fibra	51.1%	21.1%	46.2%	52.7%
Cenizas	35.4%	16.1%	18.0%	10.9%

Fuente: SANMIGUEL.COM.MX (2011)

La cantidad de proteína cruda, fibra, cenizas (entre otras propiedades) que posee el amaranto es el doble que el de cereales comunes como el maíz, arroz y de 60 a 80% más que el trigo; mientras que la proporción de hidratos de carbono es mucho más baja. Como se indica en el cuadro 5:

Cuadro 5. Análisis comparativo entre cereales.

Análisis	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad	11.1%	13.8%	11.7%	12.5%
Proteína cruda	17.9%	10.3%	8.5%	8.1%
Hidratos de carbono	57.0%	67.7%	75.4%	66.9%
Aceites / Grasas	7.7%	4.5%	2.1%	2.1%
Fibra	2.2%	2.3%	0.9%	2.6%
Cenizas	4.1%	1.4%	1.4%	1.9%

Fuente: SANMIGUEL.COM.MX (2011)

A pesar de que en los últimos años se ha incrementado la oferta comercial de productos elaborados a partir del amaranto, aún le falta mucho para ser apreciado y consumido por la población. En los primeros años de este siglo se comenzó a desarrollar una bebida denominada *leche de amaranto*, que por sus propiedades nutrimentales semejantes a las del producto de origen animal representa una opción viable y más económica para personas que tienen intolerancia a la lactosa, a la vez que es un excelente sustituto de la llamada *leche de soya*. (Industria Alimentaria, 2004; Soriano, 2008)

El amaranto es el producto de origen vegetal más completo, es una de las fuentes más importantes de proteínas, minerales y vitaminas naturales: A, B, C, E, complejo B; además de ácido fólico y ascórbico, niacina, biotina y b-caroteno (precursor de la vitamina A), calcio, hierro, zinc y fósforo. Es uno de los alimentos con altísima presencia de aminoácidos como la lisina que encontramos en la leche. Conjuntamente el contenido de boro, magnesio y aluminio es mayor que en las semillas de otros cereales, aparte de poseer antioxidantes, el almidón es su principal componente. (Paredes, 1990; Morales, 1994)

Es un alimento astringente y beneficia a los pulmones congestionados, ayuda a problemas cardiovasculares y elimina el colesterol de la sangre ayudando a la buena circulación. Entre las grasas que contiene se encuentra un hidrocarburo llamado escualeno, (es un compuesto orgánico natural obtenido del aceite de hígado de tiburón y ballena), no obstante el amaranto produce este terpeno. Además de consumirse fresca la hoja de esta pasmosa planta puede deshidratarse y molerse para conservarla en forma de polvo dentro de un frasco sin haber perdido todas sus propiedades nutritivas.

Otra opción saludable y de creciente demanda es la *barra energética*, que contiene diversas combinaciones de multigrano. En el mercado existen diferentes marcas y presentaciones de bebidas igualmente preparadas con amaranto, al mismo tiempo se encuentran frituras y una gran variedad de confitería. <www.quali.com.mx> [acceso: sep 2010]

Figura 3. Ejemplo de diversos productos comerciales a base de amaranto.



Fuente: SITIOS WEB DE DIFERENTES MARCAS COMERCIALES (2008)

Dentro del mismo ámbito de mercado y como ejemplo, se señala a una de las empresas más importantes en México y reconocida a nivel internacional llamada San Miguel de Proyectos Agropecuarios S.P.R. de R.S., es importante mencionarla en este trabajo ya que su principal objetivo es llegar a un aprovechamiento e industrialización integral del Amaranto, es de las pocas empresas dedicadas a promover el consumo de este cultivo, además de impulsar y coordinar dentro de las posibilidades de la sociedad, la adopción de medidas “sinérgicas” que permitan el desarrollo del amaranto en la República Mexicana, además tiene una labor social que llega a comunidades indígenas prestando apoyo nutricional principalmente a niños, mujeres embarazadas y adultos mayores. Corporaciones como ésta es lo que necesita México para impulsar el desarrollo del cultivo de Amaranto, incluso cuenta con un programa de visitas guiadas para todos aquellos que estén interesadas en obtener más información y conocer de cerca la transformación de ésta planta.

Ésta planta productora fue constituida en 1986 y está ubicada en el Ejido de Huixcazdha, Municipio de Huichapan comunidad del Estado de Hidalgo. Cuenta con programas de apoyo nutricional del sector público y privado ya que ha establecido vínculos con varias dependencias de gobierno y centros de investigaciones nacionales e internacionales. Se dedica a la fabricación de una línea de productos alimenticios para abastecer a grandes Instituciones tales como DIF¹, IMSS², SS³, Un Kilo de Ayuda⁴, etc. Sus formulaciones, presentaciones y empaques se pueden adoptar a los requisitos de presentación que cada

programa amerite. Su labor social llega a comunidades indígenas prestando apoyo nutricional principalmente a niños, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Cuadro 6. Productos que elabora y distribuye: San Miguel de Proyectos Agropecuarios.

“Amaranzena”	Harina para elaborar atole.
Mazapanes y galletas	Confitería
“Fórmula Amakinder”	Complemento alimenticio para niños preescolares.
“Formula maternal”	Complemento alimenticio para mujeres gestantes.
“Fórmula Amanene”	Alimento tipo <i>papilla</i> para lactantes de 6 meses a 2 años.

Fuente: SANMIGUEL.COM.MX (2009)

Es por ello que San Miguel de Proyectos Agropecuarios ha instrumentado una serie de programas no sólo para el beneficio del Municipio en donde se encuentra situada, sino para todo el país y es la razón por la que se menciona en este trabajo, ya que contribuye a que miles de personas en la capital o en provincia tengan al alcance productos nutritivos hechos con amaranto. Son innumerables las razones por las que sustentar el cultivo del amaranto es una de las mejores posibilidades de mitigar los efectos de desnutrición en los campesinos de bajos ingresos y de la población en general y de hecho las familias que se dedican la mayor parte del año a la elaboración de diversos productos con esta semilla, obtienen de ella 70% de sus ingresos.

El amaranto tiene la ventaja de que puede consumirse casi desde la siembra, en forma de germinado, las hojas tiernas en ensalada o molidas para servirse en forma de sopa, así por ejemplo una familia que siembre alrededor de 24 metros cuadrados de amaranto en su lote tendrá asegurado el consumo necesario de proteínas durante todo el año, lo cual no se puede lograr con ningún otro cultivo. (Oropeza, 2001)

¹ Desarrollo Integral del la Familia

² Instituto Mexicano del Seguro Social

³ Secretaria de Salud

⁴ Es la iniciativa social más importante en contra de la Desnutrición Infantil en México.

CAPÍTULO II

EL CULTIVO DE AMARANTO EN MEXICO

En México, el amaranto se cultiva principalmente en las regiones temporaleras, donde la precipitación no es muy abundante y además es irregular, es un cultivo fácil de establecer, que prospera en donde los cultivos básicos tienen poco éxito y se adapta a varios tipos de suelos, altitudes, temperaturas y fotoperiodos, así como a diversos requerimientos de pH y precipitación.

En cuanto a la tasa de crecimiento del amaranto, ésta es muy rápida, cobra ritmo después de los 15 días de trasplantado y la planta aumenta 5.5 centímetros por día hasta la floración. La velocidad de emergencia foliar es de una a dos hojas por día; después de un periodo de siete días se observa un incremento de centímetros cuadrados de área foliar en una sola planta. Y a diferencia de otras hierbas, sus malezas no constituyen un problema grave en el desarrollo del cultivo. La maduración fisiológica puede ocurrir entre los 90 y los 120 días, lo cual depende de la variedad o híbrido que se use, aquí en México las especies más cultivadas son la *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y en menor medida *A. caudatus*; quizá su domesticación ocurrió en el centro del país. (Mapes, 1997)

El amaranto, por ser un cultivo de ciclo corto, tolerante a la sequía, con un atractivo aporte nutricional, múltiples usos y formas de aprovechamiento, se considera un cultivo alternativo para muchos lugares donde hay escasez e irregularidad de lluvias, donde, incluso, se presentan problemas de abasto de alimentos que deterioran la salud de la población. (INIFAP, 1997 y 1998)

Por otro lado, se está desarrollando una tecnología de producción diferente que permita incrementar y mantener la fertilidad de los suelos; por medio del uso de materiales que se encuentran dentro de la misma comunidad (estiércoles, pajas y malezas) que al pasar por un tratamiento de composteo o procesarlo con lombrices resulta un excelente abono que permitirá conservar la vida de los suelos. No se usa ningún tipo de agroquímico que dañe al ambiente y al productor. Como resultado tendremos una producción orgánica, con demanda en mercados especiales (tiendas de productos orgánicos) mayor valor del producto final en comparación con el convencional.

<www.fuppue.org.mx> [acceso: enero 2011]

2.1 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y VARIEDADES DE LA PLANTA

El amaranto es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia *Amaranthaceae*, especie anual de crecimiento rápido, herbácea o arbustiva de diversos colores (verde, morado, café o púrpura con distintas coloraciones intermedias) y se reproduce mediante la autopolinización, principalmente por la acción del viento. Por el tipo de polinización, las plantas son predominantemente autógamas, en las que varía el porcentaje de polinización cruzada en los cultivares. El amaranto presenta flores unisexuales, pequeñas, estaminadas y pistiladas. Esta familia comprende más de 60 géneros y cerca de 800 especies de plantas herbáceas anuales o perennes.

<www.amaranto.com.mx> [acceso: mayo 2009]

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TRES PRINCIPALES VARIEDADES DE AMARANTO:

A. caudatus: tiene su origen en los Andes desde hace más de cuatro mil años. Esta especie crece en zonas de Perú, Bolivia y Argentina. Su altura es generalmente de 1.50 a 2.5 metros, a veces tienen una tonalidad oscura, las semillas son por lo general blancas o amarillentas, de un milímetro de diámetro. Usualmente las hojas y las ramas forman un tallo central y pueden estar en la base de la planta, por lo cual ésta tiene una forma irregular de cilindro. La raíz es corta y ancha con algunas raíces secundarias. Las hojas son simples, enteras, de forma ovoide con bastantes nervaduras y casi siempre de color verde claro; su longitud varía entre 6.5 y 14 centímetros. Cuando las hojas son tiernas se les puede consumir como verduras, junto con la inflorescencia. Las semillas se encuentran en panículas que se elevan y crecen de forma lateral a manera de cola o cauda, lo que les da su nombre.

A. cruentus: Es una especie cuyo cultivo se encuentra entre los más antiguos del continente americano, según los hallazgos realizados en cuevas de Tehuacán, Puebla, México, los cuales indican que se le ha cultivado desde hace más de cinco mil años. Crece también en zonas de América Central, como Guatemala y se utiliza como grano y verdura. Las flores son por lo general verde amarillentas o rojas; alcanza alturas de 1.5 a 2.2 metros.

A. hypochondriacus: la primera descripción de esta especie fue dada por Carl von Linné bajo el nombre de *A. flavus*. Es la especie más común y de mayores rendimientos entre los amarantos originarios de México y América Central. Su domesticación fue posterior a la del *A. cruentus*. En las cuevas de Tehuacán se han encontrado semillas cuya antigüedad se calcula en más de 1,600 años. Las hojas pueden ser rojas, verdes o una combinación de ambos colores. La semilla es por lo general blanca. Esta especie se cultiva en Centroamérica, Nepal e India. Es herbácea, anual, de altura que va de 1.5 a 2.5

metros, 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 centímetros de largo por 10 centímetros de ancho.

Flores de tallo largo, muy ramificadas, con numerosas flores moradas de cuatro a cinco milímetros, unas son masculinas y otras femeninas. Asociadas con éstas se encuentran dos especies arbustivas: *A. powelli* y *A. hybridus*. Asimismo, *A. retroflexus* se considera maleza en todo el mundo. Las especies catalogadas como verdura están representadas primariamente por *A. tricolor*, *A. dubius*, *A. lividus* y *A. cruentus*. (Sánchez-Marroquín, 1980)

Cuadro 7. Clasificación botánica del amaranto

Reino	Vegetal
División	Embriophyta Siphonograma
Subdivisión	Archiclodimie
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Archiclodimie
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Especie	Hypochondriacus, cruentus y caudatus

Fuente: SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA (2009)

2.1.1 LA RAÍZ

Es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja. Las raíces primarias llegan a tomar consistencia leñosa que anclan a la planta firmemente y que en muchos casos sobre todo cuando crece algo separado de otras, alcanza dimensiones considerables.

2.1.2 EL TALLO

Es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 40 cm a 3 metros de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las

axilas de las hojas. El número de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se encuentre el cultivo.

2.1.3 LA HOJA

Las hojas son pecioladas, sin estípulas de formas ovales, elípticas, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero de tamaño variable de 6.5 a 15 cm.

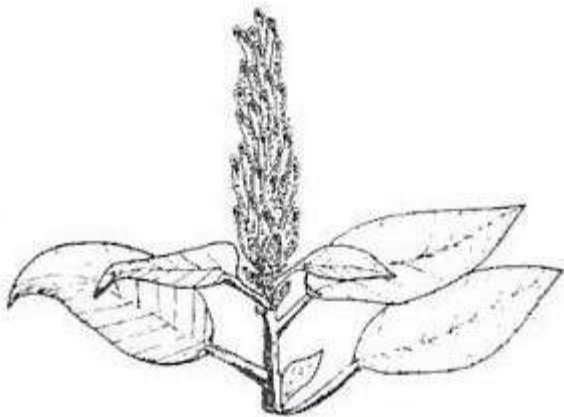


Figura 4. Forma de la hoja de amaranto

2.1.4 LA INFLORESCENCIA

La inflorescencia del amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0.5-0.9 metros pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas y muy elegantes. Son amarantiformes cuando los amentos de dicasios son rectilíneos o compuestos dirigidos hacia arriba o abajo según sea la inflorescencia erguida o decumbente y es glomerulado cuando estos amentos de dicasios se agrupan formando glomérulos de diferentes tamaños. Figura 5, 6 y 7.

<www.rlc.fao.org> [acceso: sep. 2010]

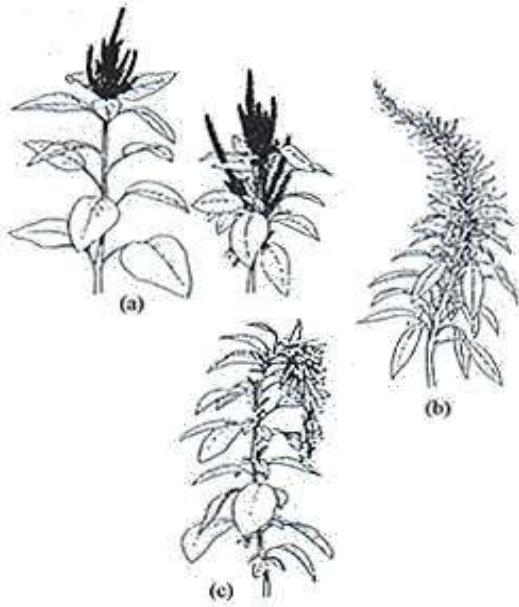


Figura 5. Planta e inflorescencia de:

- a) *Amaranthus hypochondriacus* L.
- b) *Amaranthus cruentus* L.
- c) *Amaranthus caudatus* L.

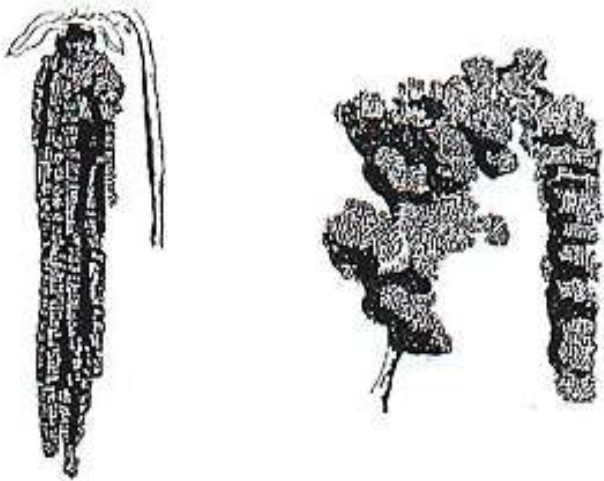


Figura 6. Formas de inflorescencia

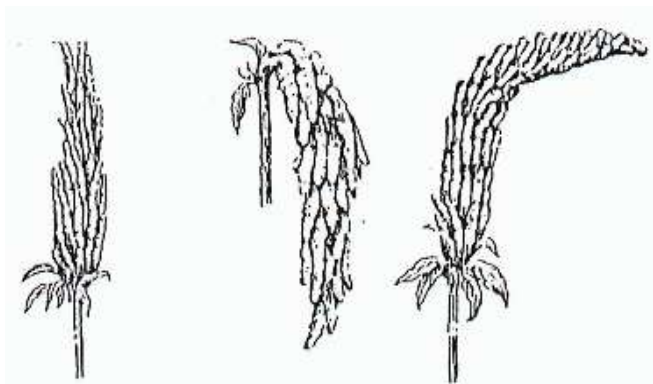


Figura 7. Actitud de dicha inflorescencia

Cerca de 50 variedades se encuentran en regiones templadas y tropicales distribuidas en todo el mundo. Probablemente en América Central no se encuentran todas las especies, pero cerca de 40 son localizadas en toda América del Norte. Y sólo 7 de ellas son las que se consideran más útiles, éstas son: *A. caudatus* L., *A. dubius*, *A. hybridus* L., *A. polygonoides* L., *A. scariosus*, *A. spinosus* y *A. viridis*. Las más frecuentemente usadas para semillas son las *A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*.
Figura 8, 9, 10.



Fig. 8. *A. Cruentus*



Fig. 9. *A. Caudatus*



Fig. 10. *A. Hypochondriacus*

Fuente: WIKIPEDIA.ORG // www.laguiadepantas.com (2010)

2.1.5 FRUTO

El fruto seco, indehiscente, tipo cápsula que se abre transversalmente separándose la parte superior (opérculo) de la parte inferior (uma) y contiene una sola semilla en su interior.

Figura 11. Forma del fruto del amaranto



Fruto cerrado



Fruto abierto

Fuente: SCRIBD.COM (2011)

2.1.6 LA SEMILLA

Las semillas del amaranto son pequeñas, ovaladas, lisas, brillantes y ligeramente aplanadas, pudiendo ser de color blanco, blanco amarillento, dorado, rojo, rosado y negro. Anatómicamente se distinguen en el grano (semilla) las siguientes partes centrales: la cubierta que es una capa muy fina de células conocida como epispermo, una segunda capa que está formada por los cotiledones siendo la parte más rica en proteína y finalmente una capa interna rica en almidones llamada perisperma.

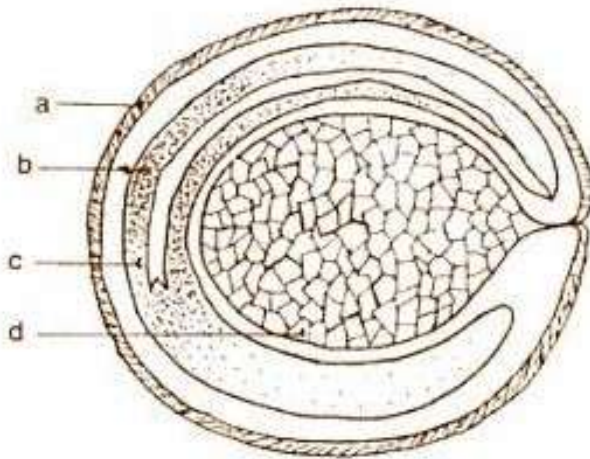


Figura 12. Corte longitudinal del grano de amaranto.

- a) episperma (cubierta).
- b) endosperma.
- c) embrión.
- d) perisperma (almidón).

Fuente: SCRIBD.COM (2011)

2.2 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

El amaranto se cultiva en condiciones de temporal aun en sitios con menos de 400 milímetros de lluvia al año, casi exclusivamente durante el verano, pero es factible encontrarlo también en zonas donde la precipitación es más abundante, por ejemplo, en algunas localidades de Oaxaca, con lluvias superiores a los 1,300 milímetros. En las pruebas de adaptación que se han efectuado en diferentes localidades y años se encontró que el amaranto no es exigente en cuanto a humedad, pues puede crecer en áreas donde la precipitación pluvial es de 100 milímetros anuales, aunque las más adecuadas son las zonas donde las lluvias alcanzan de 300 a 600 milímetros anuales. En estas últimas condiciones se pueden obtener cultivos rentables. (Jurado Rentería, 1998)

2.2.1 CLIMA

Dentro de las condiciones ambientales que los amarantos requieren, se presentan altitudes de adaptación para su cultivo de entre 1,500 y 2,800 metros sobre el nivel del mar. En localidades exentas de la presencia de heladas se pueden sembrar a mayores

alturas, pero en ningún caso se recomienda la siembra en sitios con una altitud superior a los 3,000 metros, puesto que son zonas con temperaturas bajas.

La elevación no es una limitación. *A. caudatus* crece de manera satisfactoria del nivel del mar a los 3,200 metros de altura; sin embargo, las localidades más aptas para el cultivo estarían situadas entre los 2,000 y los 2,600 metros de altitud. Las zonas de México donde predominan climas calientes, semicálidos y templados adecuados para cultivar el amaranto son: la Sierra Madre Occidental y la llanura costera del golfo de California y del océano Pacífico, la altiplanicie mexicana y la Sierra Madre del Sur; asimismo, las características de latitud van de los 16 a los 28 grados norte, es decir, en intervalos muy amplios. Hoy día el amaranto ha demostrado un buen desarrollo, sobre todo en la Mesa Central (Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y Puebla). Cultivos de menor importancia se efectúan en el Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua, Durango y Nayarit. (Rosales, 1999)

Cuadro 8. Condiciones de cultivo para amaranto en diversas regiones de México

LUGAR	TEMPERATURAS ANUALES °C	PRECIPITACIONES mm
Guanajuato - Sierra Gorda - Llanos de San Diego - Dolores Hidalgo y Allende	12 – 18	380 – 600
Querétaro - Zonas norte y noreste - Valles centrales - Sur	23	850
Chiapas - Tuxtla Chico - Huehuetán	27 – 29	–
Morelos - Amilcingo, Huazulco y Huitzililla	22	800

Fuente: REYNA Y FLORES (1987); REYNA Y GRANADOS (1987)

2.2.2 TEMPERATURA

Las temperaturas para la germinación del amaranto de grano varían entre los 16 y los 35°C. La velocidad de la aparición aumenta en el extremo superior de este intervalo y la mayor eficiencia fotosintética ocurre a 40°C. Las semillas germinan alrededor de los cuatro a cinco días después de la siembra y necesitan el máximo cuidado hasta que la

planta alcance una altura de 25 a 30 cm. Ésta es la etapa más crítica para la obtención de un potencial máximo en la cosecha, por lo que debe estar libre de malezas y tener una humedad adecuada.

La deshierba es necesaria después de 30 días de la siembra. El amaranto muestra buen desarrollo en lugares muy cálidos, con temperaturas de 29°C y uniformes todo el año. La temperatura mínima de crecimiento se ha calculado en los 8°C la planta sufre daño por enfriamiento con temperaturas menores a los 4°C. Sin embargo *A. caudatus* al ser nativo de las áreas altas de los Andes, es más resistente al frío que otras especies. (National Academy Press, 1984)

Cuadro 9. Condición climática que presentan los principales municipios de México productores de amaranto.

ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA
DISTRITO FEDERAL	MILPA ALTA	Templado subhúmedo
	TLAHUAC	Templado subhúmedo
	XOCHIMILCO	Templado subhúmedo
MEXICO	AMECAMECA	Templado subhúmedo
	AYAPANGO	Templado subhúmedo
	OCUILAN	Templado semi-frío y subhúmedo
	OZUMBA	Templado y semicálido
	TEPETLIXPA	Templado subhúmedo
	TLALMANALCO	Templado subhúmedo
	MORELOS	TEMOAC
	TETELA DEL VOLCAN	Templado subhúmedo
	ZACUALPAN DE AMILPAS	Templado subhúmedo
PUEBLA	ATLIXCO	Semicálido subhúmedo
	ATZITZIHUACAN	Semicálido subhúmedo
	COHUECAN	Semicálido subhúmedo
	HUAQUECHULA	Semicálido subhúmedo
	SAN ANDRES CHOLULA	Templado subhúmedo
	SAN FELIPE TEOTLALCINGO	Templado subhúmedo
	SAN MARTIN TEXMELUCAN	Templado subhúmedo
	SAN MATIAS TLALANCALECA	Templado subhúmedo
	SAN SALVADOR EL VERDE	Semifrío subhúmedo
	TECAMACHALCO	Semicálido subhúmedo
	TLACOTEPEC DE BENITO JUAREZ	Semiseco templado
	TOCHIMILCO	Templado subhúmedo
	TLAXCALA	NATIVITAS
SANCTORUM DE LAZARO		Templado subhúmedo
CARDENAS		

Fuente: SANTACRUZ DE LEÓN (2011)

2.2.3 LUZ

En términos generales, todas las especies de amaranto prosperan de forma adecuada en ambientes luminosos y son generalmente de días cortos, pueden florecer con un fotoperiodo de 12 a 16 horas. Sin embargo, hay *A. caudatus*, como algunas plantas ornamentales que echan semilla cuando los días son de mayor duración.

2.3 PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

El cultivo de amaranto requiere de una serie de actividades que propicien su germinación, desarrollo y crecimiento en un ambiente favorable, especialmente porque es una especie que se cultiva de forma tradicional en las regiones temporaleras del centro de México. Estas actividades son conocidas como prácticas agrícolas y se refieren a los trabajos que tiene que hacer el agricultor para lograr el óptimo desarrollo de la planta.

Figura 13. Vista del cultivo de amaranto después de la primera labor.



Fuente: GUÍA TÉCNICA PARA LA PRODUCCIÓN DE AMARANTO (2007)

2.3.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO (SUELO)

Todo comienza con una adecuada preparación del suelo y el amaranto en especial lo requiere más que cualquier otro cultivo por el tamaño tan pequeño de sus semillas y para facilitar el desarrollo de la nueva planta. Además hay que favorecer la retención de la humedad en el suelo y propiciar un mayor aprovechamiento de los fertilizantes. La preparación de la tierra para la siembra es semejante a la del maíz dejando el surco abierto, se deben señalar (marcar) y a ésta operación se le llama *melgas*, después entra el arado pero con la diferencia de que no se deposita el grano en el fondo de él, sino que usando una vara se abre un pequeño surco, o mejor dicho, se hace una raya en el lomo que va dejando el arado y que los labradores distinguen con el nombre de *apámil* y en ella se riega la semilla con los dedos, procurando que no caiga mucho grano en un solo

lugar, tapándola con una escoba de popote o con una vara, con objeto de que la capa de tierra que cubra la semilla no sea tan gruesa y evite que nazca o se pudra. La planta nace de 8 a 10 días dejando aparecer un tallo sumamente delgado que después se reviste de hojas verdes o rojas, según sea la clase. (www.mexicotierradeamaranto.org, 2009)

El amaranto ajusta con rapidez su tamaño, forma y volúmenes de producción a las limitaciones ambientales, sobre todo a la biodisponibilidad de nutrimentos en el suelo,

desde los muy ácidos hasta los fuertemente alcalinos (4.5-8.5). Además, tiene una gran tolerancia a suelos con gran contenido de aluminio, así como a suelos salinos. La producción se puede mantener en suelos que fluctúan desde textura gruesa hasta textura fina. Requiere suelos bien aireados, con buen drenaje y concentraciones elevadas de nitrógeno (200 kilogramos por hectárea). También debe tener cantidades adecuadas de potasio, calcio y magnesio. Por otra parte, la planta forma mucha raíz, por lo que necesita terrenos que no sean muy pedregosos, ya que el tallo del amaranto se desarrolla mejor en suelos de tipo arenoso, areno-arcilloso lo que da como resultado una caña suave que se enrama y se carga de mucho grano; además que tradicionalmente es unicultivo.

(Aguilar y Alatorre, 1980)

a) BARBECHO

Es necesario barbechar a 25 cm de profundidad con el fin de romper, aflojar y voltear la capa arable del suelo y enterrar las malas hierbas y restos de plantas del cultivo anterior. Esta labor permite exponer el suelo roturado a los rayos del sol, con lo que se logra la descomposición de la materia orgánica y al mismo tiempo se eliminan las plagas que viven en el suelo.

b) CRUZA

Constituye un segundo barbecho que se hace en forma cruzada al primero para romper los terrones que quedan después del primer páramo.

c) RASTREO

Se debe realizar después de la cruzada y tiene la finalidad de desmenuzar los terrones para facilitar la realización de la siembra.

d) SURCADO

Los surcos deben hacerse a 70 cm., aproximadamente de distancia entre uno y otro.

2.4 SEMILLA PARA SIEMBRA

Se recomienda el uso de semilla certificada o por lo menos seleccionada, a fin de garantizar la calidad de la cosecha. Hasta ahora no se ha encontrado que sea necesario desinfectar la semilla antes de la siembra. Además, es necesario utilizar semilla fresca (del ciclo anterior), pues el almacenamiento prolongado (más de un año) disminuye de forma drástica la capacidad de germinación. Las siembras comerciales en México se realizan con variedades criollas distinguidas en tipos como mercado, azteca, mixteco, nepal y picos. Éstos son los más importantes para la producción de grano de la especie *A. hypochondriacus*. En tanto, los tipos mexicano, guatemalteco y africano son los más relevantes para la producción de grano de la especie *A. cruentus*. La variedad mejorada revancha pertenece al tipo mercado, cuyo rendimiento de grano es de mil a tres mil kilogramos por hectárea. (Jurado Rentería, 1998)

2.5 SIEMBRA

Se recomienda sembrar 3 Kilogramos de semilla por hectárea. La densidad de la siembra es uno de los factores más importantes en el establecimiento de un buen campo de producción, pero también depende de la pureza y el poder germinativo de la semilla, así como de la preparación del suelo y el grado de humedad. Aunque la mejor época de siembra la señalan las lluvias, se ha observado que en regiones templadas, donde se tiene la facilidad de dar dos o tres riegos, la fecha óptima de siembra es del 15 de abril al 15 de mayo. Cuando se depende únicamente del temporal se logran mejores resultados si se siembra del 30 de mayo al 15 de junio. En regiones de clima más caliente, sin riesgos de heladas, las siembras se pueden realizar tanto en primavera-verano como en otoño-invierno. En el caso de las siembras de temporal se pueden efectuar del 1 de junio al 10 de julio, mientras que en las siembras de otoño-invierno la fecha óptima es del 1 de diciembre al 15 de enero. (Jurado Rentería, 1998)

2.5.1 SIEMBRA DE TRASPLANTE

El traslado de las plántulas a los cerros se realiza en camionetas. Las parcelas son aproximadamente de 5 a 10 metros de ancho y 100 metros de largo. En la parcela, los surcos se hacen con arado, con un metro de distancia entre uno y otro. Siguiendo el surcado, se arroja un manojo de chapines; se deja una separación de un metro entre las matas. Una persona trasplanta los chapines: pone un chapin en un pequeño agujero, arrastra tierra del surco y la compacta alrededor de las plántulas para su soporte. El trasplante se hace a mediados de junio. Cuadro 10.

Cuadro 10. Calendario de actividades para el cultivo de amaranto. **Siembra de trasplante**

ACTIVIDADES	MES											
	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
	
Almácigo	X	X										
Preparación del terreno		X	X									
Trasplante			X									
Fertilización				X								
Labores de cultivo					X							
Corte									X			
Trilla									X			

Fuente: OROPEZA (2001)

2.5.2 SIEMBRA DIRECTA

El otro método es el sistema de siembra directa, que se utiliza en el resto de las regiones productoras –como Almicingo y Huazulco, Morelos, entre otras–, con algunas variaciones entre ellas. Se puede realizar de forma manual o mecanizada. Destacan en este caso dos técnicas fundamentales; el bandeado y el mateado (Cuadro 11).

a) Bandedo.

En el bandeado es conveniente surcar el terreno para depositar la semilla a un costado de los surcos, ya sea de golpe o a chorro continuo. Los surcos deben tener un espacio entre ellos de 60 a 80 centímetros, con una profundidad de entre 10 y 15 centímetros. El sembrador sigue al arador, arroja estiércol seco de vaca sobre lo alto del surco –donde irán las semillas– y deja caer las semillas en la línea del estiércol y pasa ligeramente la tierra y el estiércol sobre las semillas. Después, las plantas se clarean y se les agrega estiércol de vaca a su alrededor. La cantidad de semilla varía de 1 a 1.5 kg / ha.

b) Mateado.

En el caso del mateado la siembra se hace en forma esparcida y el aclareo no es necesario. Las semillas se siembran dejando una pizca de semillas cada 30 centímetros y se cubren; después de 20 días se coloca el fertilizante alrededor de las plantas.

En ambos sistemas se hacen los surcos con arado y se siembran las semillas en lo alto del surco. Para la siembra mecánica no es necesario surcar el terreno, se pueden utilizar las sembradoras de semillas de hortalizas, alfalfa o trébol. Cuando se emplea maquinaria en la producción de amaranto, por lo común se trata de tractores y cosechadoras de cereales llamadas *combinadas*, a las que es necesario ajustar para mejorar los resultados.

Cuadro 11. Calendario de actividades para el cultivo de amaranto: **Siembra directa**

ACTIVIDADES	MES											
	ABR.	MAY.	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Preparación del terreno		X										
Surcado		X										
Siembra			X									
Fertilización				X								
Labores de cultivo					X							
Corte							X					
Trilla							X					

Fuente: OROPEZA (2001)

En el cuadro 12 se resumen las características de los dos sistemas de siembra. A partir de esta fase de la siembra, las técnicas de trabajo son las mismas para los dos sistemas. Hay que aclarar que las plantas no se riegan. A los 20 o 25 días de la siembra se hace el aclareo; cuando se siembra a chorrillo se deja una planta cada 8 o 10 centímetros, pero si es mateada se dejan 3 plantas por mata.

Cuadro 12. Características de los dos métodos de siembra de amaranto y de las plantas resultantes

TIPO DE SIEMBRA	CARACTERÍSTICAS
Trasplante	<ul style="list-style-type: none"> * Suelos arenosos, humíferos, limoso, areno-arcilloso y arenocalizo * Se utiliza agua de temporal * Periodo vegetativo de seis meses * Panoja amarillenta, rosa y roja * Grano de tinte marfil * Altura de la planta: 2.5 metros o más
Directa	<ul style="list-style-type: none"> * Suelos arenosos y areno-arcillosos * Panoja amarillenta, rosa y roja * Periodo vegetativo corto (4-5 meses) * Grano de tinte marfil, amarillo canario y café claro * Altura de la planta: 2 metros

Fuente: XOLALPA (1990)

Después de 16 o 20 días de nacida y dentro de otros 20, cuando comienza a desarrollar su follaje, se arrancan los tallos o plantas débiles y se dejan dos contiguos de los más robustos, operación que se efectúa en distancia de 12 centímetros entre planta y planta doble. Los excedentes que se separaron pueden ser trasplantados. Si la estación es notablemente lluviosa viene la invasión de hierba y es preciso destruirla con oportunidad. Luego que se considera que la espiga está totalmente seca, se trilla con caballos o de cualquier otra manera, en una era limpia y si es posible enlozada, para que el grano no salga arenoso y se separa éste de la paja por medio de harineros hechos a propósito de tela de alambre, encostándolo después y colocándolo en una parte seca, pues la humedad lo perjudica aún ya estando limpio.

Es conveniente que antes de trillar se separan las espigas amarillas de las moradas, porque se infiere que la primera es el cacahuacentele, y la segunda el *ojo de pájaro*, no asegurándolo en razón de que por estos rumbos no se tiene esa curiosidad por lo que siempre se encuentra las dos semillas revueltas. La siembra de la semilla se hace en todo el mes de abril y a principios de mayo, pero está probado que la mejor es la que se hace adelantada. Se cosecha a fines de octubre y todo noviembre, pero es muy prudente procurar que sea cuando ya no llueve, para que el agua no perjudique la semilla cuando

esté en gavilla. No se debe dejar secar la espiga en la planta porque al cortarla se caerá la cosecha y el aire la sacude.

Cuando la planta llega a una longitud de 15 o 20 centímetros se le da la primera labor removiendo la tierra entre surco y surco con arado común, volteándola sobre la planta hasta cubrirla en su mayor parte. A los 15 días de la primera labor y dentro de otros 10 más, se le da otra, o sea cajón, con arado más abierto y de la misma clase, quedando cubierta la planta en una longitud de 20 a 30 centímetros. La mazorca contiene el fruto dentro de una especie de capullo, cada grano comienza a secarse después de la primera quincena de octubre y antes de que seque por completo o mejor dicho, dentro de los 20 días siguientes al 15 de dicho mes, se cosecha. (Granados, Noguérón y Zarza, 1886)

2.6 ACLAREO, APORQUES Y ESCARDAS

Éstas actividades se deben realizar adecuada y oportunamente, más o menos a los 30 o 40 días después de la siembra o cuando las plantas tengan aproximadamente 30 centímetros de altura; ya que si se efectúan extemporáneamente el cultivo puede ser infestado por malezas las cuales compiten por humedad, espacio, nutrimentos y radiación solar con las plantas de amaranto, trayendo como consecuencia que éstas crezcan raquílicas y sean susceptibles a plagas y enfermedades.

2.7 CONTROL DE MALEZAS

Como se sabe las malas hierbas compiten con las plantas cultivadas principalmente durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo; esta competencia causa reducciones del rendimiento y en ocasiones puede haber pérdida parcial o total de la cosecha. Además las malezas son hospederas de plagas y enfermedades que afectan al cultivo por lo que deben eliminarse durante los primeros 20 o 25 días a partir de su germinación. El control de las malas hierbas deberá hacerse a través de escardas durante los primeros 30 días después de la siembra. En caso de presentarse nuevas poblaciones de maleza deberá efectuar otro deshierbe manual.

2.8 FERTILIZACIÓN

A decir de Jurado Rentería (1998), el amaranto es un cultivo con requerimientos mínimos o nulos de abono; sin embargo responde favorablemente a la fertilización, para lo cual se utilizan fertilizantes de origen animal o vegetal (compostas) y fertilizantes de origen químico, como la urea y el superfosfato triple. Para producir altos rendimientos se considera una fertilización con una buena proporción de nitrógeno.

Valverde (1991) informó que para *A. hypochondriacus* L. en México la dosis óptima económica de combinación nitrógeno-fósforo-potasio (N-P₂O₅-K₂O) es de 240-100-0 kilogramos por hectárea. Aunque antes, Alejandre y Gómez (1986) ensayaron diferentes grados de fertilización, así como diversas densidades de población. Los grados de fertilización ensayados variaron de 0,30 y 90 kilogramos por hectárea para nitrógeno y fósforo.

Las densidades de población fluctuaron de 20 mil, 40 mil y 50 mil plantas por hectárea. Los resultados mostraron que el amaranto respondió bien a la fertilización nitrogenada en dosis de 30 a 60 kilogramos por hectárea. Por otra parte, no hubo respuesta a la fertilización fosfórica, sólo cuando se mezclaban el nitrógeno y el fósforo. Las mejores densidades de población fueron de 30 mil a 50 mil plantas por hectárea.

2.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En general, son pocas las plagas y enfermedades que pueden atacar al cultivo de amaranto, pero destacan algunas que causan daños importantes. En el cuadro 13 se resumen las principales plagas que lo afectan. Se destaca el ataque de gusanos trozadores los cuales son larvas del gusano verde, es decir, larva de lepidóptero del género *Agrotis subterranea* y gusanos cortadores o masticadores de hojas, que son larvas de lepidóptero del género *Feltia*, que provocan mayor daño en los cultivos jóvenes.

Estas plagas tienen como característica común que cortan las plántulas a la altura del cuello y provocan enormes daños en épocas de sequía. La especie *Agrotis malefida* se distribuye desde Norteamérica hasta América del Sur, se alimenta de un gran número de plantas. La hembra ovipone en el suelo húmedo y en los tallos y hojas inferiores de las plántulas. La larva tiene los lados y la parte inferior de color pálido a blanquecino. Esta plaga corta las plantas al nivel del suelo y también se puede desplazar hacia el follaje y alimentarse durante la noche, en estado adulto llega a medir hasta 40 milímetros de longitud. (Espitia, 1991)

Cuadro 13. Principales plagas que atacan al cultivo de amaranto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE DAÑO
Noctuidae	Agrotis spp.	Gusanos cortadores o trozadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta Consumen follaje y brotes tiernos
Noctuidae	Feltia spp.	Gusanos cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta Consumen follaje y brotes tiernos
Chrysomelidae	Diabrotica spp.	Vaquita o tortuguita	Mastican hojas y brotes tiernos
Chrysomelidae	Epitrix spp.	Pulguillas	Perforaciones finas de la hoja
Aphidae	Myzus spp.	Pulgones	Succionan la savia
Miridae	Lygus lineolaris, Lygus spp.	Chinches	Perforan las hojas y se alimentan de granos tiernos
	Hypolixus truncatulus Boh.	Picudo o barrenador	Las larvas barrenan los tallos y los adultos se alimentan de hojas tiernas

Fuente: AHMAD (1939)

MEDIDA DE PREVENCIÓN: Las labranzas tempranas y profundas destruyen las pupas invernantes antes de que emerjan con el inicio de la temporada de lluvias; esto permite exponer a las larvas y pupas a los rayos ultravioleta, así como a la acción de los controladores biológicos. Durante el desarrollo del cultivo es indispensable mantener el campo libre de malezas debido a que estos insectos tienen un amplio intervalo de plantas hospederas donde inician sus infestaciones. En áreas bajo riego se debe realizar un riego para ahogar pupas invernantes, sobre todo cuando el cultivo anterior ha sido susceptible. Cuando las infestaciones de gusanos cortadores de plantas tiernas son importantes se recomienda la aplicación de insecticidas en forma granulada, espolvoreo o preparados como cebos tóxicos. Los granulados y polvos se aplican al pie de la planta, mientras los cebos tóxicos se preparan usando maíz molido, melaza de caña y agua, hasta darle consistencia pastosa.

La composición adecuada es la siguiente:

Maíz molido: 100 kilogramos

Melaza de caña: 4 kilogramos

Dipterex, Carbaryl 85 PM o Triclororfon 80 PS: 300 gramos

Agua hasta humectar: alrededor de 70 litros

La aplicación de 2 gramos de SEVIN por litro de agua cuando la presencia de larvas es muy grave, aunque la acción tradicional es la rotación de cultivos, lo que permite disminuir la incidencia y evita el empobrecimiento del suelo a causa de productos químicos.

2.9.1 ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

En el rubro de las enfermedades que afectan al amaranto, sobresalen las causadas por los hongos; se cita la conocida como mal de semillero (*Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*), que se hace presente en los primeros 30 días del cultivo y sobre todo en suelos con mucha materia orgánica o anegados. En ambientes de clima caliente se informa la presencia de *Alternaria* spp., que ataca las hojas y produce lesiones necróticas con círculos concéntricos y un halo amarillento, lo cual reduce de manera notable el vigor de las plantas; en algunos casos puede atacar las inflorescencias y en estados avanzados provoca manchas negras en las hojas. En etapas tempranas del ataque se observa clorosis en las hojas y manchas concéntricas de color violáceo en los tallos. (Garmendia, 1985)

Cuadro 14. Principales enfermedades que afectan el cultivo del amaranto.

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO DE DAÑO
Pythaceae	Pythium	Mal de semillero	Pudrición y secamiento de la planta
	Phytophthora		
Agonomycetaceae	Rhizoctonia		
Dematiaceae	Alternaría tenuis	Tizón del amaranto	Lesiones necróticas en las hojas
	Alternaría alernantherde		
	Alternaría amaranthi		
Sphaeropsidaceae	Macophoma sp.	Mancha negra del tallo	Ennegrecimiento y estrangulación de la base del tallo
Sclerotinia	Sclerotinia sclerotiorum	Esclerotinosis	Pudrición del tallo e inflorescencias
	Nacobbus aberrans		

Fuente: TAPIA (2000)

En la planta adulta el problema principal es el ataque de Esclerotinosis, que afecta a todos los órganos de la planta y en especial a las hojas, lo que produce clorosis y muerte y en los tallos y panojas provoca pudrición y secamiento.

La mancha negra del tallo causada por el hongo identificado como *Phoma longissima*, muestra como síntomas manchas oscuras en la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, enseguida avanza hacia la parte superior de la planta, hasta que el tallo se debilita y se dobla en dos, lo que ocasiona la muerte de la planta. En ataques graves, la incidencia puede alcanzar de 30 a 100% del cultivo. Se ha observado que este hongo requiere de ciertas condiciones ambientales que favorezcan su evolución, como son un periodo de sequía de una a dos semanas antes de desarrollarse. Las observaciones de manchas negras o pardas en el tallo fueron realizadas por Espitia (1986); cabe hacer notar que esta enfermedad ha ocasionado serios daños al cultivo de amaranto en México.

Se han encontrado otras enfermedades producidas por hongos, entre las que destacan:

- Cercosporiosis del amaranto producida por el hongo *Cercospora brachiata*
- Pudriciones o damping off, producida por *Phytophthora aphanidermatum*
- Pudriciones en la base del tallo y raíz por *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp.
- Roya blanca producida por *Albugo bliti*
- Pudrición húmeda, enfermedad que se caracteriza por la producción de manchas blanquecinas y deformaciones en las hojas. El responsable de su aparición es *Choanephora cucurbitarum*, cuyo agente causal es *Erysiphe* sp.

MEDIDA DE PREVENCIÓN: Para el control de las enfermedades causadas por hongos se recomienda utilizar semilla sana procedente de semilleros básicos y desinfectarla con fungicidas. Si se desea prevenir una mayor incidencia del ataque de hongos se debe evitar el exceso de humedad en el suelo y eliminar las plantas afectadas desde el inicio de la enfermedad. A la fecha no se recomienda efectuar control químico de las principales enfermedades. La acción debe ser, en todo caso, preventiva más que curativa puesto que aún no se conoce con exactitud la etiología, formas de control ni formas de transmisión de estas enfermedades.

2.9.2 ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMÁTODOS

Entre las enfermedades causadas por nemátodos se citan, principalmente a *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, los cuales producen nódulos en las raíces, que causan daños significativos a la producción en una proporción de 10 a 14% del rendimiento del grano. Un signo de esta enfermedad son los nódulos, tanto en la raíz principal como en las raicillas. En ataques graves se observa decaimiento de la planta.

MEDIDA DE PREVENCIÓN: Rotación de cultivos, evitar siembras en campos infestados.

2.9.3 ENFERMEDADES CAUSADAS POR MICOPLASMAS

Las enfermedades causadas por micoplasmas producen un gran porcentaje de plantas estériles debido a que los órganos florales se transforman en brácteas de color verde, con ausencia total de anteras y óvulos, convirtiéndose posteriormente en hojas y aun el utrículo se elonga y forma una cápsula, siendo reabsorbido el grano.

MEDIDA DE PREVENCIÓN: eliminar las plantas atacadas, utilizar semilla sana procedente de semilleros básicos y efectuar rotación de cultivos, así como evitar en lo posible las siembras de monocultivo.

2.9.4 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Se han observado plantas que presentan “achaparramiento”, forma de roseta y clorosis de las hojas. En estos casos se está ante enfermedades causadas por virus. Las enfermedades virales influyen en la calidad del grano, pues no sólo afectan el tamaño y vigor de la semilla, sino que muchas veces ocasionan la producción de granos vanos, de color amarillento y deforme, lo que trae como consecuencia, fuertes pérdidas económicas en caso de ataques graves.

MEDIDA DE PREVENCIÓN: Se recomienda eliminar las plantas atacadas y enterrarlas; asimismo, utilizar semilla garantizada, procedente de semilleros básicos.

2.9.5 OTROS PROBLEMAS

Además de los daños causados por factores bióticos, existen otros provocados por hechos no bióticos que tienen repercusiones notables en la producción. Entre éstos se citan a las heladas, granizadas, exceso de humedad, déficit hídrico, deficiencia de nutrimentos, daños debido al consumo de granos por las aves y tuzas en el campo y roedores en el almacén. Estas acciones pueden producir pérdidas de la cosecha hasta en un 45%.

BAJAS TEMPERATURAS Y HELADAS: si se presentan durante el desarrollo vegetativo del amaranto son factores que tienen mucha importancia para la producción, donde la fase fenológica de floración es la más sensible. Cuando las temperaturas descienden por debajo de los 4°C se afecta no solo el crecimiento del amaranto, sino que se puede

causar daño mecánico en el cultivo como consecuencia del congelamiento, lo que muchas veces trae como resultado la pérdida completa de la producción. Por ello, el límite de altitud de este cultivo son los 3 300 metros sobre el nivel del mar.

GRANIZADAS: ocurridas durante la maduración y llenado del grano provocan daños considerables en la producción, con la caída de las semillas maduras y dejan a las inflorescencias sin semillas, además de que destrozan la planta completa. En casos graves se ha observado destrucción total de la planta y pérdida completa de la producción, lo cual no depende sólo de la intensidad del fenómeno meteorológico sino también del genotipo.

EXCESO DE HUMEDAD: en el suelo también causan pérdidas en la producción, en especial en las primeras etapas de desarrollo, pues producen pudriciones radiculares, tendedura de las plantas y en consecuencia, mayor incidencia de enfermedades. Cuando ocurren varias precipitaciones seguidas en un lapso corto de tiempo, se recomienda efectuar drenajes en el campo.

DÉFICIT HÍDRICO: el amaranto es sensible durante la etapa de germinación, emergencia y hasta el inicio de ramificación, a partir de la cual forma un sistema radicular amplio y profundo que le permite contrarrestar el déficit de agua.

DEFICIENCIA DE NUTRIMENTOS: Anteriormente se pensaba que el amaranto era de suelos pobres; sin embargo se ha determinado que es exigente en nutrientes, por lo que extrae del suelo cantidades considerables de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; el déficit de nitrógeno se manifiesta con profundidad en las plantas, las cuales se muestran amarillentas, con retraso en el crecimiento y emergencia prematura de la panoja.

EXCESO DE NITRÓGENO: sobre todo cuando es mal aplicado a las hojas o en contacto directo con la planta, produce quemaduras del ápice y bordes de las hojas que desaparecen pronto, con el transcurrir de los días.

AVES: provocan daños considerables en la producción, sobre todo en áreas donde existen árboles, pues no sólo consumen los granos maduros, sino que destrozan la inflorescencia, con la consecuente caída de las semillas. El daño es mayor si se siembra en épocas que no existen otros granos en el campo. Por lo general el ataque comienza por los bordes, por ello es conveniente dejar dos o tres surcos de borde para que el cultivo no sea atacado con tanta intensidad; en algunos lugares se acostumbra contratar niños para espantar a los pájaros durante la madurez; lógicamente, este gasto incrementa el costo de producción.

ROEDORES: Cuando los granos cosechados se recopilan y no se tiene la precaución de controlar a éstos animales, pueden causar severos daños puesto que devoran las semillas del almacén y disminuyen la calidad del grano por las excreciones y orina que dejan a su paso. www.amaranto.com.mx

2.9.6 ROTACIÓN DE CULTIVOS

En estudios realizados en Estados Unidos de América se ha observado un efecto negativo en el maíz sembrado después del amaranto. La disminución en el crecimiento y rendimiento final no pudo ser explicada por diferencias nutricias o hídricas. Sin embargo, las concentraciones del calcio y magnesio en el maíz que seguía al amaranto en la rotación eran mayores que para el maíz que seguía a la soya en ese mismo sistema. Las rotaciones más utilizadas en América del Sur son: papa-amaranto-cereales-haba; papa-cereales-amaranto-haba y papa-maíz-amaranto-tarwi> *Leguminosa originaria de los Andes.*

En la costa las rotaciones más empleadas son: alfalfa-papa-amaranto-cereales y maíz-tomate-amaranto-frijol. El cultivo del amaranto empobrece el suelo, por lo que no se recomienda realizar dos cosechas consecutivas y se sugiere combinarlo con una horticultura intensiva. (INIFAP, 2007 Y 2008)

Figura 14. Cultivo de amaranto.



Fuente: DR.PLANTA.COM (2010)

2.10 LABORES DE COSECHA

La cosecha incluye las siguientes labores: siega, trilla, limpieza y envasado.

La siega se realiza de los 130 a los 140 días después de la siembra, consiste en dar un machetazo a medio tallo; eliminando las espigas que se colocan sobre el surco en grupos de aproximadamente 14 plantas (gavillas).

Figura 15. Cultivo con madurez optima para la siega.



Fuente: FUPPUE.ORG.MX (2011)

Las gavillas se dejan secar hasta que pierdan toda la humedad para facilitar la trilla; el tiempo de secado puede ser de 10 a 20 días.

La cosecha es la etapa que demanda mayor cantidad de mano de obra; consiste en cortar las panojas de cada planta, ponerlas a secar al sol durante dos o tres días y posteriormente trillarlas, para lo que se les golpea con varas o se les pisa. Después se ventila la semilla y por último se le criba. Todas estas actividades se realizan por lo

general de manera manual. Es conveniente efectuar una rotación adecuada de cultivos para evitar la incidencia de plagas y enfermedades.

En México en la mayoría de lugares, la cosecha sigue siendo manual aunque se ha llevado a cabo con el uso de la llamada cosechadora; aún se ocupa mano de obra para cortar y alimentar la máquina. Cabe señalar que la semilla no queda completamente limpia, por lo que se necesita de una criba o un equipo que haga esta labor. Investigadores de la Universidad Autónoma de Chapingo se han abocado a diseñar equipo para estas labores; sin embargo, éste aún no cumple por completo con las necesidades de los productores del campo. (Mayans, 2001)

Se ha observado que el mejor momento de cosechar las hojas del amaranto es cuando la planta ha terminado la floración y ha empezado el llenado de grano, pudiéndose cortar, hasta un 25% (aproximadamente 10 hojas grandes por planta) del total de hojas que produzca dicha planta sin afectar la producción de grano. Las plantas producen grandes cantidades de semilla que se caen fácilmente al suelo en la etapa de madurez. Una vez obtenida la semilla, se procede a secarla para reducir la humedad de 52% a 14 o 16%. La cosecha se debe realizar cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica; en esta etapa se presentan de color pardo amarillento. Por lo general esta labor se efectúa en la última semana de noviembre y principios de diciembre.

En todo caso, la variedad presenta cierta dehiscencia en la base de las panojas y los granos se tornan de aspecto harinoso cuando han llegado a la madurez para la cosecha. La siega se realiza con hoces o con una cosechadora mecánica, de cinco a siete meses después de la siembra, en función de los cultivares y la ubicación de localidad.

La planta se corta a 20 o 15 centímetros del suelo y se van formando gavillas pequeñas mediante la colocación de todas las panojas en un mismo sentido y formando montículos para trasladarlas después a un lugar definitivo, donde completarán su madurez y perderán la suficiente humedad para ser trilladas. De esta manera también se podrán proteger de las eventuales lluvias. Las gavillas o parvas permanecen en estas condiciones de 10 a 15 días; se deben controlar posibles calentamientos, sobre todo cuando se cosechan plantas con mucha humedad. Esta operación se efectúa de preferencia en horas de la mañana para evitar el desgrane. www.somas.org.mx [acceso: nov.2011]

La limpieza se realiza cuando hay mucho viento para eliminar todas las pajas pequeñas, también se usa un harnero de malla fina para eliminar impurezas más pesadas. Ya limpia la semilla se envasa en costales de 50 Kg. y se almacena en un lugar sombreado hasta comercializarla.

2.11 PRACTICAS POSTCOSECHA

Tras la siega y trilla, se recomiendan ciertas prácticas de manejo poscosecha para evitar pérdidas innecesarias del producto cosechado o el deterioro prematuro de la calidad del grano. Es aconsejable secar el grano para bajar la humedad entre 12 y 14% o menos y así evitar la fermentación, la formación de moho, el ataque de insectos y la pudrición del producto. El secado se debe hacer directamente al sol por tres días o con secadoras artificiales. Si la comercialización no se va a realizar de inmediato, es conveniente almacenar el grano en lugares ventilados y secos, con ciertas seguridades, a fin de evitar el ataque de insectos, roedores o la rehidratación del grano por la humedad ambiental. De preferencia, el grano se debe envasar en costales de yute o tela, es decir, hay que evitar el uso de costales de plástico o polipropileno, sobre todo si el producto se va a emplear como semilla.

2.11.1 ALMACENAMIENTO

La semilla se puede almacenar libre de plagas y enfermedades hasta 20 años si se mantiene en un lugar fresco, seco y ventilado. El crecimiento fúngico y la consecuente producción de micotoxinas es un problema mayor en los granos de cereales en todo el mundo, ya que disminuye la calidad de los productos, además de que estas toxinas dañan la salud humana y animal. Fernando y Bean (1985) informaron que los granos de amaranto no son un buen sustrato para la producción de aflatoxinas¹, como ocurre en otros cereales (trigo y maíz) y leguminosas (cacahuete).

¹ Mico toxinas producidas por muchas especies del género de hongos, tóxicas para animales y humanos.

CAPÍTULO III

INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL AMARANTO

Se puede documentar o por lo menos postular, que en un contexto de economía globalizada el mercado mundial de amaranto puede llegar a tener en un mediano plazo un desarrollo agronómico-industrial similar al de la soya. El ciclo económico del amaranto puede llegar a representar un cajón de varios miles de millones de dólares. México tiene una delantera en todas las fases relativas a la explotación del cultivo de amaranto, investigación básica y tecnología aplicada, transformación industrial, producción primaria y de mayor importancia estratégica: desarrollo cultural de producción y consumo. Para el consumidor internacional, que en la actualidad tiende hacia lo exótico y tradicional, el amaranto y sus productos tienen una herramienta comercial a su medida: los sistemas de sellos de calidad que reúne los atributos de denominación de origen, especialidad tradicional garantizada y producción orgánica. (Jacobsen y Sherwood, 2002)

Para alcanzar los mercados extranjeros es necesario contar con una certificación que asegure al consumidor que el producto que compra se ha elaborado de acuerdo con las reglas de una producción orgánica. Existen certificadores internacionales y cada país importador emplea los suyos, por lo tanto, la certificación constituye una herramienta vital de comercialización para los productos de amaranto, pues genera un valor agregado y es la llave para ingresar al comercio exterior. Los sistemas de normalización y certificación desarrollados en estos últimos años por los Estados nacionales y organismos internacionales tienen como fin establecer la confianza del consumidor y promover nuevas características de competitividad en el mercado. En este contexto, los productos de amaranto, además de las valiosas cualidades y propiedades intrínsecas que poseen, necesitan incorporar en sus estrategias productivas y de comercialización sistemas de certificación para lograr ventajas reales en el mercado mundial y que esas acciones de certificación sean obligatorias.

Como la mayoría de productos agrícolas, el amaranto también presenta oscilaciones en los precios del mercado, esto generalmente durante la época de labranza y cuando por algún motivo escasea el grano, por lo que resulta difícil fijar los precios de los productos para todo el año. Esto es una desventaja para los industriales de amaranto pues reduce la competitividad, pues la cotización de sus productos está determinada por el precio y disponibilidad del amaranto. (Subsecretaría de Agricultura, 2009)

3.1 PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA

El amaranto se puede procesar con el fin de obtener una gran variedad de productos. La molienda, los tratamientos térmicos, la germinación y la nixtamalización, entre otros, son algunos de los procesos empleados con mayor frecuencia para transformar el amaranto y utilizarlos como alimento para consumo humano y animal en varias partes del mundo.

Antiguamente en México el amaranto se empleaba sin moler o se tostaba y posteriormente se molía en un metate. La harina que se obtenía se utilizaba para la producción de atoles o tamales. El interés en la molienda se ha incrementado en virtud de que por este medio es posible obtener fracciones con características únicas que pueden aumentar de manera significativa el valor económico del amaranto.

La molienda se realiza en seco para obtener el máximo de efectividad en la producción de cuatro fracciones con gran contenido de almidón y proteínas. (Irving, Betschart y Saunders, 1981)

- 1) La primer fracción pasa a través del tamiz 50 (0.30 milímetros), llamada harina alta en proteína (40.1%)
- 2) La segunda fracción pasa a través del tamiz 20 (0.85 milímetros), llamada semolina alta en almidón (73.7%)
- 3) La tercera fracción intermedia pasa a través del tamiz 30 (0.60 milímetros), llamada fracción alta en fibra (37.2%) la cual contiene 23% de proteína.
- 4) La cuarta fracción no pasa el tamiz 20 y se regresa al proceso de molienda.

3.1.1 PROCESO DE REVENTADO

Es el que se usa comúnmente para preparar la golosina llamada *alegría*. Este proceso se lleva a cabo por contacto directo, como se hacía antiguamente en un comal caliente y la elaboración es muy sencilla, ya que sólo se necesita amaranto reventado, miel o piloncillo y jugo de limón. Siempre con la ayuda de utensilios de madera.

El reventado se efectúa por lo general a una temperatura de entre 150 y 220 grados centígrados, de 10 a 25 segundos, lo que le confiere al grano de amaranto algunas ventajas: incrementa su volumen y mejora sus propiedades sensoriales, lo que lo hace más atractivo y funcional. Si el proceso es de contacto directo entre el grano y la superficie caliente y se prolonga el tiempo de contacto, se obtiene un producto de calidad inferior.

El tratamiento térmico con temperatura alta durante el proceso de reventado puede reducir la calidad de la proteína en el producto final, pues este proceso disminuye la concentración de algunos aminoácidos esenciales, en especial la lisina. Por otro lado, se sugiere que el reventado incrementa la calidad de la proteína, en comparación con la contenida en el grano crudo. Algunos autores informan que el proceso de reventado mejora los valores de REP (Relación Neta de la Proteína) y la UNP (Utilización Neta de la Proteína) en 24 y 88% respectivamente, en comparación con el producto crudo, mientras otros informan que el proceso de reventado reduce los valores de REP y UNP por 30 y 16% respectivamente. (Bressani, Sánchez-Marroquín y Morales, 1992)

3.1.2 EL TOSTADO

El cual se utiliza no sólo para mejorar las características sensoriales del amaranto sino también para incrementar la calidad de sus proteínas y por ende, aumentar su digestibilidad. Este cambio es deseable, pero existe el riesgo de pérdidas considerables de algunos aminoácidos, por lo que se debe tener especial cuidado cuando el amaranto se somete a algún tratamiento térmico. De forma experimental se ha determinado que para el tostado del amaranto se deben alcanzar temperaturas que fluctúen entre los 100 y los 160 grados centígrados, con un tiempo de tostado de 7 a 18 segundos; antes se deben remojar en agua los granos e iniciar el proceso de tostado una vez que se sequen. Este método es muy factible, pues sólo es una opción de tratamiento que se le puede dar al amaranto.

3.1.3 COCCION EN AGUA

García y colaboradores (1987), informaron respecto de los efectos del cocimiento de tres variedades de amaranto (*A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*) en la calidad de la proteína. Las muestras se sometieron a molienda para realizar una extracción de aceite con hexano. Las harinas desgrasadas y no desgrasadas se dividieron en tres lotes: el primero no se procesó; el segundo se coció a presión atmosférica por 10 minutos en tres

partes de agua hirviendo, con agitación manual constante y posterior deshidratación mediante una corriente de aire de 60°C para su molienda; el tercer lote se mezcló con tres partes de agua fría y se deshidrató en un secador de tambor, calentado con vapor a presión de 70 libras por pulgada al cuadrado, lo que proporcionó una temperatura de 134°C con rotación de tres revoluciones por minuto, durante un tiempo de residencia de 10 a 12 segundos.

Las muestras crudas de *A. caudatus* y *A. hypochondriacus* son similares en la calidad de la proteína para las harinas desgrasadas y no desgrasadas; sin embargo, *A. cruentus* muestra un REP alto para las harinas libres de grasa. Todas las muestras con grasa y sin grasa tienen una digestibilidad de proteína similar. Para *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*, las harinas desgrasadas deshidratadas en el secador de tambor tienen bajos valores de REP al compararse con las harinas no desgrasadas deshidratadas por el mismo método. En el caso de las harinas cocinadas, la ingestión de alimentos es alta para las harinas desgrasadas de *A. caudatus* y *A. cruentus* al compararse con las harinas no desgrasadas de las mismas especies.

El peso ganado, el REP y la digestibilidad aparente son estadísticamente similares para las harinas desgrasadas y no desgrasadas de las tres especies. El efecto de la cocción ha sido estudiado por varios autores. El cocimiento en agua por 10 minutos incrementa la calidad de la proteína de las semillas de amaranto. Más de 10 minutos de cocimiento resulta en un decremento de la calidad de la proteína de las semillas cocidas debido a la pérdida de aminoácidos; la cantidad de lisina disponible permanece relativamente constante durante el cocimiento, mientras que el almidón se gelatiniza por completo después de 60 minutos.

La concentración de fertilizante no tiene ningún efecto en la calidad de las proteínas para las muestras crudas y cocidas. Los valores de REP en las muestras crudas fueron de 1.96 a 2.46. Estas diferencias desaparecen en las muestras sometidas a cocimiento, con valores de 2.33 a 2.66 lo que sugiere que en las muestras crudas existe concentración de factores antinutricios que son destruidos con el tratamiento térmico, que aumenta la calidad de las proteínas, con la excepción de la variedad *A. cruentus* lo cual parece indicar que éste último cultivar contiene bajas cantidades de inhibidores del crecimiento. Así, Gamel y colaboradores, señalaron que la cocción no disminuye de manera significativa el contenido de almidón al compararse con muestras crudas.

El tratamiento térmico reduce los contenidos de proteína cruda y verdadera, además de disminuir el almidón resistente, debido a que el almidón gelatinizado es muy susceptible a la hidrólisis de las enzimas. a su vez, se informó que el cocimiento de semillas de *A. paniculatus* causa una reducción de 57% en el contenido de almidón resistente.

(Bucaro ME y Bressani R, 2002)

3.1.4 EL COCIMIENTO POR EXTRUSIÓN

Es una tecnología versátil y muy eficiente por lo tanto, se usa ampliamente en la industria alimenticia, pues requiere poco espacio de instalación, no tiene efluentes contaminantes y permite una gran diversidad en los productos. Este proceso mejora la calidad nutricia de la materia prima ya que reduce los factores antinutricios, esteriliza y texturiza el material bajo un amplio intervalo de condiciones de humedad, temperatura, presiones y tiempo. Por otro lado, aumenta el contenido de extracto etéreo al igual que la retención de agua, incrementa la relación neta de la proteína y modifica el almidón.

Con respecto a las propiedades funcionales de los aislados, los mayores valores de solubilidad (66%) se alcanzan con un pH de 10 y se comparan razonablemente bien con la solubilidad de los aislados de semillas de interés comercial, como chícharo, soya, frijol, que presentan solubilidades de 70% en pH ácidos y alcalinos; la diferencia entre la solubilidad en agua de precipitación isoelectrica y micelización se relaciona con el perfil de solubilidad de la primera, que muestra un cambio hacia pH bajos (4 a 5), en comparación con micelización que muestra el cambio a pH de entre 5 y 6.

En relación con la capacidad de formación de espuma para precipitación isoelectrica, el máximo fue de 41% y se alcanzó a un pH de 2 y el mínimo valor para la formación de espuma fue a un pH de 10, lo que muestra un comportamiento lineal hacia la baja a medida que el pH aumenta. Sin embargo, esta tendencia no se observó en los aislados por micelización, los cuales mostraron su mayor valor, 75% para esta propiedad funcional a un pH de 4.0

3.1.5 NIXTAMALIZACIÓN

El proceso de nixtamalización es más utilizado en maíz, sin embargo, se ha probado en amaranto con muy buenos resultados. El tratamiento tradicional de nixtamalización consiste en someter el grano de maíz a cocimiento con agua y cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), seguido de un periodo de reposo y posterior lavado y molienda húmeda para formar la masa; ésta se moldea y se cuece en comal, al vapor o al horno, en condiciones específicas para la elaboración de alimentos como tortillas y tamales. La nixtamalización se usa como una opción para mejorar la calidad nutricia. (Paredes, 1990)

Hacia mediados de los años noventa, Bressani y Ligorría (1994) evaluaron los efectos de la nixtamalización en *A. cruentus*, con tiempos óptimos de cocción de 10 y 20 minutos a presión atmosférica y una concentración de hidróxido de calcio de 0.2% con base en el peso de la muestra. Éste proceso tiene beneficios importantes como el que extiende la vida de anaquel de las harinas nixtamalizadas de amaranto y que el contenido de calcio se incrementa, además se registra un pequeño incremento en el contenido de fósforo y

magnesio al aumentar las concentraciones de cal. No hay cambios con respecto al hierro, manganeso, zinc y cobre. La calidad de las proteínas para varias muestras cocinadas con diferentes porcentajes de cal mejoró la ganancia en peso, en comparación con el maíz crudo.

3.2 INFORMACION DE MERCADO

México cuenta con un sistema de apoyo agrícola proporcionado por el gobierno y sus Instituciones correspondientes, como ejemplo menciono el subsidio que se suministra a productores de amaranto que están agrupados en el Comité Sistema Producto Amaranto y trabajan coordinados por la SAGARPA, la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Distrito Federal y las delegaciones políticas de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, junto con la Fundación Grupo Produce, A.C. Incluso la dependencia ha destinado desde 2008, más de ocho millones de pesos para fortalecer la cadena productiva e incentivar un aumento de la producción para el cultivo del amaranto en el D.F., mediante el programa de Adquisición de Activos Productivos en este 2011, también se apoyará a productores en la adquisición de equipo que les permita darle valor agregado al producto. Durante el 2010 se alcanzó una producción cercana a las 165 toneladas, con un valor comercial superior a los tres millones 300 mil pesos.

Conjuntamente se fortalecen empresas comercializadoras mediante el programa de Extensionismo Rural, la Secretaría impulsa la organización y preparación de los productores, lo que les ha permitido incrementar su producción para satisfacer la demanda creciente y para ello, se trabaja en conjunto con el Sistema Producto y el Tec de Monterrey para identificar áreas de oportunidad que permitan fortalecer a las empresas dedicadas a la producción y comercialización del amaranto.

En marzo del 2007 se llevó a cabo la firma de convenios interinstitucionales con la Fundación Grupo Produce, donde participan instituciones como:

- Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
- Instituto Politécnico Nacional
- Universidad Autónoma Metropolitana
- Colegio de Posgraduados (Campus Montecillo)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
- Universidad Autónoma de Chapingo

Estas importantes instituciones abordaron temas como:

- Prácticas sociales y productivas de las familias campesinas de la región productora de amaranto en el Sur del Distrito Federal.
- Perspectivas para el establecimiento de microempresas campesinas familiares.
- Estrategias para planes de negocios.
- Estrategias para la productividad
- Estrategias para la eficiencia de sistemas
- Estudio de la composición química de los diferentes comestibles hechos con amaranto que elaboran y venden los productores.
- Capacitación en aspectos de higiene y calidad en la elaboración de productos a partir de amaranto.

Con estas acciones y el apoyo interinstitucional mencionado se pretende impulsar a las zonas rurales del Distrito Federal y estados de la República dedicados a este cultivo, principalmente en Puebla donde se cultiva la mayor parte de la producción total del país con una superficie sembrada de 1,597 hectáreas, una producción obtenida de 3,673 toneladas y son 12 Municipios Importantes: Tochimilco, Atzitzihuacan, Cohuecan, Atlixco, San Salvador El Verde, Huaquechula, San Andrés, Cholula, San Matías, Tlalancaleca, San Martín Texmelucan y Tehuacán. Y hablando de cifras a nivel nacional como se puede apreciar en el cuadro 15 y posteriormente en la gráfica 3, se observa que del año 2000 al 2002 hubo un déficit en el valor de la producción, pero llegando al año 2005 el incremento es notablemente satisfactorio y la mejoría sigue su curso 5 años más.

En cuanto a la comercialización en aspecto de mercadotecnia, la forma paralela en las presentaciones tradicionales como se comercializa el amaranto y ante el interés de los consumidores por adquirir alimentos “saludables”, varias empresas del sector de alimentos en México, desde grandes e importantes como Bimbo, Nestle, Quaker, pasando por algunas reconocidas como El hogar del Amaranto, San Miguel de Proyectos Agropecuarios, dulcerías de Temoac, hasta microempresas de nombre desconocido popularmente que existen en el país, han desarrollado una nueva gama de productos para incorporar el amaranto a la alimentación humana habitual. Destacan entre ellos, la harina de amaranto, con la cual se pueden preparar diversos productos y platillos en casa. (Subsecretaría de Agricultura, 2008)

El amaranto no ocupa un lugar en los productos básicos del sector agropecuario mexicano como el maíz, trigo, soya, arroz o frijol, sin embargo, pero la FAO lo cataloga como el cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya y capacidad productiva que podría aprovecharse en México, ya que hasta el momento no se importa amaranto, según información de la Asociación Mexicana del Amaranto. Cifras de la Sagarpa detallan que el rendimiento promedio del amaranto es de 1.5 toneladas por hectárea, esto es

mejor que el frijol que ofrece 0.7 toneladas por hectárea, o la soya, con 1.5, y el cártamo, con 1.4. Aún con todo el trabajo y tiempo que lleva la preparación del terreno ya que se realiza en el intervalo del mes de diciembre-febrero Los surcos se hacen con una separación entre 80 a 90 cm., y la siembra se realiza entre el 15 de mayo al 15 de julio, utilizando de 3 a 4 kg de semilla por Ha. La fertilización se hace en 2 aplicaciones al momento de la siembra y en la 2ª escarda con una fórmula de 27-69-00, Las labores culturales se realizan en 2 labores. El control de malezas se realiza 2 veces también. La primera después de 15 días de la emergencia y la segunda 15 a 20 días después. Finalmente la cosecha se realiza entre noviembre y enero para que el corte de la planta se realice cuando ésta presente una coloración alimonada en sus hojas y así una vez seca la panoja se realice la trilla, la cual puede ser manual o mecánica.

Y como todo alimento transformado y comercializado, debe contar con una normalización en este caso de productos agrícolas y pecuarios, así, la Dirección General de Fomento a la Agricultura de la Sagarpa que en la actualidad preside el Comité Técnico Nacional de Normalización de Productos Agrícolas y Pecuarios (CTNNPAP) –responsable de elaborar y actualizar las normas mexicanas de calidad para los productos señalados–, cuenta con un acervo de alrededor de 80 normas para los principales productos agrícolas y pecuarios del país. Por la importancia de contar con un documento normativo de referencia que favorezca las transacciones de sana competencia para estos productos, el Sistema Producto Amaranto del Distrito Federal solicitó a la Presidencia del CTNNPAP (Comité Técnico Nacional de Normalización de Productos Agrícolas y Pecuarios) la elaboración de las normas respectivas. Por lo anterior, este organismo incluyó en su Programa Nacional de 2008 el tema de elaboración de la norma mexicana del amaranto, lo cual se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2008.

<www.economia.gob.mx> [acceso: may 2010]

Cada vez se encuentran más productos a base de amaranto de diferentes y nuevas marcas comerciales. No sólo se les ubica en tiendas naturistas o en mercados populares, incluso no sólo se consiguen en puestos improvisados en algún lugar sobre cualquier carretera próxima a un poblado, en la actualidad todas estas marcas pertenecientes a empresas Internacionales como las ya mencionadas, se encuentran ofertadas en tiendas de autoservicio, incluso en dulcerías dentro de tiendas departamentales. Sobresale la ventaja que al quedar la mayor parte de la producción de amaranto con dichas industrias existe la garantía de que ofrecen buena calidad en sus productos y se convierten en los canales idóneos para expandir el consumo del amaranto. Por lo anterior, estos productos tienen espacio dentro de los alimentos sanos, energéticos y “botaneros” que encajan en el gusto de la gente. Todo está basado en la mercadotecnia. (Subsecretaría de Agricultura, 2009)

Ejemplo: Logística comercial

Clase: Producto seco

Display / Anaqueles / mostradores: expendedores con imagen llamativa

Temperatura de almacenamiento y exhibición: ambiente

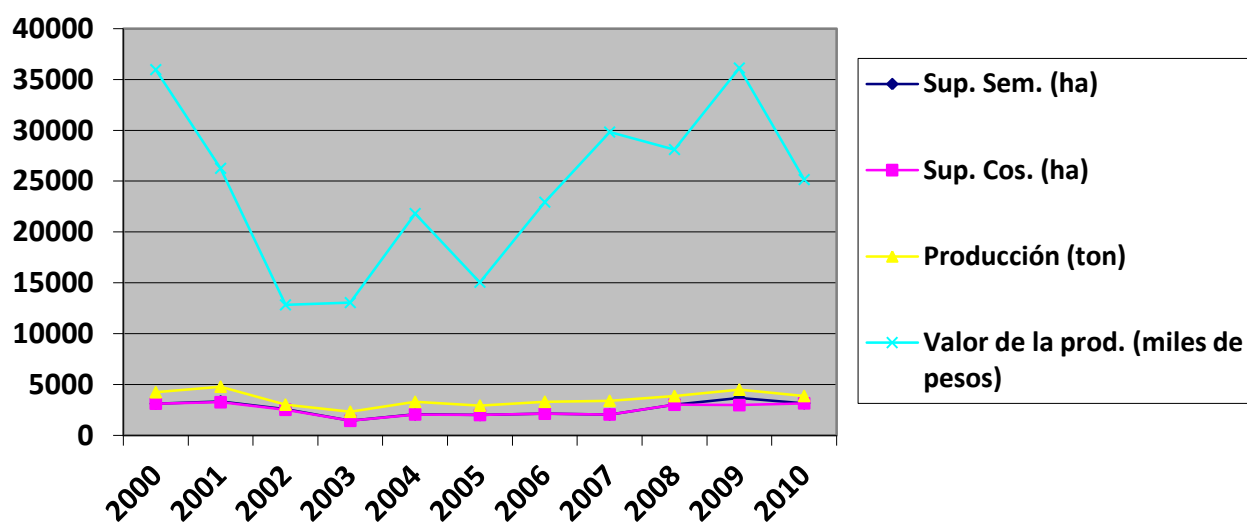
Vida de anaquel: 6 meses o dependiendo la fecha de caducidad.

Cuadro 15. Producción nacional de amaranto 2000 – 2010

AÑO	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCION (Ton)	RENDIMIENTO (Ton/ha)	PMR (\$/Ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (miles de pesos)
2000	3,119.00	3,119.00	4,240.30	1.36	8,481.47	35,963.99
2001	3,332.00	3,259.00	4,782.60	1.47	5,490.12	26,257.05
2002	2,593.50	2,518.50	3,019.98	1.20	4,248.15	12,829.32
2003	1,439.00	1,435.00	2,321.43	1.62	5,622.47	13,052.17
2004	2,065.00	2,058.00	3,295.16	1.60	6,620.80	21,816.60
2005	2,008.00	2,004.00	2,922.45	1.46	5,152.06	15,056.63
2006	2,138.00	2,133.00	3,301.70	1.55	6,945.99	22,933.56
2007	2,059.25	2,056.25	3,391.70	1.65	8,793.61	29,825.28
2008	3,022.00	3,014.00	3,863.20	1.28	7,275.63	28,107.20
2009	3,692.00	2,977.00	4,493.33	1.51	8,039.11	36,122.36
2010	3,158.00	3,151.00	3,870.00	1.23	6,499.34	25,152.44

Fuente: SIAP (2011)

Gráfica 2. Valores del cuadro 15 representados.



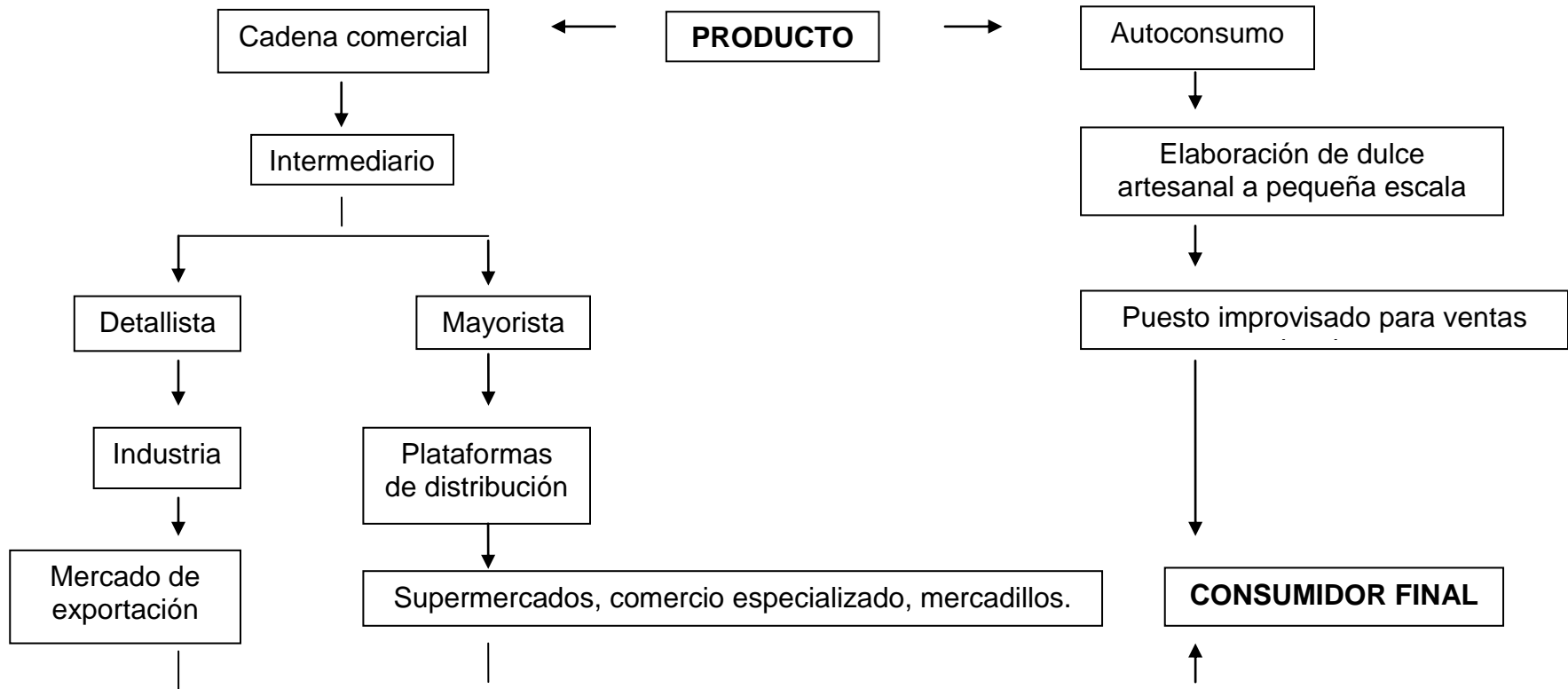
Fuente: SIAP (2011)

3.3 CANALES DE COMERCIALIZACION DEL AMARANTO EN MÉXICO

La mayor parte de los productores utilizan intermediarios para llevar sus productos al mercado meta y tratar de organizar un canal de distribución.

En éstos canales los intermediarios compran las grandes cantidades de los fabricantes para dividir las en cantidades pequeñas y hacer los surtidos más amplios que desean los consumidores. Con ello desempeñan un papel importante, pues hacen que correspondan oferta y demanda.

Cuadro 16. Cadena económica detallada.



3.3.1 DISTRIBUCIÓN

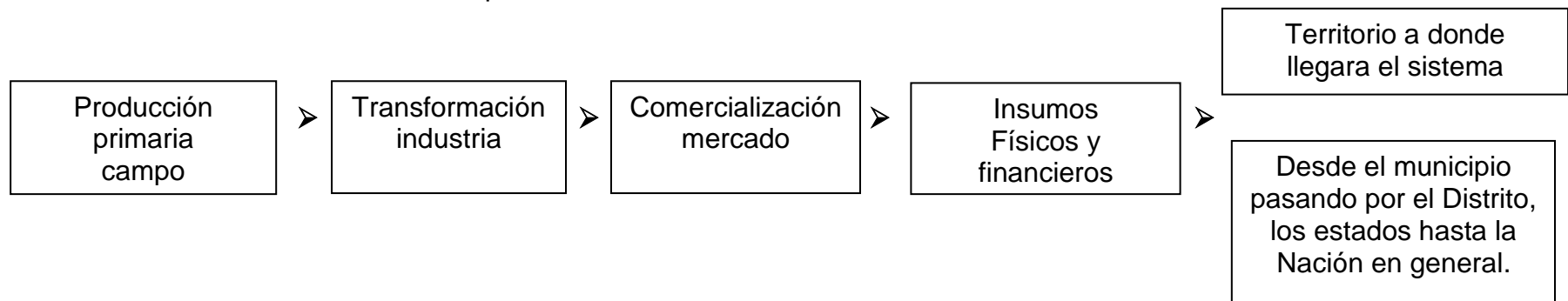
Una de las decisiones estratégicas más importantes dentro de la actividad de marketing es saber ubicar un lugar donde se pueda facilitar el proceso de intercambio de tal manera que los bienes y servicios que buscan los consumidores estén disponibles en el tiempo y lugar que estos los requieran.

Las empresas si quieren facilitar el flujo de los bienes y servicios que llevan al mercado necesariamente tienen que utilizar canales de distribución, que son estructuras formadas por las organizaciones de los intermediarios que intervienen en el proceso del intercambio competitivo.

Y puesto que sólo hay 2 funciones de distribución: productor – consumidor, entonces nada mas hay que considerar el precio, ya que el público ocasionalmente sólo recuerda un determinado producto por el valor que tiene y su acción final dependerá de éste importe, de si es accesible o no. En muchos productos la calidad no es tan importante como lo puede ser el costo. El precio no es un elemento estático, sino que va variando en función de las estrategias que se vaya marcando la empresa.

Aquí también tiene mucho que ver la publicidad que se maneje, así como promociones, descuentos, competencia y todo se convierte en punto de equilibrio debido a la oferta y demanda. <es.scribd.com> [acceso: ene 2012]

Cuadro 17. Cadena económica simplificada.



Cuadro 16 y 17: elaboración propia.

Cuadro 18. Ejemplo de una cadena agroalimentaria del amaranto.

AGENTES	PRODUCCIÓN	TRANSFORMACIÓN	COMERCIALIZACIÓN	CONSUMIDORES
Actores	Amarantus Popocatepetl SPR de RI Matco Amaranto SPR de RL Sociedad de Solidaridad Social TEXOPA Grupos informales del INI Productores independientes	Industrializadores de productos tradicionales principalmente de San Juan Amecac Industrializadores artesanales El Pavorreal SPR de RL. Tulyehualco, Xochimilco	Amarantus Popocatepetl S.P.R. de R.I. San Miguel de Proyectos Agropecuarios S.P.R de R.S.	Tiendas Naturistas Cadenas de autoservicio como Bodega Aurrera. Mercados locales
Instituciones de apoyo	- SDR-SAGARPA - INI - FIRA - BANCA PRIVADA - INIFAP	- SDR-SAGARPA - FIRA - BANCA PRIVADA	- DIF - SDR-SAGARPA - SDR - BANCA PRIVADA	- ASERCA - SICOM - DIF
De servicios	Asesores Técnicos Independientes. Empresas de Maquinaria Jhon Deere. EMPRESAS DE INSUMOS: Fertilizantes Olmeca, Pronamex, La Milpita, El Agricultor, etc.	Asesores Técnicos Independientes. EMPRESAS PROVEEDORAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO: Herrería y Transformación "Cerezo" Universidad Tecnológica de Huejotzingo.	Despachos Agropecuarios Asesores Técnicos Independientes. Empresas Proveedoras Empresas Transportistas	Televisoras Privadas Radiodifusoras Revistas Editoriales

Fuente: SANTACRUZ DE LEÓN, UACH (2010)

3.4 FINANCIAMIENTO

El Gobierno de México ha desarrollado varias opciones de Banca Rural y algunos programas a los que pueden tener acceso los empresarios y/o productores amaranteros.

Tratándose de productores mexicanos emigrados que decidan invertir en proyectos productivos en el campo mexicano, así como productores del campo que decidan emprender un proyecto para colocar sus productos en el extranjero, podrán acudir ante las ventanillas ¡PAISANO, INVIERTE EN TU TIERRA! de FIRCO a recibir asesoría y en su caso, presentar la solicitud correspondiente.

I. Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura, con los componentes:

- a) Agrícola, Ganadero y Pesca;
- b) Agricultura Protegida;

II. Programa de Apoyo al Ingreso Agropecuario PROCAMPO Para Vivir Mejor, con los componentes:

- a) PROCAMPO: Para Vivir Mejor;
- b) Diesel Agropecuario/Modernización de la Maquinaria Agropecuaria;
- c) Diesel Marino;
- d) Fomento Productivo
- e) Gasolina Ribereña.

III. Programa de Prevención y Manejo de Riesgos, con los componentes:

- a) Apoyo al Ingreso Objetivo y a la Comercialización (incluye agricultura por contrato y ganadería por contrato);
- b) Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero;
- c) Garantías (incluye garantías para adquisición de fertilizantes y desarrollo pesquero);
- d) Fondo para la Inducción de Inversión en Localidades de Media, Alta y Muy Alta Marginación.
- e) Sanidades.

IV. Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, con los componentes:

- a) Apoyos para la Integración de Proyectos (incluye apoyos a Organizaciones Sociales,

- Elaboración e Integración de Proyectos y Sistemas Producto);
- b) Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural (incluye Capacitación Integral a productores jóvenes y mujeres rurales).
 - c) Innovación y Transferencia de Tecnología.

Las demás opciones son:

- a) Inca Rural (Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario)
- b) Nacional Financiera
- c) Fira (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura)
- d) Fonaes (Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas en Solidaridad)
- e) Financiera Rural antes Banrural (Banco Nacional de Crédito Rural)
- f) Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social)
- g) Firco (Fideicomiso de Riesgo Compartido)
- h) Financieras Independientes

3.4.1 RESTRICTIVOS PARA EL ACCESO A LA FINANCIACIÓN:

Esto representa un problema ya que algunas instituciones financieras que se dedican al otorgamiento de créditos, califican muy severamente a las personas físicas y/o morales, porque piden cubrir con una vasta línea de requisitos que en muchas ocasiones los solicitantes no disponen ya que pertenecen al buro de crédito, les falta documentación o un aval que garantice el préstamo y facilite la autorización del trámite.

Por otro lado, también influye el que las tierras sean de temporal ya que en este caso no hay una certidumbre de que el apoyo sea redituable. Además las tasas de interés son muy altas y la mayoría de los usuarios se quejan de la tardanza en la entrega de los apoyos lo cual impacta en el costo de la inversión proyectada y la oportunidad para la producción.

A pesar del crecimiento de estos servicios financieros agrarios y las historias de éxito en algunas personas, mucha gente en las zonas rurales, principalmente aquellas que se dedican a la agricultura en pequeña escala, aún carecen de acceso a dichos servicios.

SUGERENCIAS:

1. Reforzar el apoyo para el desarrollo de diversos productos y las instituciones apropiadas para cubrir las necesidades financieras de los clientes de bajos

ingresos rurales siendo un poco más accesibles a las condiciones que representa cada solicitante, por ejemplo con tasas de interés preferenciales.

2. Tomar en cuenta los riesgos que enfrentan los productores a los desastres naturales que conducen a las malas cosechas, por ejemplo con la apertura de un seguro que cubra pérdidas por siniestros eventuales.
3. Pequeños propietarios rurales carecen de apoyo porque no tienen acceso a una amplia información, un trato adecuado y mucho menos la perspectiva de oportunidad y confianza.

3.5 CONSUMO FINAL

Cuando se menciona que el amaranto es una opción económica, se debe básicamente a dos aspectos: los costos de inversión para el cultivo y cuidado de la planta de amaranto son relativamente bajos y el mercado, tanto para el grano como para productos derivados, es bastante amplio, y va en crecimiento. Los diferentes proyectos que se han realizado en México, Perú, entre otros países, han reportado incluso un crecimiento comunitario de microindustrias. El mercado más receptivo es el de los productos naturistas, este ha permitido el desarrollo de varios productos que con la publicidad adecuada pueden convertirse en ventas potenciales. La otra forma de vender es en los propios expendios comerciales de los productores, en la Feria del Olivo y Amaranto en febrero de cada año o en otras ferias del pueblo y de los pueblos del sur de la ciudad, a través del comercio ambulante con tabla y canasta.

El Plan de Mercado Nacional e Internacional se convierte en una línea estratégica de mediano plazo ya que primero se tiene que perfeccionar y documentar las prácticas que ya se realizan entre la red de empresarios amaranteros. Además se requiere probar la estrategia de dar a conocer los productos finales a los consumidores potenciales en las zonas o regiones que se determinen. Una vez que aprenden el cómo se hace a nivel local, estarán en condiciones de crear una estrategia que implique otras regiones en México o bien en otras partes del mundo que consuman amaranto. Todo esto conlleva calidad, precio, presentación, servicio, descuentos, promoción y distribución.
<www.eumed.net> [acceso: jul 2010]

En cuanto se refiere a la industrialización del amaranto como actividad competitiva, el desarrollo ha sido muy lento. El proceso de transformación del grano se ha realizado en su mayoría artesanalmente, lo cual ha significado buscar ciertos segmentos de mercado como el “naturista”. Su prestigio ciertamente la ha llevado de ser catalogada como planta

de consumo popular a considerarla producto dietético, orgánico, natural y con un precio muy accesible, por lo cual merece incorporarse a la dieta mexicana.

La industria de la transformación de los diferentes productos derivados del amaranto son microempresas que se caracterizan por ser básicamente a nivel casero, con equipo como hornos, estufas, tablas y batidoras y maquinaria diseñada por ellos mismos, es decir que aún no cumplen las expectativas que el proceso de transformación requiere; la organización en la transformación es de tipo familiar y en su mayoría los productos derivados de amaranto que se procesan son para la fabricación de alimentos y golosinas. Necesitan mayor empuje para crecer y producir más.

El cultivo del amaranto tanto en el área andina como en la costa de los países de América, tiene enormes posibilidades y perspectivas técnicas de desarrollo, puesto que las características agroclimáticas, edáficas y tecnológicas son adecuadas y propicias para el cultivo, transformación e industrialización; así mismo el uso y consumo de este producto de alto valor proteico traería como consecuencia disminución considerable de los niveles de desnutrición existente en muchos países en desarrollo; también la demanda del amaranto en los países europeos e industrializados hace que la producción en América Latina tenga un enorme impulso y estímulo, lógicamente trayendo mejores precios y mayores posibilidades de incrementar el área cultivada. De acuerdo con datos del Gobierno, especialmente los países de Europa (Alemania y países bajos) demandan en mayor medida el producto. La demanda mundial de amaranto presenta a partir de 2005 un crecimiento importante. En Bolivia un 70% de la producción de amaranto esta bajo las normas de la agricultura. Por ello es considerado un alimento con un valor nutritivo excelente y con un gran potencial agrícola, alimentario, industrial y de exportación. <www.amaranto.com> [acceso: sep 2010]

No existen muchos países que participen en el comercio mundial del amaranto, entre los más importantes se encuentra Argentina que tiene una participación del 49.13% en segundo lugar de importancia esta Perú con 45.24%, después le sigue México con 3.02% seguido de Bolivia con 0.36%, Ecuador con 0.25% y finalmente otros con un 2%.

Estas consideraciones hacen que tanto los investigadores como las instituciones de investigación, promuevan la obtención de nuevas variedades, mejoren la tecnología existente, consigan mayor productividad y por ende mayores ingresos económicos para los productores y actividades relacionadas a la producción, transformación, industrialización y consumo del amaranto.

Otras aplicaciones industriales de los productos de amaranto son la elaboración de tabletas de vitaminas y nutrimentos inorgánicos, suplementos alimenticios, comida para aves, perros y gatos. Plásticos biodegradables, cosméticos, películas, almidón para ropa

y coberturas de papel. En la industria se utiliza el amaranto para obtener colorantes vegetales principalmente amarantina que se utiliza para la coloración de alimentos dando colores sumamente vistosos y agradables a la vista y de sabor característico. En el Perú, se utilizan directamente los residuos de la cosecha de las inflorescencias rojas para colorear de rojo los refrescos. Así mismo por el alto contenido de celulosa de los tallos se utiliza para la fabricación de cartones.

Por todas sus propiedades nutrimentales, así como por sus cualidades de cultivo resistente a la sequía y su capacidad para desarrollarse en terrenos de temporal y soportar diferentes climas, el Centro de desarrollo comunitario Centéotl impulsa desde 1996 el cultivo de traspatio del amaranto, principalmente para el autoconsumo, sin olvidar la producción comercial.

Una de las aplicaciones industriales de las hojas de amaranto que se están estudiando, es el desarrollo de una bebida de fibra dietética y laxante. Los productos que hasta ahora se encuentran en el mercado son elaborados con *Psyllium plantago*, una planta que no se produce en México y que se importa de la India. La bebida preparada con hojas de amaranto resulta hasta 40% más barata que las que actualmente se encuentran en el mercado.

El amaranto no ocupa un lugar en los productos básicos del sector agropecuario mexicano como el maíz, trigo, soya, arroz o frijol, sin embargo, la FAO lo cataloga como el cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya y capacidad productiva que podría aprovecharse en México, ya que hasta el momento no se importa amaranto, según información de la Asociación mexicana del amaranto.

Información de la Asociación Mexicana del Amaranto detalla que desde hace 2 años las grandes empresas como Nestlé, Bimbo entre otras han incursionado en la compra de grandes volúmenes del cereal para hacer barritas energéticas u otros productos, lo que provocado aumento en la producción. Otro de los grandes consumidores ha sido el Gobierno, a través del DIF y Diconsa, quienes compran productos hechos con amaranto como complemento nutricional para niños y adultos mayores, es lo que también ha empujado al cultivo hacia adelante. Y es que el amaranto aún no se ha explotado por completo en el país y las grandes empresas han comenzado a ver sus bondades y por ello el producto empieza a repuntar otra vez. (Subsecretaría de Agricultura, 2011)

En el Distrito Federal, la Delegación que se dedica a producir amaranto es Xochimilco y en particular uno de sus municipios llamado Santiago Tulyehualco cultiva la especie *Amaranthus hypochondriacus*, también denominado *Amaranthus leucocarpus* y las variedades que dominan son Línea 1, Mercado, Nepal, Azteca y Mexicano, así como la Criolla Tulyehualco y Criolla Mixteca, por sus características agronómicas y potencial de rendimiento.

Figura 16. Planta de amaranto. (*A. caudatus*)



Fuente: BOTANICAECONOMICADEAMARANTO.COM (2011)

3.6 ENTREVISTA A UNA FAMILIA PRODUCTORA DE AMARANTO EN EL MUNICIPIO DE TUYEHUALCO, D.F.

Al contactar a una familia de productores dedicada al cultivo de amaranto destinada al comercio en pequeña escala y a su vez al autoconsumo, se desarrollo una conversación para obtener información acerca de las labores que practican, el costo que conllevan y la inversión tiempo – dinero que se registra al final.

GUÍA DE ENTREVISTA:

1. En la preparación del terreno, ¿qué labores realizan?
2. En cada labor, ¿cuántos trabajadores se requieren?
3. ¿Cómo es la forma de pagarles y cuánto?
4. ¿Existe más trabajo aparte de las tareas básicas?
5. En la primera y segunda labor, ¿los insumos son redituables?
6. Cuando comienza la cosecha, ¿es viable el uso de maquinaria?
7. ¿Cuánto se gastan en el traslado del producto?
8. ¿Es complicado conseguir clientes o ya son conocidos?
9. ¿Cuánto es el precio por kilogramo?
10. Se entiende que es un negocio diferente al tradicional en donde la gente llega pide algún producto o servicio y paga al momento de la transacción. En éste caso, ¿Se logran así de inmediato las ganancias?

Cuadro 19. Ejemplo de costos de inversión para la producción de amaranto por hectárea.

LABORES	NUMERO DE PEONES	SALARIOS MÍNIMOS (por jornal)	EQUIVALENTE	INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO \$	TOTAL
Preparación del terreno								
Barbecho	2	3.1	\$190					\$380
Rastra	1	1.7	\$106					\$212
Surcado	2	2.6	\$160					\$320
Humus Líquido Abonay con insecticida organico	1	1.7	\$106	Humus líquido ^a	10	Lt.	600	\$706
Primera Labor								
Control de maleza/trasplante	2	2.6	\$160	Humus líquido	15	Lt.	900	\$1,220
Segunda labor	2	2.6	\$160					\$320
Control de plagas	1	1.7	\$106	Azufre agrícola ecológico ^b	8	Kg.	400	\$506
Cosecha/Trilla	2	2.6	\$160	Maquinaria	50	Hrs.	1,000	\$1,320
Flete	3	1.7	\$106	diesel	15	Lt.	165	\$683
Recipientes	1	1.7	\$106	costal	16	pzas.	.50	\$114
TOTAL								\$5,781

Fuente: FAMILIA ARAUJO (2011)

^a y ^b. Definición en Glosario.

LABORES Y COSTOS DE LA PRODUCCIÓN DE AMARANTO EN DETALLE.

1. Renta de una parcela de 2.3 hectáreas aproximadamente - \$10,000
Considerando costo por ha. - \$4,348
2. Principio de labores: se barbecha en enero para el mejor aprovechamiento de la tierra - \$ 800
3. Nuevamente se barbecha en febrero para que descansa la tierra y sacar provecho de sus propiedades. - \$ 0
4. Se manda a encharolar la semilla de amaranto en los últimos días de abril. - \$25 c/u (charola)
5. Una parcela se llena con 600 charolas. - \$15,000
6. Costo del flete. - \$700
7. Posteriormente en la última semana de junio de nuevo se barbecha (segundar) - \$800
8. Al día siguiente se ensurca como si se fuese a sembrar maíz. - \$ 0
9. Se contratan peones para trasplantar. - \$190 c/u (jornal diario a cada trabajador).
10. Esto tarda una semana y una vez hecho, se aplica abono orgánico para no dañar la tierra.
11. Se dejan pasar 20 días para poder dar de uno, es decir pasar con la yunta a cultivar. - \$800
12. Cumplido el mes de trasplantado se puede dar de dos, es igual a dar de uno pero con setas más anchas.
13. A continuación se elimina toda la maleza y se van enderezando todas las plantas para evitar que se quiebren.
14. A los 5 días o a la semana se le da cajón, igual a dar de dos pero con cultivadores más grandes.
15. En el mes de septiembre se va deshierbando para que la planta salga lo más limpia posible.
16. Es mejor si se aplica cualquier foliar para fortalecer la planta.
17. En los siguientes meses se deshierba y revisa para detectar posibles plagas o enfermedades.
18. De cualquier modo se les aplica fungi, insecticidas. Si se detecta alguna se elimina de inmediato para evitar pérdidas.

19. Al terminar el mes de noviembre se cortan las plantas desde el tallo lo más pegado a la tierra posible y esta actividad se realiza antes de que comience a secarse la planta.
20. Todo lo que se cortó se engavilla, es decir se junta en manojos.
21. Se dejan pasar 15 días para que seque por completo.
22. Se utilizan 4 peones ya que este proceso es rápido para terminarse en una semana.
23. Una vez seco se trilla con la máquina respectiva procurando que esté bien calibrada para sacar la semilla lo más limpia posible.
24. Por lo general se pagan 1000 pesos por el uso de la máquina.
25. Una vez trillada se pasa por una bazuca para quitar toda la paja grande.
26. Finalmente se busca cliente para vender el producto y por lo regular los consumidores más cercanos a la zona son las pequeñas fábricas de Tulyehualco.
27. El precio aproximado por kilogramo es de \$8.50
28. Varía porque depende de la fábrica y el tiempo en que lo venda.

CONCLUSIONES

Al considerar que casi la tercera parte de la población mexicana vive del sector agrícola, es estratégico atender y resolver los problemas de producción con un enfoque multidisciplinario, desafortunadamente el futuro del amaranto en México es aún incierto. Algunas industrias nacionales empiezan a interesarse en comprar las nuevas tecnologías para la elaboración de productos de amaranto, pero la producción en el país no alcanza los niveles suficientes para impulsar una industrialización de grandes alcances.

La superficie cosechada en México tiene un nivel bajo en comparación a la cantidad que se requiere para abastecer la demanda de dichas industrias consumidoras de amaranto. Y la mayor parte de la producción se concentra en el estado de Puebla, en donde están enfocados a dar un mejor manejo de cultivo. Después le sigue el estado de Morelos y aunque en la lista se encuentra el Estado de México, Tlaxcala, D.F., Jalisco y por último Oaxaca, realmente su producción de éstos no es relevante y en ocasiones es de autoconsumo. Son muchas las razones por las que productores rurales no consideran al amaranto como una buena inversión y dentro de ellas es posible encontrar que la maquinaria es indispensable pero a veces no cuentan con ella, los jornaleros se exponen directamente a inhalar el polvo por la manipulación de la cosecha ocasionándoles diversos padecimientos a largo plazo, por ejemplo alergias, irritación de garganta o problemas respiratorios, o simplemente son pocos los interesados en comprar la cosecha.

Por otro lado éste cultivo tiene demasiadas ventajas, desde requerimientos climáticos y edafológicos mínimos, pasando por aprovechamiento absoluto de la planta con diversas aplicaciones, hasta la obtención de un producto altamente nutritivo.

Es lamentable que diversas organizaciones y algunas financieras no estén interesados en darle más impulso al amaranto, como lo tiene el maíz u otros cultivos tradicionales, por la razón de que piden cubrir con una vasta línea de requisitos que en muchas ocasiones los solicitantes no disponen o bien influye el que las tierras sean de temporal ya que en este caso no hay una certidumbre de que el apoyo sea redituable. Desde la perspectiva social,

el amaranto constituye una herramienta valiosa para incidir simultáneamente y de manera integral sobre el binomio desnutrición – pobreza, principalmente en las zonas indígenas, pero introducirla en la canasta básica de la población en general, sería un acertado consumo y un adelanto considerable en el restablecimiento de la dieta mexicana.

RETOS.

Para los productores:

De antemano saben que en sus manos tienen un cultivo de mayor rentabilidad que los tradicionales porque es una especie que no demanda excesiva humedad para su desarrollo y es muy adaptable, además ofrece mayores niveles nutricionales. Conociendo todo esto, deben pedir asesoramiento técnico para mejorar el manejo de su cultivo y pasar de autoconsumo a destinar su producción al mercado interno y con el tiempo a la exportación, logrando así una integración a la cadena productiva-industrial-comercial. Así mismo se detectó que la mayor parte que integra éste enlace no le ve futuro.

Para la industria:

Plantear la posibilidad de mejorar los productos existentes en el mercado, de igual forma buscar la materia prima adecuada para diversos procesos industriales (alimenticios principalmente). Hacer del producto un potencial como insumo industrial y finalmente la creación de una cultura empresarial de exportación como producto – país, es decir, hacer del amaranto una marca mexicana.

Para la comercialización:

Crear una publicidad de mercadotecnia en cuestión económica y social, es decir, a los grupos consumidores, mencionar la valiosa nutrición para niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, baja en calorías para las personas que controlan su peso, de igual forma sugerir como alimento apropiado para diabéticos y con problemas de colesterol. En cuanto a los dulces típicos se refiere, no existe problema ya que el nicho de mercado realmente es muy viable, lo que se torna una de las ventajas competitivas de México para la producción y desarrollo de amaranto. Por último, el llamado efecto demostrativo –

multiplicador se aprovecha para dar a conocer y simpatizar con el gusto e interés de la población adquiriendo así nuevos compradores.

En la producción:

Particularmente creo que existe una falta de integración sectorial y regional en la cadena productiva ya que hay poco conocimiento de cómo trabajar la semilla y su cultivo además son muy reducidas las zonas de producción que trabajan en ello. El cultivo es ampliamente bueno, lo malo es que es poco desarrollado en nuestro país por factores técnicos y culturales primordialmente.

La posibilidad de poder incursionar en el mercado internacional, depende fundamentalmente de la producción a gran escala, garantía en la calidad del grano y continuidad de abastecimiento, esa es la clave para exportar con éxito.



Figura 13. Cultivo de amaranto. Taringa.net (2010)

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar J y Alatorre GF (1980) *Monografía de la planta alegría*. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, A.C., pp.157-203.
- Ahmad T (1939) The amaranth borer-Lixus Trunculatus and its parasites. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 9, p.609.
- Alejandro G y Gómez F (1986) *El cultivo del amaranto en México*. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Aletor O, Oshodi AA e Ipinmoroti K (2002) Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. *Food Chemistry*, vol. 78, num. 1, pp. 63-68.
- Alfaro MA, Ramírez R, Martínez A (1987) Evaluación de diferentes niveles de harina de amaranto (partes vegetativas) en sustitución de harina de alfalfa para conejos en crecimiento. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 37, número 1, pp. 174-185.
- Arellano MA, Albarracín G, Arce S y Mucciarelli S (2004) Estudio comparativo de hojas de Beta vulgaris con Amaranthus dubius Mart ex Thell. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, vol. 53, núm. 1, pp. 193-197.
- Baeyens J (1970) *Nutrición de las plantas de cultivo (fisiología aplicada a las plantas del cultivo)*, Madrid, Lemos.
- Balestrier L (1985) *La alegría. El Progreso de México*, núm. 3, pp. 135-136.
- Becerra R (2004) *El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo*. Biodiversitas, núm.30.
- Bertoni MH y Cattaneo P (1987) *Aspectos nutricionales del follaje y de la semilla de amarantos americanos cultivados*. En: *Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos*. San Rosa, La Pampa, Argentina, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, pp. 63-86.
- Bressani R (1986a) *El amaranto también es un gran vegetal*. En: *El amaranto y su potencial*. Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Boletín Núm. 3.
- Búcaro ME y Bressani R (2002) *Distribución de la proteína en fracciones físicas de la molienda y tamizado del grano de amaranto*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, vol. 52, núm. 2, pp. 167-171.
- Centro de Desarrollo Comunitario Centéotl, AC (2001) *El amaranto: alimento de los dioses para*

los hombres y mujeres de hoy.

- Cervantes SJM (1986) *El amaranto: recurso forrajero mexicano no aprovechado*. Revista veterinaria México, Vol. XVII, Num.4 pp.289-296.
- Cervantes SJM (1988) *El amaranto como alimento para animales*. En: Reyna Trujillo T, Coord. *Investigaciones recientes sobre el amaranto*. México, Instituto de Geografía/UNAM.
- Cifuentes SJ (1989) Evaluación de cuatro especies de bleado (*amaranthus spp*) para tres épocas de siembra, en el parcelamiento de caballo blanco, departamento de Retalhuleu, Guatemala. En: *El amaranto y su potencial*. Guatemala, archivos Latinoamericanos de nutrición, boletín Num.1 pp. 5-6.
- Cobo B (1956) *Historia del nuevo mundo [1653]*. Madrid, Atlas, biblioteca de autores del Nuevo Mundo 91-92.
- Cruces CR (1986) *Lo que México aportó al mundo*. México panorama. Citado por Reyna Trujillo T. Coord. (1988) *Investigaciones recientes sobre el amaranto*. México, Instituto de Geografía/UNAM, p.11
- Cuca GM, Avila GE y Pro MA (1982) *Alimentación de aves*. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados de la UACH.
- Curiel MJ (1994) *Algunos dulces mexicanos: historia y tecnología*. Cuadernos de nutrición, Vol.17, Num. 4, pp.37-44
- Espitia (1996) *Plagas y enfermedades del amaranto (Amaranthus spp)* en México. En: Memorias del primer seminario Nacional del amaranto. Colegio de Posgraduados de la UACH, pp. 233-238
- Espitia E (1990) *Situación actual y problemática del cultivo del amaranto en México*. Chapingo, México, SIAMEC.
- Garmendia A. (1985) *Enfermedades del amaranto*. Programa de investigación del amaranto. Cusco, Perú, informe 83-2.
- Imeri AG, Elias LG y Bressani R. (1987) *Amaranto: una alternativa tecnológica para la alimentación infantil*. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Vol37 Num.1 pp.147-159
- Jacobsen SE y Sherwood S (2002) *Cultivos de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinoa, chocho y amaranto*. Quito, Ecuador, FAO.- Centro Internacional de la papa-catholic relief services, p.14
- Jurado Renteria, R (1998) *"Amaranto: su importancia en la alimentación en México"*. Tesis de Licenciatura. México, Facultad de Química/UNAM.
- Lazcano SM, Morales J y Rico N (1988c) *Utilización del amaranto en la elaboración de papillas para infantes*. Revista Tecnología de Alimentos, México, Vol.23 Num. 1 pp.13-20.

- Mapes C (1997) *Asignación de biomasa en tres colectas de amaranto, (amaranthus spp.) con diferente grado de manejo*. México, Instituto de Biología/UNAM.
- Morales J (1997) *El amaranto y su importancia alimentaria*. Cuadernos de nutrición, Vol.17 Num.4 pp46-47.
- Mujica A (1992) *Granos y Leguminosas andinas*. En: Hernandez-Bermejo JE y León J, eds. *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492*. Colección FAO producción y nutrición vegetal, Num.26 pp.129-146.
- Nieto CC y Fargas J (1987) Análisis del crecimiento de dos especies de amaranthus en: *El amaranto y su potencial*. Guatemala, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Boletín 2.
- Paredes López O, Guevara-Lara F y Bello –Pérez A (2006) *Los alimentos mágicos de las culturas indígenas mesoamericanas*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Reyna Trujillo T, Coord. (1988) *Investigaciones recientes sobre el amaranto*. México, Instituto de Geografía/UNAM.
- Reyna TT. (1990) *Requerimientos climáticos para el cultivo del amaranto (amaranthus spp.) en México*, en: Trinidad Santos A, Gómez F y Suárez G, comps. *El amaranto, su cultivo y aprovechamiento*. Chapingo, México. pp.81-89.
- Rosales RG (1999) *“Evaluación del Proyecto de Inversión de una Agroindustria de Amaranto”*. Tesis de Licenciatura en Contaduría, México, UNAM. P.294.
- Rzedowsky JD (1974) *Vegetación en México*. México, Limusa.
- Sánchez-Marroquín A (1980) *Potencialidad agroindustrial del amaranto*. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, AC. pp. 145-236.
- Velasco AML y Heyden D (1986) *El uso y la representación del amaranto en la época prehispánica según las fuentes históricas y pictóricas*, en: Memorias del primer seminario Nacional del Amaranto. Colegio de Posgraduados de la UACH. pp. 8-22.
- Verástegui J (2009) *Informe especial: alimentos funcionales*. Biodiversidad Latinoamericana. Énfasis alimentación, año XV, Num.4 pp.50-54.
- Webber LE (1990) *La producción comercial de amaranto en los Estados Unidos*, en: Trinidad Santos A, Gómez F y Suarez G, comps. *El amaranto, su cultivo y aprovechamiento*. Colegio de Posgraduados de la UACH-Montecillo, pp.274-279.
- Xolalpa BFJ (1990) *Práctica regional del cultivo de amaranto en Tulyehualco, Xochimilco, D.F.* Colegio de posgraduados de la UACH, México.

SITIOS WEB CONSULTADOS.

<www.amaranto.com.mx> [acceso: ene 2007]
<www.amaranto.org.mx> [acceso: abril 2009]
<www.apmex.mx> [acceso: septiembre 2010]
<www.biodiversidad.gob.mx> [acceso: junio 2010]
<www.buscagro.com> [acceso: nov 2010]
<www.cofupro.org.mx> [acceso: enero 2010]
<www.conabio.gob.mx> [acceso: agosto 2010]
<www.eumed.net> [acceso: mayo 2010]
<es.scribd.com> [acceso: oct 2009]
<www.fao.org> [acceso: feb 2009]
<www.fuppue.org.mx> [acceso: julio 2011]
<www.guiadelemprendedor.com> [acceso: junio 2010]
<www.holistica2000.com.ar> [acceso: abril 2011]
<www.kokopelli-seed-foundation.com> [acceso: jun 2011]
<www.medigraphic.com> [acceso: jul 2010]
<www.mexicotierradeamaranto.org> [acceso: jun 2007]
<www.nutriciongrupobimbo.com> [acceso: nov 2009]
<www.oeidrus-df.gob.mx> [acceso: agosto 2010]
<www.quali.com.mx> [acceso: feb 2010]
<www.quiminet.com> [acceso: jun 2011]
<www.rlc.fao.org> [acceso: mar 2010]
<www.sanmiguel.com.mx> [acceso: mayo 2009]
<www.sagarpa.gob.mx> [acceso: sep 2006]
<www.somas.org.mx> [acceso: abr 2008]
<www.taringa.net> [acceso: agos 2010]

GLOSARIO

Acame. Dobles o inclinación que sufre el tallo de las plantas, debido a la acción del viento o a que ha alcanzado su madurez y no se le corta. Recostar, tumbar, inclinar.

Aclareo. Es una operación tan sencilla como vital para el buen desarrollo del cultivo. Consiste en eliminar ciertas partes de las plantas e incluso enteras cuando es necesario. Con esto, se desarrollarán con mayor plenitud ya que dispondrán de mayor cantidad de nutrientes.

Aflatoxina. Toxina cancerígena producida por algunos hongos del género *Aspergillus* que contaminan los granos y forrajes almacenados en condiciones de humedad excesiva.

Aminoácidos. Unidades estructurales de las proteínas. Existen numerosos aminoácidos, pero el Ser Humano sólo utiliza 20 de ellos. Entre sus funciones se cuentan: aportar energía (4Kcal/g) y ser precursores de otros muchos metabolitos.

Ápice. En botánica, este término expresa el extremo superior o punta de la hoja o del fruto, etc.

Aporque. Cubrir con tierra parte del tallo de una planta para conservar la humedad durante más tiempo y asegurar una nutrición más completa

Calcio. Nutrimento inorgánico indispensable que interviene en la coagulación de la sangre, la activación de varias enzimas, la transmisión de impulsos nerviosos, la contracción muscular, la secreción de varias hormonas, la capacidad de adhesión de una célula con otra y el mantenimiento y funcionamiento de las membranas celulares. Es constituyente de los huesos y dientes.

Caloría. Unidad de energía que equivale al calor necesario para elevar un grado centígrado (de 14.5 a 15.5 ° C) la temperatura de un gramo de agua destilada. 1 caloría es igual a 4.185 joules.

Colesterol. Esterol exclusivo del reino animal. El Ser Humano es capaz de sintetizarlo en cantidades suficientes y es precursor de hormonas esteroideas e interviene en la biosíntesis de la vitamina D y los ácidos biliares. Se recomienda que la dieta del adulto no contenga más de 300 miligramos diarios de colesterol. Los alimentos que contienen mayor cantidad de colesterol son: vísceras, yema de huevo, mantequilla, crema y mariscos.

Dehiscencia. Propiedad que tienen algunos frutos cerrados o anteras de las flores para abrirse y esparcir el polen y las semillas. Abertura.

Elonga. Se refiere a larga o prolongada.

Engavillar. Atar, ligar, enlazar, juntar, pegar o anudar.

Escarda. Época del año en que se quitan las malas hierbas y se preparan los terrenos para la siembra. Se refiere a la limpia de los sembrados.

Fibras dietéticas. Polisacáridos componentes de las células vegetales resistentes a la acción de las enzimas del aparato digestivo humano. Se les divide en solubles e insolubles. Se encuentra en leguminosas, cereales integrales, verduras y frutas.

Gluten. Harina responsable de la elasticidad de la masa que junto a la fermentación, logra que el pan obtenga volumen.

Inflorescencia. Es la forma en que se agrupan las flores en una planta. Espiga, brote, retoño.

Intrínseca. Característica propia de algo, es decir, personal, privada e interna.

Nematodos. Gusanos no segmentados que tienen un tubo intestinal que se extiende desde la boca hasta el ano, carecen de otros órganos y suelen ser parásitos de otros animales.

Proteína. Polímero formado por la unión de aminoácidos mediante enlaces peptídicos. Su principal función en la dieta es aportar aminoácidos.

Raíz pivotante. Raíz que se hunde verticalmente como una prolongación del tronco.

Relación de eficiencia proteínica (REP). Método para evaluar la calidad de una proteína en términos de peso ganado por cantidad de proteína consumida en un animal en crecimiento.

Siega. Actividad agrícola que consiste en cortar o recolectar las hierbas o los cereales maduros, lo mismo que cosechar y/o recolectar.

Tamices. Utensilio que se usa para cernir y está formado por una tela metálica o rejilla sujeta a un aro. Coladores tipo filtros de malla.

Utilización Neta de la Proteína (UNP). Proporción del nitrógeno ingerido que es retenido en el cuerpo. Se calcula al multiplicar el valor biológico de una proteína por su digestibilidad.

Definición del cuadro 19 - página 68:

^a **Abonay** es un abono de tierras 100% orgánico que aumenta la fertilidad y mejora la textura/estructura del suelo.

Humus Líquido con insecticida orgánico. \$65 por Litro. Presentación de 1, 4 y 20 Lt. Venta por mayoreo a partir de 10 Lt.

Aplicación: 2 o 3 litros por hectárea en 200 litros en el área foliar.

^b **ExoNatura** es Azufre agrícola 93% fungicida ecológico de uso preventivo o curativo. Tiene aplicaciones como fungicida, acaricida e insecticida, además de formar parte en los procesos de desarrollo de las plantas por ser un nutriente considerado dentro de los macronutrientes requeridos por los cultivos para su producción. Presentación: bolsa resellable de 1 kg.