

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Evaluación de calidad de vigor y germinación en genotipos de Amarantho
(*Amaranthus spp.*).**

Por:

ALEJANDRA RIOS NATARÉN

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de calidad de vigor y germinación en genotipos de Amarantho
(*Amaranthus* spp.).

Por:

ALEJANDRA RIOS NATARÉN

TESIS

Que se somete a consideración del Honorable Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA POR:

Presidente del Jurado



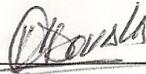
M.C. Felipa Morales Luna

Sinodal

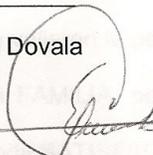


Dr. Ángel Rumualdo Cepeda Dovala

Sinodal



M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo 2010.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. ROGELIO RIOS CHACON.

SRA. MARIA NADIA NATARÉN LOPÉZ.

Este trabajo se los dedico con mucho AMOR, CARIÑO, Y RESPETO, porque gracias a sus sacrificios, esfuerzos y a los buenos consejos que siempre me dieron hoy me he formado profesionalmente, para tener un buen futuro en mi vida, GRACIAS de todo CORAZON, porque no hay mejor HERENCIA para un hijo que el ESTUDIO, gracias por ser unos PADRES, tan lindos y maravillosos, por la CONFIANZA que depositaron en mi, y por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, que DIOS me los bendiga siempre. GRACIAS POR SER MIS PADRES.

A MIS HERMANOS (AS):

Sandra, Erika, Sergio. Por el amor, apoyo y cariño incondicional que me tienen por su confianza y por sus consejos. Por todos sus sacrificios que hicieron por mí que para bien valieron la pena. Este LOGRO no es únicamente mío es de todos ustedes mi FAMILIA, porque sé que soy el ORGULLO de ustedes y esa es mi más grande SATISFACCION.

A MI SOBRINITA:

Evelyn Guadalupe, gracias por regalarme los momentos tan llenos de alegría, amor, cariño y por enseñarme cada día que la vida es un regalo tan maravilloso que DIOS nos ha dado.

AMIS ABUELITOS (AS):

Javier, Alejandro, Dominga y Guadalupe: Gracias por su apoyo MORAL, y por el amor y cariño que siempre me han brindado para salir a delante. Gracias por todos sus consejos que me sirvieron de mucho.

A MIS TIOS (AS):

Gloria, Ramón, Lucia, Carlos, Marta, José Luís, Octavio, Gloria, Norma, A darmin, Teorge, Bella, Javier, Rosbi, Elizabeth A dali, Olga, Isabel, Cielo: gracias por todo su cariño, amor, confianza y por brindarme su APOYO en los momentos que más lo necesite. Pero sobre todo por los grandes CONSEJOS que compartieron con migo y que gracias a ellos me sirvieron para salir adelante. GRACIAS.

A MIS PRIMOS (AS):

Manuelita, Aleida, Yulibet, Viridiana, Fanny, Marcos, Jorge, Yamilet: Gracias por su apoyo y por todos los momentos tan felices que hemos compartido, por estar con migo en las buenas y en las malas, por todos sus consejos y sobre todo por los ánimos que me han dado para no dejarme vencer. Y por este LOGRO que hoy comparto con ustedes. GRACIAS.

A MIS AMIGOS (AS):

Especialmente para mis amigos: Yesi, Emmanuel, porque gracias a ellos yo hoy termine una licenciatura, por haberme animado a venirme a estudiar a mi “alma terra mater”. GRACIAS.

A mis mejores amigas: Marisela, Edith, Amalia, Clara Ícela, Lulú, Lidia, Verito, Juanita, Imelda, Viki, Citlali: gracias por esa amistad tan bonita que me han brindado, por el apoyo que me dieron en los momentos más difíciles que pase, por las alegrías que hemos compartido juntas y por sus buenos consejos.

A mis mejores amigas (de la licenciatura): Shirley, Clari, Emily, Angelita, Liliانا, Brenda: Gracias por esa amistad que surgió desde el principio de nuestra carrera y que hasta el día de HOY todavía la seguimos manteniendo, gracias porque hemos compartido juntas momentos tan bonitos y porque hemos estado siempre todas juntas en las buenas y en las malas, por el apoyo incondicional que me brindaron en algunos de los momentos mas difíciles de mi vida y sobre todo por sus buenos CONSEJOS.

A mis amigos: David, Rafa, Silvano, Joaquín, gracias por su bonita amistad que me brindaron, por los momentos de alegría que pasamos juntos, pero sobre todo por el APOYO y CONSEJOS que compartieron con migo.

Especialmente a los señores: Arturo y Luvia, por esa AMISTAD tan bonita que hay entre ellos y mi familia, por sus sabios CONSEJOS y por el APOYO que me brindaron cuando lo necesité.

AGRADECIMIENTO:

Primero que nada le agradezco a “DIOS NUESTRO SEÑOR” por a verme dado la “VIDA”, por llenarme de tantas “BENDICIONES” por “ILUMINAR” mi camino por nunca “ABANDONARME” y por escuchar mis “PLEGARIAS” pero sobre todo por esa “FE” tan grande que existe en mi. ¡GRACIAS!

A mi “ALMA TERRA MATER” por hacer realidad mi “SUEÑO” de formarme profesionalmente, por los conocimientos adquiridos durante mi formación académica y la oportunidad que me dio al ser parte de ella. ¡GRACIAS!.....

A la MC. Felipa Morales Luna, por haberme dado la oportunidad de trabajar en este proyecto, por su apoyo incondicional y por su linda “AMISTAD” que me brinda hoy en día.

A la T.L.Q. Sandra Luz García Valdez encargada de laboratorio de ensayos de semillas del (CCDTS), por el apoyo que me brindo en mi trabajo, por su amabilidad y paciencia. GRACIAS.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt, por el apoyo que siempre me ha brindado, por su amabilidad y amistad durante el tiempo de mi carrera. ¡GRACIAS!

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
I.-INTRODUCCIÒN.....	1
Objetivos.....	5
Hipòtesis.....	5
II.-REVISIÒN DE LITERATURA.....	6
El cultivo del amaranto.....	6
Origen e historia.....	6
Taxonomía.....	8
Características Botánicas.....	9
Tallo.....	9
Hojas.....	10
Inflorescencia.....	10
Glómérulo.....	11
El fruto.....	11
La semilla.....	12

Nombres vulgares.....	12
Calidad nutritiva de la semilla.....	14
Composición química.....	15
Vigor de semillas.....	18
Germinación de semillas.....	22
Calidad de la semilla.....	24
Peso volumétrico.....	26
Por ciento de humedad de la semilla.....	27
Peso seco de la semilla.....	28
III.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
Ubicación geográfica.....	29
Material genético.....	30
Diseño experimental.....	30
Ensayo de germinación.....	30
Variables evaluadas.....	30
Germinación.....	31
Vigor.....	31
Longitud de tallo.....	31
Longitud de raíz.....	32
Peso fresco de la plántula.....	32

Peso seco de la plántula.....	32
Peso volumétrico.....	33
Por ciento de humedad de la semilla.....	33
Análisis estadístico.....	34
IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
V.-CONCLUSIONES.....	56
VI.-LITERATURA CITADA.....	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.2. Composición química para granos, hojas y harina.....	16
Cuadro 3.1. Análisis de varianza para la variable de germinación en amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).....	35
Cuadro 3.2 comparación de medias para la variable de germinación de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	36
Cuadro 3.3. Análisis de varianza para la variable pruebas de vigor en amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).....	38
Cuadro 3.4. Comparación de medias para la variable de vigor de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	39
Cuadro 3.5. Análisis de varianza para la variable longitud de tallo y raíz en calidad de la semilla del cultivo del amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).	41
Cuadro 3.6. Comparación de medias para la variable longitud de tallo y raíz de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	42
Cuadro 3.7. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la plántula en la calidad de la semilla del cultivo del amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).....	44
Cuadro 3.8 comparación de medias para la variable peso fresco de la plántula de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	45
Cuadro 3.9. Análisis de varianza para la variable peso seco de la plántula en la calidad de la semilla del cultivo del amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).....	47
Cuadro 3.10. La comparación de medias para la variable peso seco de la plántula de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	48
Cuadro 3.11. Análisis de varianza para la variable peso volumétrico en el cultivo del amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>).....	50

Cuadro 3.12. La comparación de medias para la variable peso volumétrico de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	51
Cuadro 3.13.analisis de varianza para la variable porciento de humedad en el cultivo del amaranto (Amaranthus spp).....	53
Cuadro 3.14. Comparación de medias para la variable porciento de humedad de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de aminoácidos (lisina, triptófano, y metionina) del amaranto con el maíz y trigo.....	17
Figura 2. Por ciento de germinación del cultivo de amaranto (Amaranthus spp).....	37
Figura 3. Muestra la diferencias en la Pruebas de vigor.	40
Figura 4. Longitud de tallo y raíz en el cultivo de amaranto (Amaranthus spp.).....	43
Figura 5. Peso fresco de la plántula en el cultivo del amaranto Amaranthus spp.).....	46
Figura 6. Peso seco de la planta en el cultivo del amaranto (Amaranthus spp.).....	49
Figura 7. Peso volumétrico de la semilla en el cultivo del amaranto (Amaranthus spp.).....	52
Figura 8. Por ciento de humedad de la semilla en el cultivo del amaranto Amaranthus spp.).....	55

RESUMEN

Se evaluaron cinco diferentes genotipos de amaranto (*Amaranthus* spp), 101, 102, 103, 105, y 302 determinando en cada uno de ellos las pruebas de germinación, vigor, longitud de tallo y raíz, peso fresco de la plántula, peso seco de la plántula, peso volumétrico y porcentaje de humedad. El trabajo se realizó en el laboratorio de semillas de la UAAAN campus saltillo, sembrando 50 semillas en cajas Petri con 3 repeticiones de cada genotipo, metiéndolas a la cámara germinadora por 7 días esto para la prueba de germinación, después se procedió una segunda siembra pero por 4 días para la prueba de vigor, se utilizaron las plántulas germinadas para sacar la siguiente prueba que fue la de longitud de raíz y tallo estas mismas plántulas se emplearon para obtener el peso fresco y seco de la plántula y finalmente se efectuaron las pruebas físicas obteniendo la variable del peso volumétrico de la semilla, esto se realizó por el método manual, no se utilizó el hectolitro por que la semilla es muy chica, después se determinó el peso seco de la semilla poniéndolas en cajas de metal introduciéndolas al horno de secado por una hora a 130°C esto para obtener la variable del porcentaje de humedad de la semilla.

Palabras clave adicionales: *Amaranthus* spp, germinación, vigor,

I.- INTRODUCCIÓN

El amaranto, *Amaranthus* spp., cultivo con más de 5.000 años de antigüedad, constituyó el alimento básico de los incas, aztecas y otros grupos precolombianos en toda América (Sauer, 1950). Luego de la conquista pasó a ser un cultivo casi olvidado, así como otros cultivos andinos antiguos, pero actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva (Kauffman, 1992; Mujica *et al.*, 1999).

Existen más de 60 especies de amaranto en el mundo, todas de foto período corto y del tipo fotosintético C₄. Probablemente existen 4.000 entre 6.000 líneas de amaranto domesticadas y silvestres en los bancos de germoplasma (Lehmann, 1988). Las especies de amaranto se usan como granos, forraje, verdura o fines ornamentales.

En los últimos veinte años ha existido un aumento notorio en la investigación y producción de amaranto en América, Asia, África, y varios países del este de Europa. El amaranto es sembrado y utilizado en los Estados Unidos, donde las semillas se combinan con granos de trigo, *Triticum aestivum* L., y maíz, *Zea mays* L., en productos para desayuno, panes, harina de panqueques y pasta (NRC, 1989). La producción comercial de amaranto de grano en los Estados Unidos comenzó a finales de 1970, siendo una producción de 1.000 ha cada

Año (Sooby *et al.*, 1999). En África, el amaranto es domesticado como verdura, mientras que en otros países, como en Rusia, el amaranto silvestre es usado como forraje (Komen, 1992). En China se usa el amaranto cultivado para grano y forraje (Yue y Sun, 1993). En Dinamarca, la investigación con amaranto se inició en 1986 (Sorensen y Jacobsen, 1987; Itenov y Jacobsen, 1996), pero todavía no está cultivado comercialmente. Los países principales para el cultivo del amaranto de grano son China, India, Kenya, México, Nepal, Perú, los EE.UU., y Rusia (Bale y Kauffman, 1992).

Existen cuatro especies cultivadas de amaranto para grano, cuyo origen pertenece a América: *A. cruentus* de México y Centroamérica, *A. hypochondriacus* de México, *A. caudatus* de la región de los Andes de América del Sur, y *A. edulis* de la región Salta de Argentina (Sauer, 1967; Mujica y Jacobsen, 1999; Jacobsen y Mujica, 2001; Mujica *et al.*, 2001).

En el Rodale Research Institute de Pensilvania, Estados Unidos, ubicado a una latitud de 40° N, donde se han llevado a cabo experimentos con amaranto desde los inicios de la década de los ochenta, la especie que mejor se adapta es *A. cruentus*, mientras que el *A. hypochondriacus* y la mayor parte de las variedades de *A. caudatus* han resultado demasiado tardías (Weber *et al.*, 1988).

El amaranto cultivado tiene un sistema de cruzamiento mixto, así que ocurre tanto la auto-polinización como la polinización cruzada. Las flores unisexuales se encuentran en los glomérulos, es decir, en conglomerados de flores ramificadas que en conjunto forman la panícula. Tanto el genotipo como el ambiente influyen en la tasa de polinización cruzada de manera cuantitativa y

cualitativa. Las diferencias en el promedio de cruzamiento (de 6 a 34%) se deben posiblemente a la variabilidad del ambiente y a la modalidad de la polinización (Kulakow y Hauptli, 1994). Las inflorescencias generalmente son de gran tamaño por lo que se supone que el viento es el principal dispensador del polen en la polinización cruzada. Para los fitomejoradores, es necesario conocer las tasas de polinización cruzada y los modelos de dispersión de polen en los ambientes específicos para crear el aislamiento necesario y mantener la pureza de la variedad.

Se ha definido una serie de características agronómicas e industriales para describir la planta modelo del amaranto (Weber y Kauffman, 1990). No obstante, esta planta modelo variará en cada programa de fitomejoramiento, según el ambiente y las demandas de la industria alimentaria. Tradicionalmente el amaranto está cosechado manualmente, por lo que la semilla madura más antes de la panoja, que se queda fresca por un mes o más. Esto es una gran limitación para el aumento de la producción, por lo tanto se enfatiza la importancia de buscar cultivares aptos para una cosecha mecánica. Para la agricultura mecanizada, las variedades mejoradas deben ser uniformes, cortas, pocas ramificadas, resistentes al vuelco, con la inflorescencia por encima de las hojas y con un secado uniforme de las plantas a la madurez (Kauffman, 1992; Espitia, 1992; Weber y Kauffman, 1990; Sauer, 1967).

La Food and Agriculture Organization (FAO, 1981) y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Perú, condujeron en 1992-1993 un ensayo titulado la Prueba Americana de Cultivares de Amaranto, en el cual se obtuvieron rendimientos promedio que oscilaron entre 1.000 y 2.500 kg/ha, aunque

algunas variedades llegaron a producir 5.000 kg/ha; concluyéndose que el cultivo del amaranto, tanto en la región andina como en la costa de los países de América, tiene enormes posibilidades y perspectivas técnicas de desarrollo (Mujica y Berti, 1997; Mujica *et al.*, 1999).

En Europa hay interés en cultivos nuevos, especialmente especies que se pueden sembrar en suelos marginales, sin uso de pesticidas y riego adicional, y que pueden entrar en rotaciones de cultivo, siendo de estos cultivos el amaranto.

Es por ello que el objetivo del estudio fue evaluar el potencial del amaranto en el norte de Europa.

OBJETIVOS:

- Estudiar la respuesta de la calidad de la semilla de cinco genotipos de amaranto (*Amaranthus spp*).
- Determinar el porcentaje de germinación, vigor, longitud de raíz y tallo, peso fresco de la planta.

HIPOTESIS:

El resultado de este trabajo será que con al menos uno de estos materiales genéticos se producirán mejores plantas de amaranto para un mayor rendimiento.

II.- REVISION DE LITERATURA

El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp)

Origen e Historia

El amaranto de grano se domesticó en América hace más de 4,000 años por culturas precolombinas y de allí posiblemente se difundió a otras partes del mundo. Fue cultivada y utilizada junto al maíz, frijol y calabaza por los aztecas en el valle de México, por los mayas en Guatemala y por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia como Ecuador junto a la papa, maíz y quinua. Los amarantos como verdura de hoja fueron utilizados en América y en otras partes del mundo desde la prehistoria en casi todo el mundo incluso desde mucho antes de su domesticación como lo demuestran las excavaciones arqueológicas, ya que en muchas zonas tropicales y subtropicales el amaranto era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas. El género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y sólo 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia (Robertson, 1981). Los inicios de la asociación del género *Amaranthus* con el hombre han sido documentados en los depósitos de polen, aunque la palinología no puede discriminar el polen del amaranto del de otras especies relacionadas; puesto que aún antes de los orígenes de la agricultura, algunos

Amarantos florecían en los campos alrededor de las aldeas de pescadores. Sólo tres especies de amaranto se utilizan actualmente para la producción de grano: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. y *A. hypochondriacus* L. En tiempos precolombinos *A. cruentus* se encontraba desde el Norte de México a América Central, *A. hypochondriacus* compartía su distribución con *A. cruentus* sólo que esta comenzaba en el sudoeste de Estados Unidos y a diferencia de las otras dos especies, la distribución de *A. caudatus* se encontraba dirigida a la zona andina sudamericana. Estudios realizados con la técnica de RAPD (*Random amplified polymorphic DNA*) sugieren que las especies *A. hypochondriacus* y *A. caudatus* son genéticamente más cercanas entre sí que comparadas con *A. cruentus* a pesar de haberse originado en áreas diferentes (Transue, *et al.*, 1994).

Taxonomía

(Sauer, J.D. 1976.)

Reino: Vegetal

División: Fanerogama

Tipo: Embryophyta siphonogama

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Archyclamidae

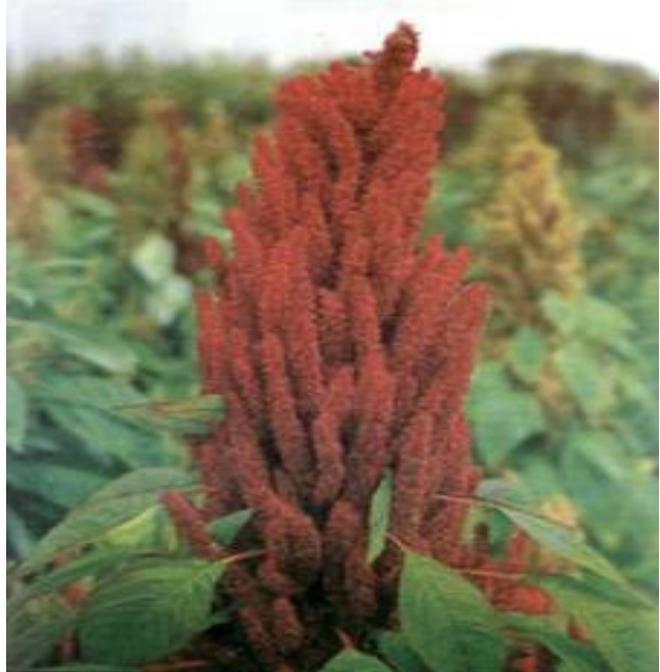
Orden: Centrospermales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Amaranthus*

Sección: *Amaranthus*

Especies: *caudatus*, *cruentus* e *hypochondriacus*.



Denominaciones y nombres vulgares: Amaranto (español); Amaranth (inglés), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Rejgira, Ramdana, Eerai (India).

Características Botánicas

El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias. 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. En caso de ataque severo de nemátodos se observan nodulaciones prominentes en las raicillas.

(www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/cdrom/index.html)

El tallo: cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0.4 a 3 m 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 las que se encuentre el cultivo.

(www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/cdrom/index.html)

Las hojas: Son pecioladas, sin estípulas de forma oval, elíptica, 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. (Sumar, 1993), (Tapia, 1997). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2a Edición. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. , las hojas tiernas hasta la fase de ramificación se consumen como hortaliza de hoja.



La inflorescencia: 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 a 2.95 m 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. Las plantas por el tipo de polinización son predominantemente autógamas, variando el porcentaje de polinización cruzadas con los cultivares. El amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por

cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla (Tapia, 1997).



El glomérulo: es una ramificación dicasial cuya primera flor es terminal y siempre masculina, en cuya base nace dos flores laterales femeninas, cada una de las cuales origina otras dos flores laterales femeninas y así sucesivamente. Un glomérulo puede contener 250 flores femeninas, la flor masculina luego de expulsar el polen se seca y cae.

(www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/cdrom/index.html)

El fruto: Es una cápsula pequeña que botánicamente corresponde a un pixidio unilocular, la que a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, para poner al descubierto la inferior llamada urna, donde se encuentra la semilla. Siendo dehiscente por lo que deja caer fácilmente la semilla (Sánchez, 1980). Existen algunas especies de amaranto que tienen pixidios indehiscentes, característica que puede ser transferida a cultivares comerciales de amaranto (Brenner, 1990).

La semilla: Es pequeña, lisa, brillante de 1 a 1.5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo (Nieto, 1990), las especies silvestres presentan granos de color negro con el episperma muy duro. En el grano se distinguen cuatro partes importantes: episperma que viene a ser la cubierta seminal, constituida por una capa de células muy finas, endospermo que viene a ser la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones (Irving *et al.*, 1981).

Nombres vulgares



El más conocido es el de Amaranto y alegría, aunque este último nombre es más reconocido para el dulce que se confecciona con las semillas infladas y miel. El nombre de Amaranto proveniente del griego significando "planta que no se marchita" (Vele, 2000).

Popularmente se entiende por "quelites", a lo menos en la Mesa central, a diversas plantas herbáceas silvestres que son comestibles cuando tiernas. La palabra quelite en sí proviene del náhuatl "quilitl", que designa a la especie *A. hybridus* y que encontramos en el nombre de la alegría, *A. leucocarpus*,

“huajaquilitl”. Hay otros quelites como el quelite morado (*A. gangeticus* var. *melancholicus* y *A. sanguineus*) (Martínez, 1979).

El llamado quelite de agua (*Amaranthus blitoides*) se usa como planta forrajera en Chihuahua y probablemente otros estados del norte. El quelite espinoso (*A. spinosus*) es un arvense común en los climas cálidos. En Jalisco, así como en el Valle de México, se le llama también “alegría” a *A. leucocarpus* que en otras regiones es llamado “chía de chapata”, “guaute o huaute”, “huautli”, “ziim” y “huajaquilitl”. Tanto a *A. hybridus* como a *A. hypocondriacus* se les llama quintonil y se come cuando la planta está tierna (Kauffman, 1981).

Muchas de las especies mencionadas *up supra* son llamadas en otras regiones “bledo”, dado que sus semillas son minúsculas y parecerían insignificantes, de ahí podremos entender por qué se dice “me vale un bledo”. En las lenguas totonaca y tarasca la fonética es extraordinaria: para designar a *A. hybridus* en totonaca se usa Saua-shalsoco, Tsaua y Saua-sacaca; mientras que en la lengua tarasca es Shacua o Chacua (Martínez, 1979).

El problema con el amaranto es que a pesar de que tiene una larga historia de domesticación y uso, solamente se han conducidos muy pocas investigaciones en este cultivo. Con una modesta inversión en mejoramiento sería posible aprovechar el gran potencial que tiene el amaranto, haciendo un progreso rápido utilizando la gran colección de germoplasma que es disponible (Brenner *et al.*, 2000).

Calidad nutritiva de semillas

El amaranto tiene un nivel alto de lisina, metionina y cisteína, con leucina como el aminoácido limitante. El contenido de proteínas y lípidos fue mayor en amaranto que en trigo, que normalmente contiene 10-14% de proteínas y 2% de lípidos. En la avena y el maíz el contenido de lípidos es de aproximadamente 6%. La quinua, especie bastante relacionada al amaranto, contiene 13- 18% de proteínas y 6% de lípidos (Repo-Carrasco *et al.*, 2001).

El cultivo del amaranto está resurgiendo debido al alto contenido de proteína en sus granos y a su calidad nutritiva como verdura (Stallknecht y Schulz-Schaeffer, 1993). *Amaranthus hypochondriacus* (originario de México y Guatemala) es la especie más extendida e importante de los amarantos productores de grano, (Sánchez, 1980).

Se ha reportado la importancia potencial de este cultivo para el control de maleza debido al efecto inhibitorio (Connick *et al.*, 1987; Connick *et al.*, 1989; Tejada-Sartorius *et al.*, 2004). La toxicidad de los residuos de diferentes cultivos impide el crecimiento de maleza y puede ser evidencia de actividad alelopática (Weston, 1996).

Las hojas poseen un alto contenido en calcio, fósforo y vitamina A y C, lo cual genera un buen complemento con los granos, las hojas son recomendables comerlas tiernas y cocidas para evitar algunos agentes antinutricionales como los oxalatos y nitritos. Además las hojas pueden ser una panacea como especie forrajera para el ganado u otros animales (Vele, 2000). Las proteínas del Amaranto tienen mejor solubilidad y emulsificación que las proteínas de la

soya; al hidrolizar con pepsina se mejora la solubilidad pero altera sus propiedades de hacer espuma. Predominan las gluteinas, albúminas de bajo peso molecular y globulinas; hay en menor cantidad prolaminas (Bejosano, 1999).

Características Nutricionales. El amaranto es fabuloso: 17% proteínas, carbohidratos asimilables, vitaminas y minerales. El 20 % de las proteínas en las semillas de amaranto corresponden a las globulinas ricas en lisina y en aminoácidos azufrados, los cuales son esenciales para la salud, dando como resultado la combinación que cumple con los requerimientos recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1895), para una óptima nutrición humana.

Composición química

La composición de aminoácidos en semillas es de mejor calidad que en la mayoría de los cereales; esta calidad se refiere tanto a los aminoácidos presentes como a su digestibilidad. El calor incrementa la digestibilidad pero disminuye un poco la concentración de proteínas isoeléctricas. No se encontraron niveles de inhibidores de tripsina pero se encontraron débilmente relacionados con la digestibilidad y el nivel de compuestos polifenólicos no está relacionado (Bejosano y Corke, 1998). El 59% de los ácidos grasos presentes son insaturados, de los cuales el 40% corresponden al ácido linoleico. El porcentaje de absorción real de estas proteínas en la digestión fue estudiado, resultando en un 74% mayor que lo que se absorbe de la caseína contenida en otros alimentos (Escudero, 1999). Cuadro 1.2

Según Leung y Flores, 1992, para granos y hojas, y según Escudero, 1999, para harina) cuadro 1.2.

Composición química del grano, hoja y harina del amaranto.

Grano:			
calorías	358	calcio	247 mg
agua	13 g	fosforo	500 mg
proteína	13 g	hierro	3,4 mg
grasas	13 g	tiamina	0,14 mg
carbohidratos	7 g	riboflavina	0,32 mg
fibra	65 g	niacina	1 mg
cenizas	2,5 g	Vitamina C	3 mg
		Vitamina A	0 mg
Hoja:			
Calorías	42	Calcio:	313 mg
Agua	86 g	Fósforo:	74 mg
Proteína	4 g	Hierro:	5,6 mg
Grasas	0,8 g	Tiamina:	0,05 mg
Carbohidratos:	7,4 g	Riboflavina	0,2 mg
Fibra	1,5 g	Niacina	1,2 mg
Ceniza	2,1 g	Vitamina C:	65 mg
		Vitamina A:	1,6 mg
Harina (contenido en 100 gramos):			
Proteínas	15.74 g		
Fibra dietética	53.81 g		
de la cual son insolubles	79% 1533 mg		
Calcio	> a lo		
Fósforo	recomendado		

Como podemos observar en la tabla los granos poseen aproximadamente un 16% de proteína, un poco más alto que el de los cereales tradicionales, por

ejemplo: el maíz 9,33%; el arroz 8,77% y el trigo 14,84%. Es de alto valor calórico, carbohidratos, fibras y sales minerales, también estos pequeños granos son ricos en lisina 16,6%, aminoácido esencial que se encuentra en la leche en proporción de 16,5% que junto a otros aminoácidos estos granos son comparables en valor nutricional a la leche (Amaranto 75,5% - Leche 72,2%) (FAO, 1989). Figura 1.2

Comparación de aminoácidos (lisina, triptófano y metionina del Amaranto con el maíz y el trigo.

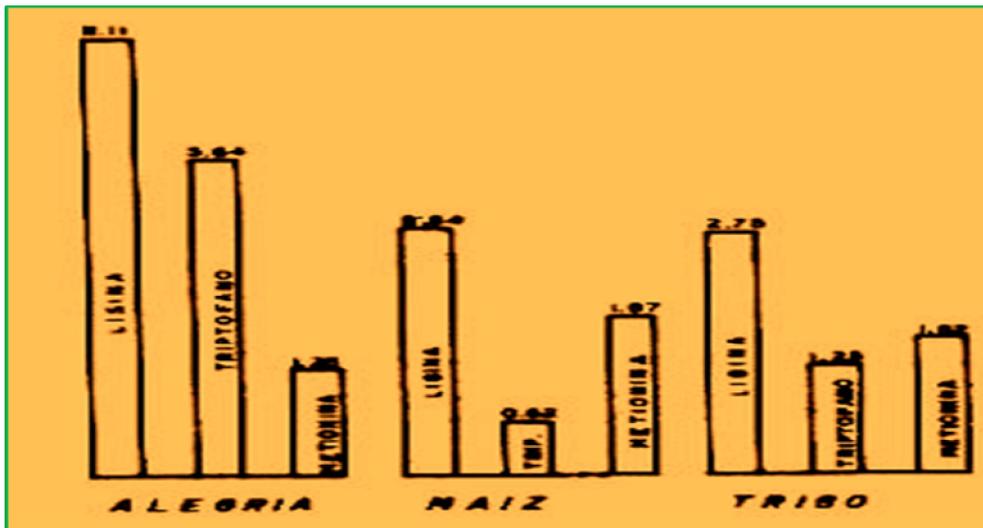


Figura 1.

El amaranto contiene una: proteína de calidad poco común Tiene abundante lisina, aminoácido que está en baja proporción en los demás cereales. El amaranto tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche. (centeotl.ac.googlepages.com/home5).

Contiene 6-10% de aceite: El grano de amaranto que se ubica sobre todo en su germen. El aceite obtenido del grano de amaranto es de buena calidad nutrimental para los humanos. La cantidad de aceite obtenida es 5% muy similar al extraído del maíz, pero mayor que el obtenido de otros cereales. (centeotl.ac.googlepages.com/home5).

Fuente de energía: En investigaciones con productos de amaranto tostado y/o molido, descubrieron que los humanos pueden absorberlo y dirigirlo fácilmente, tradicionalmente se les da a personas que se recuperan de una enfermedad o un ayuno por su elevado contenido de fibra, se recomienda para personas que tienen una digestión difícil (ulceras y gastritis) un uso interesante del amaranto es como alimento para personas con alergia a otros cereales. Su nulo contenido de gluten hace que se recomiende consumir a cuando la persona padece de celiasis (diarrea crónica) causada por consumir alimentos con altos contenidos de gluten como es el caso del trigo. Tiene un alto contenido de calcio que permite fortalecer los huesos de quien lo consume. Su alto contenido de hierro hace ideal para revertir la anemia y la debilidad. (centeotl.ac.googlepages.com/home5).

Vigor de Semillas

(*Besnier, 1989*) señala que el vigor es la capacidad de las semillas para producir rápida y uniformemente plántulas normales en condiciones específicas de laboratorio. Esta capacidad depende fundamentalmente de tres condiciones principales: estado de la maquinaria bioquímica, amplitud de las reservas nutritivas y constitución genética.

(ISTA, 1985) propuso la siguiente definición de vigor: " El vigor de la semilla es la suma de todas las propiedades, las cuales determinan el nivel potencial de actividades y comportamiento de la semilla o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula.

(Ching, 1973) dice que el vigor de la semilla involucra dos componentes, germinación y crecimiento de la plántula. El proceso de germinación puede dividirse en tres fases: a) reactivación del sistema preexistente, b) síntesis de enzimas y organelos para el catabolismo de las reservas y c) síntesis de nuevos componentes celulares. El vigor de una semilla puede perderse y alterar el modelo en general por condiciones anormales de temperatura, lluvias o empobrecimiento del suelo.

(Baskin citado por Castillo, 1981) considera al "vigor" como un indicador de calidad más allá de la germinación y lo explica como fuerza o vitalidad de la semilla; ya que en un momento dado, dos lotes de semillas podrán tener el mismo porcentaje de germinación, pero su comportamiento en el campo no es igual, esta diferencia en el campo se debe a las diferencias en vigor.

(Copeland *et al.*,1985) indican que los factores que influyen en el vigor de la semilla son: su constitución genética, el medio ambiente durante el desarrollo de la semilla en el campo y el ambiente del almacén, así como el tiempo de almacenamiento y el tipo de semilla.

(Perry, 1972) menciona que el principal efecto del vigor es sobre la habilidad de la semilla para producir una plántula en el campo. Una pobre emergencia y desarrollo de plántulas es debido al bajo vigor de un lote de semillas. El número de causas depende de la definición de vigor y puede ser por patógenos, daño

mecánico, latencia, tamaño de semilla, etc. Es de esperar que la semilla de alto vigor germine en forma más sincronizada que la de bajo vigor y que, las plantas crezcan más rápido y uniformemente.

(Andrews, 1987), manifiesta que el vigor de la semilla es altamente complejo, a nivel bioquímico incluye la energía y el metabolismo biosintético, coordinación de las actividades, transporte y utilización de reservas.

Vigor de semillas y deterioro están fisiológicamente ligados, son aspectos recíprocos, imágenes reflejadas en el espejo, de la calidad de semillas. El deterioro tiene una connotación negativa, en cuanto que el vigor tiene una connotación extremadamente positiva; el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta. Deterioro es el proceso de envejecimiento y muerte de las semillas, en cuanto vigor es el principal componente de la calidad afectado por el proceso de deterioro. La relación entre germinación con deterioro y vigor es similar. (www.seednews.inf.br/.../print_artigo66_esp.html)

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables. (Delouche, J.C.; Caldwell, W.P. 1962.)

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco (ha acumulado la máxima cantidad de reservas nutritivas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa. El deterioro podría entenderse, como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales por ende su desempeño hasta provocar su muerte. (Delouche, J.C.; Caldwell, W.P. 1962.).

Durante el proceso de deterioro de las semillas el cual, es influenciado por factores genéticos y ambientales, lo primero que se ve afectado es el vigor antes que la germinación. Por ello, cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor así como, la identificación e implementación de pruebas para su medición. (Kulik, M.M.; Yaklich, R.W. 1982.)

Como se ha visto, la calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo verse afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables situación que es común en nuestras condiciones tropicales, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento, el almacenamiento bajo condiciones desfavorables son factores que afectan la calidad *fisiológica* (kulik, M.M.; Yaklich, R.W. 1982.)

Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad. (Kulik, M.M.; Yaklich, RW. 1982.).

Germinación de Semillas

La germinación es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Moreno, 1996).

Según Duffus y Slaughter (1985), definen a la germinación que es un proceso de cambio: el cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que crece activamente, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen.

Camacho (1994), menciona que la germinación es el proceso mediante el cual, un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta.

La International Seed Testing Association (ISTA, 1996) menciona que la germinación de la semilla. Es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales, indican si son

capaces o no de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

(Meyer *et al.*, 1972) menciona que la germinación se puede ver de diferentes puntos de vista, es decir, morfológicamente es la reanudación del crecimiento activo en partes del embrión que provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una nueva planta, fisiológicamente es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo el cambio hacia la transcripción del genomio.

(Bidwe, 1990) menciona que el proceso de germinación consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento.

(Devlin, 1982) define el fenómeno de la germinación como una cadena de cambios que empiezan con la absorción de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la raicilla o por la plántula. La germinación de las semillas puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considera necesario para que este proceso tenga lugar.

(Fernández de Soto, 1985) señala que la germinación es la reanudación del crecimiento por el embrión de la semilla de las estructuras esenciales, que dependiendo de la clase de semilla utilizada, indican la habilidad para convertirse en una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

De acuerdo a la (ISTA, 1976) la germinación en el laboratorio es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del

embrión y manifiestan habilidades de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables de suelo.

(ISTA, 1979) define la germinación como el resultado de la fertilización y maduración de un óvulo que consta de un embrión, que se desarrolla en plántulas durante la germinación de un tejido endospermico en la mayoría de las semillas y de una cubierta, protectora, la testa que cubre a ambos.

Calidad de la semilla

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes que afectan el comportamiento y la productividad de la mayoría de los *cultivos* (Krieg y Bartee 1975). Por su parte, (Douglas, 1982) indica que la calidad de la semilla es muy importante al ser esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el más alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar y además se considera como un elemento vital para el desarrollo de la agricultura moderna.

(Garay *et al.*, 1992) Afirma que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos, y sanitarios; por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de estos componentes. Mientras que (Copeland y McDonald, 1985) señalan que la capacidad de germinación es el criterio más usado para conocer la condición fisiológica o calidad de la semilla, y es universalmente aceptado que germinación y viabilidad son términos sinónimos

al referirse a la habilidad de la semilla para producir plántulas normales bajo condiciones favorables.

(Moreno, 1996) considera a la calidad fisiológica como un valor comercial de la semilla ya que es el principal atributo para evaluar calidad y que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal. De ahí que para (Dickson, 1980), una semilla de calidad no tiene daño, posee un alto nivel de germinación y producirá plántulas uniformes y vigorosas, sin defectos y bajo condiciones ambientales favorables.

(Molina *et al.*, 1990) Mencionaron que la calidad de una semilla para la siembra debe reunir cuando menos las características como; pureza varietal, libres de semillas de maleza, libre de patógenos transmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación y que varía de acuerdo a la especie características deseables, que comprenden varios atributos, los cuales se refieren a la conveniencia o aptitud de la semilla para sembrarse.

Por su parte Hampton (2001), señala que la calidad de semillas es un concepto que comprende diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas. Entre 80 y 90 % de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación.

La semilla tiene como estructura básica el germen o embrión y una reserva nutritiva que lo alimentará para que se convierta en la futura planta, todo ello recubierto de una envoltura protectora que es la cáscara o tegumentos.

Fuente (<http://www.uva.org.ar/germinados.html>).

Sayers (1983) dice que la prueba de germinación es el medio más objetivo para producir y evaluar el potencial de germinación de una simiente y han sido aceptadas y se utilizan universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas.

Para conocer con mayor precisión el grado de deterioro que presenta un lote de semillas diversas pruebas de vigor han sido desarrolladas, algunas de las cuales han mostrado mejor afinidad con determinadas especies, (Perry 1981).

El germen de las semillas es el rudimento de una nueva planta, es decir, es una planta imperfectamente desarrollada, en estado de vida latente que espera condiciones adecuadas para manifestarse; en el momento en que éstas se presentan, la semilla inicia el proceso de germinación.

(<http://www.uva.org.ar/germinados.html>).

Peso volumétrico de la semilla

El peso volumétrico de un lote de semillas está en función de la masa de cada semilla individual y su volumen, como también del tamaño de la semilla. En el caso del trigo, hay un gran efecto de deterioro en la masa de la semilla, ocasionando con ello una estrecha relación con su calidad fisiológica, es decir, cuanto menor sea el peso volumétrico, será menor la calidad fisiológica de las semillas. Esta situación puede no ocurrir con otras especies, como es el caso de las semillas de soya. En ellas, las semillas pequeñas presentan un mayor peso volumétrico y por eso, su calidad fisiológica es igual a las semillas grandes. (www.seednews.inf.br/espanhol/.../consultas115_esp.shtml -)

Por ciento de humedad de la semilla

Los granos están constituidos por una sustancia sólida, denominada materia seca, y por cierta cantidad de agua. La materia seca está formada por las proteínas, los carbohidratos, las grasas, las vitaminas y las cenizas. El agua existente en la estructura orgánica de los granos se presenta bajo distintas formas, pero para fines prácticos se consideran dos tipos de agua: el agua libre que se retira fácilmente por medio de calor, y el agua que retiene la materia sólida y que sólo se libera por la acción de altas temperaturas, lo que puede originar la volatilización y descomposición de las sustancias orgánicas y, por lo tanto, la destrucción del producto.

(www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm)

El contenido de humedad de los granos se expresa, por lo general, como porcentaje del peso total del grano (base húmeda):

PA = peso del agua

PT = peso del agua + peso de la materia seca (peso total del grano)

La determinación del contenido de humedad de los granos debe realizarse en todas sus etapas de manejo desde la cosecha hasta la salida del almacenamiento. La medición de humedad debe ser exacta, ya que el contenido de humedad de los granos es muy importante para mantener la calidad del producto almacenado. Esta determinación presenta también una gran importancia desde el punto de vista comercial, ya que el precio varía en función de la humedad del grano. *(www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm).*

Peso seco de la semilla

El componente principal en la semilla del amaranto es el almidón, representa entre 50 y 60% de su peso seco. El diámetro del gránulo de almidón oscila entre 1 y 3 micrones, mientras que los de maíz son hasta 10 veces más grandes y los de la papa pueden ser hasta 100 veces mayores. Estas reducidas dimensiones del gránulo de almidón del amaranto facilitan su digestión, que resulta de 2,4 a 5 veces más rápida que el almidón de maíz.

(sepiensa.org.mx/contenidos/2007/p.../p2.html -)

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en el laboratorio de ensayos de semillas de centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de granos y semillas, ubicados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se localiza al sur de Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son 25 °C 22" latitud Norte y 101 °C 00" longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm (Mendoza, 1983).

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los meses de noviembre a diciembre del 2009.

Material genético

Se utilizó la variedad cinco genotipos de amaranto de diferente base genética.

Diseño Experimental

Los genotipos se realizaron en el diseño completamente al azar, utilizando el Paquete Estadístico de la (UNL) empleando cinco genotipos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) con tres repeticiones. Los genotipos de amaranto proceden de diferente base genética; 101,102, 103, 105, y 302.

Ensayo de Germinación

La siembra se realizó el 5 de noviembre del 2009, colocando la semilla uniforme en cajas Petri con papel filtro previamente humedecido, haciendo tres cajas por repetición. Al término de esto fueron colocadas en una cámara de germinación de la marca (Hoffman Manufacturin) con temperatura de 25 °C (\pm 2°C), aplicando un riego posterior a la fecha de siembra, con el fin de mantener la humedad en las cajas Petri. La evaluación se realizó a los 8 días utilizando los criterios de evaluación para esta prueba propuestos por la ISTA (1996) de esta prueba se evaluaron los parámetros siguientes:

A continuación se describen las diferentes variables evaluadas.

Germinación

Para analizar la capacidad de germinación de los genotipos de estudio, se realizó siguiendo el método de papel filtro en cajas Petri de acuerdo al (ISTA 1985). Para esto se tomaron 50 semillas colocándolas en las cajas Petri con tres repeticiones de cada material, humedeciéndolas con agua, identificando las cajas con la fecha de siembra y número de material. Posteriormente estas se colocaron en la cámara germinadora de la marca (Hoffman Manufacturing) a una temperatura de 25°C, por cinco días. Las condiciones de humedad y temperatura fueron las mismas durante los cinco días. Al término del periodo se evaluaron semillas normales y anormales y muertas.

Vigor

Para sacar la prueba de vigor, se realizó una segunda siembra con los mismos genotipos y tres repeticiones de cada uno, de la misma manera con el papel filtro húmedo en cajas Petri, 50 semillas cada una metiéndolas a la cámara germinadora de la marca (Hoffman Manufacturing) a una temperatura de 25 °C durante 4 días. Después se realizó el conteo de las semillas germinadas y no germinadas, según el (ISTA, 2003). Obteniendo las variables longitud de tallo y raíz, que se describen a continuación.

Longitud de tallo

Esta variable se evaluó tomando al azar 10 plántulas de cada genotipo, con una regla graduada se midió el diámetro de la parte basal del tallo de la

plántula. Se realizó una sola toma de datos a los 4 días después de la siembra. El resultado se expresó en centímetros, según (Prijic *et al.*, 1991)

Longitud de raíz

Utilizando las mismas 10 plántulas se realizó de la misma manera la medición de raíz, con la regla graduada expresando los resultados en centímetros al igual con una sola toma de datos a los 4 días después de la siembra, citado por (Pollock *et al.*, 1969).

Peso Fresco de la planta

Esta variable se evaluó a los 4 días en el primer conteo de la prueba de vigor. El peso fresco se obtuvo tomando 10 plántulas al azar de cada repetición, tomando toda la plántula, poniéndolas en una caja petri y pesándolas en una balanza analítica, el resultado se tomó en gramos, de acuerdo a (Soltani *et al.*, 2002).

Peso Seco de la planta

Las plántulas a las que se les sacó el peso fresco se colocaron en cajas petri destapadas y se metieron a la estufa de la marca (Imperial V. Laboratoriy oven.) durante 24 horas a 56 °C. Pasando este tiempo, se sacaron de la estufa y se pesaron en la balanza analítica de la marca (Explorer Pro), obteniendo el peso seco, el resultado se expresó en gramos, citado por (Soltani *et al.*, 2002).

Peso volumétrico de la semilla

Este parámetro se evaluó por el método manual ya que por el hectolitro no fue posible debido a que la semilla de amaranto es muy pequeña, se utilizó una bandeja, vaso de precipitado y una regla. En el vaso de precipitado se vertió toda la bolsita de semilla de cada material y con la regla se le hizo un corte en forma de zic-zac hasta que quedara al ras. Después se colocó en cajas petri donde se sacó el peso utilizando la balanza analítica de la marca (Explorer Pro). Por lo consiguiente se sacó el volumen del agua con una pipeta gradual que fue de 60 ml, de acuerdo al (ISTA, 2003).

Por ciento de humedad de la semilla

Este parámetro se evaluó utilizando dos repeticiones de cada material. Se pesaron las cajas vacías en la balanza analítica de la marca (Explorer Pro), después se pesaron con la semilla y se obtuvo el por ciento de humedad y para sacar el peso seco las muestras se metieron a la estufa de la marca (Imperial V. laboratory Oven.) a 130 °C durante una hora, se sacaron las cajas y se metieron al desecador durante 5 minutos y luego se pesaron en la balanza analítica de la marca (Explorer Pro) para obtener el peso seco citado por el (ISTA, 2003).

Análisis Estadístico

Las variables evaluadas de: germinación, vigor, longitud de tallo, longitud de raíz, peso fresco de la plántula, peso seco de la planta, peso volumétrico y por ciento de humedad de la semilla, se analizaron estadísticamente con el paquete (UNL), utilizando el diseño experimental de bloques completamente al azar, al presentarse diferencias estadísticas se procedió a realizar la prueba de medias de acuerdo a Tukey según Steel y Torrie (1986), en donde el modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

$i = 1, \dots$ Genotipos

$j = 2, \dots$ Repeticiones

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

$i = 1, 2, \dots, 5$ genotipos

$j = 1, \dots, 3$ repeticiones

μ = efecto de la media general

T_i = efecto de genotipos

ξ_{ij} = efecto del error experimental del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3.1 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable germinación, en donde se observa que entre genotipos se presentan diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad, lo que indica que entre genotipos hay diferencias, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, según Steel y Torrie (1986), así como la presentación gráfica del comportamiento de cada una de las variables analizadas, Cuadro 3.1. Con este análisis el coeficiente de variación nos indica el grado de confiabilidad al realizar esta prueba.

Cuadro 3.1. Análisis de varianza para la variable de germinación en amaranto (*Amaranthus spp.*).

FC	GI	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	133.732422	33.433105	4.7762**	0.021
ERROR	10	70.000000	7.000000		
TOTAL	14	203.732422			

(P=0.01) diferencia minina significativa.

C.V = 6.64%

De acuerdo al análisis de varianza se observa que el porcentaje de germinación presentó diferencia altamente significativa entre los genotipos de estudio con un C.V de 6.64%.

En el cuadro 3.2 se muestra la comparación de medias de Tukey de acuerdo a Stell y Torrie 1986 en donde se observa que entre genotipos existen diferencias estadísticas siendo el que presento mejor respuesta fue el (105) con una media de 44.00 seguido por los genotipos (102, 302, 101), y finalmente el genotipo (103) con una media de 34.66, similares a ISTA (1996) en el trabajo rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajo. Se muestra la comparación de media para la variable del por ciento de germinación de los 5 genotipos mostrando a si el comportamiento final con la prueba de Tukey (0.05).

Cuadro 3.2 comparación de medias para la variable de germinación de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$)

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIA
105	44.0000 A
102	40.3333 A
302	40.3333 A
101	40.0000 A
103	34.6667 B

Nivel de significancia = 0.05, medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Como se puede observar los genotipos 105,102, 302, y 101 son los que obtuvieron un mayor porcentaje de germinación, mientras que el genotipo 103 fue el que obtuvo el menor porcentaje de germinación, lo que significa que la mayoría de los genotipos obtuvieron un buen porcentaje de germinación, como se presenta en el gráfico se muestra la germinación de cada genotipo donde nos indica el porcentaje diferente da cada uno de ellos. El genotipo 101 su porcentaje de germinación fue del 40%, el genotipo 102 también fue del 40%, mientras que el genotipo 103 es del 34%, genotipo 105 fue el más alto en porcentaje con un 44% y el genotipo 302 al igual que los genotipos 1 y 2 fue del 40%.

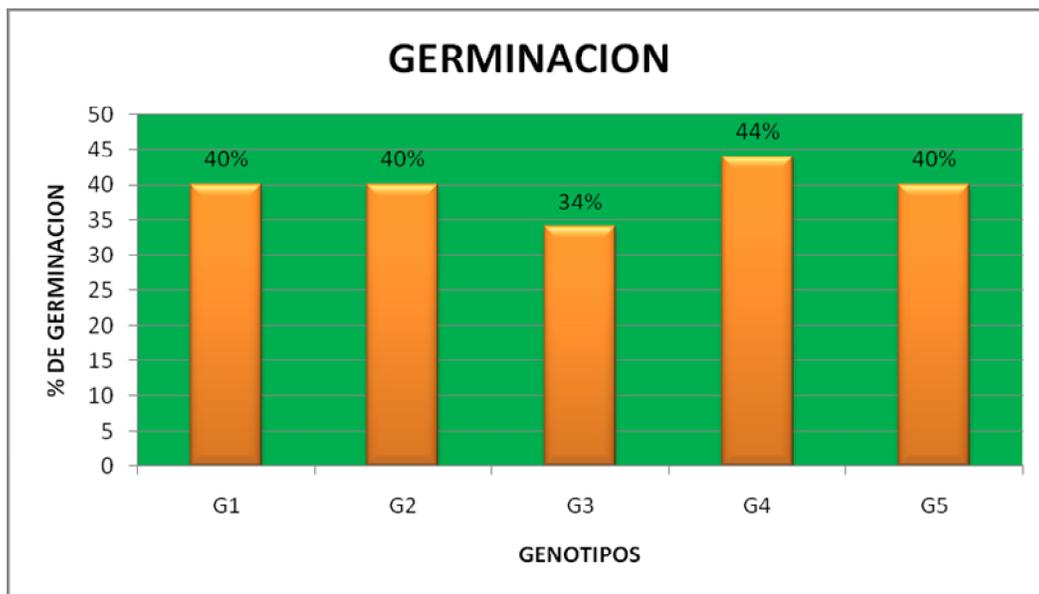


Figura 2. Porcentaje de germinación del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp).

Pruebas de vigor en primer conteo de 4 días.

En el cuadro 3.3. Se observa el resultado del análisis de varianza (ANVA), para la variable vigor donde se muestra la diferencia estadística al 0.01 de probabilidad entre genotipos lo que indica que existe diferencias entre los genotipos por lo que se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, según (Steel y Torrie, 1986) así como la presentación gráfica del comportamiento de cada una de las variables analizadas, cuadro 3.3. De acuerdo al análisis de varianza se obtuvo que el resultado del coeficiente de variación aceptable.

Cuadro 3.3. Análisis de varianza para la variable prueba de vigor en la calidad de la semilla del amaranto (*Amaranthus* spp).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	192.933594	48.233398	4.0876*	0.032
ERROR	10	118.000000	11.800000		
TOTAL	14	310.933594			

(P=0.05).

C.V. = 9.10%

De acuerdo al análisis de varianza se observa que el porcentaje de vigor obtuvo diferencias altamente significativas entre genotipos obteniendo una

media de 42.66 para el genotipo (105) seguido por el genotipo (101) con una media de 40.000, así mismo el genotipo (302) con una media de 38.66, seguido el genotipo (103) con una media de 34.33, y finalmente el genotipo que registró el menor valor de vigor es el (102), con una media de 33.00. Las diferencias obtenidas indican que la variable vigor se comporta de manera diferente entre genotipos, resultados similares obtuvo (Hampton, 1995) en el trabajo sobre la influencia del daño mecánico sobre la viabilidad y el vigor de semillas del cultivar paloma de poroto blanco y de poroto negro.

Cuadro 3.4. Comparación de medias para la variable de vigor de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$)

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIAS
105	42.6667 A
101	40.0000 AB
302	38.6667 ABC
103	34.3333 BC
102	33.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05, medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Como se puede observar los mejores genotipos en cuanto a vigor fueron, 105,101y 302, mientras que los genotipos 103 y 102 fueron los más bajos lo

que significa que la mayoría de los genotipos están en buenas condiciones de vigorosidad.

Figura 3. Pruebas de vigor en primer conteo de 4 días del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.). En esta grafica se observa la diferencia que hubo entre los genotipos. El genotipo 101 obtuvo un 40% de germinación, el genotipo 102 fue del 33%, mientras que el genotipo 103 su porcentaje fue de 34%, uno de los genotipos más altos fue el genotipo 105 con un 42% y por último el genotipo 302 que fue del 38% de germinación.

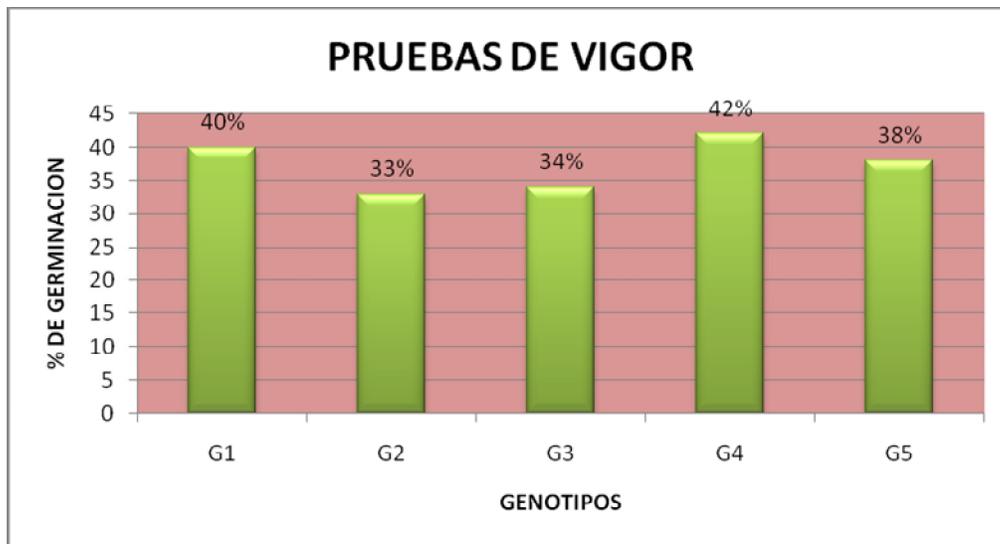


Figura 3. Pruebas de vigor del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.).

Longitud de raíz y tallo.

Cuadro 3.5. Se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable longitud de raíz y tallo donde se observan las diferencias estadísticas entre cada uno de los genotipos al 0.01 de probabilidad, indicando así la diferencia entre genotipos, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias, según (Steel y Torrie 1986). También la presentación grafica del comportamiento de cada una de las variables analizadas, cuadro 3.5. Con el análisis de varianza el resultado del coeficiente de variación es de confiabilidad.

Cuadro 3.5. Análisis de varianza para la variable longitud de tallo y raíz en calidad de la semilla del cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	1.598747	0.399687	4.4452*	0.025
ERROR	10	0.899139	0.0899114		
TOTAL	14	2.497887			

(P=0.05).

C. V. = 11.82%

De acuerdo al análisis de varianza realizado se observa diferencia altamente significativa entre los tratamientos con un C.V de 11.82%.

Cuadro 3.6. Comparación de medias para la variable longitud de raíz y tallo
 Como se puede observar los mejores genotipos en cuanto a longitud de raíz y tallo de la plántula fueron 302 con una media de (3.1333) y 101 (2.6333) .Lo que significa que los genotipos, 102 el resultado de la media fue de (2.2663), para el 103 fue de (2.2733), y 105 (2.3833) fueron los más bajos en crecimiento y desarrollo de la plántula, comparando con el trabajo (Soltaní *et al*, 2002) sobre promedios de crecimiento de plántulas normales y anormales de semillas de poroto blanco los resultados fueron similares.

Cuadro 3.6. Comparación de medias para la variable longitud de tallo y raíz de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIAS
302	3.1333 A
101	2.6333 AB
105	2.3833 B
103	2.2733 B
102	2.2633 B

Nivel de significancia = 0.05, medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Figura 4. Longitud de tallo y raíz en el cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.). En la siguiente grafica se puede observar la diferencia que hubo entre cada uno de los genotipos. El genotipo 101 el diámetro fue de 26, el genotipo 102 al igual que el genotipo 103 el diámetro de raíz y tallo fue de 22, mientras que el genotipo 105 el diámetro fue de 23, y el genotipo 302 con un diámetro de 31 alcanzando una mayor longitud de raíz y tallo.

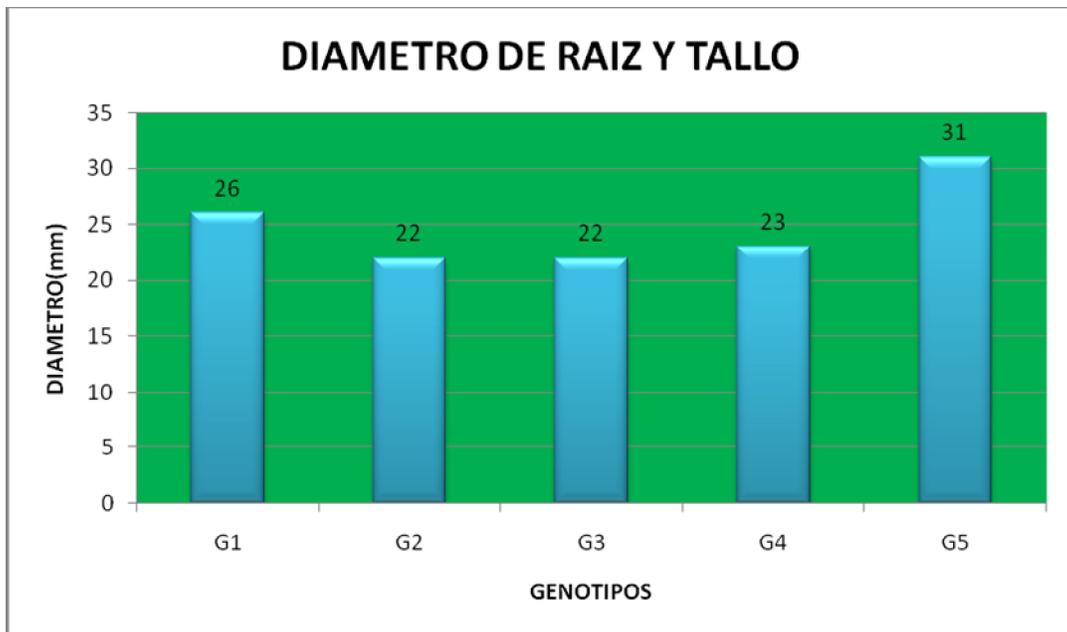


Figura 4. Longitud de tallo y raíz en el cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.).

Peso fresco de la planta.

Cuadro 3.7. En el siguiente cuadro se observan los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable peso fresco de la planta donde se puede observar que entre los genotipos se presenta diferencias estadísticas al 0.01 lo que significa que hay diferencias entre sí por lo que se realizó la prueba de comparación de medias, Según (Steel y Torrie 1986) de genotipos, así como también la presentación gráfica del comportamiento de cada una de las variables analizadas cuadro 3.7 De acuerdo con el análisis de varianza se puede observar que el resultado del coeficiente de variación es confiable.

Cuadro 3.7. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la plántula en la calidad de la semilla del cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	0.044186	0.011047	12.6661*	0.001
ERROR	10	0.008721	0.000872		
TOTAL	14	0.052908			

(P=0.05).

C.V. = 8.19%

En el análisis de varianza para esta variable de peso fresco de la plántula se detecto diferencias altamente significativas entre los tratamientos presentando un C.V de 8.19%.

Cuadro 3.8. Como se puede observar los genotipos 105 con la prueba de medias de (0.4393), para el 302 es (0.3927) y 101 (0.3687) son los más sobresalientes mientras que los más bajos fueron los genotipos 102 al igual la prueba de medias de (0.3107) y (0.2907) para el 103 en cuanto a peso fresco de la plántula, se obtuvo resultados similares al de (Soltaní *et al*, 2002).en la variable de plantas normales y anormales de semillas de poroto negro.

Cuadro 3.8.comparacion de medias para la variable peso fresco de la plántula de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$)

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIAS
105	0.4397 A
302	0.3927 AB
101	0.3687 B
102	0.3107 C
103	0.2907 C

Nivel de significancia = 0.05, literales iguales, estadísticamente no hay diferencias.

Figura 5. Peso fresco de la plántula en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.). Se observa la diferencia de los genotipos. En el genotipo 101 el peso fue de 3 gramos al igual que el genotipo 102 y 302, el genotipo 103 el peso fue de 2 gramos lo que indica que fue el más bajo, mientras que el más alto en peso fue el genotipo 105.

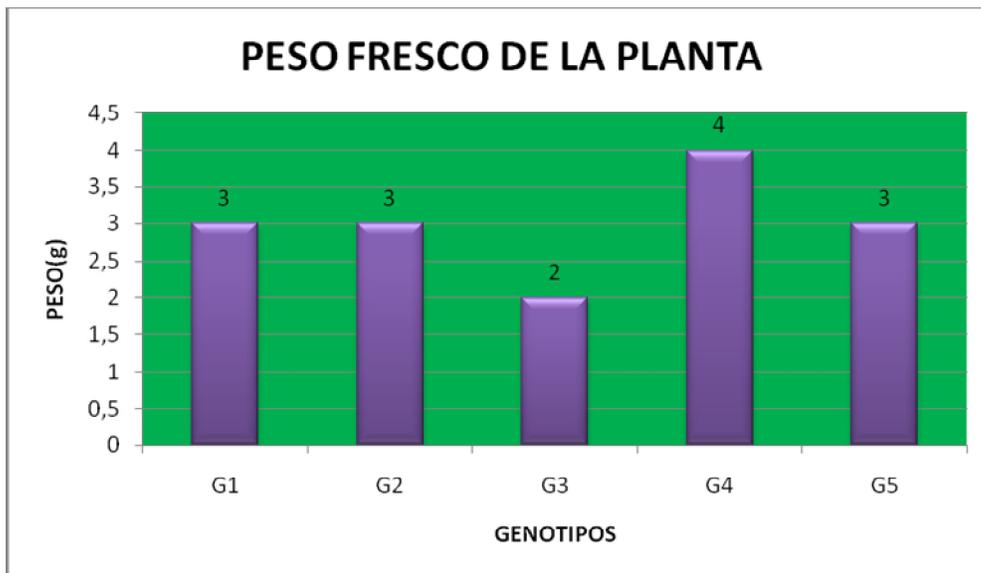


Figura 5. Peso fresco de la plántula en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp).

Peso seco de la plántula.

Cuadro.3.9. En este cuadro se puede observar los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable del peso seco de la plántula donde se muestra que entre genotipos hay diferencias estadísticas de 0.01 de probabilidad, esto indica que entre genotipos hay diferencias, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias, citado por (Steel y Torrie año) de genotipos, con la presentación grafica del comportamiento década una de las variables analizadas. Cuadro 3.9. De acuerdo con el análisis de varianza el resultado del coeficiente de variación es confiable.

Cuadro 3.9. Análisis de varianza para la variable peso seco de la plántula en la calidad de la semilla del cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	0.000054	0.000014	5.8284*	0.011
ERROR	10	0.000023	0.000002		
TOTAL	14	0.000078			

(P=0.05).

C.V. = 7.44%.

En el análisis de varianza para la estimación de esta variable los resultados indicaron diferencias altamente significativas presentando un C.V 7.44%.

Cuadro 3.10. Como se puede observar los genotipos 302 con una media de (0.0233) y 101 (0.0223) son los más sobresalientes, mientras que los genotipos siguientes la media fue de (0.0190) 101, seguido por 103 y 105 fueron los más bajos e iguales en el peso seco de las plántulas resultados similares con (Soltaní *et al*, 2002). en plántulas normales y anormales de semillas de poroto negro.

Cuadro 3.10. Comparación de medias para la variable peso seco de la plántula de genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIA
302	0.0233 A
101	0.0223 A
103	0.0190 B
105	0.0190 B
102	0.0190 B

Nivel de significancia=0.05, Literales iguales estadísticamente iguales.

Figura 6. Peso seco de la planta en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.). En la siguiente grafica se observa las diferencias de los 5 genotipos. En los genotipos 101 y 302, el peso de las plántulas fue de 2 gramos estos fueron los más altos, mientras que el peso de los genotipos 102,103 y 105 fue de 1 gramo.

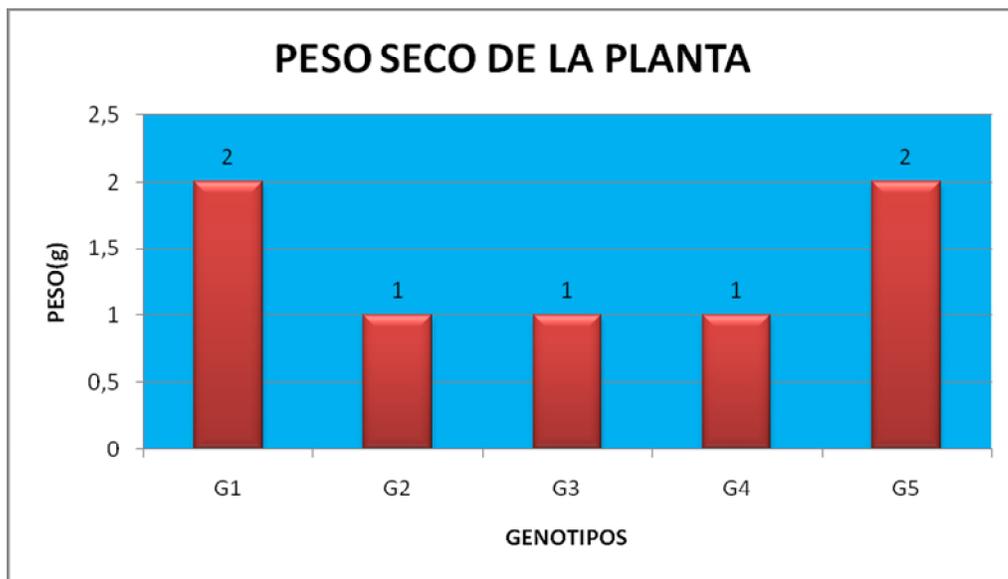


Figura 6. Peso seco de la planta en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.).

Peso volumétrico

Cuadro 3.11. Se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable peso volumétrico donde se observa la diferencia entre los genotipos presentando diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad, lo que indica que entre genotipos existen diferencias, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias, según (Steel y Torrie 1986) de genotipos así como la presentación grafica del comportamiento de cada una de las variables analizadas.3.11.). De acuerdo al análisis de varianza se obtuvo el resultado del coeficiente de variación lo cual se considera confiable.

Cuadro 3.11. Análisis de varianza para la variable peso volumétrico en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	155.765625	38.941406	13.3740*	0.001
ERROR	10	29.117188	2.911719		
TOTAL	14	184.882813			

(P>0.05).

C.V. =2.08%.

En el análisis de varianza nos indica que en esta variable existen diferencias significativa presentando un C.V de 2.08%.

3.12. Como se puede observar los genotipos: 302 con la prueba de medias de (87.7163) ,105 (81.6533) y 103 (82.1733) fueron los de mayor peso, mientras que los tratamientos 101 (79.8317) y 102 (78.1967) fueron los de menor peso volumétrico. Resultados similares al de (Moreno, 1996) en el trabajo de rendimiento y calidad de semilla de frijón en dos épocas de siembra en la región del bajo.

Cuadro 3.12. Comparación de medias para la variable peso volumétrico de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIA
302	87.7133 A
103	82.1733 B
105	81.6533 B
101	79.8317 BC
102	78.1967 C

Nivel de significancia= 0.05, Literales iguales no hay diferencias estadísticas.

Grafica 7. Peso volumétrico de la semilla en el cultivo del amaranto (*Amaranthus spp.*). En la siguiente grafica se observa la diferencia de cada genotipo. El genotipo 101 el peso volumétrico fue de 79 g, el genotipo 102 nos muestra que el peso fue de 78 g el más bajo, mientras que el genotipo 103 el peso fue de 82 g, el genotipo 105 el peso fue de 81, y por último el genotipo 302 su peso fue de 87 g lo cual indica que fue el más alto en peso.

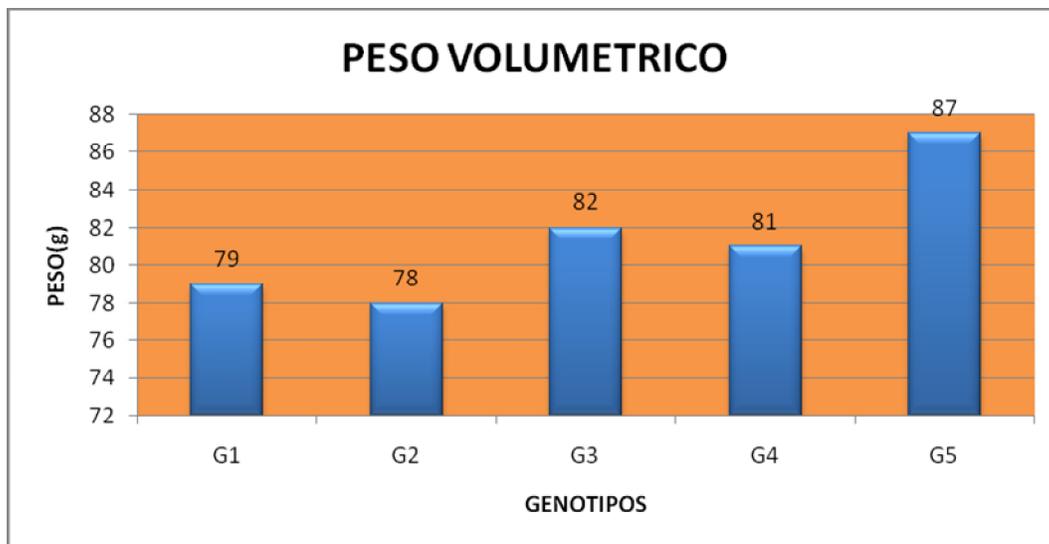


Figura 7. Peso volumétrico de la semilla en el cultivo del amaranto (*Amaranthus spp.*).

Porciento de humedad.

Cuadro 3.13. Se muestran los resultados del análisis de varianza (ANVA), para la variable porciento de humedad donde existen diferencias entre los genotipos con una diferencias estadísticas de 0.01 de probabilidad, lo que indica que entre genotipos hay diferencias, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias, según (Stell y Torrie, 1986) de genotipos así como también la presentación grafica del comportamiento de cada una de las variables analizadas.

Cuadro 3.13. analisis de varianza para la variable porciento de humedad en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
GENOTIPOS	4	39.092529	9.773132	3.3199*	0.056
ERROR	10	29.437866	2.943787		
TOTAL	14	68.530396			

*=significativo (P>0.05).

C.V = 18.64%.

En el análisis de varianza nos indica que estadísticamente no hay diferencias significativa presentando un C.V de 2.08%. Pero numéricamente si hay diferencias significativas como se muestra en el cuadro 3.14 en la comparación de medias el genotipo 101 obtuvo una media de (9.69), el 102 de (9.84) seguido por el 103 (10.210), 105 (10.273) y finalmente el genotipo 302 con una media de (6.006) resultados similares con (Musgrove *et al.*, 1980) en pruebas de calidad de semilla a tratar de predecir la vida de almacenamiento de un lote de semillas o su calidad después de un periodo específico.

Cuadro 3.14. La comparación de medias para la variable porcentaje de humedad de la semilla de los genotipos de amaranto (Tukey $\alpha=0.05$).

GENOTIPOS DE AMARANTO	MEDIAS
101	9.693AB
102	9.843AB
103	10.210 A
105	10.273 A
302	6.0060 C

Letras iguales no hay diferencias estadísticas

Grafica 8. Porcentaje de humedad de la semilla en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.). En la siguiente grafica se observa la diferencia de cada genotipo en el genotipo 101 el porcentaje de humedad fue de 9% al igual que el genotipo 102, mientras que el genotipo 103 y 105 la humedad fue de 10% estos fueron los más altos y por último el genotipo 302 con un porcentaje bajo de 6%.

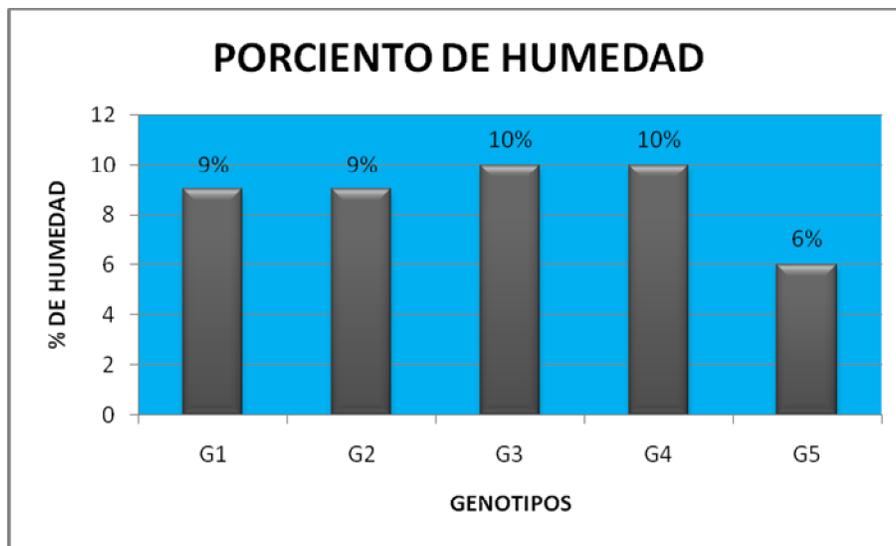


Figura 8. Porcentaje de humedad de la semilla en el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.).

V.- CONCLUSIONES

En base a los Objetivos, Hipótesis y Resultados las conclusiones del presente estudio son:

1.-Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) de los genotipos, 101, 102, 103, 105 y 302 para las variables de estudio: germinación, vigor, longitud de raíz y tallo, peso fresco de la plántula, peso seco de la plántula, peso volumétrico y porcentaje de humedad: sin embargo no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) para la variable porcentaje de humedad.

2.-El genotipo 103 obtuvo un valor más bajo mientras que el genotipo 105 tuvo mejor respuesta en cuanto a las variables en estudio (Tukey $\alpha = 0.05$).

3.-Son coeficientes de variación de las distintas variables de estudio se encontraron en un rango de 2.08 y 9.10 % los cuales son aceptables.

4.-considerando los genotipos evaluados se recomienda que los genotipos estudiados también puedan estudiarse en campo, ya que el genotipo 103 fue uno de los mejores en las variables de germinación y vigor.

VI. - LITERATURA CITADA

Asae. 1996. Standars Engineering Practices Data. American Society of Agricultural Engineers. 43rd Edition.

Andrews, C. H. 1987. Production and maintenance of high quality soybean seed. Seed Technology Laboratory. Mississippi state University. Misc. publication USA 13.

Brenner, D. 1990. Seed shattering control with indehiscent utricles in grain amaranths. Legacy 3 (1): 2-3.

Brenner, D. M., D. D. Baltensperger, P. A. Kulakow, J. W. Lehmann, R. L. Myers, M. M. Slabbert and B. B. Sleugh. 2000. Genetic resource and breeding of Amaranthus. Plant Breeding Reviews 19:227-285.

Bejosano, F.P. 1998. Effect of Amaranthus and buckwheat proteins on wheat dough properties and noodle quality. En Cereal Chemistry, 75 (2) pp. 171-176.

Bejosano, F.P. 1999. Protein quality evaluation of Amaranthus wholemeal flours and protein concentrates. En: Journal of the Science of Food and Agriculture, 76 (1) pp. 100-106.

- Besnier R., F. 1989. Semillas; biología y tecnología. Mundi - prensa. Madrid, España. p. 175, 177, 185 - 187, 203, 595.
- Castillo. 1981. Seed Quality Evaluation Seed Technology University. U.S.A.
- Bale, J. R and C. S. Kauffman (eds.). 1992. Special issue on grain amaranth: new potencial for an old crop. Food Rev. Int. 8:1-190.
- Brenner, D. M; D. D Baltensperger, P. A. Kulakow, J. W. Lehmann, R. L Myers, M. M. Slabbert and B. B. Sleugh. 2000. Genetic resources and breeding of Amaranthus. Plant Breeding Reviews 19: 227-285.
- Bidwell, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. Primera edición. AGT. Editor. México. p. 75-78.
- Copeland, L.O. and McDonal, M. B. 1985. Principles of seed science and Technology. 2ª. Ed. Burgess publishing company. Minneapolis, Minnesota. P. 63 – 75. USA.
- Cronquist. A 1986 Introduccion a la botanica. Segunda edicion .pp 610-612 (centeotl.ac.googlepages.com/home5)
- Connick W., J., M. G. Legendre, S. L. Vail, and R. M. Menges. 1987. Identification of volatile, allelochemicals from Amaranthus palmeri. S. wats. J. Chem. Ecol. 13(3): 463-472.

- Connik W., J., J. M. Bradow, and M. G. Legendre. 1989. Identification and bioactivity of volatile allelochemicals from amaranth residues. *J. Agric. and Food Chem.* 37: 792-796.
- Copeland, L.O. and M.B. Mc Donald. 1895. Principles of seed science and technology 2^a edición de MACMillan publishing company. United states of America. P 321.
- Ching, T. M. 1973. Biochemical aspects of seed vigor. *Seed Sci and Technol.* 1: 73 - 88.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas: causas y tratamientos. 1^a ed. Ed. Trillas. México. Pag.13.
- Devlin, M. R. 1982. Fisiología vegetal. Cuarta edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. España. P 471-489.
- Dickson, M.H. 1980. genetics aspects of seed quality. *Hort. Sci* 15 (6): 771.774 U.S.A.
- Douglas, J. E 1982. programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT) serie CIAT. (82). Cali, Colombia, pp 123-163.

- Duffus, C y Slaugther, C. 1885. Las semillas y sus usos. Editorial A.G.T. Chapingo, México. Pág. 88.
- Escudero, NL., G. Albarracin, S. Fernández y L.M. De Arellano. 1999. Nutrient and antinutrient composition of *Amaranthus muricatus*. En Plan foods for human nutrition. 54 (4) pp. 327-336.
- Espitia, R. E. 1992. Amaranth germplasm development and agronomic studies in Mexico. Food Review International 19: 227.285.
- FAO. 1981. Amino acid content of foods and biological data of proteins. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 1992. Manual sobre utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de energía y proteínas. OMS., Ginebra. Serie de Informes técnicos N° 724.
- Fernández de Soto, J. 1985. Glosario de términos Semillistas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. p.29, 62.
- Garay, A.E S Preton. P. Rosales. y Landivar J. 1992. Desarrollo de sistema de Semilla, el novedoso enfoque en Bolivia. Edit. Centro internacional de

Agricultura tropical. (CIAT) Bolivia. P. 5-10

Hartman, H y D. E. Kester. 1995. propagacion de plantas. Ed. Continental.
Mexico pp 130-165.

Hampton, J. 1995. Methods of viability and vigour testing: a critical appraisal. In
seed quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications (ed. A.S.
Basra) pp. 112-152. Food Producís Press. New York.

Hampton, J. G. 2001. Revista Seed News Septiembre/Octubre volumen 5,
número 5.

Irving, D.W., A.A. Betschart y R.M. Saunders. 1981. Morphologic studies on
Amaranthus cruentus. J. Foods Science 46: 1170-1173.

ItenoV, K. and S. E. Jacobsen. 1996. Field and Laboratory Internal Report:
Amaranth. Danish Institute of Plant and Soil Science, Roskilde. 10 p.

ISTA. 1976. International Rules for seed Testing. Seed Sci. and Technol.

ISTA. 1979. Handbook of seedling evaluation. Seed science Technology vol.
International Seed Testing Association. (ISTA). 1985. International rules
for seed testing. Seed sci. and Technol. 4: 1-177. The Netherlands.

ISTA, 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Sci & Technol. 24, supplement pp. 343.

International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for seed testing Rules. Seed Sci. y Technol. Zurich. Switzerland.

International Seed Testing Association. ISTA. 2003. Ed. Rules for Seed Testing.

Jacobsen , S. E. and A. Mujica. 2001. Los recursos geneticos del amaranto (Amaranthus caudatus L., A. cruentos y A. hipocondriacus.) en America. In: X congreso internacional de cultivos Andinos. Resumenes: jujuy, Argentina, 4-7 july, Granos Andinos. P. 29.

Kulik, M.M.; Yaklich, R.W. 1982. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: Relationship of accelerated ageing, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. Crop Sci. 22:766-770.

Kulakom, P. A. and H. Hauptli.1994. Genetic characterization of grain amaranth. In: Amaranth (ed. E. Lozoya-Gloria). CRC Press Inc. pp.9-22

Kauffman,. 1992. Special issue on grain amaranth: New potential for an old crop. Food Rev. Int. 8:1-190.

Kauffman, C. S. 1981. Grain amaranth varietal improvement: breeding program. Rodale Press Inc. USA.

Komen, J. 1992. Grains for the tropical regions. Biotechnology and Development Monitor. Publication of the Ministry of Foreign Affairs and the University of Amsterdam. The Netherlands. 10:3.

Krieng, D.R. and S.N. Bartee. 1975. Cotton seed density. Associated germination and seedling emergence properties. Agron. Jour. 67 (3). 343-347. USA.

Leung, J. y A. Flores. 1992. Contenido químico del Amaranto. En página de Menssana. www.messana.com.ve/nutr_nat/amaranto.htm

Steel, R.G y James H. Torrie. 1986. Bioestadística principios y procedimientos. Miembro de la cámara Nacional de la Industrial Editorial. Reg. Núm. 465.

Repo-Carrasco, R; C. Espinoza y S.E. Jacobsen. 2001. Valor nutricional y usos de la quinua (*Chenopodium quínoa*) y de la Kañiña (*Chenopodium pallidicaule*). In: Memorias (eds. S.E. Jacobsen y Z. Portillo). Primer Taller Internacional sobre Quinua recursos genéticos y sistemas de producción, 10-14 May. UNALM, Lima, Perú. 391-400.

Ruiz, O.M. 1983. Tratado elemental de botánica. Decima quinta edición.

Lehmann, J. 1988. Carbohydrates of amaranth. Legacy 1 (1): 4-6.

- Stallknecht G; F; and J. R. Schulz-Schaeffer. 1993. Amaranth rediscovered. In: Janick, J; and J. Simon (eds). New Crops. John Wiley y Sons, Inc. New York. pp: 211-218.
- Sayers, R. L. H.1983. pruebas de germinación y vigor. Memorias del curso de actualización de semillas, 1982. UAAAN-AMSAC. México. P.129-136.
- Soltani, A; Galeshi, S; Zeinali, E. & Latifi N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci & Technol., 30: 51-60.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.
- Meyer, B. S., Anderson D. B., y Bohning R.H. (1972). Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires. P. 59-63, 61-70.
- Mujica, A. y M. Berti.1997. el cultivo del amaranto (*Amaranthus* sp.): producción, mejoramiento genético y utilización oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile y la división de producción y protección de plantas, Roma, Italia. 145.pp.

Mujica, A. y S. E. Jacobsen. 1999. Recursos genéticos, etnobotánica y distribución del amaranto (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentos* L. y *A. hypochondriacus* L.). In: Libro de Resúmenes (eds. Jacobsen, S. E. y A. Valdez), Primer Taller Internacional sobre Quinoa - Recursos Genéticos y Sistemas de Producción, 10-14 May. UNALM, Lima, Perú. 131 pp.

Mujica, A., S. E. Jacobsen y J.L Chirinos.2001. experiencias en el manejo de los recursos genéticos de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en Perú. In: compendio de Exposiciones de reunión para diseñar el componente regional del proyecto IPGRIIFAD: elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos. IPGRI/PROINPA, La Paz, 17-19 January 2001.

MUsgrove, M. E.; Priestley, D. A.; Leopold, A. C. 1980. Methanol stress as a test of seed vigor. *Crop Sci.* 20 (5): 626-630.

Moreno, M.E. 1996. Análisis fisiológicos y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición UNAM. México, 393. p

Molina , M.J., Estrada J.A Livera M., y González V.A. 1990. Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas de México sociedad mexicana de filogenética. Chapingo, México. Pp.53-64.

- Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N°52. Quito, Ecuador.
- Pollock, B.; Roos, E. & Manalo, J. 1969. Vigor of garden bean seeds and seedling influenced by initial seed moisture, substrate oxygen, and imbibition temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 (6): 577-584.
- Perry, D.A. (ed) 1981 Handbook of vigour test methods. The International seed testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland. 90 p.
- Perry A.D. 1972. Seed vigour and field establishment. Scotticultural research Énstitute, Énvergowrie, Dundee. 236-338.
- Prijic, L.; Jovanovic, M. & POPOVIC, R. 1991. Effect of abnormal seedling on major characters and grain yield in soybean. Seed Sci & Technol. 19: 67-71.
- Robertson, K.R. 1981. The General of Amarantaceae in the south eastern United States. Journal of The Arnold Arboretum 62 (3): 267-314.
- Sanchez M; A. 1980. Potencialidad Agro industrial del Amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer mundo. Chapingo, México, D. F. 238 p.

- Sauer, J. D. 1950. The grain amaranths: a survey of their history and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 37:561-632.
- Sauer, J. D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geography survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 54: 103-137.
- Sauer, J.D. 1976. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 54:103-137.
- Sánchez, M.A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México.
- Sumar, K.L. 1993. La kiwicha y su cultivo. Centro Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.
- Sooby, J., R. Myers, D. Baltensperger, D. Brenner, R. Wilson and C. Block. 1999. Amaranth production manual for the central United States. Misc. Pub. EC 98-151-S. Univ. Nebraska Cooperative Extension, Sidney.
- Sorensen, A.-M. and S. E. Jacobsen. 1987. Amaranth (*Amaranthus* sp.). *Ugeskrift for Jordbrug* 7, 3-8.

- Tapia, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2a Edición. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Transue, D.K., D.J. Fairbanks, L.R. Robinson y W.R. Andersen. 1994. Plant genetic resources. *Crop Sci.* 34: 1385-1389.
- Tejeda-Sartorius, O., J. A. Escalante, M. Soto, M. T. Rodriguez, H. Vibrans, y M. E. Ramirez. 2004. Inhibidores de la germinación en el residuo seco del tallo del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). *Rev. Soc. Quim. Mex.* 48: 118-123.
- Yue, S. y H. Sun. 1993. The research and development of grain amaranth in China. In: *The research and development of grain amaranth in China* (ed. S. Yue). Inst. Of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Acad. Agr. Sciences, Beijing. 119.
- Vele, G. 2000. Amaranto: símbolo de Inmortalidad. En página de Mensana www.menssana.com.ve/nutr_nat/amaranto.htm
- Weston L; A 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. *Agron. J.* 88: 860-866.

Weber, L. E. E.S.Hubbard, L. A. Nelson, D. H. Putman and J. W. Lehmann.1988. Amaranth Grain Production Guide. Rodale Reserch Center and American Amaranth Institute. 24 pp.

Weber, L. E. and C.S. Kauffman.1990. plant breeding and seed production . in: proc 4th Nat. Symp., Amaranth: Perspectives on production, processing and marketing. Minnneapolis. P.115.

www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm

www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/.../index.html

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.