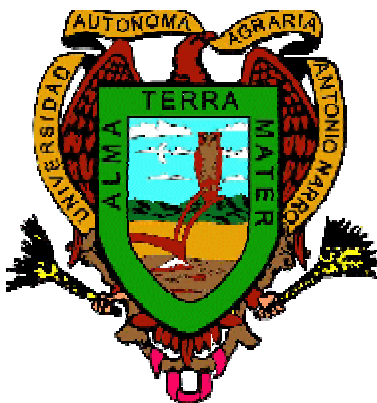


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación de cuatro genotipos de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Navidad Nuevo León.

Por:

José Feliciano Ramírez Sánchez

TESIS.

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Agosto de 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**EVALUACIÓN DE CUATRO GENOTIPOS DE AMARANTO  
(*AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* L.) EN NAVIDAD NUEVO LEÓN.**

**POR:**

**JOSÉ FELICIANO RAMÍREZ SÁNCHEZ**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.**

**APROBADA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**M.C. FELIPA MORALES LUNA**

**ING. MODESTO COLIN RICO  
SINODAL**

**QFB. MARIA ELENA GONZÁLES GUAJARDO  
SINODAL**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA.**

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Pag.</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1.- Origen.....	4
2.2.- Clasificación botánica según Murcio (1987).....	5
2.3.1.- Características botánicas de <i>Amaranthus spp.</i> .....	10
2.3.2.- Características botánicas de <i>Amaranthus hypochondriacus</i> ....	11
2.4.- Fisiología del amaranto.....	13
2.5.- Fases fenológicas del amaranto.....	13
2.5.1.- Emergencia: (VE).....	13
2.5.2.- Fase vegetativa: (V <sub>1</sub> ....V <sub>n</sub> ).....	13
2.5.3.- Fase reproductiva.....	14
2.5.4.- Inicio de panoja (R1).....	14
2.5.5.- Panoja (R2).....	14
2.5.6.- Término de panoja (R3).....	14
2.5.7.- Antesis (R4).....	14
2.5.8.- Llenado de grano (R5).....	15
2.5.9.- Grano lechoso.....	15
2.5.10.- Grano pastoso.....	15
2.5.11.- Madurez fisiológica (R6).....	15
2.5.12.- Madurez de cosecha (R7).....	16
2.6.- Formas de cultivar el amaranto.....	16
2.6.1.- Siembra de transplante.....	16
2.6.1.1.- Preparación del almácigo.....	17

2.6.1.2.- Transplante.....	18
2.6.1.3.- Fertilización.....	18
2.6.1.4.- Labores culturales.....	18
2.6.1.5.- Cosecha.....	19
2.6.2.- Siembra directa.....	19
2.6.2.1.- Siembra.....	19
2.6.2.2.- Cosecha.....	20
2.7.- Ensayos de fertilización y suelos.....	21
2.8.- Estudios sobre densidad de población.....	22
2.9.- Estudios sobre rendimiento.....	23
2.10.- Plagas.....	25
2.11.- Utilización y valor nutricional.....	25
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
3.1.- Localización del sitio experimental.....	30
3.2.- Características del lugar experimental.....	30
3.2.1.- Clima.....	30
3.2.2.- agua de riego.....	31
3.2.3.- Suelos.....	31
3.3.- Material Genético.....	31
3.4.- Preparación del suelo.....	31
3.5.- Establecimiento en campo.....	32
3.6.- Datos de campo.....	33
3.7.- Análisis estadístico.....	35
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>V.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VI.- RESUMEN.....</b>	<b>48</b>

<b>VII.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>
<b>VIII.- APÉNDICE.....</b>	<b>55</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS.

2.1.- Planta e inflorescencia de (a) <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L., (b) <i>Amaranthus cruentus</i> L. y (c) <i>A. caudatus</i> L. (Sauer, 1967).....	7
2.2.- Pixidio unilocular de amaranto (Brenner, 1990).....	9
2.3.- Diagrama de secciones transversal (a) y longitudinal (b) de semilla de amaranto (Irving <i>et al.</i> , 1981).....	10

### ÍNDICE DE CUADROS.

2.1.- Rendimientos (Kg./ha.) de diferentes cultivos incluyendo el amaranto.....	23
2.2.- Rendimiento (Kg./ha.) de amaranto en diferentes partes del mundo.....	24
2.3.- Comparación de cereales con el amaranto en diferentes aspectos como: proteína, grasa, carbohidratos, etc.....	26
2.4.- Comparación de contenido de minerales en hoja, de dos genotipos de <i>amaranthus</i> y espinaca.....	27
2.5.- En este cuadro se muestra el contenido de nutrientes/100 gr. de porción comestible (hojas crudas) en <i>A. hypochondriacus</i> y la espinaca....	28
3.1.- Componentes del análisis de varianza del diseño experimental Bloques al Azar.....	36
3.2.- Componentes del análisis de varianza del diseño experimental Completamente al Azar.....	38

4.1.-	Resultados del análisis de suelo del campo experimental Navidad, Nuevo León 2004.....	39
4.2.-	Resultados de la comparación de medias de las variables de campo en Navidad, Nuevo León 2004.....	40
4.3.-	Análisis de varianza (ANVA) correspondiente al diámetro de la panícula.....	40
4.4.-	Análisis de varianza de la longitud de la panoja.....	41
4.5.-	Comparación de medias de la longitud de la panoja, al 0.01 %, de probabilidad.....	41
4.6.-	Análisis de varianza (ANVA) del peso de mil semillas.....	42
4.7.-	Comparación de medias en peso de mil semillas.....	43
4.8.-	Análisis de varianza (ANVA) del peso hectolitrito.....	44
4.9.-	Resultado de la comparación de medias, con un nivel de significancia de 0.01 %.....	44
8.1.-	Análisis de variable de la variable altura de planta.....	53
8.2.-	ANVA de diámetro de tallo.....	53
8.3.-	ANVA de la variable de rendimiento kg/ha.....	53

### **ÍNDICE DE GRAFICAS.**

4.1.-	Diferencias entre genotipos en relación con la longitud de la panoja.....	42
4.2.-	Presenta la comparación de medias entre genotipos con respecto a la variante peso de mil semillas.....	43
4.3.-	Grafica correspondiente al peso hectolitrico.....	45

## **DEDICATORIA.**

Primero que nada quiero agradecer aquel que nunca me dejo solo, el que siempre me a cuidado, el que me ha dado consejos en los momentos más críticos de mi vida, al que siempre me acompaña en los momentos de tristeza y de alegría, el que hizo posible que hoy este aquí y termine este trabajo de tesis; solo quiero agradecerle con todo mi ser a **“Dios”**.

### **A mis padres.**

Ellos que siempre me han tenido la suficiente confianza para dejar que tome mis propias decisiones, que me han dado los consejos suficientes para ser una persona de bien, a ellos por todo el cariño y Amor que emanan y me lo ofrecen sin condiciones, sin ellos no seria el hombre que ahora soy; gracias por todo señor **J. Refugio Ramírez Moreno** y señora **Maria Elena Sánchez Martínez**.

### **A mis hermanos.**

Todos y cada uno de ellos me han hecho sentir especial, Dios quiera que llegue alcanzar la integridad, la honestidad, las ganas de trabajar por sus familias que tiene cada uno de ellos, gracias muchachos por todo su Amor; gracias Macrina por brindarme tu fuerza de espíritu, gracias Rogelio por darme la alegría del Foot. Ball, gracias Silvia por que tu fuiste la que me enseñaste a Amar, gracias Juan por ser no solo mi hermano sino mi amigo, gracias Eva por que tu me inculcaste la nostalgia y la alegría, gracias Leticia por levantarme siempre que tropiezo y, tu mi hermano Isidro te quiero agradecer por todos esos momentos maravillosos que pasamos juntos. A todos mis hermanos solo quiero decirles “gracias por todo”.

### **A mis hermanos que ya no están con migo.**

Solo quisiera decirles que aunque nunca los conocí, siempre han estado con migo, ustedes son mis ángeles de la guarda, por eso nunca me siento solo; “gracias mis queridos ángeles”.

### **A mis abuelos.**

A ellos que siempre me cuidaron y me quisiera como a un hijo, gracias Aurelio Ramírez y Camila Moreno por forjar a ese gran padre que tengo a mi lado, gracias Felipe Sánchez y Ma. Jesús Martínez por darme a esa tierna madre que siempre esta con migo.

### **A una persona especial.**

Tú que me has querido como un padre, y que siempre me has apoyado como tal, solo me resta darte las gracias por todo lo que has hecho por mi, “tío Alfonso”.

### **A mis sobrinos.**

Rosario, Guadalupe y Lucia Rodríguez Ramírez.

Juan Manuel, Guadalupe, José Sacramento, Martha, Bárbara, Monserrat y Gloria Ramírez Gloria.

Johan, Verónica, Ivan, Myriam, Jessica y Jesús Salazar Ramírez.

Juana, Gerardo e Hilda Ramírez López.

Neptalí y Miguel Mújica Ramírez.

Miguel y Rubí Ramírez Guía.



### **A mis amigos.**

A ellos que siempre están con migo: Julio Cesar Ayala, José Socorro Méndez Fonseca y Diego Felipe Cárdenas Patiño.

### **A mis amigos de Generación.**

Guillermo Pacheco, José Raúl, Juan Luís, Francisco Javier, Jesús, Daniel, Hugo, Ever, Francisco, Simón, Fabiola, Julio cesar, Mayolo, Choca, Arturo Musito, Jeremías.

### **A mis amigos de Universidad.**

Guadalupe, Gilberto, Leandro, Pompeyo, Pedro, Miguel, Adalberto y Ramón.

### **A mis maestros.**

Silvestre Torres Palacios e Israel Franco Zavala.

### **En especial a.**

Aquel que siempre se levantaba en la madrugada, aquel que no le importaba a donde iba sino lo que iba a ser en ese lugar, aquel que siempre sonríe ante las adversidades, aquel que siempre a tratado de cumplir con sus obligaciones, el que siempre mira hacia delante con la esperanza de lograr sus objetivos y metas, el que nunca se a dejado vencer por los golpes que la vida le ha dado. Este trabajo de tesis esta dedicado especialmente a “**José Feliciano Ramírez Sánchez**” el cual es oriundo de un pequeño rancho llamado Jamaica, Mpio. Dolores Hidalgo, Guanajuato.

## **AGRADECIMIENTO.**

La **M.C. Felipa Morales Luna**, quien me ha apoyado en todo, no solo en mi trabajo de tesis, sino en mi vida personal.

Al **Ing. Modesto Colin Rico** el cual ha sido un gran apoyo para mí persona en esta Universidad.

A los trabajadores de campo; los cuales fueron fundamentales en la realización de este trabajo.

A las laboratoristas por su apoyo y enseñanzas que me brindaron para lograr mis metas.

A todos y cada uno de los que colaboraron para que este trabajo fuera posible.

## I.- INTRODUCCIÓN

Pese a los grandes avances tecnológicos de la agricultura (biotecnología "productos transgénicos"), el mundo se enfrenta a grandes problemas de hambre y desnutrición ya que actualmente la mayoría de la población mundial recibe el grueso de sus requerimientos proteicos y calorías de 20 especies vegetales únicamente, en especial de los cereales como el trigo, el arroz, el mijo y el sorgo; tubérculos como la papa, el camote y la cassava; leguminosas como el frijol, el cacahuate, la soya y, otros alimentos, como la caña de azúcar, el betabel y plátano.

La producción de alimentos en México y el mundo enfrenta una problemática muy compleja. Por una parte, el aumento de la población impone nuevos retos para la producción; por otra, los cambios en los patrones culturales y la tecnificación de la agricultura han llevado a la reducción del espectro de los recursos vegetales utilizados en la alimentación humana.

En este contexto, el amaranto ha capturado el interés de quienes se han dado a la tarea de recuperar y revalorar algunos cultivos que por diferentes razones han caído en el olvido y que tienen un prometedor potencial de explotación; en México esto ha provocado el inicio de trabajos de investigadores sobre diferentes tópicos de esta especie, sin embargo éstos son aislados y en algunas ocasiones repetitivos por lo que se hace necesario conocer los sistemas actuales de producción y cuales son las limitantes que se tienen, para que en base a éstas se definan líneas de investigación que al hacer seguidas en forma coordinada por las diferentes instituciones de

investigación permitan ser del amaranto una alternativa para la agricultura mexicana.

El consumo de amaranto es una alternativa que ayuda a combatir el hambre y desnutrición que padece gran parte de la población de nuestro país; actualmente este cultivo se explota comercialmente en varios Estados, destacando los ubicados en el Altiplano Mexicano como: Morelos, Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo; donde se cultiva bajo técnicas agrícolas rudimentarias. En el pasado se cultivó extensamente bajo el sistema de chinampas, práctica que aún se lleva acabo en algunos sitios del Valle de México.

En algunos otros lugares del mundo también se han dado a la tarea de trabajar con dicho cultivo, algunos de ellos son: Estados Unidos, Australia, China, India y algunos países del continente Africano; el interés por esta planta es por su alto valor nutritivo en hojas, tallo y grano, siendo una alternativa para nuestra sociedad, por tal motivo el presente trabajo tiene como finalidad, evaluar el cultivo de amaranto proveniente de diferentes bases genéticas, bajo los siguientes:

## **OBJETIVOS.**

- Establecer el cultivo de amaranto proveniente de diferentes bases genéticas (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Navidad, Nuevo León.
- Determinar el grado de adaptación del cultivo a las condiciones de dicha localidad.
- Evaluar el rendimiento de los genotipos bajo estudio.

## **HIPÓTESIS**

- El cultivo de Amaranto se comporta adecuadamente en el ambiente de prueba.
- Entre genotipos de amaranto no existen diferencias de adaptación.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1.- Origen

El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) constituyó en los tiempos precolombinos, uno de los cuatro cultivos principales junto con el maíz, frijol y chíá; esta planta (amaranto) era la principal para realizar los actos ceremoniales del imperio azteca, por este motivo tuvo una gran decadencia al desaparecer dicho imperio (Iturbide y Gómez, 1999).

Sauer (1976) precisa el origen del amaranto en el Suroeste de los Estados Unidos y Norte de México; encontró indicios, en los cuales los nativos usaban el amaranto en la alimentación; en las migraciones hacia el sur lo trasladaron a la Mesa Central en donde alcanzó su máxima relevancia; el cultivo en esta región fue suprimido por la iglesia española en su afán por erradicar las ceremonias de los Aztecas que se centraban en torno a ésta especial vegetal.

Sauer (1976), menciona que el amaranto se consideraba un cereal sagrado para la cultura mexicana y centroamericana, de fácil cultivo y de gran contenido en proteínas, su uso fue despreciado porque se le relacionaba con la pobreza de los indios, sus consumidores habituales; también menciona que su nombre, significa vida eterna debido a que crece en tierra poco fértil y con una mínima cantidad de agua; también porque una sola planta puede producir cerca de un millón de semillas, y sin ser gramíneas, pueden conservar sus propiedades por más de 40 años; en México se cultiva en los estados de Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Distrito Federal y Estado de México.

## 2.2.- Clasificación botánica según Murcio (1987).

Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledoneae
Orden	Centospermae
Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Amaranthus</i>
Especie	<i>hypochondriacus</i> <i>caudatus</i> <i>cruentus.</i>

Murcio (1987) menciona que es difícil ubicar desde el punto de vista taxonómico al amaranto, por ser un grupo de plantas complejo, ya que son muy difícil de distinguir sus características diferenciales entre especies; aunado a esto, actualmente se tiene descuidado su estudio por parte de los taxónomos en vista de que se le considera como maleza (mala hierba).

En México los estudios morfológicos, anatómicos y fisiológicos de los amarantos son escasos ya que no se les ha dado la importancia que merecen; la morfología vegetal se ocupa del estudio de la forma externa de la planta; en cambio, la anatomía vegetal estudia los diversos tejidos y su respectiva disposición en los diferentes granos (Sauer, 1976). La morfología estudia tanto a los órganos reproductores como a los no reproductivos, sus ciclos de vida y también sus desviaciones (Sánchez, 1980).

El amaranto pertenece a la familia *Amaranthaceae* que comprende 60 géneros y aproximadamente 800 especies. El género *Amaranthus* está dividido en dos subgéneros, el *Amaranthus* propiamente dicho (que comprende plantas monoicas) y *acnida* (que comprende plantas dióicas); a su vez el subgénero *Amaranthus* se compone de dos secciones: *Amaranthotypus sumont* que presenta inflorescencias largas terminales y frutos dehiscentes circunsésiles; y la sección *Blitopsis* (grupo dehipes) con agregados florales axilares y frutos no dehiscentes por lo general; tomándose como característica básica para su clasificación, la forma y proporción de las partes florales pistiladas (Sauer 1976).

La sección *Amaranthus* presenta plantas monóicas, que incluyen especies para producción de grano, los amarantos para hortalizas, los ornamentales y malezas comunes; en esta sección Sauer (1967) incluye el *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. caudatus* y *A. edulis* (figura 1.1, a, b, y c).





**Figura 2.1.** Planta e inflorescencia de (a) *Amaranthus hypochondriacus* L., (b) *Amaranthus cruentus* L. y (c) *A. caudatus* L. (Sauer, 1976)

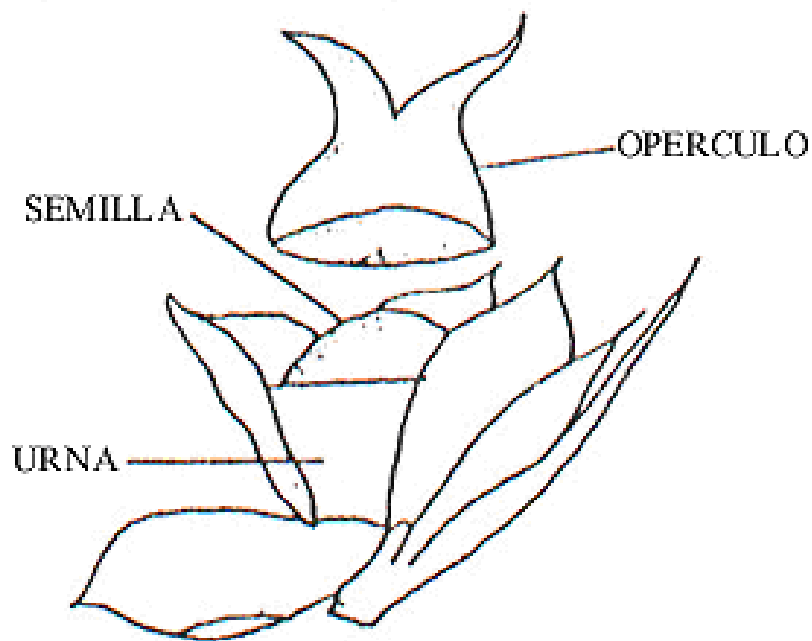
Las plantas por el tipo de polinización son predominantemente autógamas, variando el porcentaje de polinización cruzada con los cultivares; el amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, 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 nacen 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.

En esta sección, las cimbras se encuentran más arriba de las hojas formando largas inflorescencias compuestas con tépalos, con tres o cinco estambres y un utrículo circunsésil dehiscente, las brácteas son relativamente cortas y débiles (Mapes, 1985).

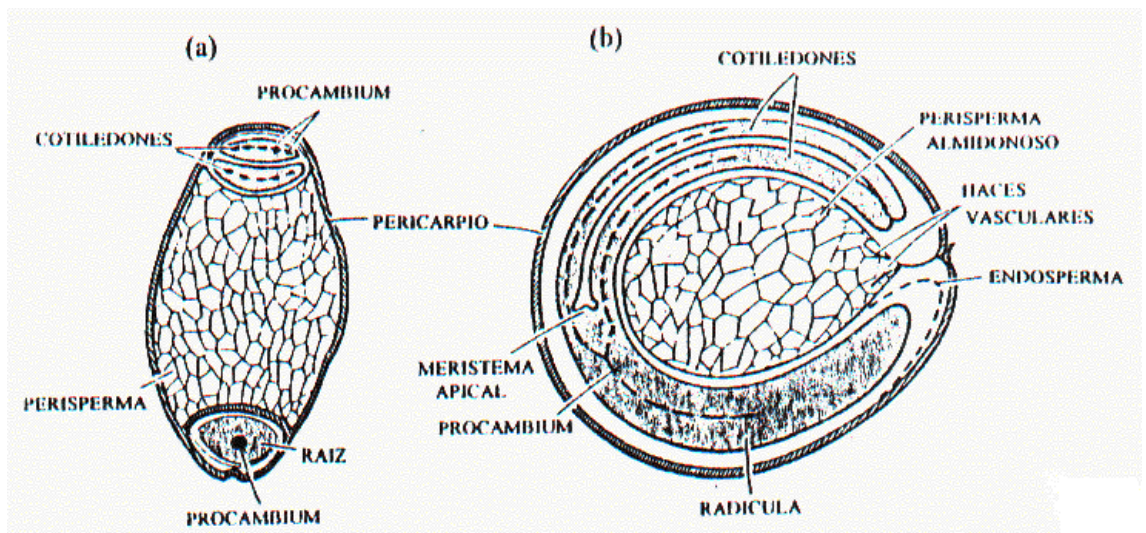
La sección *Blitopsis* presenta flores axilares y hay inflorescencia terminal ésta es pequeña, aquí se incluyen *A. gangeticus*, *A. tricolor* y *A. blitum.*, el subgénero *Acnida* presenta flores estaminadas pentámeras con inflorescencias complejas terminales llamadas “espigas de grano” (Mapes, 1985).

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) .



**Figura 2.2.** Pixidio unilocular de amaranto (Brenner, 1990).

La semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 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; endosperma 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)



**Figura 2.3.-** Diagrama de secciones transversal (a) y longitudinal (b) de semilla de amaranto (Irving *et al.*, 1981).

Se dice que *Amaranthus hypochondriacus* L., se derivó de *A. powelli* dentro de los cultivos que tenían los nativos de Norteamérica; en México *A. powelli* y *A. hybridus* se encuentran como malezas comunes de *A. hypochondriacus* establecido como cultivo de grano (Sauer, 1976).

### **2.3.1.- Características botánicas de *Amaranthus spp.***

El género *amaranthus* comprende hierbas anuales procumbentes erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas, plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina, algunas formas cultivadas son intensamente coloreadas; el color se manifiesta desde las primeras etapas de crecimiento de las plántulas, poco después de la germinación (Bailey 1914).

Las unidades básicas de inflorescencia son los llamados glomérulos; cada uno consiste en una flor estaminada inicial y un número indefinido de flores

femeninas; los glomérulos están agrupados en un eje sin hojas para formar complejas inflorescencias llamadas técnicamente tirsos, los cuales son llamados comúnmente espigas, panoja o mazorca; el eje principal de la inflorescencia es usualmente ramificado; la longitud y número de esas ramas con su ángulo y el eje principal, determinan la forma de la inflorescencia (Bailey 1914).

Flores unisexuales, en plantas monóicas o dióicas, en densos racimos cimosos situados en las axilas de las hojas y en algunas especies de tirsos terminales densos, sin hojas; cada dicasio lleva una bráctea persistente de punta espinosa; sépalos libres (3-5) y estambres (3-5), en flores estaminadas (0-5); en flores pistiladas, ramificaciones del estilo 3, plumosas. La flor femenina forma un utrículo circunsésil simple e indehiscente; semilla lenticular blanca o café oscura, con el embrión enrollado alrededor de un endospermo amiláceo (Bailey 1914).

### **2.3.2.- Características botánicas de *Amaranthus hypochondriacus*.**

*Amaranthus hypochondriacus* se derivó como un cultivo de grano, principalmente por selección, de *Amaranthus powelli*, dentro de las grandes áreas de cultivo que tenían los nativos de Norteamérica; en México, *Amaranthus powelli* y *Amaranthus hybridus* son malezas comunes de *Amaranthus hypochondriacus* como cultivo de grano y, los vestigios de la domesticación son fácilmente distinguibles en las poblaciones de malezas (Sauer, 1976).

Iturbide y Gómez (1986) mencionan que el *Amaranthus hypochondriacus* es una planta herbácea anual de 1.5 a 2 m de altura, tallo ramificado desde la base ya marcado con estrías longitudinales, hojas largamente pecioladas y ovaladas que miden aproximadamente 15 cm. de largo y 10 cm. de ancho, inflorescencia en forma de panícula terminal o axilares muy ramificadas de aproximadamente 50 cm. de largo, las cuales cuentan con numerosas flores rojas o púrpuras de 4 a 5 mm., unas masculinas y otras femeninas; el fruto es una capsula pequeña que se abre transversalmente y contiene una sola semilla blanca, lisa y brillante, ligeramente aplanada y del tamaño de un grano de mostaza; en la Cuenca de México se cultivan dos variedades de esta especie: la morada y la blanca; la primera presenta espigas color púrpura y el borde de las hojas rosado, la blanca tiene espigas de color verde claro y hojas de color uniforme.

En el estado de México se distinguen tres variedades comunes botánicamente no bien establecidas, denominadas vulgarmente cacahuacentli (ojo de pájaro) y cuitlacoche; la primera produce semillas blancas más grandes y de mejor calidad; la segunda, semillas café pardas mezcladas con blancas y, la tercera, son semillas negras; esta última es la menor estimada a causa de su poco rendimiento y menor tamaño; en realidad las tres variedades pueden reducirse a sólo dos: la blanca y la roja (Sánchez, 1980).

Feine *et al.*, 1979., menciona, que las semillas de amaranto son pequeñas, ovaladas, blancas, lisas, brillantes y ligeramente aplanadas; su peso varía entre 0.06 a 0.09 gramos por 100 semillas.

## **2.4.- Fisiología del amaranto.**

La planta de amaranto es de rápido crecimiento y pertenece a la categoría de las plantas  $C_4$ , por lo que capta y aprovecha la luz más eficientemente que las del grupo  $C_3$ ., absorbe grandes cantidades de nitrógeno y de otros nutrimentos incrementándose el rendimiento, (Trinidad, 1980).

## **2.5.- Fases fenológicas del amaranto.**

La descripción de los estados fenológicos del amaranto ha sido presentada por Mujica, Quillahumán (1989) y Henderson (1993); los estados fenológicos coincidentes por ambos autores son los siguientes:

### **2.5.1.- Emergencia: (VE)**

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado; todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm. de largo; este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones climáticas.

### **2.5.2.- Fase vegetativa: ( $V_1$ .... $V_n$ )**

Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidas por lo menos 2 cm. de largo; el primer nudo corresponde al estado  $V_1$  el segundo es  $V_2$  y así sucesivamente a medida que las hojas basales senescen, la cicatriz dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda; la planta comienza a ramificarse en estado  $V_4$ .

### **2.5.3.- Fase reproductiva:**

### **2.5.4.- Inicio de panoja (R1):**

El ápice de la inflorescencia es visible en el extremo del tallo; este estado se observa entre 50 y 70 días después de siembra.

### **2.5.5.- Panoja (R2):**

La panoja tiene al menos 2 cm. de largo.

### **2.5.6.- Término de panoja (R3):**

La panoja tiene al menos 5 cm. de largo; si la antesis ya ha comenzado cuando se ha alcanzado esta etapa, la planta debiera ser clasificada en la etapa siguiente.

### **2.5.7.- Antesis (R4):**

Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible; las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales de esta misma.

En esta etapa existe alta sensibilidad a las heladas y al stress hídrico.

Este estado puede ser dividido en varios sub-estados, de acuerdo al porcentaje de flores del eje central de la panoja que han completado antesis; por ejemplo si 20% de las flores del eje central han completado la antesis, el estado será R 4.2 y si es 50%, el estado correspondería a R 4.5. la floración



debe observarse a medio día ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas, durante esta etapa la planta comienza a eliminar las hojas inferiores más viejas y de menor eficiencia fotosintética.

#### **2.5.8.- Llenado de grano (R5):**

La antesis se ha completado en al menos el 95% del eje central de la panoja.

Esta etapa según Mujica y Quillahuaman (1989), puede ser dividida en:

#### **2.5.9.- Grano lechoso:**

Las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso.

#### **2.5.10.- Grano pastoso:**

Las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.

#### **2.5.11 Madurez fisiológica (R6):**

Un criterio definitivo para determinar madurez fisiológica aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado; en panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo; además las semillas son duras y no es posible enterrarles la uña; en este estado al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen.

### **2.5.12.- Madurez de cosecha (R7):**

Las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café; generalmente se espera que caiga una helada de otoño para que disminuya la humedad de la semilla.

## **2.6.- FORMAS DE CULTIVAR EL AMARANTO**

El cultivo del amaranto se realiza actualmente en pequeñas regiones de México, las que han persistido a través de los años. Las principales en nuestro país son: Tulyehualco, DF., Almilcingo, Huazulco y Morelos, (Early, 1977), así como San Miguel del milagro, Tlaxcala. A Tulyehualco se le considera el principal centro de cultivo en México (Early, 1977 b.).

De acuerdo a Early, (1977 b) en México el cultivo del amaranto se inicia o establece en dos formas, dependiendo de la región.

**Siembra de transplante**, siguiendo la técnica ancestral de las chinampas, se realiza en Tulyehualco, DF., y pequeñas áreas aledañas.

**La siembra directa**, que se lleva a cabo en Almilcingo y Huazulco, Morelos, así como en las demás regiones en las que se ha reportado el cultivo.

A continuación se describen los dos métodos del cultivo:

### **2.6.1.- Siembra de transplante.**

En estudios realizados por Early (1977 b), se menciona que en Tulyehualco, el cultivo es de temporal y pasa por 2 etapas: el almácigo y el trasplante, que se realiza en las faldas de los cerros cercanos; el almácigo generalmente se

prepara a fines de abril o principios de mayo, para efectuar el transplante en el inicio de la temporada de lluvias, que habitualmente ocurre a partir de junio.

#### **2.6.1.1.- Preparación del almácigo.**

Esta operación se realiza bajo el sistema de chinampas, para ello las camas del almácigo abarcan 2 m. de ancho, 15 a 20 m. de largo y 4 ó 5 cm. de profundidad y se establece en parcelas cercanas al canal, las parcelas son aproximadamente de 5 a 10 m. de ancho y 100 m. de largo, (Early, 1977 b).

Se forman cubos en el almácigo (de 3 por 3 cm.) y, después de esto, con un pequeño palo de olote de maíz, se hace un agujero aproximadamente de 1 cm. de profundidad en el centro de cada cuadrado (algunos lo hacen con el dedo); después se procede a sembrar cada cuadrado, echando 8 semillas en cada agujero; una vez realizada la siembra se cubre con estiércol seco de vaca; algunos agricultores dejan el estiércol por un par de días, otros lo barren después de aplicarlo; después de sembrar, la cama se deja sola; la humedad del lodo es suficiente para no regarla por espacio de 5 días; después, la cama es regada cada dos días, para mantener constante la humedad, (Early, 1977 b).

Transcurridos 20 a 30 días de la siembra, cuando las plantas tienen de 15 a 20 cm. de altura, están listas para el transplante; esto es al inicio de las lluvias, lo cual ocurre generalmente a principios de mayo o junio, (Early, 1977 b).

### **2.6.1.2.- Transplante.**

Los chapines contienen de 3 a 6 plántulas, que miden entre 15-20 cm., son separados del suelo, extraídos de la cama y colocados aparte; las plántulas son colocadas en forma horizontal, primero hacia una dirección y luego en la opuesta; esto protege a las plántulas tiernas y también ayuda a retener la humedad (Early, 1977).

Los surcos se hacen a distancia de 1 m. y se abre a una profundidad de 30 cm., dejando un espacio entre planta y planta de 1 m.; el transplante se realiza a mediados de junio (Early, 1977).

### **2.6.1.3.- Fertilización.**

Después de 20 días se fertiliza; algunos agricultores utilizan fertilizante químico otros usan abonos orgánicos; si se utiliza estiércol de vaca, se distribuye en montones alrededor de la planta, aproximadamente en una franja de 20 cm. de diámetro; cuando se utiliza gallinaza, se coloca en círculo de 2 cm. de alto y un cm. de ancho, separado 8 cm. de la planta a causa de que este abono tiene reacción fuerte y desprendimiento de calor que quema la planta; después de aplicar el fertilizante se pasa el arado, con lo cual se cubre parte de la planta con suelo y se logra mayor soporte para los tallos; así se cubre aproximadamente la mitad de la planta, que en ese tiempo alcanza ya una altura de 40 cm. (Early, 1977 b).

### **2.6.1.4.- Labores culturales.**

Aproximadamente 30 días después del transplante y cuando las plantas tienen aproximadamente 1 m., tiene lugar el cultivo final; el arado arrima

tierra a unos 40 cm. de la base de las plántulas, enterrando las malezas en el surco así como las que se encuentran entre las plantas (Early 1977 b); desde entonces las plantas permanecen sin ninguna labor hasta que se lleva a la cosecha.

#### **2.6.1.5.- Cosecha.**

Early (1977 b) menciona que el amaranto se cosecha en la última semana de noviembre o principios de diciembre; en Tulyehualco la floración ocurre cuatro meses después de que la semilla se ha sembrado; tres meses más tarde la planta alcanza la madurez y una altura de aproximadamente dos metros; las plantas se cortan con hoz cerca del nivel del suelo; si las semillas están secas en el tallo, se puede cosechar el mismo día; si no, las gavillas son colocadas en los surcos sobre campo para dejarlas secar por dos ó tres días; una vez secas las semillas son separadas del tallo golpeándolas, en un tamiz; el tamiz es tendido entre cuatro postes enterrados en el suelo; después del tamizado inicial, una segunda limpieza se realiza usando una maya más fina; debajo de la malla se coloca una manta para juntar la semilla.

#### **2.6.2.- Siembra directa.**

Early (1977 b) reporta que otra de las zonas importantes del cultivo del amaranto en la Mesa Central es el Estado de Morelos; describe su cultivo como sistema a campo abierto y consta de las siguientes etapas.

##### **2.6.2.1.- Siembra.**

Investigaciones hechas por Early, (1977 b) mencionan que en Morelos tienen dos técnicas básicas para sembrar el amaranto: la primera es en bandas en el cual las semillas son sembradas en surcos y más tarde se aclaren; y la segunda es el mateado, en el cual las semillas son espaciadas aparte y el aclareo no es necesario; en ambos sistemas un caballo ara los surcos 60 cm. y, las semillas se siembran en lo alto del surco; en el sistema de banda, el campesino siguiendo el arador arroja estiércol seco de vaca sobre lo alto del surco donde irán las semillas; un sembrador lo sigue, dejando caer la semilla de entre sus dedos siguiendo la línea de estiércol; con una cuerda ata una rama de árbol a su cintura, con la cual rastra detrás de él y pasa ligeramente el estiércol y el suelo sobre las semillas; después de 20 días las plantas se aclarean dejando de 3 a 4 plantas, aproximadamente, cada 30 cm. agregándoles estiércol de vaca alrededor de las plantas.

Early (1977 b) reporta que en el sistema de mateado las semillas se siembran dejando una pizca de semillas cada treinta cm. y se cubre arrojándoles tierra con la mano o con el pie; posterior a los 20 días se coloca el fertilizante alrededor de las plantas; a partir de este punto las técnicas posteriores son las mismas para los dos sistemas productivos.

#### **2.6.2.2.- Cosecha.**

Generalmente, el amaranto se siembra en junio para ser cosechado en octubre; las plantas emiten la floración después de los 2 meses de la siembra; la cosecha se realiza aproximadamente 3 meses después de la floración (Early, 1977 b).

Early (1977 b), menciona que cuando maduran las panojas se cortan y se acomodan en un petate, las semillas se separan golpeándolas; las semillas separadas se vierten a un tamiz de malla metálica, el cual está montado en un marco de madera, sostenido por cuatro postes; las semillas se vierten a través de la malla y con la ayuda del viento y abanicando con un soplador las semillas son separadas del tamo; antes del almacenamiento, las semillas se ponen sobre mantas y se dejan al sol por tres días; la sequedad se prueba mordiendo las semillas; cuando alcanzan cierta madurez están listas para el almacenamiento.

### **2.7.- Ensayos de fertilización y suelos.**

Schmidt (1977), reportó problemas con el cultivo cuando éste fue establecido en suelos arcillos pobremente drenados; señala también que el amaranto es particularmente sensitivo a la disponibilidad de fósforo y a un adecuado balance de nitrógeno y fósforo en el campo; también reportó un continuo incremento de rendimiento de amaranto cuando el nivel de nitrógeno fue mayor de 200 Kg./ha.

El amaranto tiene una morfología extremadamente plástica; se ajusta rápidamente su tamaño, forma y niveles de producción a las limitaciones ambientales, sobre todo a la disponibilidad de nutrientes en el suelo; Harwood (1977) reporta que el amaranto puede tolerar un amplio rango de condiciones de suelo; puede crecer en suelos muy salinos; la producción puede mantenerse sobre suelos que fluctúan desde textura gruesa hasta textura fina.

## 2.8.- Estudios sobre densidad de población.

Cunard (1977) reportó que *A. hypochondriacus* procedente de México puede germinar y crecer con éxito bajo las condiciones de Pennsylvania EUA, que está a una latitud Norte 30° a 31°, de acuerdo con esto no tiene una respuesta clara al fotoperiodo. Asimismo, menciona que el periodo de crecimiento de la planta en ese lugar es alrededor de 120 días; los resultados del ensayo de 1977 (del citado autor), indican que en una población de ensayo de mayor densidad, 40,000 plantas por ha., *A. cruentus* rindió 0.925 y *A. hypochondriacus* 1.12 ton/ha.; en otros experimentos con *A. hypochondriacus*, la población con el rendimiento más alto fue de 80,000 plantas por ha., obteniendo 2.5 ton/ha., bajo riego.

Duncan (1980) llevó a cabo ensayos de densidad en amaranto para identificar la mejor densidad de población que provea el más alto rendimiento por unidad de área, así como para obtener el patrón de ramificación del amaranto plantando varias densidades; utilizó un diseño de bloque al azar, doce tratamientos con cuatro repeticiones, las densidades de población fueron 20,000 plantas por ha. la distancia entre surcos de 0.75 m. variando la distancia entre plantas de 0.67 m., 0.44 m., 0.33 m., 0.23 m., las plantaciones fueron realizadas en un campo experimental bajo condiciones de riego y se estableció en el mes de junio; este autor concluyó que con una densidad de población por sobre 60,000 plantas por ha., hay un incremento altamente significativo en la producción de grano; a mayor densidad de población el rendimiento aumenta, lo que indica que el amaranto puede soportar una mayor densidad de población por ha.



## 2.9.- Estudios sobre rendimiento.

Ensayos de rendimiento fueron llevados a cabo por Rutle (1976), en la granja experimental del Organic Gardening and farminig, EUA., encontró que 1 m<sup>2</sup> plantado con amaranto puede producir un Kg. de semilla.

Hauptli (1977) menciona que los amarantos tienen gran plasticidad, lo cual significa, que son capaces de producir en un amplio rango de ambientes; los rendimientos de amaranto se comparan muy bien con los promedios de rendimientos de otros cultivos agronómicos en los Estados Unidos, según se muestra en el (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1.- Rendimientos (Kg./ha.) de diferentes cultivos incluyendo el amaranto.

Cultivo	Promedio de rendimiento en EUA. Kg./ha.	Promedio de rendimiento en el mundo Kg./ha.
Cebada	2,000	1,910
Avena	1,700	1,600
Maíz	4,500	2,400
Arroz	5,100	2,300
Centeno	1,350	1,740
Trigo	1,800	1,560
Soya	1,500	1,370
Amaranto	683-3,900	-----

Fuente: Agricultural Statistics, USDA. 1974.

Trinidad, *et al* (1999) mencionan que en la región de Tulyehualco, DF., bajo el sistema de transplante se obtienen rendimientos de 1000 a 1200 Kg./ha. y, bajo el sistema de siembra directa se obtienen de 1800 a 2000 Kg./ha., estos últimos rendimientos obtenidos en Tlaxcala y Puebla.

La Oficina Regional de la FAO en coordinación con el INIA de Perú y entidades dedicadas a la investigación en América Latina y el Caribe, han conducido una Prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto, utilizando diferentes cultivares procedentes de todos los países cooperantes y participantes de la prueba, habiendo encontrado resultados sumamente interesantes en la producción de este cultivo de alto valor nutritivo para la alimentación humana como se observa en el (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2.- Rendimiento (Kg./ha.) de amaranto en diferentes partes del mundo.

País	Lugar del ensayo	Altura (msnm)	Latitud	Longitud	Precipitación (mm)	Tipo de suelo	Cultivar sobresaliente	Rdto. máx. (kg/ha)
Argentina	Purmamarca	2250	23°43'S	65°27'W	176.5 a	Arcillo-Arenoso	A. martegazianus	1530
Bolivia	Carmen Pampas, Yungas	1648	16°20'S	67°50'W	1621 b	Arcillo-Limoso	INIAP-Ataco	2258
Bolivia	Oruro	3710	17°53'S	67°07'W	352.5 b	Arcillo-Arenoso	T-12	203
Chile	Pirque, Santiago	654	33°40'S	70°36'W	146.3 c	Franco-Arcilloso	-----	-----
Chile	Chillán, Concepción	144	36°34'S	72°06'W	344.9 c	Franco	Chile	2933
Chile	Temuco	100	38°44'S	72°35'W	900.5 d	Franco	A. cruentus	1049
Ecuador	Sta. Catalina, Quito	2720	00°25'S	78°31'W	1348.5 b	Franco-Arenoso	A. cruentus	3167
México	Vicente Guerrero, Durango	1920	23°44'N	103°59'W	253.9 e	Arenoso	Revancha	3875
Haití	Damien, P-au-P.	18	18°36'N	72°17'W	765.4 b	Limo-Arenoso	A. cruentus	1191
México	Chapingo, Texcoco	2249	19°17'N	98°53'W	693.5 b	Franco-Arcilloso	INIFAP-655	4583
Perú	Huancayo	3312	12°03'S	71°12'W	222.3 f	Franco-Arcilloso	UTAB-Cahuayum a	4318
Perú	Lima	251	12°05'S	76°37'W	----	Franco	Durango-HI	935
Perú	Taray - Cusco	2900	13°24'S	71°46'W	396.6 b	Franco	41-F	7208
Uruguay	Colonia	81	34°20'S	57°41'W	1261.5 b	Franco-Arcilloso	A. cruentus	1500
Perú	San Camilo, Arequipa	1253	16°44'S	71°52'W	----	Arenoso	Oscar Blanco	3750

a. En un período de 5 meses (Nov-Mar)

c. En un período de 7 meses (Oct-Abr)

e. En un período de 6 meses (May-Oct)

b. En un período de 12 meses (Ene-Dic)

d. En un período de 8 meses (Nov-Jun)

f. En un período de 9 meses (Sep-May)

Fuente: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap3.htm>

### **2.10.- Plagas.**

En México se ha reportado un insecto conocido como “barrilito”, *Hypolixus truncatulus* (Sánchez, 1980); sus daños se manifiestan en la hoja; no se menciona la forma de combatirlo; el mismo autor señala que la planta completa puede ser dañada por la tuza, *Geomys sp.*, pero que otros animales del campo no le causan daño.

Early (1977 b) menciona dos plagas como son; el gusano y mosquita blanca, los cuales atacan algunas veces a los cultivos; se les combate con pesticidas.

### **2.11.- Utilización y valor nutricional.**

Aguilar y Alatorre (1978) señalan que los amarantos se han utilizado como verduras desde hace miles de años en casi todo el mundo; sus hojas verdes y carnosas son apetecibles cuando están tiernas; hervidas simplemente, toman un sabor agradable y por ello han sido ampliamente utilizadas.

El amaranto tiene un alto valor nutritivo debido a la cantidad y calidad de sus proteínas; cuenta con el doble de proteína que el maíz y el arroz, y de un 60 a 80 por ciento más que el trigo; de igual manera posee el doble de lisina (un aminoácido proteico) que el trigo y el triple que el maíz; es rico en fibra dietética, calcio, hierro, almidón amilo-pectinado, metionina, vitamina C y complejo B; grasas poliinsaturadas y es bajo en gluten (Aguilar y Alatorre, 1978).

Ideal en anemias y desnutrición, es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas y minerales; a tener en cuenta también en la osteoporosis, ya que contiene calcio y magnesio (Aguilar y Alatorre, 1978).

En cuanto al contenido proteico el amaranto presenta, aproximadamente 16 %. La semilla del amaranto compite bien con variedades convencionales de trigo que contienen de 12 a 14 % de proteína, al arroz que contiene de 7 a 10 % y al maíz que contiene de 9 a 10 %; además, el amaranto tiene tanta lisina como la que se encuentra en la leche; lo anterior reportado por Aguilar y Alatorre, (1978).

Esta es una comparación en la composición de semilla de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y otros cereales en promedio, en 100 gr. de peso fresco Cuadro 2.3, lo cual es mencionado por Aguilar y Alatorre, (1978)

Cuadro 2.3 Comparación de cereales con el amaranto en diferentes aspectos.

	Arroz	Amaranto	Trigo	Maíz	Avena
Proteína	5.6 g	19 g	12.8 g	9.4g	15.8 g
Fibra(cruda)	0.3 g	5.6g	2.3 g	3 g	3 g
Grasa	0.6 g	6 g	1.7 g	4.7 g	6.9 g
Carbohidratos	79.4 g	6 g	71 g	74 g	66g
Calcio	9 mg	250 mg	29.4 mg	7 mg	54 mg
Hierro	4.4 mg	15 mg	4 mg	2.7 mg	5 mg
Calorías	360	414	334	365	389

Fuente: (<http://www.prodigyweb.net.mx/centeotlac/pages/valor.htm>)

Las hojas tienen más hierro que las espinacas; contienen mucha fibra, vitamina A, C, así como hierro, calcio y magnesio; algunos especialistas advierten que si usamos el amaranto como verdura hemos de hervirlo ya que, sobre todo en terrenos con poca agua, las hojas pueden contener altos niveles de oxalatos y nitratos, mencionado por Aguilar y Alatorre (1978).

En el caso de las hojas del amaranto, también pueden utilizarse como verdura desde que son tiernas; estas hojas forman parte del grupo de los quelites u hojas comestibles; la hoja del Amaranto contiene más hierro que la espinaca por lo que se recomienda para personas que padecen de cierto grado de anemia (Bourges, 1990).

En el Cuadro 2.4 se muestran los minerales predominantes en las hojas crudas de dos especies de amaranto comparadas con las hojas de la espinaca.

Cuadro 2.4.- Comparación de contenido de minerales en hoja, de dos genotipos de *amaranthus* y espinaca.

Minerales	Unidades	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	<i>Amaranthus cruentus</i>	Espinaca
Cenizas	g.	2.6	2.9	1.5
Calcio	mg.	267	198.7	93
Fósforo	mg.	67	73	51
Hierro	mg.	3.9	3.2	3.1
Potasio	mg.	411	398.7	470

Fuente: (<http://www.prodigyweb.net.mx/centeotlac/pages/valor.htm>).

La hoja del amaranto contiene una vitamina la cual se llama ácido fólico; es esencial para toda la familia, y sobre todo para las mujeres en los años fértiles; la vitamina reduce hasta 75% de los defectos del tubo neural

(defectos de la cara, el cerebro, y la columna vertebral) en los recién nacidos; además protege contra el cáncer de ovario, así como la depresión y las enfermedades del corazón; una consecuencia de la deficiencia del ácido fólico en las mujeres embarazadas es la mayor probabilidad de aborto natural o muerte del bebé (Mortalidad infantil); por lo tanto es recomendado a todas las mujeres en los años fértiles que consuman 400 microgramos de ácido fólico diario, especialmente durante la etapa periconcepcional; 3-6 meses antes del embarazo y hasta la semana 12 del embarazo (Bourges 1990).

Cada hoja madura contiene aproximadamente 12 microgramos de ácido fólico; entonces 34 hojas maduras del amaranto ofrecerían la cantidad recomendada diaria de dicha vitamina; en el Cuadro siguiente se muestran los componentes nutricionales que contiene el amaranto (Bourges, 1990).

Cuadro 2.5.- Contenido de nutrientes/100 gr. de porción comestible (hojas crudas) en *A. hypochondriacus* y la espinaca.

Componente	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (%)	Espinaca (%)
Materia seca	13.1	9.3
Proteína	3.5	3.2
Grasa	0.5	0.3
Cenizas	2.6	1.5
Carbohidratos	6.5	4.3
Fibra	1.3	0.6
Ácido Fólico	$0.85 \times 10^{-4}$	$1.94 \times 10^{-4}$

Fuente: (<http://www.prodigyweb.net.mx/centeotlac/pages/valor.htm>).

Bourges (1990), informa que en la semilla se destaca el contenido relativamente alto de calcio (2660-3700 mg./Kg.), fósforo (3970-4910

mg./Kg.), zinc (35 mg./Kg.), hierro (52-70 mg./Kg.) y sobre todo, magnesio (2700 mg./Kg.), este esta en cantidades muy similares al calcio; en la semilla a pesar de su alto contenido de hierro (5 a 7 mg/100 gr.) el amaranto contiene fitatos (2.2-3.4 mm./100 gr.) que posiblemente abatan su biodisponibilidad; la semilla esta compuesta principalmente de almidón el cual representa 2/3 de su peso; los principales componentes restantes del grano son proteínas, que representan 1/6 del peso, humedad 7%, aceite 5% y pequeñas cantidades de cenizas y fibra cruda.

Bourges (1990), cita que en cuanto a las hojas se tiene menos información; las 4/5 partes de su materia sólida son glucosas, tiene 6 a 10 % de cenizas y 7 % de proteínas de muy alta eficiencia de conversión cuando se le midió en una muestra en la que la proteína estaba aislada de otros componentes los cuales en condiciones reales podrían interferir; las hojas tienen una alta concentración de calcio, superior a la del fósforo, por lo que su absorción debe ser buena, también tiene cantidades importantes de ácido ascórbico y de carotenos.

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1.- Localización del sitio experimental.**

El presente trabajo de investigación se estableció en el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, bajo condiciones de riego en el campo experimental Ing. Humberto Treviño Siller de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Navidad N.L. el cual se encuentra a una: Latitud norte de: 25° 04', Longitud: 100° 36' Oeste y Altitud: 1895 msnm.

#### **3.2.- Características del lugar experimental.**

##### **3.2.1.- Clima.**

De acuerdo al sistema Köppen modificado por García (1973), para el territorio nacional, la clasificación es  $BS_1 k (x') (e')$ , el cual es un clima semiseco, templado muy extremo con lluvias en la mayor parte del año; la precipitación pluvial media anual es de 516. mm., siendo mayo, julio los meses en los que más llueve, marzo es el más seco, la temperatura promedio es de 14.3 °C, la humedad relativa no alcanza el 90 %, la evaporación es baja en invierno alcanzando valores inferiores a los 100 mm. y en los meses de abril y mayo puede alcanzar hasta 200 mm., pero en promedio su valor es de 150 mm., las heladas se presentan en el mes de octubre aunque en ocasiones ocurren desde septiembre y, son mas frecuentes en los meses de diciembre y febrero; por lo general se terminan en marzo, aunque ocasionalmente se prolongan hasta abril; en esta zona se encuentra pastizal hálfito.



### **3.2.2.- Agua de riego.**

El agua (extraída de pozos del mismo campo experimental) se clasifica como C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>; que se considera como agua de salinidad media, que se puede usar cuando haya un grado de lavado moderno, sin utilizar prácticas especiales de control de calidad (García, 1973).

### **3.2.3.- Suelos.**

En este lugar se encuentran suelos clasificados como Xerosol cálcico; los suelos del lugar son de textura predominantemente de migajón limoso; el pH del lugar es ligeramente alcalino, el contenido de carbonatos es muy alto, principalmente los de calcio; es muy bajo en materia orgánica, pobre en nitrógeno y en fósforo, con suficiente potasio intercambiable, muy bajo en Fe aprovechable y Mg intercambiable y con una capacidad de intercambio catiónico media (García, 1973)

### **3.3.- Material Genético**

Los genotipos bajo estudio son: Gabriela, D.G.T.A, (Dirección General de Tecnológicos Agropecuarios), San Antonio, y como testigo se utilizó un material comercial, genotipos que provienen de diferentes bases genéticas.

### **3.4.- Preparación del suelo**

- Se realizaron las siguientes prácticas culturales:
- Barbecho. Se dio un paso con el arado de discos a una profundidad de 40 cm.

- Rastra. Se llevo a cavo un rastreo, con la rastra de 20 discos a una profundidad de 30 cm., para moler los terrones grandes que quedaron con el barbecho.
- Nivelación. Se realizó con una pendiente del (1.5 %) con la niveladora se dejo el suelo uniforme, para no tener problemas de una mala distribución de agua.
- Riegos. Se realizó un riego a la siembra y tres de auxilio
- Trazo de parcelas. Se trazaron parcelas de 10 surcos a una distancia entre surco de 0.92 m, a una longitud de 10 m con cuatro repeticiones.

### **3.5.- Establecimiento en campo**

En campo donde se establecieron los genotipos bajo estudio se tomaron muestras de suelo y se les practicó un análisis de acuerdo a (AOAC 1990), los resultados fueron analizados estadísticamente de acuerdo (Steel, y Torrie, 1980), posteriormente se realizó el trazo de surcos a una distancia entre surco y surco de 0.92 m, integrando las parcelas que fueron 10 surcos de 10 m de longitud, con cuatro repeticiones, se establecieron en bloques al azar a una distancia entre planta y planta de 0.25 m, a una profundidad de dos centímetros, con una dosis de fertilización de 180-120-00 de acuerdo a ( Sánchez, M. 1980), con una lámina de riego de 25 cm. total, se efectuaron las labores culturales para el éxito del cultivo, los resultados de campo se analizaron por el diseño de bloques al azar de acuerdo (Steel, y Torrie, 1980).

### **3.6.- Datos de campo**

Días a emergencia. se tomó en cuenta los días transcurridos desde el riego de siembra hasta que al menos un 50 % de población mostró sus estadios (Mujica y Quillahuamán, 1989 y Henderson, 1993).

Altura de plantas. Se midió con una regla 10 plantas por parcela, considerando de la base del suelo al inicio de la panoja (Mujica y Quillahuamán, 1989 y Henderson, 1993).

Altura de hojas. Se mide con una regla, tomando como base la longitud de los fitómeros.

Días a floración. La floración se tomó en días cuando las plantas de cada parcela presentaron el 50 % de las panojas en ese estadio. (Mujica y Quillahuamán, 1989 y Henderson, 1993).

Altura de flores. Se lleva a cabo cuando la planta presenta la antesis, y se mide con una cinta métrica; es importante observar si existen algunas panicuelas laterales, si es así también se tiene que tomar en cuenta (Mujica y Quillahuamán, 1989 y Henderson, 1993).

Días a madurez fisiológica. Un criterio definitivo para determinar madurez fisiológica es el cambio de color de la panoja, el cual es el indicador más utilizado; en panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo; además las semillas son duras y no es posible enterrarles la uña; en esta etapa se tomaron las

variables de campo: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, días a floración, diámetro de hoja, diámetro y longitud de panoja, para la determinación de las variables de campo se apoyo de una regla decimal y un Vernier (Mujica y Quillahuamán, 1989).

Días a madures de cosecha. Numero de días transcurridos del riego de siembra a la fecha en que el 50 % de las plantas presentaron dicho estadio. El factor a considerar es cuando las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café.

Peso de campo. Cuando las plantas llegaron a madurez de cosecha (aproximadamente 16-18 % de humedad del grano) se cortaron en forma manual 42 plantas por surco, de cinco surcos en cada parcela, procediendo a pesar la panoja, posteriormente se pusieron en una manta y se trillaron obteniendo el rendimiento de grano en ton/ha. (Trinidad, 1980).

Peso de 1000 semillas. Se toman muestras de 1000 semillas en cada parcela de las cuatro repeticiones por genotipo, se pesaron en una balanza analítica marca Ohaus (Trinidad, 1980).

Peso hectólitrico. Se pesan las muestras en balanza analítica la cantidad 100 g con cuatro repeticiones, y se mide el volumen en una probeta graduada, este método es indirecto, por lo que se tiene que realizar mas de una vez para que sea confiable (Trinidad, 1980)

### 3.7.- Análisis estadístico.

Se utilizó un Diseño Experimental Bloques al Azar con cuatro genotipos en cuatro repeticiones (Steel y Torre 1986).

Modelo lineal y prueba de hipótesis.

El modelo lineal utilizado es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}; j = 1, \dots, b, i = 1, \dots, t$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$  – éximo tratamiento  $j$  –ésima repetición.

$\mu$  = Media general, común a todas las unidades experimentales antes de aplicar los tratamientos.

$T_i$  = Efecto del  $i$  – éximo tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – éximo bloque.

$e_{ij}$  = Error en la  $j$  - éxima repetición del  $i$  – éximo tratamiento.

Se probaron las siguientes hipótesis estadísticas:

$H_0$ :  $T_1 = T_2 = \dots = T_t$ . Los tratamientos son iguales.

$H_A$ :  $T_1 = T_2 \neq \dots \neq T_t$ . Al menos un tratamiento es distinto a los demás.

Se realizó un análisis de varianza individual para cada una de las variables cuyos componentes de dicho análisis son:

Cuadro 3.1.- Componentes del análisis de varianza del diseño experimental  
Bloques al Azar.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrados medios.	F calculada
Tratamientos	$t - 1$	$\frac{\sum_{i=1}^t Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$\frac{SCT}{t - 1}$	$\frac{CMT}{CME}$
Bloques	$r - 1$	$\frac{\sum_{j=1}^r Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{r}$	$\frac{SCT}{r - 1}$	$\frac{CMB}{CME}$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	Diferencia	$\frac{SCB}{(t - 1)(r - 1)}$	
Total	$tr - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

Para cada una de las variables evaluadas se calculó el coeficiente de variación (C.V.) mediante la siguiente fórmula (Steel y Torre 1986).

$$C.V. = \sqrt{\frac{CMEE}{\bar{X}}} \times 100$$

Donde: C.V. = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{X}$  = Media general.

100 = constante para obtener unidades porcentuales.

Se realizó una comparación de medias para cada uno de las variables, para clasificar los tratamientos y elegir a los mejores. Se utilizó la prueba de rango múltiple Tukey. (Diferencia Mínima Significativa) por medio de la siguiente fórmula.

Donde:

$t_{\alpha}$  (gl E.E.) = indica el valor de  $t$  obtenido con el valor de significancia y los grados de libertad del error experimental.

$S^2$  = Varianza o cuadrado medio del error experimental.

$n$  = Número de repeticiones o número de valores necesarios para calcular los promedios en estudio.

**El modelo que se utilizó en el laboratorio fue el diseño completamente al azar, el cual se describe a continuación (Steel y Torre 1986).**

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

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, n_i$$

Donde:

$Y_{ij}$  es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$\mu$  Es el efecto verdadero de la media general.

$T_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  es el error experimental.

Se realizó un análisis de varianza individual para cada una de las variables de suelo cuyos componentes de dicho análisis son:

Cuadro 3.2.- Componentes del análisis de varianza del diseño experimental  
Completamente al Azar.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrados medios.	F calculada
Tratamientos	$t - 1$	SCT	$\frac{SCT}{t-1}$	$\frac{CMT}{CMEE}$
Error	$n - t$	SCEE	$\frac{SCEE}{n-t}$	
Total	$n - 1$	SCT		

Para cada una de las variables de suelo evaluadas se calculó el coeficiente de variación (C.V.) y prueba de comparación de medias con la fórmula ya descrita.



#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis practicados al suelo del campo experimental Navidad, Nuevo León se muestran en el (Cuadro 4.1), de acuerdo a la tabla de equivalencias, las muestras de suelo, reportan un contenido de nitrógeno, materia orgánica y carbonatos mediano, rico en los elementos fósforo y potasio, con p“H” ligeramente ácidos.

Cuadro 4.1. Resultados del análisis de suelo del campo experimental Navidad, Nuevo León 2004.

Número de muestreos	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	Fósforo ppm	Potasio ppm	Carbonatos %	p H
Suelo 1	1.793 c	0.0917 a	55.757 a	723.028 d	35.130 ab	8.050 ab
Suelo 2	1.862 bc	0.1007 a	40.790 d	904.613 a	26.267 b	7.733 b
Suelo 3	2.050 a	0.0967 a	67.600 a	887.603 b	25.972 b	8.200 a
Suelo 4	1.936 ab	0.0948 a	43.880 c	763.113 c	19.875 c	8.083 ab
Tukey *	0.1520	0.00797	1.9542	10.4680	1.7760	0.3708
C.V %	3.6	5.19	1.7	0.58	3.0	2.0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

La altura de planta entre genotipos difiere significativamente, lo que indica que los materiales no son uniformes esto puede obedecer, a que los mismos proceden de diferentes bases genéticas, la siembra se realizó lo más uniforme posible, el efecto de competencia fue similar para todas las plantas, lo que es de acuerdo a datos reportados por (Senft, *et al*, 1984) el manejo fue el mismo, lo que permite que las variedades de amaranto se expresen de forma diferente, en donde algunas especies pueden alcanzar hasta 2.5 m de altura, lo cual no ocurrió en este estudio como se observa en el (Cuadro 4.2). En las variables diámetro de tallo, altura de planta, fue superior el genotipo

DGTA aunque estadísticamente igual al testigo, en lo que altura de planta, diámetro de tallo y rendimiento se refiere es importante destacar que DGTA fue superior al testigo, Cuadro 4.2., se observa que el testigo presentó más precocidad con respecto a los demás materiales, además de ser el que obtuvo menor rendimiento, el genotipo San Antonio fue el más tardío y obtuvo mayor rendimiento con respecto al testigo

Cuadro 4.2. Resultados de la comparación de medias de las variables de campo en Navidad, Nuevo León 2004.

Genotipo	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Rendimiento (Kg/9 m <sup>2</sup> .)	Rendimiento (Kg./ha.)	Altura de planta (cm)
Gabriela	124.875 ab	1.81 a	2.5318 a	2813.11	124.8ab
San Antonio	95.7 b	1.67 a	2.5125 a	2791.66	95.7 b
D.G.T.A.	152.5 a	2.05 a	2.1625 a	2402.77	152.5 a
Testigo	145.3 a	2.05 a	1.9500 a	2166.66	145.3 a
C.V. %	8.16 %	7.92 %	10.49%	10.49%	8.16

\*\*= al 0.01 % de probabilidad.

Media con la misma letra, son estadísticamente iguales.

En el Cuadro 4.3 correspondiente al diámetro de la panícula, se observa que no existe diferencia significativa entre genotipos, esta prueba se comparó con un diseño de bloques completamente al azar, y al encontrarse diferencias estadísticas se le practicó la prueba de medias de Tukey de acuerdo a (Steel y Torre 1986).

Cuadro 4.3.- Análisis de varianza (ANVA) correspondiente al diámetro de la panícula.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
TRATAMIENTOS	3	6.000000	2.00	0.2652 NS	0.850
BLOQUES	4	14.699951	3.674988	0.4873 NS	0.747
ERROR	12	90.500000	7.541667		
TOTAL	19	111.199951			

C.V. = 19.34 %

El Cuadro 4.4 muestra el análisis de varianza de la longitud de la panoja, de los diferentes genotipos de estudio, en el cual se encontró diferencias significativas, por lo que se realizaron pruebas de medias de Tukey al 0.05 % y al 0.01 %, de probabilidad de acuerdo a (Steel y Torre 1986).

Cuadro 4.4.- Análisis de varianza de la longitud de la panoja.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
TRATAMIENTOS	3	2133.00000	711.000	10.3230**	0.002
BLOQUES	4	274.699219	68.674805	0.9971*	0.553
ERROR	12	826.500000	68.875000		
TOTAL	19	3234.199219			

C.V. = 17.04 %

\*, \*\* Diferencias significativas y altamente significativas.

En el Cuadro 4.5 se muestra la comparación de medias de Tukey, para la variable de longitud de panoja, al 0.05 % y al 0.01 %, de probabilidad, en la cual se muestra que la mejor fue el genotipo Testigo (comercial). con 61.6 de cm., de largo de panoja aunque estadísticamente igual a DGTA y Gabriela, en tanto que el San Antonio fue estadísticamente inferior.

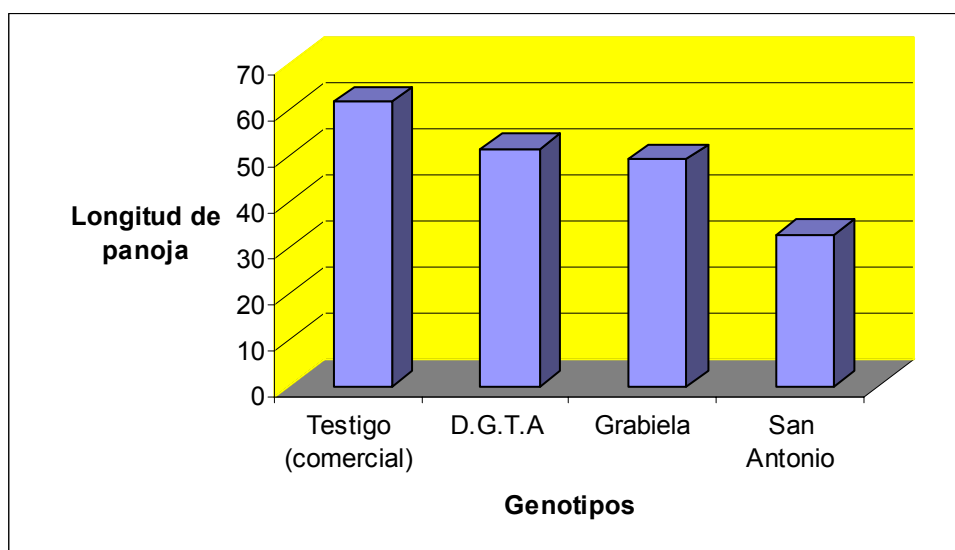
Cuadro 4.5.- Comparación de medias de la longitud de panoja, al 0.01 %, de probabilidad.

Tratamiento	Media
Testigo (comercial)	61.6a**
D. G. T. A.	51.4 ab
Gabriela	49.0 ab
San Antonio	32.8 b

Media con la misma letra son estadísticamente iguales.

En la grafica 4.1, se muestran las diferencias que existen entre los genotipos para la variable longitud de panoja.

Grafica 4.1.- Diferencias entre genotipos en relación con la longitud de panoja.



En el Cuadro 4.6 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del peso de mil semillas, el cual nos indica que existen diferencias altamente significativas entre genotipos por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 y 0.01, de probabilidad de acuerdo a (Steel y Torre 1986).

Cuadro 4.6 Análisis de varianza (ANVA) del peso de mil semillas.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
TRATAMIENTOS	3	0.034622	0.011541	39.8835	0.0
ERROR	12	0.003472	0.000289		
TOTAL	15	0.038095			

C.V.= 2.36 %

En el Cuadro 4.7, se muestran los resultados de la prueba de medias de Tukey, para la variable de peso de mil semillas, con un nivel de significancia de 0.01 de probabilidad en donde los genotipos San Antonio y Testigo (comercial) son iguales, mientras que los genotipos Gabriela y D. G. T. A.

difieren de los anteriores pero son iguales entre ellos y, con un nivel significancia del 0.05 % de probabilidad todos los genotipos son diferentes, debido a su constitución genética. En el se observa que el que presento mejor peso fue el San Antonio con una media de 0.7781 g. y, el peor fue el D. G. T. A., con un peso de 0.6601 gr., así mismo lo confirma la grafica 4.2.

Cuadro 4.7. Comparación de medias en peso de mil semillas.

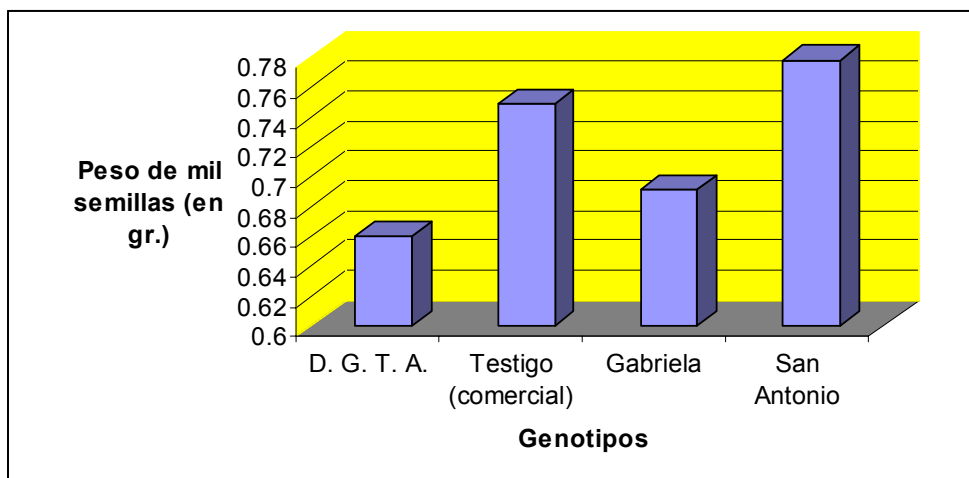
Tratamiento	Media
San Antonio	0.7781 a**
Testigo (comercial)	0.7491 a**
Gabriela	0.6911 b**
D. G. T. A.	0.6601 b**

\*\* = al 0.01 % de probabilidad.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

En la gráfica 4.2, se muestran las diferentes que existen entre genotipos con respecto al peso de mil semillas.

Grafica 4.2.- Presenta la comparación de medias entre genotipos con respecto a la variante peso de mil semillas.



Cuadro 4.8 Se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA) de la variable peso hectolítrico (100 gr. de semilla) efectuado en el que se observa que existen diferencias altamente significativos entre genotipos por lo que se realizó una comparación de medias al 0.05 y 0.01 % probabilidad.

Cuadro 4.8 Análisis de varianza (ANVA) del peso hectolitrito.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
TRATAMIENTOS	3	70.109375	23.3369791	88.4138	0.0
ERROR	12	3.171875	0.264323		
TOTAL	15	73.281250			

C.V. = 0.56 %

En el Cuadro 4.9 se presentan los resultados obtenidos de la comparación de medias de Tukey de acuerdo (Steel y Torre 1986) la diferencias entre genotipos, con respecto a su peso hectolitrico, en ambos niveles de significancia el Testigo (comercial) y D. G. T. A. son estadísticamente superiores, mientras que los demás son diferentes e inferiores a estos; obteniendo mejor comportamiento el genotipo Testigo (comercial) con peso volumétrico de 94.344 gr./Hectolitro, y el que obtuvo menor peso volumétrico fue el genotipo San Antonio el cual pesó 89.487 gr./Hectolitro, como se observa en la grafica 4.3.

Cuadro 4.9.- Resultado de la comparación de medias, con un nivel de significancia de 0.01 %.

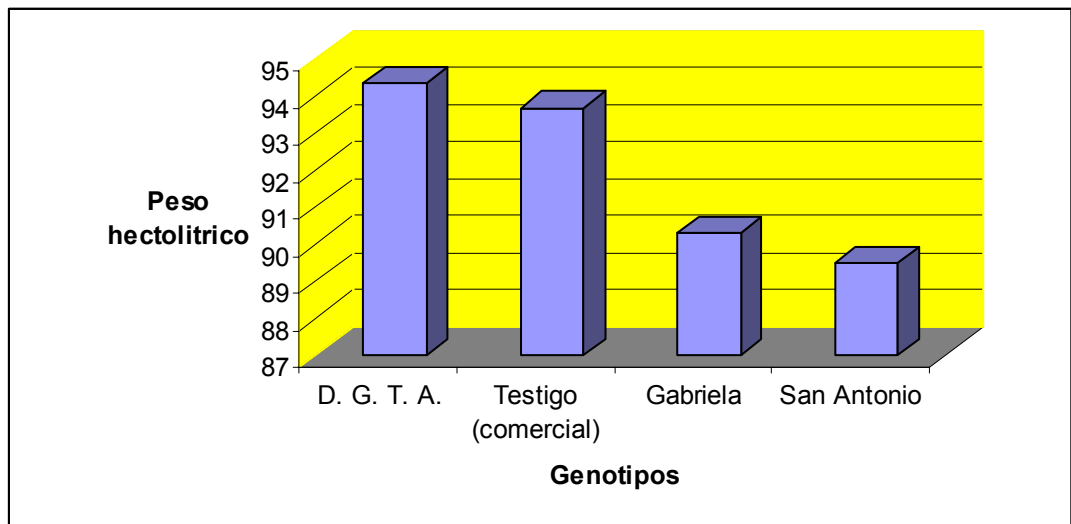
Tratamiento	Media
Testigo (comercial)	94.344 a**
D. G. T. A.	93.6785 a**
Gabriela	90.2947 b
San Antonio	89.487 b

\*\* = al 0.01 % de probabilidad.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

En la grafica 4.3 se muestran esquemáticamente las diferencias que existen entre genotipos, con respecto a su peso hectolitrico.

Grafica 4.3.- Grafica correspondiente al peso hectolitrico.



## **V.- CONCLUSIONES.**

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos al desarrollar el presente trabajo se concluyo lo siguiente.

Los resultados obtenidos muestran que el tipo de suelo de Navidad, Nuevo León es apto para el cultivo de Amaranto.

El cultivo del amaranto respondió a la dosis de fertilización química, así como al manejo y densidad de población que permitieron la expresión de las variedades de estudio. .

El mejor rendimiento con 2813.11 kh/ha es para la variedad Gabriela, seguido por la variedad San Antonio con 2791.66 kg/ha y el menor fue el testigo con 2166.66 kg/ha.

El genotipo San Antonio fue el que exhibió mejores resultados en relación a longitud de panoja (55.22 cm.)

Para el peso de mil semillas los mejores fueron los genotipos San Antonio y el Testigo (comercial); y para el peso volumétrico fueron los tratamientos Testigo (comercial) y D. G. T. A.



## VI.- RESUMEN.

En el ciclo verano-otoño del 2004 en la región de Navidad Nuevo Leon se evaluaron cuatro genotipos de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) bajo condiciones de riego, planteándose los objetivo: Establecer el cultivo de Amaranto proveniente de diferentes bases genéticas (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Navidad, Nuevo León, determinar el grado de adaptación del cultivo a las condiciones de dicha localidad y evaluar el rendimiento de los genotipos bajo estudio. El diseño que se utilizo fue el de bloques completamente al azar para las variables en campo y para las variables en el laboratorio fue el diseño completamente la azar; se encontró que los genotipos se adaptan a las condiciones del lugar experimental, mientras que para la variable de campo “rendimiento” (Kg./ha.) los resultados estadísticos obtenidos muestran que no se encuentran diferencias entre los genotipos utilizados, siendo el que mas sobresalió el genotipo Gabriela con un rendimiento de 2813.11 (Kg./ha.)

## VII.- BIBLIOGRAFÍA.

Aguilar, J. y G. Alatorre, 1978. Monografía de la planta de alegría. Memoria del grupo de estudios ambientales A.C. año 1. 261 p.p. (Ciudad no mencionada).

A.O.A.C. 1990. Official methods of Analysis 15<sup>th</sup>. Edition. Arlington, Virginia 22201 USA.

Bailey, L.H. 1914. *Amaranthus* in: Standard Cyclopedia of Horticulture. MacMillan I. New York.

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

Bourges R. H. 1990. El amaranto *amaranthus* spp su cultivo y aprovechamiento con: Antonio Trinidad Santos, Federico Gómez Lorente, Guadalupe Suárez Ramos, Montecillo México.

Cunard, Alex. 1977. Amaranth agronomy 1975-1976. in: Amaranth round up. Rodale, Pennsylvania, USA. Pp. 35-36.

Duncan. 1980. Grain Amaranth; characteristics and culture. Rodale Research Report 80-81. New Crops Departamen. Organic Gardening and Farming Research Center. Rodale Press Inc. Kutztown, Pa. USA.

Early. D. K. 1977. Amaranth secrets of the Aztecs. *Org. Gard. Formin*, 24 (12); 69-73.

Early. D. K. 1977b. cultivation and uses of amaranth in contemporary México. In: *Proc. First. Amaranth Seminar*. Emmaus, Pa. USA. Pp. 39-60.

Feine, L. 1979. Amaranth: gentle giant of the past and future. In: *New Agricultural Crops*. Garry a. Ritchie ed. A.A.A.S. Selected Symposium. Trad. Del ingles por Dr. Federico Gómez L. Depto. Zonas Áridas. UACH. Chapingo México.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Kopen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Instituto de Geología, México.

Harwood, R. 1977. Panel discussion; Abstract. In: *Proc. First. Amaranth Semen Semin.*, Emmaus, p.p 101-104.

Hauptli, H 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranths. *First amaranths seminar proc.* Rodale, Pennsylvania, U.S.A.

Henderson, T.L. 1993. Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota. Tesis Ph. D. North Dakota State, North Dakota, USA.

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

Iturbide G. A, y Gómez L. F. (1986).- cultivo del amaranto en México  
Características botánicas de *amaranthus hypocondriacus*. Universidad  
autónoma chapingo dirección de zonas áridas México.

Iturbide G. A. y Gómez L. F. 1999. Cultivo del Amaranto en México.  
Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Difusión Cultural.  
Departamento de Zonas Áridas. México.

Mapes, C. 1985. Una Revisión sobre la Utilización del Género *Amaranthus*  
en México. Memorias del Seminario Nacional de Amaranto. Chapingo,  
México. pp. 385-403.

Mujica, S.A. y A. Quillahuaman. 1989. Fenología del cultivo de la kiwicha  
(*Amaranthus caudatus* L.). p. 29-31. *En*: Curso taller fenología de cultivos  
andinos y uso de la información agrometeorológica. Puno, 7-10 agosto. INIA,  
PICA. Perú.

Murcio J. P. J. 1987 Tesis UAAAN El amaranto (*Amaranthus*  
*hypocondriacus* L.) como alternativa para elevar el valor proteínico de las  
harinas.

Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) una alternativa  
agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación  
Miscelánea N°52. Quito, Ecuador.

Rutle, J. 1976. Amaranth, the gentle giant. *Org. Gard. Farming*, 23: 106-110.

Sánchez M.; 1980. Potencialidad agroindustrial del amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México DF. Pág. 288.

Schmidt, D. Q. 1977. Grain amaranth a look at some potentials. First amaranths seminar proc. Rodale, Pensylvania, U.S.A.

Sauer, J.D. 1976. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 54:103-137.

Senft,J., Walter, J. L. and walsh, D.E. 1984. En: *Amaranthus Modern Prospect for Ancient Crop*. Nacional Academic. Press. Washinton. D. C. pp 1-77.

Steel, R. G. D. and Torrie, D. H. 1980. *Pricipales and procedures of statistics* Ed; Magraw-Hill. USA PCPRPBIT Versión 1.0 Colegio de Posgraduados. Chapingo México.

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.

Trinidad S., A. 1980. Informe de actividades de la selección de fertilidad de suelos. CEDAF, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Méx. Pág. 86.

Trinidad S. A., Gómez L. F y, Suárez R. G., 1999. El amaranto *amaranthus* spp. Su cultivo y aprovechamiento. Montecillo, México.

<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s05.htm>

<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0c.htm>

Minerales <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0e.htm>

<http://www.astroseti.org/vernew.php?codigo=1749>

<http://www.prodigyweb.net.mx/centeotlac/pages/valor.htm>

<http://www.actosdeamor.com/amaranto.htm>

Agricultural Statistics, USDA. 1974.

<http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap3.htm>

## VIII.- APÉNDICE.

Cuadro 8.1.-Análisis de variable de la variable altura de planta.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	7762.4375	2587.4792	23.1556	0.000
Bloques	3	452.4062	151.4687	1.3555	0.317
Error	9	1005.6875	111.7430		
Total	15	9222.5312			

CV.= 8.16 %

Cuadro 8.2.-ANVA de diámetro de tallo.

Fv	GL	SC	CM	F	P> F
Tratamientos	3	0.03	0.10	4.67	0.031
Bloques	3	0.070	0.02	1.14	0.385
Error	9	0.19	0.02		
Total	15	0.57			

CV= 7.92 %

Cuadro 8.3.- ANVA de la variable de rendimiento kg/ha.

FV	GL	SC	CM	F	P> F
Tratamientos	3	0.95	0.31	5.54	0.020
Bloques	3	0.09	0.03	0.55	0.663
Error	9	0.51	0.05		
Total	15	1.57			

CV= 10.49%