

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer el comportamiento agronómico y la adaptación de cinco genotipos de amaranto (*Amaranthus spp.*), se condujeron cinco experimentos. Tres en el campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de Marín N. L. en el ciclo agrícola de primavera – verano (PV) 2000, correspondiente al periodo de julio a diciembre, y los de otoño – invierno (OI) 2001 y 2002 correspondientes al periodo de febrero a junio. El ensayo de PV 2000 se estableció bajo punta de riego y los de OI 2001 y OI 2002 se realizaron con un riego de presiembra y dos de auxilio. Otros dos experimentos se sembraron en el Valle del Guadiana, Durango, en los ciclos agrícolas PV 2001 (junio a noviembre) y PV 2002 en terrenos del ejido Aquiles Serdán, Durango, Dgo. Se utilizó el sistema de siembra directa en ambas localidades, lo cual es diferente a como normalmente lo efectúan los productores de amaranto de los valles centrales de México, quienes utilizan el sistema de siembra de transplante; lo anterior bajo la consideración de que el transplante no sería un sistema práctico en siembras extensivas, por lo que se optó por el método de siembra directa, al cual los agricultores del norte de México están acostumbrados con otros cultivos de grano. La cosecha de los experimentos realizados en el Valle del Guadiana, Durango, se efectuó desecando la planta en forma natural en el campo y para el desgrane se empleó una máquina diseñada para tal efecto, y en el caso de los experimentos efectuados en Marín, N. L., el secado de la planta fue tanto en forma natural como mediante un desecante foliar comercial y el desgrane en forma manual, limpiando la semilla con un ventilador.

3.1. Localidades de estudio

Como antes se mencionó, Marín, N. L. y el Valle del Guadiana, Durango fueron las dos localidades representativas respectivamente del noreste y norte de México, en las cuales se establecieron los experimentos, siendo estas localidades completamente contrastantes tanto en clima, como en suelo y por lo tanto en vegetación. Estas localidades se describen a continuación.

3.1.1. Marín, Nuevo León

3.1.1.1. Localización y geografía

El Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) se localiza en el km. 17.5 de la carretera Zuazua-Marín, en el municipio de Marín N. L., siendo sus coordenadas geográficas de 25° 56' latitud norte y 100° 3' longitud oeste, con una altitud de 367 m. sobre el nivel del mar.

3.1.1.2. Clima, suelo y vegetación.

En el municipio de Marín N. L. se presenta un clima del tipo BS₁ (h) hx (e'), característico de un clima de desierto en donde la temperatura es superior a los 40° C en el verano e inferior a 0° C en el invierno, (García, 1964).

Los suelos presentes en el Campo Agrícola Experimental de la F A U A N L son de tipo calcáreo, sedimentario. La textura del suelo es arcillosa y varía con la profundidad; el horizonte C tiene un 63.3% de arcilla, el horizonte B 58.4 % y el horizonte A un 52.4 %, , mientras que, el pH de 7.9 casi no se altera con

la profundidad, teniendo valores similares para los tres horizontes. La cantidad de sales solubles se encuentra acumulada más en el horizonte B, probablemente debido a la poca lixiviación. La materia orgánica disminuye con la profundidad existiendo un 2.07% a una profundidad de 25 cm y a los 125 cm se tiene 0.1%. Similarmente los elementos N, P, K disminuyen en cantidad conforme se avanza en mayor profundidad. El tipo de suelo del área experimental se muestra en el cuadro 1A, con lo cual se puede deducir que el suelo es de baja fertilidad.

En Marín, N. L. existe una gran diversidad vegetal típica predominando el matorral xerófito crucífero característico de estos tipos de climas (García, 1964); entre las especies principalmente dominantes se encuentran, las que se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Especies vegetales típicas en el ecosistema del noreste de México.

Nombre común	Nombre científico
	Plantas herbáceas
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
Lengua de vaca	<i>Rumex spp.</i>
Quelite	<i>Amaranthus retroflexus sp.</i>
Poleo	<i>Menta spp..</i>
Coyotillo	<i>Karwinskia humboltiana</i>
	Árboles y Arbustos
Chaparro prieto	<i>Acacia rigidula.</i>
Coma	<i>Bomelia spp..</i>
Huizache	<i>Acacia farnesiana)</i>
Ébano	<i>Pithecellobium flexicaule</i>
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>
Retama	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Tenaza	<i>Pithecellobium spp.</i>

3.1.1.2.1. Temperatura y precipitación PV 2000

La temperatura máxima que se presentó en el ciclo agrícola PV 2000, fue de 38° C en el mes de agosto, con un promedio de 29 días con temperaturas superiores a los 34 °C y nula presencia de heladas, para el mes de septiembre el día seis se presentó la máxima temperatura de 43 °C con un promedio en el mes de 17 días con temperaturas superiores a los 34 ° C, existiendo un descenso en la temperatura en los meses de octubre, noviembre y diciembre con 18 días con temperaturas inferiores a 14° C (Cuadro 2A). La precipitación en este ciclo agrícola fue variable, para el mes de agosto los días 4, 14 y 15 hubo precipitaciones de 15, 16 y 14 mm para un total acumulado de 45 mm, para el mes de septiembre en los días 6, 14, 15 y 25 hubo precipitaciones de 5, 15, 20 y 5 mm de lluvia para un total acumulado en el mes de 45 mm. El mes de octubre fue un mes atípico en cuanto a la precipitación, debido a que en los días 6, 7, 9, 10, 11, 18, 19 y 20 hubo precipitaciones de 6, 122, 3, 2, 3, 4, 10 y 6 mm para un total acumulado de 156 mm de lluvia, para el mes de noviembre las precipitaciones fueron espaciadas en los días 3, 4, 18 y 30 con 6, 3, 6 y 2 mm para un total acumulado en el mes de 17 mm de precipitación. En el mes de diciembre el total acumulado fue de 17 mm, por lo que en este ciclo agrícola y en esta localidad el total de precipitación fue de 280 mm.

La nubosidad promedio en este ciclo fue de 53 días principalmente en los meses de mayor precipitación que fueron octubre y noviembre, no hubo presencia de granizo.

Las heladas normalmente se pueden presentar desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo; sin embargo en el ciclo agrícola PV 2000 no hubo heladas pero la temperatura llegó a 0 °C en el mes de diciembre.

La evaporación total en el ciclo agrícola PV fue de 725.8 mm, no obstante, las inusuales precipitaciones en este ciclo, la precipitación total fue inferior en 445.8 mm respecto a la evaporación total.

Los vientos dominantes en la localidad de Marín, N. L., se registran con una intensidad promedio de 20 km hr⁻¹, provenientes del sur, sureste y raramente en este ciclo agrícola de PV 2000 provinieron del norte y noreste

3.1.1.2.2. Temperatura y precipitación OI 2001

Las temperaturas en el ciclo de siembra OI 2001 fueron muy variables , en el mes de marzo se presentaron temperaturas menores a los 10° C durante 10 días, siendo el día 20 de marzo el más frío, con una temperatura de 5° C, y el día con mayor temperatura fue el 14 de marzo con 32° C. Para el mes de abril la temperatura fue en ascenso siendo los días 9 y 10 los más calientes, con temperaturas de 36° C y las temperaturas mas bajas ocurrieron los días 17 y 18 con 11° C, los días con temperaturas superiores a los 34° C fueron 12 y dos días con temperaturas menores a 14 °C. En el mes de mayo los días 17, 18, 19, 20 y 21 presentaron temperaturas de 40, 42, 41, 41 y 41 °C respectivamente, siendo la media máxima del mes de 34.4° C y la mínima de 20° C, (Cuadro 3A). Para el mes de junio la temperatura media máxima fue de

37.8° C, con 29 días con temperaturas superiores a los 34° C, y la temperatura media mínima fue de 22.5° C. La precipitación para este ciclo agrícola, fue variable. Para los días 17 y 18 del mes de marzo la precipitación fue de 5 y 12 mm para un acumulado en el mes de 31 mm, para el mes de abril la precipitación fue en los días 18 y 24 con 11 y 6 mm respectivamente, para un acumulado en el mes de 17mm. En el mes de mayo la precipitación fue en los días 13, 20 y 21 con 17, 2 y 10 mm de lluvia respectivamente, acumulándose 29 mm. En el mes de junio en los días 7 y 14 la precipitación fue de 3 y 18 mm para un acumulado en el mes de 21 mm, la precipitación total en el ciclo fue de 111 mm.

La evaporación promedio de los últimos diez años para el ciclo agrícola OI fue de 898 mm y en este ciclo agrícola OI 2001 el promedio fue de 909 mm, por lo que el ciclo OI 2001 presentó un déficit de precipitación de 798 mm con respecto a la precipitación que para este ciclo fue de 111 mm.

Los vientos dominantes en la localidad de Marín, N. L., se registran en una dirección sur, sureste y no se tiene registrada la velocidad de los vientos. El total de días completamente despejados fue de 71 y nublados de 45.

3.1.1.2.3. Temperatura y precipitación OI 2002

En el mes de marzo del 2002, la temperatura máxima fue de 29.8° C, y se presentaron 6 días con temperaturas superiores a los 34° C. La temperatura máxima del mes de abril fue de 42 ° C y la mínima de 15° C. En el mes de

mayo la temperatura máxima fue de 45° C y la mínima de 17° C, con 25 días con temperaturas superiores a los 34° C. Para el mes de junio la temperatura máxima fue de 42° C y la mínima de 21° C con 28 días con temperaturas superiores a los 14° C (Cuadro 4A). La precipitación acumulada en este ciclo agrícola fue de 128 mm; en febrero hubo una precipitación de 3mm, en el mes de marzo no llovió y para el mes de abril hubo 5 mm de lluvia, en mayo 26 mm, y en junio 94 mm. La evaporación promedio de los últimos diez años en el ciclo agrícola OI fue de 898 mm y en este ciclo agrícola OI 2002 el promedio fue de 1257 mm, por lo que en este ciclo la precipitación fue deficitaria en 1129 mm.

Los vientos dominantes fueron en dirección norte, sur y no se tiene registrada su velocidad. El total de días completamente despejados fue de 77 y los días nublados fueron 51.

3.1.2. El Valle del Guadiana, Durango

3.1.2.1. Localización y geografía

El trabajo experimental correspondiente a la segunda localidad, se realizó en el área agrícola de un productor asociado situada en el km 12 de la carretera Durango- Mezquital entre los paralelos 24° de latitud norte y 104° de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar aproximada de 1899 m.

3.1.2.2. Clima, suelo y vegetación

Para el área en la cual se localiza el predio experimental, con datos de 1961 al 2002 proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (Cuadro 5A), se calculó una temperatura máxima promedio durante los meses de mayo y junio de 37 y 38° C y los meses mas fríos en noviembre y diciembre con una temperatura promedio – 1° C, presentándose años excepcionalmente fríos como el de 1997 en que la mínima alcanzada fue de – 17° C (Cuadro 6A).

En el área experimental donde se efectuó este trabajo el suelo es del grupo Vertisol pélico con Xerosol háplico de textura arcillosa, escasamente drenado de color gris oscuro, con bajo contenido de materia orgánica y pH alcalino (Laboratorio de análisis de suelos y aguas del ITA No. 1 de Durango, 2001).

3.1.2.2.1. Temperatura y precipitación PV 2001

En el mes de junio del 2002, la temperatura máxima fue de 30 °C y la mínima de 8° C. En el mes de julio la máxima fue de 30° C y la mínima de 7° C. En el mes de agosto la máxima fue de 27° C y la mínima de 6° C. En el mes de septiembre la máxima fue de 25° C y la mínima de 2° C. En el mes de octubre la máxima fue de 26° C y la mínima de 0° C.

La precipitación acumulada en el área experimental para el ciclo agrícola PV 2001 fue de 561.9 mm, siendo el mes de julio el mas copioso con 144.6 mm, pero existiendo importantes precipitaciones distribuidas en los meses de agosto

y septiembre con 103 y 100 mm, por lo que el período de lluvias en la región está comprendido en los meses de junio, julio, agosto, y septiembre de cada año (Cuadro 7A).

La evaporación acumulada en los últimos 10 años en el ciclo agrícola PV de 1992- 2001 tiene un promedio de 1212 mm (Cuadro 8A) y en el ciclo de PV 2001 fue de 1102 mm por lo que en el ciclo PV 2001 se presentó un déficit de precipitación de 541.9 mm.

3.1.2.2.2. Temperatura y precipitación PV 2002

Para el ciclo agrícola PV 2002, La temperatura máxima en el mes de junio fue de 30.5° C el día 2 y la mínima el día 24 de 3° C, la precipitación total del mes fue de 55.6 mm. Para el mes de julio la temperatura máxima fue de 30° C el día 4 y la mínima del mes el día 9 con 7° C, la precipitación para este mes fue de 103.9 mm, para el mes de agosto la temperatura máxima fue de 27° C y la mínima de 7° C el día primero, la precipitación para este mes fue de 140.3 mm, en el mes de septiembre la temperatura máxima fue de 25° C el día 12 y la mínima el día 2 con 2.5° C la precipitación en este mes fue de 94.5 mm, para los meses subsecuentes la temperatura y la precipitación tienen una tendencia a disminuir, para el mes de octubre la temperatura máxima fue de 26.5 y la mínima de 0° C el día 9, la precipitación en este mes fue de 50 mm, para el mes de noviembre los días con temperaturas superiores a 14° C fueron 23 y la temperatura mínima del mes fue de -4.5° C el día 17, la precipitación acumulada hasta la cosecha fue de 597.8 mm (cuadro 8A).

La evaporación total en este ciclo de siembra PV del 2002 fue de 1153 mm por lo que el déficit de precipitación fue de 555.2 mm. La dirección de los vientos fue principalmente noroeste y sureste, no se tienen reportes de la velocidad del viento.

3.2. Ciclo agrícola PV 2000, Marin N. L, experimento 1: Siembra directa

3.2.1. Material genético.

La semilla utilizada para la siembra fue proporcionada por el Instituto Tecnológico Agropecuario No.29 de Xocoyucan, Tlax., consistente en cuatro genotipos 655, 653, 153-5-3 y Criollo Tlaxcala de la especie *Amaranthus hypochondriacus sp.*, los cuales fueron liberados por el INIFAP en el año de 1986, y uno de la especie *A. cruentus sp.* identificado como 33 el cual fue liberado por el Instituto Benson de E. U. Dicho material genético ya anteriormente había sido probado en diferentes localidades del centro y norte de México en diferentes ambientes como se muestra en el Cuadro 3A.

3.2.2. Material de trabajo de campo.

En los trabajos de campo se utilizó tractor, arado de discos, bordeador, un salero horadado para siembra manual, desterronadora, aspersor de mochila con capacidad de 20 litros, estacas de madera, hilo sintético, cinta métrica, cal en polvo, bolsas de papel, cajón de bolsas experimentales, azadones, palas, insecticidas, una camioneta pickup de caja larga, bascula digital, cámara de germinación, cribas con diferente tipo de malla, botes de 20 litros, papel

estraza, se trabajó en el local del Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la F A U A N L y se utilizó el equipo de computo del mismo.

3.2.3. Diseño experimental y modelo estadístico empleado

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos a saber: 153-5-3, 653, 655, 33 y Criollo Tlaxcala, y cinco repeticiones como no se controló el número de plantas por tratamiento y este fue variable se tuvo que emplear un análisis de covarianza para ajustar la densidad de población en cada tratamiento, como aparece en la Figura 1.

Figura 1. Croquis del experimento sembrado en Marín, N. L. PV 2000

T3 653	T1 153-5-3	T2 655	T5 Criollo Tlaxcala	T4 33
Bloque V				
P21 P20	P22 P19	P23 P18	P24 P17	P25 P16
T2 655	T5 Criollo Tlaxcala	T4 33	T1 153-5-3	Bloque IV T3 653
C A L L E				
T5 Criollo Tlaxcala	T1 153-5-3	T3 653	T2 655	T4 33
Bloque III				
P11 P10	P12 P9	P13 P8	P14 P7	P15 P6
T4 33	T3 653	T5 Criollo Tlaxcala	T1 153-5-3	Bloque II T2 655
C A L L E				
T1 153-5-3	T2 655	T3 653	T4 33	T5 Criollo Tlaxcala
Bloque I				
P1	P2	P3	P4	P5

T = Tratamiento, P = Parcela número

El modelo estadístico utilizado con sus componentes se presenta a continuación:

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la observación del tratamiento i en el bloque j

μ : Es el efecto verdadero de la media general

T_i : Es el efecto del i –ésimo tratamiento

B_j : Es el efecto del j –ésimo bloque

ε_{ij} : Es el error experimental

$i =$ 1, 2, 3, 4, 5, Tratamientos (T) ó genotipos

$j =$ 1, 2, 3, 4, 5, Bloques (B) ó repeticiones

Las fuentes de variación para el análisis de varianza se aprecian en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Fuentes de variación y grados de libertad para un diseño de bloques completos al azar.

Fuente de variación	Grados de libertad
genotipos	$t - 1 = 4$
repeticiones	$r - 1 = 3$
error experimental (a)	$(t - 1)(r - 1) = 12$
total	$r(t - 1) = 19$

3.2.4. Manejo del experimento

La preparación del suelo del sitio experimental se inició el día 11 de agosto del 2000 dando un paso de arado, seguido de dos pasos de rastra y un paso de azadones rotatorios, surcado y bordeado. El día 18 de agosto se marcaron y dividieron las parcelas experimentales, las cuales se ubicaron en dos melgas y media de 8 surcos a 0.8 m por 35 m de largo, separadas por un bordo de 3 m de ancho. Las parcelas experimentales fueron de cuatro surcos de 6 x 0.8 m, para un tamaño de 4.8 m² y el total de 25 parcelas ocupó una superficie de 140 m². En cada parcela se escogieron los dos surcos centrales para su evaluación eliminando un metro en cada cabecera. Una franja de un metro dividió las repeticiones, utilizándose como calle, por lo que la superficie total del experimento fue de 175 m², otra melga se utilizó para los incrementos de semilla de los cinco genotipos estudiados.

Se realizó una prueba de germinación para determinar la viabilidad de la semilla, el día 21 de agosto se realizó la siembra en seco, depositando la semilla en el fondo del surco a chorrillo, mediante un salero horadado y abriendo surco con el tractor, tapando la semilla aproximadamente entre 3 y 4 cm de profundidad en forma manual. Se dio un riego de auxilio el 22 de agosto y un aporque el 7 de septiembre. Para el control de plagas se realizaron dos aplicaciones el 9 y 22 de septiembre con los productos comerciales Metasystox R-25[®] a una dosis de 500 ml ha⁻¹ en cada aplicación, esto redujo las plagas de mayor incidencia que fueron el frailecillo, pulgones y chinches.

No se presentaron enfermedades visibles en las plantas, por lo que no fue necesario realizar ninguna aplicación para su control. No se aplicó fertilizantes en ninguna etapa del cultivo. El control de malezas se hizo en forma manual con cuatro deshierbes los días 8 y 29 de septiembre, el 16 de agosto y el 9 de octubre. Se realizó un raleo de las plantas fuera de tipo y con daños por ataque de plagas, quedando las parcelas con densidades variables en un rango de 50,000 a 120,000 plantas ha⁻¹. Se midieron ocho variables los días 4, 9 y 24 de octubre y el 5 de diciembre, estas variables se describen a continuación.

3.2.5. Cosecha y variables estudiadas.

Posterior a la toma de datos se realizó la cosecha en forma individual parcela por parcela el día 7 de diciembre, para lo cual se eliminaron los surcos laterales derecho e izquierdo, las plantas del surco derecho fueron desecadas con el herbicida Paraquat,[®] se marcaron 25 plantas con competencia completa de las cuales se cosecharon diez al azar, se clasificaron por fecha, genotipo y ciclo de siembra, posteriormente se separó el grano a través de mallas y cribas y finalmente se determinó su humedad. Las variables medidas fueron las siguientes.

1. Rendimiento de grano (RG) en kg ha⁻¹.

Se cortaron las panículas en forma individual identificando las que provienen del surco sin desecante y las que se desecaron químicamente y se desgranaron a mano, auxiliándose con tamices para separar la semilla y las

impurezas se eliminaron con la ayuda de un ventilador y se separaron identificándolas como:

a1: de cosecha con desecante

a2: de cosecha sin desecante

2) Porcentaje de germinación de semilla cosechada

Se tomó una cantidad variable de semillas (de 300 a 500), se pusieron a germinar en rollos de papel húmedo y se calculó el % de germinación respecto al total. Se utilizaron dos repeticiones

3) Rendimiento de forraje seco (FS) en kg ha^{-1} .

Se cortaron y pesaron las plantas en campo con el uso de una báscula granataria, para obtener su peso verde, se colocan en bolsas de papel para posteriormente llevarlas a una estufa de aire forzado durante 72 horas a temperatura constante de 64°C para determinar su peso seco; éste se determinó mediante la relación peso verde- peso seco.

4) Altura de planta (AP) en cm.

Esta variable se registró en campo antes de cortar la planta, midiéndose desde la base del suelo hasta la parte final de la panícula.

5) Diámetro del tallo (DT) en mm.

Este se midió considerando tres secciones de la planta: parte inferior, parte central y parte superior, esta medida se efectuó con un vernier y se calculó un promedio.

6) Longitud de panícula (LP) en cm.

Se tomó desde la base al ápice de la panícula sin considerar las ramas laterales.

7) Inicio de aparición de la panícula (F)

Se registró la fecha cuando el 50 % de las plantas de cada parcela mostraban aparición de botones florales y se calculó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra.

8) Días a panícula completa (A)

Se tomó la fecha cuando las panículas de las plantas de cada parcela estaban en un 50% de anthesis y se calcularon los días transcurridos desde la fecha de siembra.

9) Días a madurez comercial (MC)

Se tomó el dato cuando el tallo de la planta estuvo en un color amarillo café y el grano en un estado de madurez comercial por la dureza del grano, se anotó la fecha y se calcularon los días transcurridos desde la fecha de siembra. De las nueve variables medidas solo las seis primeras fueron analizadas.

3.2.6. Hipótesis estadísticas y comparación de medias

Las pruebas de hipótesis asociadas con las fuentes de variación se consideraron para el análisis de varianza de 7 variables, siendo: rendimiento de grano en kg ha^{-1} sin desecante, en kg ha^{-1} con desecante, % de germinación, rendimiento de forraje seco en kg ha^{-1} , altura de planta en cm, diámetro del tallo en mm, y longitud de panícula en cm y fueron de la forma siguiente:

Ho: $B_1 = B_2 = B_3 = B_4$ Vs. Ha: Al menos un $B \neq 0$

Ho: $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5$ Vs. Ha: Al menos un $T \neq 0$

Donde:

B = Bloques y T = Tratamientos

Las hipótesis anteriores se probaron con el valor de la F calculada que resulta de dividir el cuadrado medio respectivo entre el cuadrado medio del error experimental, contra el valor de F tabulado al 0.05 nivel de probabilidad. Cuando se detectó diferencia significativa entre tratamientos la prueba de comparación de medias se realizó utilizando la técnica de la DMS protegida de Fisher (Steel y Torrie, 1980) y consistió en probar la hipótesis mediante la siguiente regla de decisión.

$H_0: \mu_i = \mu_j$

Vs.

$H_a: \mu_i \neq \mu_j$ para toda $i \neq j$

Si la diferencia de las medias

Sí la diferencia de las medias

es menor ó igual a la DMS

es mayor a la DMS (0.05)

3.2.7. Diseño experimental y modelo estadístico empleado para el % de germinación cuando se incluyó desecante.

Como se programó evaluar en cada parcela la cosecha de los dos surcos centrales, desecando uno y el otro sin desecado, se consideró determinar el efecto del desecante sobre el porcentaje de germinación de la semilla cosechada comparativamente con la semilla cosechada sin el uso del desecante y la interacción en los genotipos ensayados. El análisis estadístico para el % de germinación se efectuó bajo el diseño de parcelas divididas, donde en las parcelas grandes se alojan cinco genotipos, a saber: 153-5-3, 653, 655, Criollo Tlaxcala y 33, y en las parcelas chicas se ubicaron los dos métodos de cosecha: con desecante y sin desecante

El modelo estadístico es como sigue:

$$Y_{ijk} : \mu + B_i + G_{ij} + \varepsilon_{ij}(a) + M_k + (G \times M)_{jk} + \varepsilon_{ijk}(b)$$

Donde Y_{ijk} : Es el valor de la observación de la i – ésima repetición asociada con el j -ésimo genotipo, en el k – ésimo método de siembra.

μ : Es el efecto verdadero de la media general.

B_i : Es el efecto del bloque i .

G_j : Es el efecto del genotipo j .

$\varepsilon_{ij}(a)$: Es el error del bloque i en el j -ésimo genotipo.

M_k : Método de cosecha (con desecante y sin desecante) k .

$(G \times M)_{jk}$: Es el efecto de la interacción del genotipo j con el método de cosecha k .

$\varepsilon_{ijk}(b)$: Es el error del método de cosecha.

3.2.8. Hipótesis estadísticas y comparación de medias para % de germinación con y sin desecante

Las pruebas de hipótesis asociadas con las fuentes de variación se consideraron para el análisis de varianza de dos variables siendo: porcentaje de germinación de la semilla cosechada con desecante y porcentaje de germinación de la semilla cosechada sin desecante.

Ho: $G1 = G2 = G3 = G4 = G5$ Vs. Ha: Al menos un genotipo es diferente a los demás en % de germinación

Ho: $M1 = M2$ Vs. Ha: Al menos uno de los métodos de cosecha es diferente al otro en % de germinación

Ho: No hay interacción $G \times M$ Vs. Ha: Si hay interacción $G \times M$ en % de germinación

Las hipótesis se prueban con el error experimental (α); para este modelo se procedió a la comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa protegida de Fisher, solo cuando se rechazó la hipótesis nula, cuando $F_c > F_t$, $\alpha = 0.05$., (Steel and Torrie, 1980).

3.3. Ciclos agrícolas OI 2001, Marín, N. L; PV 2001, Valle del Guadiana, Dgo; OI 2002, Marín, N. L. y PV 2002 Valle del Guadiana, Dgo.

Para los cuatro ciclos agrícolas anteriores se utilizó material genético proveniente de PV 2000 y de OI 2001 en la localidad de Marín, N. L., el material de trabajo de campo utilizado fue similar en todos los ciclos agrícolas. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar ajustado por covarianza para PV 2000 y en los demás ciclos agrícolas, OI 2001, PV 2001 y PV 2002 el diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas. La evaluación estadística se efectuó mediante el paquete de Olivares, (1994) y en todos los casos a una $p < 0.05$.

3.3.1. Material genético para cuatro ciclos agrícolas

La semilla utilizada para la siembra fue cosechada en el ciclo agrícola PV 2000 y OI 2001 en la localidad de Marín N. L. la cual consistió de cinco genotipos; cuatro genotipos de la especie *A. hypochondriacus* 655, 653, 153-5-3 y Criollo Tlaxcala y el genotipo 33 de *A. cruentus*, los cuales se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Genotipos utilizados y origen

Numero	Genotipo	Origen
1	<i>A. hypochondriacus</i> 153-5-3	Ciclo PV 2000 Marín, N. L.
2	<i>A. hypochondriacus</i> 653	Ciclo PV 2000 Marín, N. L.
3	<i>A. hypochondriacus</i> 655	Ciclo PV 2000 Marín, N. L.
4	<i>A. hypochondriacus</i> Criollo <i>Tlaxcala</i>	Ciclo PV 2000 Marín, N. L.
5	<i>A. cruentus</i> 33	Ciclo OI 2001 Marín, N. L.

3.3.2. Material de trabajo de campo para cuatro ciclos agrícolas.

En los trabajos de campo se utilizó tractor, arado de discos, bordeador, desterronadora, para las siembras realizadas en OI 2001 y OI 2002 Marín, N. L., PV 2002, Valle del Guadiana, Dgo. En el caso de PV 2001 Valle del Guadiana, Dgo, los trabajos de campo se efectuaron mediante tiro de mulas. Se utilizó en los cuatro ciclos agrícolas aspersor de mochila con capacidad de 20 litros, estacas de madera, hilo sintético, cinta métrica, cal en polvo, bolsas de papel, un bote horadado para siembra manual, cajón de bolsas experimentales, azadones, palas, insecticidas, una camioneta pickup de caja larga, báscula digital, cámara de germinación, tamices a diferente tipo de malla, botes de 20 litros, papel estraza y se trabajó en el local del Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la F A U A N L y se utilizó el equipo de computo del mismo.

3.3.3. Diseño experimental y modelo estadístico para el análisis de cada uno de los cuatro ciclos agrícolas.

Para el análisis conjunto de los cuatro ciclos de siembra se empleo un diseño experimental de bloques completos al azar en parcelas subdivididas con dos repeticiones, en espacio y tiempo, los niveles empleados se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Niveles de los factores A, B y C utilizados como tratamientos para cuatro ciclos agrícolas.

Factor A	Factor B	Factor C
Genotipos	Densidades de población	Ciclo de siembra
A1 Genotipo 153-5-3	B1 125,000 plantas ha ⁻¹ @ 10 cm	C1 OI 2001 Marín, N. L.
A2 Genotipo 655	B2 62,500 plantas ha ⁻¹ @ 20 cm	C2 PV 2001 Valle del Guadiana, Dgo.
A3 Genotipo 653	B3 41,666 plantas ha ⁻¹ @ 30 cm	C3 OI 2002 Marín, N. L.
A4 Genotipo 33	B4 32,500 plantas ha ⁻¹ @ 40 cm	C4 PV 2002 Valle del Guadiana, Dgo.
A5 Genotipo Criollo Tlaxcala		

El modelo estadístico utilizado en los cuatro ciclos agrícolas OI 2001, PV 2001, OI 2002 y PV 2002 es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + \varepsilon_{ij}(a) + D_k + (G \times D)_{jk} + \varepsilon_{ijk}(b) + C_l + \varepsilon_{ikl}(c) + (G \times C)_{jl} + \varepsilon_{il}(d) + (D \times C)_{kl} + (G \times D \times C)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}(e)$$

Donde:

- Y_{ijk} : Es el valor de la observación del genotipo j en la densidad de población k y el ambiente l en el bloque i.
- μ : Es el efecto verdadero de la media general
- B_i : Es el efecto del bloque i.
- G_j : Es el efecto del genotipo j.
- $\varepsilon_{ij}(a)$: Es el error experimental de la ij-ésima parcela grande para los genotipos j
- D_k : Es el efecto de la densidad de población k
- $(G \times D)_{jk}$: Es el efecto de la interacción de los genotipos j y las densidades de población k.
- $\varepsilon_{ijk}(b)$: Es el error experimental de la ik-ésima parcela grande para las densidades de población k.
- C_l : Es el efecto del ambiente l
- $\varepsilon_{ikl}(c)$: Es el error experimental de la ik – ésima parcela grande en el ambiente l.
- $(G \times C)_{jl}$: Es el efecto de la interacción de los genotipos j y los ambientes l.
- $\varepsilon_{il}(d)$: Es el error experimental de la j – ésima parcela grande para los ambientes l.
- $(D \times C)_{kl}$: Es el efecto de la interacción de las densidades de población k en los ambientes l.
- $(G \times D \times C)_{jkl}$: Es el efecto de la interacción de los genotipos j, las densidades de población k, en los ambientes l.
- $\varepsilon_{ijkl}(e)$: Es el error experimental en sub-sub parcela.

El análisis de varianza para el diseño de parcelas divididas se aprecia en el Cuadro 15

Cuadro 15 Análisis de varianza para el diseño de parcelas sub-divididas.

Fuente de variación		Grados de Libertad
Bloques	$r - 1$	1
Genotipos (G)	$a - 1$	4
Error experimental (a)	$(a - 1)(r - 1)$	4
Densidades de población (D)	$b - 1$	3
G x D	$(a - 1)(b - 1)$	12
Error experimental (b)	$a(r - 1)(b - 1)$	15
Ambientes (c)	$c - 1$	3
Error experimental (c)	$b(r - 1)(c - 1)$	12
G x C	$(a - 1)(c - 1)$	12
Error experimental (d)	$bc(r - 1)(c - 1)$	48
D x C	$(b - 1)(c - 1)$	9
G x D x C	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	36
Error experimental (e)	$(r - 1)a(b - 1)(c - 1)$	45
Total	$rabc - 1$	159

3.3.4. Manejo agronómico del experimento

Los trabajos de campo para este ciclo agrícola OI 2001 en Marín, N. L. se efectuaron el 20 y 21 de marzo. Las parcelas se ubicaron en dos melgas de 10 por 50 m de longitud, en las cuales se ubicaron las sub-parcelas de 4 x 5 m en cuatro surcos de 0.80 m. El sistema de labranza utilizado fue el normal e igual al de PV 2000 en Marín, N. L., se dio un riego de presiembra el día 30 de marzo y la siembra en campo se realizó el día 3 de abril por la mañana con bastante humedad con los genotipos similares a los sembrados en PV 2000 en Marín, N. L., la forma de siembra se efectuó rayando el fondo del surco en el cual se depositó la semilla con un salero, utilizando los bordos entre surcos para desplazamiento de los sembradores. El 11 de abril se dio un aporque y el 12 un riego de auxilio por notar falta de humedad en las plantas. Se dio un raleo el 27 de abril cuando la planta tenía entre 30 y 40 cm de altura, se tomaron datos el 1º, 17 y 30 de mayo. La cosecha del amaranto se realizó el 17 de julio, con la misma metodología desarrollada en Marín N. L. PV 2000 pero sin el uso de desecante.

Para el ciclo agrícola OI 2002 en Marín, N. L. se prepararon para su siembra tres melgas de 10 x 60 m de longitud, los trabajos de preparación del terreno experimental, el método de siembra y los genotipos utilizados fueron similares a los realizados en OI 2001 para la misma localidad, se dieron tres riegos en total; el de presiembra el 14 de marzo, dos de auxilio el 19 de marzo y el 26 de abril. La siembra se realizó el 15 de marzo y la cosecha el 3 de julio del año 2002. Las plagas de mayor incidencia en este ciclo OI 2002 fueron el

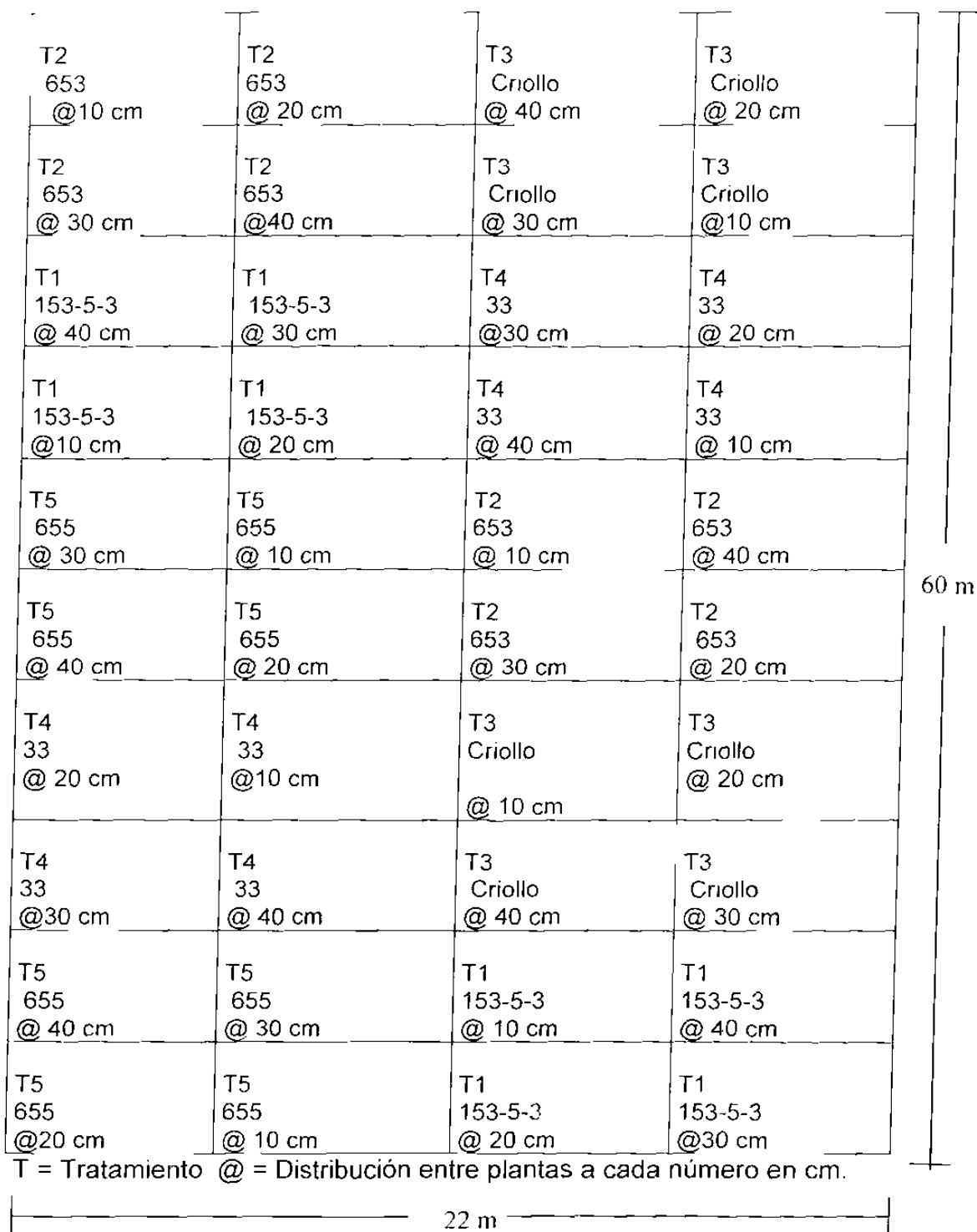
gusano trozador del tallo y grillos, para combatirlos el 26 de abril se aplicó una dosis de una mezcla 50 % de cada uno de los insecticidas Metasidostox® y Furadan® para 1 litro ha⁻¹, asperjado directamente al follaje con una mochila de 20 litros de capacidad.

Para el ciclo PV 2001, Valle del Guadiana, Durango, la preparación del lote experimental se inició el 1º de junio del 2001. El 4 de junio se marcaron las parcelas grandes de 80 m² y las sub-parcelas de cuatro surcos de 6 x 4 x 0.8 m para un tamaño de 19.2 m, para un total de 20 parcelas para los cinco genotipos en estudio con dos repeticiones en una superficie total de 1536 m² en las cuales se ubicaron las cuatro densidades de población que correspondieron a una distancia entre plantas de 10, 20, 30 y 40 cm. La siembra se realizó el 17 de junio del 2001. El método de siembra escogido fue el mismo que se utilizó en los 3 experimentos anteriores realizados en Marín, N. L., es decir a chorrillo en forma manual con un botecito previamente horadado. La semilla utilizada fue producto de la cosecha de la siembra de PV 2000 de Marín, N. L., a la cual se le había aplicado desecante foliar Paraquat®. La siembra se realizó a paso lento del tiro de mulas con una reja abriendo surco para cada parcela y tapando la semilla con una escobilla a una profundidad aproximada de 3 centímetros. No se dio ningún riego ni antes ni después, se cuidó de que el cultivo tuviera las mejores condiciones posibles para su buen desarrollo. Se encontró un daño mínimo en las hojas, el cual se atribuyó al gusano minador de la hoja y se procedió a hacer una aplicación de insecticida

con Paratión Metílico® 500 a una dosis de 500 ml ha¹. La toma de datos se efectuó cada 15 días y en las etapas iniciales de la aparición de los primeros botones florales, al 50% de la floración y en la madurez fisiológica del cultivo. La cosecha del amaranto se realizó el día 23 de octubre, con la misma metodología de los experimentos efectuados en PV 2000, OI 2001 y OI 2002, pero con el uso de una maquina desgranadora diseñada para tal efecto, la cual consta de un motor de ½ HP, un molino provisto de soleras flexibles montadas en un eje, y un sistema de cribas de 1/16 " acopladas a una estructura de acero.

Para PV 2002, Valle del Guadiana, Durango, la preparación del lote experimental se inició el 7 de junio del 2002, la siembra se realizó el día 19 de junio a paso lento del tractor con la cultivadora abriendo surco para cada parcela y tapando con una escobilla a una profundidad aproximada de 3 centímetros. No se le dio ningún riego ni antes ni después de la siembra. No se encontraron plagas ni enfermedades en este ciclo agrícola y a los 2 meses después de la siembra se tomaron los datos de diámetro del tallo, altura de planta, longitud de la panícula, días a floración y días a la antesis. La semilla utilizada para la siembra fue la proveniente del ciclo agrícola PV 2001 en la localidad de Valle del Guadiana, Durango la cual consistió de los mismos cinco genotipos 655, 653, 153-5-3 y Criollo Tlaxcala de la especie *A. hypochondriacus* y el genotipo 33 de *A. cruentus*. La distribución de los experimentos se aprecia en el la Figura 2.

Figura 2. Croquis de localización y distribución de parcelas para cuatro ciclos agrícolas



T = Tratamiento @ = Distribución entre plantas a cada número en cm.

3.3.5. Variables estudiadas

Las variables estudiadas se describieron para Marín, N. L. en PV 2000, además se calcularon en el Valle del Guadiana, para el ciclo de PV 2002 las unidades calor en tres etapas de crecimiento del cultivo.

i) Unidades calor

Se registraron los datos de temperatura mínima y máxima durante el día, se calculó su promedio y con él se obtiene la diferencia respecto a la temperatura mínima a la cual, aún puede haber crecimiento del cultivo, también llamada temperatura base, la cual para amaranto según Henderson y Johnson (1998), es de 14° C. Esta diferencia se suma diariamente, acumulándose desde la siembra hasta la cosecha, pudiendo determinar así las unidades calor en floración, antesis y madurez.

3.3.6. Hipótesis estadísticas y comparación de medias para cuatro ciclos agrícolas

Para las variables anteriores, las pruebas de hipótesis asociadas a las fuentes de variación del análisis de varianza fueron las siguientes:

Ho: $G1 = G2 = G3 = G4 = G5$ Vs. Ha: Al menos uno de los genotipos es diferente a los demás

Ho: $D1 = D2 = D3 = D4$ Vs. Ha: Al menos una de las densidades de población es diferente a las demás

Ho: No hay interacción G x D Vs. Ha: Sí hay interacción G x D

Ho: $C1 = C2 = C3 = C4$ Vs. Ha: Al menos uno de los ambientes es diferente a los demás

Ho: No hay interacción G x D x C Vs. Ha: Sí hay interacción G x D x C

Cuando G, D, C ó G x C, G x D, D x C, G x D x C resultaron significativas la magnitud de las diferencias se prueban mediante la comparación de medias por DMS protegida de Fisher (Steel y Torrie, 1980). Los análisis estadísticos se efectuaron con el paquete computacional denominado Paquete Estadístico Diseños Experimentales, versión 2.5 (Olivares, 1994).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Ciclo agrícola PV del año 2000, Marín N. L.

4.1.1. Siembra directa

4.1.1.1. Análisis de covarianza y comparación de medias

Los resultados del análisis de covarianza para rendimiento de grano cosechado con desecante (Gc), sin desecante (Gs), del rendimiento de forraje seco (FS), la altura de planta (AP), la longitud de panícula (LP) y el diámetro del tallo (DT) se presentan en el Cuadro 16, el cual corresponde a un análisis de bloques completos al azar con covarianza, que se tuvo que utilizar debido a que la densidad de población no fue uniforme y por lo tanto no se utilizó el análisis descrito en Materiales y Métodos. En el Cuadro 16, se puede apreciar que la covariable densidad de población fue significativa solo para Gc. En cuanto a bloques no se detectó diferencia significativa para ninguna de las variables. Para genotipos se detectaron diferencias significativas para Gc, FS, AP y DT y no así para GS y LP, en consecuencia, las comparaciones de medias para las variables significativas se presentan en el Cuadro 17.

Como se aprecia en el Cuadro 17, los genotipos de *A. hypochondriacus* de mayor rendimiento de Gc fueron el 153-5-3 y Criollo Tlaxcala con 2144 y 1968 kg ha⁻¹ y el de menor rendimiento de grano fue el genotipo 33 de *A. cruentus* con 1015 kg ha⁻¹. El Gs no difirió estadísticamente entre genotipos de *A. hypochondriacus*. En cuanto a la variable FS el genotipo de menor rendimiento fue 655 con 1437 kg ha⁻¹, siendo superado por los otros cuatro.

Para la variable AP el genotipo 653 fue el de mayor altura con 171 cm, comparado con el de menor altura que fue para el genotipo Criollo Tlaxcala con 121 cm teniendo una diferencia de 50 cm. Para DT el genotipo 33 de *A. cruentus* fue el de mayor grosor con 30 mm y el de menor DT fue 153-5-3 con 16.6 mm para una diferencia entre genotipos de 13.4 mm. Estos resultados coinciden con los reportados por Peña (1988), en una serie de experimentos realizados con los mismos genotipos en el estado de Tlaxcala en cuanto al rendimiento de grano y longitud de panícula, mas no así para el rendimiento de forraje seco, en donde encontró que el genotipo 653 de *A. hypochondriacus* rindió 7,550 kg ha⁻¹ de forraje, una producción mayor en Tlaxcala en comparación en el ciclo PV 2000 en Marín, N. L.

Cuadro 16 Análisis de covarianza para rendimiento de grano de amaranto y sus componentes, PV 2000 en Marín, N. L.

FV	Rendimiento					
	(kg ha ⁻¹)			AP	LP	DT
	Gc	Gs	FS	(cm)	(cm)	(cm)
Bloques	13220Ns	26758Ns	3486179Ns	1362 77Ns	70 62757Ns	18.20172Ns
Covariable	207294*	1223Ns	469613Ns	1623.7Ns	1 839543Ns	101.3852Ns
Genotipos	63346*	0 43949Ns	11280304*	2630.12*	70 62757Ns	124.41*
Error (a)	6845	0 23317	2095222	459.38	51.54175	33.319466
CV (%)	15.76	38.88	34 8	16.50	21.65	27.10

*Significativo Ns: No significativo a una $p < 0.05$

Cuadro 17. Comparación de medias para algunas características agronómicas en cinco genotipos de amaranto, experimento 1: siembra directa PV 2000 en Marín N. L.

Genotipos	Rendimiento					
	(kg ha ⁻¹)			AP	DT	LP
	Gc*	Gs*	FS	(cm)	(mm)	(cm)
153-5-3	2144 a	1534	4828 a	127 b	16.16 b	31.41 a
653	1788 bc	1226	5920 a	171 a	18.16 b	36.61 a
Criollo Tlaxcala	1968 ab	1331	3784 a	121 b	17.66 b	31.41 b
655	1443 c	1392	1437 b	118 b	23.66 ab	41.53 a
33	1015 d	1694	4829 a	117 b	30.00 a	25.33 bc
DMS (0.05)	407.2	Ns	Ns	4.194	4.947	8.90

a, b, c: Literales iguales tienen la misma significancia estadística, Gc: Grano con desecado foliar, Gs: Grano sin desecado foliar

4.1.2. Germinación de la semilla cosechada con y sin uso de desecante foliar.

4.1.2.1. Análisis de varianza y comparación de medias.

En el Cuadro 18, se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de germinación, en el cual se observa que hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre bloques, genotipos con y sin el uso de desecante foliar, mas no así para la interacción, por lo que se procedió a efectuar la comparación de medias de los efectos principales las cuales se observan en los cuadros 19 y 20. Como se aprecia en el Cuadro 19, el mayor porcentaje de germinación con 83, 82 y 81 % fue para los genotipos 153-5-3, 33 y 655, respectivamente y el más bajo porcentaje con 73 y 74 % fue para los genotipos 653 y Criollo Tlaxcala.

En el Cuadro 20, en la comparación de la germinación de la semilla cuando se desecó químicamente y cuando se desecó en forma natural, se observa que la germinación de la semilla de amaranto es significativamente más alta cuando se hace la aplicación del desecante foliar, lo cual se puede explicar porque facilita el secado de grano.

Este resultado es importante en el manejo del cultivo cuando el grano cosechado será destinado a utilizarse como semilla para siembra, donde además se espera tener una cosecha mas limpia al reducirse la presencia de residuos de hoja, tallos y principalmente humedad de la semilla.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de amaranto cosechados, con y sin desecado foliar: PV 2000.

Fuente de variación	GL	CM
Bloques	4	303.531250 *
Genotipos (A)	4	254.726563 *
Métodos (B)	1	1601.781250 *
(A) x (B)	4	78.429688 Ns
Error (a)	36	65.952225
Total	49	
C. V. (%)	10.29	

* Significativo Ns: No significativo a una $p < 0.05$

Cuadro 19. Comparación del porcentaje de germinación entre genotipos de amaranto, PV 2000.

Genotipos	Medias
153-5-3	83.9000 a
33	82.1000 a
655	81.7000 a
Criollo	74.0000 b
653	73.0000 b
DMS (0.05)	7.3734

a, b: Literales iguales tienen la misma significancia estadística

Cuadro 20. Comparación de medias entre métodos de secado foliar para el porcentaje de amaranto, PV 2000.

Tratamiento	%
Con uso de desecante foliar	84.60 a
Sin uso de desecante foliar	73.28 b
DMS (0 05)	4.663

4.1.3. Unidades calor en PV 2000 en Marín, N. L.

La determinación de las unidades calor de las últimas etapas de crecimiento del cultivo se observan en el Cuadro 21. Para este ciclo de siembra los genotipos de *A. hypochondriacus* tuvieron comportamientos similares en cuanto a necesidades de unidades calor con 960 unidades de siembra a cosecha, 11 unidades calor menos que el genotipo 33 de *A. cruentus*. Esto no coincide con lo reportado por Orozco y González, 1998) para siembras tardías del mes de julio en Tlaxcala donde los genotipos de *A. cruentus* necesitaron 89 días para llegar a panícula completa y 137 días para cosecha, lo cual puede explicarse dado que en Marín, N. L. se espera que se presenten mayor número de unidades calor por estar a menor altitud (365 msnm) que Tlaxcala (1960 msnm).

Cuadro 21. Unidades calor en las últimas etapas de crecimiento del cultivo de amaranto, experimento 1: siembra directa PV 2000, en Marín, N. L.

Genotipos	Emergencia*		Inicio de		Panicula		Madurez	
			aparición de la		completa		comercial	
	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.
153-5-3	5	52	43	604	84	912	107	960
653	6	57	43	604	84	912	107	960
Criollo	5	52	48	630	86	923	107	960
Tlaxcala								
33	7	70	49	642	87	943	110	971
655	6	57	43	604	84	912	107	960

U. C. = Unidades calor * Días después de la siembra (15 de Julio del 2000)

4.1.4. Consideraciones generales para el ciclo PV 2000 en Marín, N. L.

Los genotipos de mayor rendimiento de grano (RG) usando desecado foliar fueron 153-5-3 y Criollo Tlaxcala y el de menor RG fue el 33, en tanto ninguno de los genotipos fueron estadísticamente diferentes en RG cuando no se uso desecante foliar antes de la cosecha, teniendo numéricamente el 33 el mas alto RG. Para FS el genotipo de mayor rendimiento fue el 653 y el de mayor AP, por lo que conciliando los RG con Gc y Gs y en base a los resultados de este ciclo se podrian recomendar para su siembra extensiva en el ciclo de siembra de PV en la localidad de Marín, N. L., Criollo Tlaxcala y 33. Sin embargo el genotipo 33 fue el de menor DT y es afectado en su RG cuando se le aplica desecado foliar por lo que para este genotipo no se recomienda esta práctica. La utilización de desecado foliar incrementa significativamente la germinación de la semilla de amaranto, por lo que se recomienda desecar para genotipos cuando la semilla se va a utilizar en ciclos de siembra posteriores. El RG con desecado supera en mucho al sin desecado.

4.2. Ciclo agrícola OI 2001, Marin N. L.

En este ciclo agrícola se realizaron dos experimentos, el primer experimento con siembra de transplante y el segundo con el método de siembra directa.

4.2.1. Experimento 1: Siembra de transplante

En este experimento no hubo resultados cuantificables ya que a 25 días de establecido el experimento el día 20 de abril se observó un ataque en follaje y tallo por liebres en la mayoría de las unidades experimentales por lo que el día 27 de abril se tomó la determinación de eliminar el experimento.

4.2.2. Experimento 2: siembra directa.

4.2.2.1. Análisis de varianza para las variables evaluadas

Como se explicó en Materiales y Métodos el análisis de varianza de este ensayo se realizó por bloques completos al azar en parcelas divididas. Los resultados de los análisis de varianza para las ocho variables estudiadas se observan en el Cuadro 22. Aquí se puede observar que todas las variables analizadas presentaron significancia estadística, tanto para genotipos, densidades de población como para la interacción genotipos x densidades, por lo que se procedió a la comparación de medias entre genotipos dentro de cada densidad para las ocho variables en estudio.

Cuadro 22. Significancia estadística de los cuadrados medios y coeficientes de variación para ocho características evaluadas en cinco genotipos de amaranto establecidos en cuatro densidades de población, bajo el arreglo de parcelas divididas, ciclo OI 2001 en Marín N. L.

Fuentes	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			LP (cm)	DT (cm)	AP (cm)		
	RG	FV	FS	Vegetativa			Floración	Final
Bloques	7426 0 NS	1269760 NS	1102336 NS	7 22 NS	6 40 *	2 0234NS	5 625 NS	24 NS
Genotipos (A)	2091403*	798 0*	111.8*	1695 3*	187 5*	1057.8*	134 6*	6032*
Error (a)	16775	39 81	4 88	2 18	1.68	0.96	27.18	15.28
DP (B)	173431*	2166*	291 1*	26.09*	24 46*	78.83*	41 76*	328.9*
Error (b)	3465 9	46 49	9.99	4.74	1 65	0.55	23.27	10.06
A x B	36213*	343 7*	78 12*	37 40*	11.90*	37 27*	100 7*	368.2*
C V a(%)	35.22	16 75	16.90	4 52	5 45	1 80	5 28	2.45
C V b(%)	16.28	18 11	24.20	6.66	5 40	1 40	4 88	1 99

DP: densidad de población

4.2.2.2. Rendimiento de grano (RG)

En general, todos los genotipos de *A. hypochondriacus* tuvieron muy bajo RG, en Marín durante el ciclo OI 2001 siendo inferiores a 306 kg ha^{-1} . En cambio *A. cruentus* tuvo una producción muy superior entre 892 a 1637 kg ha^{-1} . En el Cuadro 23, se tiene que el genotipo que presentó estadísticamente el mayor RG fue el 33 de *A. cruentus* en todas las densidades de población y el genotipo de menor rendimiento fue el 153-5-3 de *A. hypochondriacus*, a una densidad de población de $31,250 \text{ plantas ha}^{-1}$, lo cual se explica debido a que, no obstante que hubo formación de panícula en el 75% pero no tuvieron grano presentándose muchas plantas infértiles, a excepción del genotipo 33 de *A. cruentus* que tuvo un comportamiento aceptable en este ciclo de siembra. La superioridad del genotipo 33 puede explicarse por su adaptación a climas más secos y calientes (Alejandre y Gómez, 1986). En general existe una relación inversa entre la densidad de población y el RG. Estos resultados no coinciden con los reportados por Peña (1997) quien reporta rendimientos de grano de 3600 kg ha^{-1} para el genotipo 153-5-3 y de 900 kg ha^{-1} para el genotipo 33 de *A. cruentus* en la misma fecha de siembra de este estudio, pero en el ambiente de Xocoyucan Tlaxcala a 1980 msnm y en un clima mas fresco, por lo que a mayor altitud la temperatura menor a los 30° C es determinante para un alto rendimiento de grano de *A. hypochondriacus*, en tanto que *A. cruentus* prospera mejor que *A. hypochondriacus* a temperaturas mayores a 30° C .

Cuadro 23. Comparación de medias para RG (kg ha⁻¹) en cinco genotipos de amaranto a cuatro densidades de población, ciclo de siembra de OI 2001, en Marín, N. L.

Genotipos	Densidad de población plantas ha ⁻¹			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
655	306.2b	93.7bc	90.0b	27.0b
153-5-3	179.0b	46.8c	33.0b	15.6b
653	318.5b	112.5bc	122ab	130.6b
Criollo Tlaxcala	181.0b	296.5b	124.5b	64.0b
33	1 637.5a	1 481a	1, 083a	892.0a
DMS (0.05)	208			
CV (%)	16.0			

4.2.2.3. Rendimiento de forraje verde (FV)

En cuanto al rendimiento de forraje verde, en el Cuadro 24, se aprecia que el genotipo 33 de *A. cruentus* tuvo un rendimiento de 80,610 kg ha⁻¹ con una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ fue de, siendo estadísticamente igual a Criollo Tlaxcala y 653 excepto en la densidad de 31,250 plantas ha⁻¹ donde fue igual a 153-5-3, superando a los demás genotipos. El genotipo de menor producción de forraje verde fue el 655 de *A. hypochondriacus* con 9,500 kg ha⁻¹ a 31,250 plantas ha⁻¹.

4.2.2.4. Rendimiento de forraje seco (FS)

En el Cuadro 25, se aprecia que el genotipo Criollo Tlaxcala a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ rindió 37,310 kg ha⁻¹, muy superior al de menor rendimiento con 3,260 kg ha⁻¹ a 31,250 plantas ha⁻¹ que fue el genotipo 655 de *A. hypochondriacus*. Todos los genotipos tuvieron la tendencia a un menor rendimiento a medida que la densidad de población se redujo. Martínez *et al.*, (1996) obtuvo resultados similares con el genotipo Azteca de *A. hypochondriacus* a una densidad de población de 83,500 plantas ha⁻¹, observó que a medida que la densidad de población se incrementa hasta 125,000 plantas ha⁻¹ hay incrementos sustanciales en el rendimiento de forraje seco. Es importante señalar que no obstante que el genotipo 33 presentó el más alto rendimiento de forraje verde, en cuanto a forraje seco fue superado estadísticamente por otros genotipos en tres de las cuatro densidades de población. Este resultado coincide con el reportado por Peña, (1996) en una evaluación con el mismo genotipo 33 en Tlaxcala, en donde reporta mayor

rendimiento de forraje verde, en comparación con los genotipos de *A. hypochondriacus*, pero un menor rendimiento de forraje seco.

Cuadro 24 Comparación de medias en la producción de FV en cinco genotipos de amaranto a cuatro densidades de población, ciclo de siembra de OI 2001 en Marín N. L.

Genotipos	*Densidad de población plantas ha ⁻¹			
	125,000	62,500	41,666	31,250
655	45,310 b	22,560 b	17,240 b	9,500 b
153-5-3	22,750 c	31,055 b	39,860 a	32,475 a
653	52,500 ab	53,750 a	38,640 a	14,515 b
Criollo Tlaxcala	72,500 a	57,650 a	34,825 a	21,030 ab
33	80,610 a	47,085 a	37,900 a	21,330 ab
DMS (0.05)	15,226			
C. V. (%)	18.11			

* La comparación de medias es para cada densidad de población por separado

Cuadro 25. Comparación de medias en la producción de FS en cinco genotipos de amaranto a cuatro densidades de población, ciclo de siembra OI en Marín, N. L. 2001.

Genotipo	Densidad de población plantas ha ⁻¹			
	125, 000	62,500	41, 666	31, 250
655	15, 715a	15, 456a	6, 050c	3, 260b
153-5-3	6, 600d	10, 230a	7, 800bc	9, 965a
653	15, 500a	15, 000a	14 ,160ab	7, 025b
Criollo Tlaxcala	37, 310a	14, 530b	6, 780c	9, 230bc
33	24,985b	15 665b	17 805a	8 045c
DMS (0.05)	6 735			
CV. (%)	24.20			

4.2.2.5. Longitud de panícula (LP)

En el Cuadro 26., se observa que el genotipo que mejor desarrollo obtuvo en este ciclo de siembra de OI en Marín, N. L., en cuanto a la variable longitud de panícula, fue el genotipo 33 de *A. cruentus* en todas las densidades de población, superando estadísticamente al resto de los genotipos. El genotipo Criollo Tlaxcala de *A. hypochondriacus* siguió al 33 en LP en todas las densidades excepto en 31250 plantas ha⁻¹ donde Criollo Tlaxcala fue inferior a 33 y estadísticamente igual a 153-5-3. La mayor longitud de panícula en el genotipo 33 puede explicar el mayor rendimiento de grano respecto al resto de los genotipos.

4.2.2.6. Altura de planta (AP)

En el Cuadro 27, se observa el comportamiento de la variable AP en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y a cuatro densidades de población todos los genotipos incrementaron su AP de la etapa vegetativa a la de madurez comercial. El genotipo 33 de *A. cruentus* en la etapa vegetativa fue el de menor AP comparado con los otros genotipos, a la floración igualó a algunos de ellos y en fructificación fue el de mayor AP en las cuatro densidades de población, el de menor AP a la fructificación fue el genotipo 655 a 62500 plantas ha⁻¹. En experimentos realizados en el sur de Tlaxcala por Peña (1998) se presentaron alturas de plantas de 236, 234 y 164 cm para los genotipos 153-5-3, 655 y 33, siendo los dos primeros más altos en esa región que en Marín, N. L. El genotipo 33 resultó ser más consistente en AP en ambas regiones, esto es en el sur de Tlaxcala y en Marín, N. L.

Cuadro 26. Comparación de medias para LP (cm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población, OI 2001, en Marín, N. L.

Genotipos	Densidad de población plantas ha ⁻¹			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
655	16d	24cd	16d	20c
153-5-3	25c	21d	26c	31b
653	22c	27c	24c	20c
Criollo Tlaxcala	40b	40b	41b	31b
33	51 ^a	55a	55a	57a
DMS (0.05)	4.49			
CV. (%)	6.60			

Cuadro 27. Comparación de medias para AP (cm) en cinco genotipos de amaranto en las distintas etapas de crecimiento del cultivo con diferente distancia entre plantas en el ciclo de siembra OI 2001 en Marín, N. L.

Genotipos	Etapas											
	Vegetativa				Floración				Fructificación			
	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4
655	51b	52b	49b	59b	91b	95a	103ab	107a	141c	120d	123c	126d
153-5-3	51a	51b	42c	50d	102a	95a	86c	83c	185a	185b	169b	185b
653	69a	64a	62a	57c	101ab	95a	109a	96b	179a	126d	140d	124d
Criollo Tlaxcala	64b	63a	62a	63a	106a	103	96bc	103ab	152b	160c	148c	149c
33	38b	44c	30d	29e	107a	99a	100ab	96b	182a	196a	200a	196a
DMS(0.05)	1.5				11.38				7.91			
CV (%)	1.4				4.88				1.99			

Etapas. Vegetativa del 20 de Marzo al 27 de abril 37 días, Floración del 28 de abril al 31 de mayo 34 días, Fructificación del 1º de junio al 5 de julio 35 días
d1 = 125,000 plantas ha⁻¹, d2 = 62,500 plantas ha⁻¹, d3 = 41,666 plantas ha⁻¹, d4 = 31,250 plantas ha⁻¹.

4.2.2.7. Diámetro del tallo (DT)

En cuanto a DT, el cual se aprecia en el Cuadro 28, este tuvo un rango de 17 a 27 mm, siendo el de mayor DT el genotipo 153-5-3 a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ y el de menor DT fue el mismo genotipo a 31,250 plantas ha⁻¹

4.2.2.8. Unidades calor

La determinación de las unidades calor para las etapas de crecimiento del cultivo de la emergencia a la cosecha se presentan en el Cuadro 29. Para este ciclo OI 2001 en Marín, N. L., los genotipos de *A. hypochondriacus* requirieron de siembra a cosecha de 22 días mas, lo que representa 343 unidades calor más que el genotipo 33 de *A. cruentus*. Boradonenko *et al.*, (1999) encontraron que genotipos de *A. hypochondriacus* tuvieron 11 días entre la etapa de panícula completa y madurez comercial, un comportamiento semejante fue observado en este ciclo OI 2001 en Marín, N. L. para 153-5-3, 653 y 655.

4.2.2.9. Plagas y enfermedades

En este ciclo se presentaron diversas plagas como: *Diabrotica spp*, vaquita o catarinita, *Epitrix spp*, pulgillas, *Mizuz spp*, pulgas, *Ligus spp*, chinches *Feltia spp*, siendo las dos ultimas las mas importantes pero sin llegar a causar un daño económico en el cultivo, dado que se controlaron químicamente de manera oportuna.

Cuadro 28. Comparación de medias para DT (mm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población, OI 2001, Marín, N. L.

Genotipos	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
153-5-3	27 a	25 a	21a	17 c
Criollo Tlaxcala	25 ab	24 a	23 a	22 b
33	23 ab	26 a	22 a	27ab
655	21 ab	24 a	24 a	30 a
653	20 b	22 a	22 a	22 b
DMS (0.05)	6.53			

Cuadro 29. Unidades calor en las ultimas etapas de crecimiento del cultivo de amaranto, experimento 2, siembra directa OI 2001, Marín, N. L.

Genotipos	Emergencia*		Inicio de aparición de la panícula		Panícula completa		Madurez comercial	
	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.
			Días	U. C.				
153-5-3	8	52	79	850	107	1271	119	1475
653	6	57	79	850	107	1271	119	1475
Criollo	4	52	54	490	61	602	119	1475
33	3	70	54	490	61	602	97	1132
655	8	57	79	850	107	1271	119	1475

* Inicio del ciclo de siembra OI 2001, el 20 de marzo.

4.2.2.10. Consideraciones generales para el ciclo OI 2001, Marín, N. L.

La colecta que por su rendimiento de grano y forraje en el ciclo de siembra de OI 2001 en Marín, N. L., tuvo el mejor comportamiento fue 33 de *A. cruentus* con 1, 637 kg ha⁻¹ de grano y con 80 610 kg ha⁻¹ de forraje verde a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ es decir a una distancia entre plantas de 10cm y surcos a 0.80 m. Este resultado es similar al reportado por Alejandro y Gómez, (1986) en cuanto al rendimiento de esta variedad en Texcoco, México. En cuanto a la producción de forraje verde, los resultados difieren de Weber (1990) quien en estudios realizados con la misma especie, encontró rendimientos de 40,000 kg ha⁻¹ de forraje verde en la región de las grandes planicies en los E. U. A. equivalentes a un 50% menos de rendimiento de forraje verde, que el encontrado en Marín N. L. en el ciclo OI 2001. Por lo anterior, en base a los resultados del ciclo OI 2001, el genotipo 33 pudiera ser recomendado para su siembra comercial en este ciclo en el área de influencia de la FAUANL.

4.3. Ciclo agrícola PV 2001, Valle del Guadiana, Durango

4.3.1. Experimento 1: análisis bajo densidades de población

4.3.1.1. Análisis de varianza para las variables evaluadas

Los resultados del análisis de varianza para los genotipos en estudio se observan en el Cuadro 30., en el cual se aprecia que para la variable rendimiento de grano (RG) sólo hubo significancia estadística para los genotipos, y no para la densidad de población ni para la interacción genotipos x densidades de población. Para la variable forraje seco (FS) tanto para genotipos, densidades de población y la interacción genotipos x densidades de población hubo significancia estadística; en el caso de las demás variables en estudio, longitud de panícula (LP), altura de planta (AP) y diámetro del tallo (DT), no existió significancia estadística.

4.3.1.2. Rendimiento de grano (RG)

En el Cuadro 31, se tiene que los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron el 653 con 1890 kg ha⁻¹ y el 655 con 1470 kg ha⁻¹, y el resto de los genotipos fueron de menor rendimiento. La superioridad de los genotipos 653 y 655 puede explicarse por su adaptación a climas más templados (Alejandre y Gómez, 1986). Estos resultados encontrados en este ciclo PV2001 son del orden de los reportados por Flores (1998) en Zacatecas, quien encontró rendimientos de grano de 2050 y 1637 kg ha⁻¹ para estos dos mismos genotipos, respectivamente.

Cuadro 30. Cuadrados medios y coeficientes de variación para ocho características evaluadas en cinco genotipos de amaranto establecidos bajo cuatro densidades de siembra, en arreglo de parcelas divididas, PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

FV	Rendimiento		LP	AP	DT
	RG	FS			
	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(cm)	(mm)	(cm)
Bloques	680160 NS	680160 NS	2310.3 *	13068.18 *	250 *
Genotipos	1360411 *	104381184 *	402 5253NS	28.1250 NS	3821.2500 NS
(A)					
Error (a)	156919.0	91136	301.2753	49.37500	1483.7500
Densidad					
de	750741 NS	5213525.5 *	74.2916 NS	74.29166 NS	996.66668 NS
Población					
(B)					
A x B	215296 NS	42728620 *	113 875 NS	113.875 NS	1002.9166 NS
Error (b)	285699.18	637952	135.2916	39.791668	665.00000
C V. (%)	32.46	4.82	23.27	36.37	18.62

Cuadro 31. Comparación de medias para rendimiento de grano (kg ha⁻¹) en cinco genotipos de amaranto. PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	Media
653	1890.1250 a
655	1470.3750 ab
33	995.2500 b
153-5-3	972.8750 b
Criollo Tlaxcala	966.1250 b
DMS (0 05)	549.8

4.3.1.3. Rendimiento de forraje seco (FS)

Como se aprecia en el Cuadro 32, el comportamiento para FS de los genotipos dentro de cada densidad de población no fue el mismo, por lo que el genotipo 33, presentó el rendimiento mas alto a 125,000 y 41,600 plantas ha⁻¹, y el genotipo Criollo Tlaxcala fue el de mayor rendimiento a 62,500 plantas ha⁻¹, en tanto que a 31,250 plantas ha⁻¹, Criollo Tlaxcala, 153-5-3 y 653 fueron los de mayor rendimiento de FS. Estos genotipos se recomendarían para su siembra a las densidades de población bajo las cuales fueron los de mejor rendimiento de FS. Resultados similares para rendimiento de FS en la misma localidad y con los mismos genotipos son los reportados por Martínez (1999).

4.3.1.4. Longitud de panícula (LP)

En el Cuadro 33, se observa que numéricamente el genotipo de mayor LP fue el 653, y el de menor LP fue el 33; sin embargo estas diferencias no fueron significativas estadísticamente. Este resultado del comportamiento del genotipo 33 es similar al reportado por De la Cruz y Guadarrama (1996) quienes encontraron longitudes de panícula para este mismo genotipo de 40 cm.

Cuadro 32. Comparación de medias para FS (kg ha^{-1}) de cinco genotipos de amaranto a cuatro densidades de población, PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Densidad de población (plantas ha^{-1})			
	125, 000	62,500	41, 666	31, 250
33	24450 a	17700 b	22150 a	17050 b
655	22150 b	18400 b	13750 c	8550 c
Criollo Tlaxcala	21050 b	22985 a	18200 b	19300 a
153-5-3	9875 c	11100 c	12250 c	19425 a
653	9700 c	11600 c	12250 c	19400 a
DMS (0.05)	1529.4808			

Cuadro 33. Promedio para la variable LP (cm) en cinco genotipos de amaranto. PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	AP (cm)
653	65.0
655	55.0
153-5-3	54.0
Criollo Tlaxcala	50.0
33	40.0

4.3.1.5. Altura de planta (AP)

En el Cuadro 34, se observa el promedio para la variable AP de todos los genotipos. El genotipo numéricamente con mayor promedio de altura, aunque estadísticamente igual al resto, fue el 153-5-3 y el de menor altura fue el genotipo 655. Este resultado difiere con lo reportado por Trinidad (1997), quien encontró una altura de planta de 160 cm, en la misma fecha de siembra (junio) para el genotipo 153-5-3 en Texcoco estado de México.

4.3.1.6. Diámetro del tallo (DT)

En cuanto a DT estadísticamente no fue significativo pero en el Cuadro 35, se observan los resultados de la medición para esta variable en campo ordenados de mayor a menor.

4.3.1.7. Consideraciones generales para el ciclo PV 2001, Valle del Guadiana, Durango

En base a los datos del ciclo PV 2000, la colecta que por su rendimiento de grano y forraje pudiera ser considerada para sembrarse en años siguientes en el Valle del Guadiana, Dgo., para producción de grano son la 653 y 655 de *A. hypochondriacus* a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ y para rendimiento de FS el genotipo 33 sería el recomendado; en tanto que para la producción de grano y forraje el genotipo mas indicado sería el 655.

Cuadro 34. Promedio para la variable AP (cm) en cinco genotipos de amaranto. PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	AP (cm)
153-5-3	185.0
653	160.0
33	150.0
Criollo Tlaxcala	145.0
655	125.0

Cuadro 35. Promedio para la variable DT (mm) en cinco genotipos de amaranto. PV 2001, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	DT (mm)
655	17.0
153-5-3	16.0
33	16.0
Criollo Tlaxcala	15.0
653	12.0

4.4. Ciclo agrícola OI 2002, Marín, N. L.

4.4.1. Experimento 1: siembra directa 15 de febrero

No obstante que la siembra se realizó con bastante humedad y depositando la semilla en el fondo del surco, observando la emergencia del cultivo algunas los días 23 y 28 de febrero y el 10 de marzo, ésta fue sin embargo el número de plantas por parcela fue muy baja por lo que este experimento se dio por anulado a los 15 días de haber sembrado

4.4.2. Experimento 2: siembra directa 22 de febrero

El día 22 de febrero se sembró un segundo experimento y el 15 de marzo, por las mismas causas del experimento uno se decidió eliminarlo.

4.4.3. Experimento 3: siembra directa 15 de marzo

4.4.3.1. Análisis de varianza para las variables evaluadas

Los resultados de los análisis de varianza para las cinco variables estudiadas se presentan en el Cuadro 36, en el cual se puede observar que para la variable RG, se tuvo significancia estadística, para genotipos, densidades de población y para la interacción de genotipos x densidades de población. Para FS solo hubo diferencias entre densidades de población. Para LP solo entre genotipos hubo diferencias significativas. Para AP solo se detectaron diferencias significativas para densidades de población. En cuanto a DT la interacción fue significativa. Considerando las fuentes de variación en las que se detectó diferencia significativa para algunas de las cinco variables, se procedió a la prueba de comparación de medias.

Cuadro 36 Cuadrados medios y coeficientes de variación para cinco características evaluadas en cinco genotipos de amaranto establecidos en cuatro densidades de siembra, bajo el arreglo de parcelas divididas, ciclo OI 2002 en Marín N. L.

FV	Rendimiento		LP	AP	DT
	(kg ha ⁻¹)		(cm)	(cm)	(cm)
	RG	FS			
Bloques	1347256 NS	1317888 NS	570 NS	4494.375 NS	6.40 NS
Genotipos (A)	6088497 *	4040256 NS	692.712 *	367.375 NS	15.28 NS
Error (a)	158788	3895488	17.812	253.0937	16.149
Densidad de población (B)	1909077*	3895488 *	70 427 NS	1181.625 *	10.625 NS
A x B	437120.6 *	7836629 NS	83.495 NS	296.5104 NS	23.708*
Error (b)	153695.2	7970338	92.8416	194.4666	5.925
C. V. (%)	42.19	35.73	22.79	7.55	10.5

4.4.3.2. Rendimiento de grano (RG)

En el Cuadro 37, se observa que el genotipo 33 y Criollo Tlaxcala fueron los de mayor RG con 125,000 plantas ha⁻¹ y el 33 y el 653 superaron a todos los genotipos en las otras tres densidades de población. Resultados similares son los reportados por Berti *et al.*, (1997) en evaluación de 15 genotipos de *Amaranthus spp.*, con diferentes densidades de población, donde los *A. cruentus* sembrados bajo densidades de población altas en un ambiente seco y caliente en Chile superaron en RG a todos los genotipos de *A. hypochondriacus* en estudio.

4.4.3.3. Rendimiento de forraje seco (FS)

En el Cuadro 38, se aprecia que la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ fue la que permitió obtener el rendimiento más alto y significativo respecto a las densidades menores. Similares resultados son los reportados por Henderson y Johnson (1998), para cinco genotipos de amaranto, en donde, con el genotipo Plainsman K343 de *A. cruentus*, obtuvo rendimientos de FS altos con el uso de densidades de población superiores a las 100,000 plantas ha⁻¹ en la región de las grandes planicies en EUA. Por otra parte este resultado coincide con lo reportado por García (2001) para la misma localidad y los mismos genotipos en estudio en el ciclo de siembra de OI 2001.

Cuadro 37. Comparación de medias en RG (kg ha⁻¹) en cinco genotipos de amaranto a diferente densidad de población, OI 2002, en Marín, N. L.

Genotipos	Densidad de población plantas ha ⁻¹			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
33	1982.5 a	1952.5 a	1534.5 a	1444.5 a
Criollo Tlaxcala	993.5 ab	375 bc	322.5 b	327 bc
153-5-3	345 bc	203.0 bc	142 b	15.5 c
653	253 bc	1479 a	1479 a	1218.5 ab
655	104 c	124 c	103 b	335 bc
DMS (0.05)	903.9			

Cuadro 38. Comparación de medias en la producción de FS a cuatro densidades de población, promedio de cinco genotipos. OI 2002, Marín, N. L.

Densidad de población (plantas ha ⁻¹)	FS (kg ha ⁻¹)
125,000	13562.4 a
62,500	8304.6 b
41,666	5829.6 b
31,250	3906.4 b
DMS	6213.0

4.4.3.4. Longitud de panícula (LP)

Estadísticamente solo existió significancia estadística para los genotipos en estudio, lo cual se observa en el Cuadro 39. El genotipo que mejor desarrolló en este ciclo de siembra en cuanto a LP fue el genotipo 653 de *A. hypochondriacus* con 57 cm y el de menor LP fue para el genotipo 33 de *A. cruentus* con 31 cm. Este resultado coincide con el reportado por Espitia (1986b) en donde encontró mayor LP en los genotipos de *A. hypochondriacus* en la región de Saltillo, Coah. y menor LP para los genotipos de *A. cruentus* en una evaluación preliminar efectuada en genotipos de amaranto.

4.4.3.5. Altura de planta (AP)

En el Cuadro 40 se observa que la mayor AP se obtiene cuando se siembra con las densidades de población bajas de 41,666 y 31,250 plantas ha⁻¹. Esto se debe a que cuando las plantas se encuentran con menor competencia tienden a presentar mayor desarrollo, lo que coincide con lo reportado por Trinidad (1997) quien probó 15 genotipos de amaranto a diferente densidad de población y observó que todos desarrollaron mayor altura a medida que la densidad de población se redujo

Cuadro 39. Comparación de medias para LP (cm) en cinco genotipos de amaranto, promedio de cuatro densidades de población. OI 2002, Marín, N. L.

Genotipos	LP (cm)
653	57 a
153-5-3	40 b
655	42 b
Criollo Tlaxcala	40 b
33	31 c
DMS (0.05)	5.8

Cuadro 40. Comparación de medias para AP (cm) entre cuatro densidades de población, promedio de cinco genotipos de amaranto. OI 2002, Marín, N. L.

Densidad de población (plantas ha ⁻¹)	AP (cm)
125,000	161 b
62,500	156 b
41,666	200 a
31,250	200 a
DMS (0.05)	30.6

4.4.3.6. Diámetro del tallo (DT)

Como se observa en el Cuadro 41, la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ 153-5-3 presentó el mayor DT promedio, en tanto que bajo 62,500 plantas ha⁻¹ y 41,666 plantas ha⁻¹ las diferencias entre genotipos no existieron, pero bajo 31,250 plantas ha⁻¹, 655 y 33 fueron los que presentaron el valor promedio de DT mas alto. Este resultado es similar al reportado por García y Valdés (2002) para la misma localidad y los mismos genotipos en estudio en el ciclo de siembra de OI 2001.

4.4.3.7. Unidades calor

Las unidades calor para cada una de las etapas de crecimiento del cultivo se observan en el Cuadro 42, en el cual se tiene que los genotipos de *A. hypochondriacus* necesitan mas unidades calor para su emergencia y para llegar a su madurez comercial, en contraparte con el genotipo 33 de *A. cruentus* el cual tiene un requerimiento de 186 unidades calor menos a madurez comercial respecto a los genotipos de *A. hypochondriacus* y 25 unidades calor menos para la emergencia de las plantas en campo.

Cuadro 41. Comparación de medias para DT (mm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población, OI 2002, Marín, N. L.

Genotipos	Densidad de población plantas \overline{ha}^{-1}			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
655	21 ab	23	24	30 a
153-5-3	27 a	25	20	16 c
653	20 b	22	21	22 bc
Criollo Tlaxcala	25 ab	23	21	22 bc
33	23 ab	26	21	27 ab
DMS (0.05)	7.10	Ns	Ns	

Cuadro 42. Unidades calor en las ultimas etapas de crecimiento del cultivo de amaranto, OI 2002, Marín, N. L.

Genotipos	Emergencia		Inicio de aparición de la panícula		Panícula completa		Madurez comercial	
	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.
153-5-3	6	50	54	732	95	1435	108	1569
653	6	50	54	732	95	1435	108	1569
Criollo	6	50	45	550	79	1153	108	1569
33	3	25	40	488	68	1043	98	1383
655	6	50	54	732	95	1435	108	1569

* Inicio del ciclo de siembra OI 2002, el 20 de marzo.

4.4.3.8. Consideraciones generales para el ciclo OI 2002, Marín, N. L.

La colecta que por su rendimiento de grano y forraje en el ciclo de siembra de OI 2002 en Marín, N. L., es recomendada para sembrarse en este ciclo es la 33 de *A. cruentus* a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹.

4.5. Ciclo agrícola PV 2002, Valle del Guadiana, Durango

4.5.1. Experimento 1: análisis por densidades de población

4.5.1.1 Análisis de varianza

Los resultados del análisis de varianza para los genotipos en estudio se observan en el Cuadro 43, en el cual se aprecia que para la variable RG sólo hubo significancia estadística para las densidades de población y no para los genotipos ni para la interacción genotipos x densidades de población. Para las variables FS LP, AP y DT tanto para genotipos, densidades de población y la interacción genotipos x densidades de población hubo significancia estadística.

4.5.1.2. Rendimiento de grano (RG)

En el Cuadro 44, se tiene que a densidades de población altas de 125,000 y 62,500 plantas ha^{-1} se obtienen los mayores rendimientos de grano con 1562 y 1539 kg ha^{-1} respectivamente, superiores estadísticamente respecto a las densidades de población de 41,666 y 31,250 plantas ha^{-1} . Resultados similares son los reportados por Martínez (1988), en donde encontró que a medida que se utilizan densidades de población superiores a 100,000 plantas ha^{-1} el rendimiento de grano se incrementa de un 40 a un 50 % con respecto a la utilización de densidades de población menores de 50,000 plantas ha^{-1} . Este resultado es diferente con el reportado por Baltensperger (1991) en donde reporta rendimientos de grano hasta de 5964 kg ha^{-1} bajo densidades de población de 31,250 plantas ha^{-1} con el genotipo Plainsman de *A. cruentus*.

Cuadro 43. Significancia estadística de los cuadrados medios y coeficientes de variación para cinco características evaluadas en cinco genotipos de amaranto establecidos en cuatro densidades de población, bajo el arreglo de parcelas divididas, ciclo PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

FV	Rendimiento		LP	AP	DT
	RG (kg ha ⁻¹)	FS (kg ha ⁻¹)	(cm)	(cm)	(cm)
Bloques	563828 NS	512 NS	6.398438 NS	0.187500 NS	0.400391 NS
Genotipos	242820 NS	23060128*	495.962*	51 5874*	563.6562*
(A)					
Error (a)	613252	61344	12.912109	1.962646	29.0
Densidad	404385.3*	61344*	822.966*	75.6331*	5161.10*
de población					
(B)					
A x B	96347 NS	13081749*	44.8626*	14.8208*	323.88*
Error (b)	112429.6	43886.9	8.05	2.483333	36.3
C. V. (%)	28.57	3.31	6.06	8.93	4.34

Cuadro 44. Comparación de medias en el rendimiento de grano de amaranto (RG) en (kg ha⁻¹) de cuatro densidades de población, promedio de cinco genotipos. PV 2002, Valle del Guadiana, Durango.

Densidad de población plantas ha ⁻¹	Media RG (Kg ha ⁻¹)
125000	1562 a
62500	1539 a
41666	856 b
31250	814 b
DMS (0.05)	712

4.5.1.3. Rendimiento de forraje seco (FS)

En el Cuadro 45 se aprecia que los genotipos 653, Criollo Tlaxcala y 33 a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹, tuvieron rendimientos de FS de 12,250, 12,250 y 12,200 kg ha⁻¹ respectivamente el cual fue superiores al resto de los genotipos. Este resultado es similar en cuanto al rendimiento de FS con el reportado por García (2002) para la misma localidad y para los mismos genotipos. Resultados similares son los encontrados por Stordahl *et al.*, (1999) en donde reportan rendimientos de 12,000 kg ha⁻¹ para la especie de *A. hypochondriacus* bajo densidades de población de 125,000 plantas ha⁻¹ en Minnesota.

4.5.1.4. Longitud de panícula (LP)

En el Cuadro 46, se observa que el genotipo que tuvo el mejor desarrollo en este ciclo de siembra en cuanto a la variable LP, fueron los genotipos 33 de *A. cruentus* y 153-5-3, el primero en todas las densidades de población y el segundo a 125,000 y 62,500 plantas ha⁻¹, en tanto que 653 fue estadísticamente igual a 33 bajo 31,250 plantas ha⁻¹. El tamaño de la panícula tiende a incrementarse a medida que la separación entre plantas en forma individual es mayor. Estos resultados difieren con los reportados por Martínez (1999) quien en la misma localidad encontró variaciones de LP para los mismos genotipos de 30 y 45 cm respectivamente.

Cuadro 45. Comparación de medias en la producción de (FS) en cinco genotipos de amaranto a cuatro densidades de población. PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)			
	125, 000	62,500	41, 666	31, 250
653	12250 a	1837 e	5000 b	2100 c
Criollo Tlaxcala	12250 a	3062 d	3406 c	1225 d
33	12200 a	6400 c	3375 c	3062 b
153-5-3	9437 b	7250 b	4540 b	2150 c
655	8375 c	9187 a	9875 a	9487 a
DMS (0.05)	513			

Cuadro 46. Comparación de medias para LP (cm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población. PV 2002, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
33	42 ^a	51ab	64a	64a
153-5-3	42 ^a	52ab	52b	60ab
653	32b	41c	54b	63a
Criollo Tlaxcala	32b	32d	34c	41c
655	30b	45bc	48b	55b
DMS (0.05)	7.17			

4.5.1.5. Altura de planta (AP)

En el Cuadro 47, se aprecia el promedio para AP en las densidades de población de 125,000 y 62,500 plantas ha^{-1} , fue el más alto para los genotipos 653 y 655; en tanto que en las densidades de 41,666 y 31,250 plantas ha^{-1} , 153-5-3 fue el de mayor AP. Este resultado difiere con lo reportado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Manizales Colombia (1999) en donde se encontró una AP de 75 cm, para *A. cruentus* en la evaluación de cuatro especies de amaranto.

4.5.1.6. Diámetro del tallo (DT)

En el Cuadro 48, se aprecia que Criollo Tlaxcala fue el genotipo de mayor DT a 125,000 plantas ha^{-1} , a 62,500 plantas ha^{-1} : No hubo diferencias en DT entre los genotipos. A 41,666 plantas ha^{-1} 653 y 153-5-3 fueron los de menor DT, superados estadísticamente por los otros tres genotipos, en tanto que a 31,250 plantas ha^{-1} , 655 y 653 presentaron el mismo DT el cual fue superior a los otros genotipos. Estos resultados son similares a los reportados por Martínez (1996) en donde para el genotipo 655 y 153-5-3, encontró diferencias similares en DT en los Valles de Oaxaca a 125,000 plantas ha^{-1}

Cuadro 47 Comparación de medias para AP (cm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población. PV 2002, Vaile del Guadiana, Durango.

Genotipos	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
653	128 a	135 ab	140 c	142 c
655	120 ab	142 a	157 ab	172 ab
Criollo Tlaxcala	112 b	128 b	122 d	167 b
153-5-3	110 b	130 ab	165 a	185 a
33	95 c	115 c	145b c	165 b
DMS (0.05)	13.3			

Cuadro 48. Comparación de medias para DT (mm) en cinco genotipos de amaranto, a cuatro densidades de población. PV 2002, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)			
	125, 000	62, 500	41, 666	31, 250
Criollo Tlaxcala	22 a	20 a	20 a	20 b
33	16 b	16 b	20 a	20 b
655	15 b	16 b	18 a	25 a
653	14 b	11 c	17 ab	25 a
153-5-3	11 c	12 c	15 b	16 c
DMS (0 05)	3.4			

4.5.1.7. Unidades calor

La determinación de las unidades calor para cada una de las etapas de crecimiento del cultivo se aprecian en el Cuadro 49. Para este ciclo de siembra de PV 2002 en el Valle del Guadiana, los genotipos de *A. hypochondriacus* requieren de 9,12 a 24, 9 a 17 y 16 a 22 unidades calor mas que el genotipo 33 de *A. cruentus* para respectivamente la emergencia, inicio de aparición de la panícula completa y madurez comercial. Estos resultados coinciden con lo reportado por Reyna (1993) en donde ubica a *A. cruentus* en zonas de climas muy calientes, calientes y semicálidas hasta los limites con los templados, por lo que requiere menos unidades calor para completar su ciclo.

4.5.1.8. Consideraciones generales para el ciclo PV 2002, Valle del Guadiana, Durango

En consideración a los resultados obtenidos en este ciclo en esta localidad, de los cinco genotipos ensayados, 653, Criollo Tlaxcala y 33 sembrados a 125,000 plantas ha⁻¹, serian los recomendados para la producción de FS y grano.

Cuadro 49. Unidades calor en las últimas etapas de crecimiento del cultivo de amaranto, PV 2002, Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	Emergencia		Inicio de aparición de la panícula		Panícula completa		Madurez comercial	
	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U. C.	Días	U.C.
			Días	U. C.				
153-5-3	9	54	74	231	84	261	149	318
653	9	54	74	231	84	261	149	318
Criollo	9	54	70	219	81	253	135	312
33	5	45	62	207	77	244	112	296
655	9	54	74	231	84	261	149	318

* Inicio del ciclo de siembra PV 2002, el 19 de junio.
Cosecha del 31 de octubre al 17 de noviembre.

4.6. Análisis conjunto de los ciclos de siembra de PV 2000, OI 2001, PV 2001, OI 2002, PV 2002 en dos localidades contrastantes del norte de México.

4.6.1. Análisis de varianza

Los resultados del análisis de varianza para los cinco genotipos estudiados 153-5-3, 653, Criollo Tlaxcala, 33 y 655, en cuatro densidades de población de 31250, 41666, 62500 y 125000 plantas ha⁻¹ durante los ciclos agrícolas OI 2001 en Marín, N. L., PV 2001 en el Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 en Marín, N. L., y PV 2002 en el Valle del Guadiana, Durango, considerados como ambientes se observan en el Cuadro 50.

En este Cuadro se aprecia que para la variable rendimiento de grano (RG) existe significancia estadística para densidades de población (B), para los ambientes de estudio (C), en las interacciones A x C y B x C, no así en la interacción A x B x C. Por lo anterior, en RG tanto para los genotipos como para las densidades de población fueron influenciados por los ambientes de prueba.

En cuanto a la variable de rendimiento de forraje seco (FS) se detectó significancia estadística tanto para genotipos, densidades de población, ambientes y para todas las interacciones por lo que el comportamiento del rendimiento está fuertemente influenciado por el ambiente y su respuesta es diferente para todos los genotipos en estudio.

Para la variable longitud de panícula (LP) se detectó significancia para las densidades de población y para todas las interacciones dobles A x B, A x C y B x C, no así para la triple interacción A x B x C.

Para la variable altura de planta (AP) se detectó significancia estadística para genotipos, densidades de población y todas las interacciones, pero no así para los ambientes en estudio.

Para la variable diámetro del tallo (DT) solo existió significancia estadística para genotipos y para las interacciones A x C y B x C.

Cuadro 50. Cuadrados medios y coeficientes de variación para cinco características evaluadas en cinco genotipos de amaranto establecidos en cuatro densidades de población, en los ciclos agrícolas de OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

FV	Rendimiento		LP	AP	DT
	RG (kg ha ⁻¹)	FS (kg ha ⁻¹)	(cm)	(cm)	(mm)
Repeticiones	1270368NS	2332672NS	97.656250NS	726.75NS	11.558594NS
Genotipos (A)	1521880NS	94957056*	135.07031NS	4625.312*	153.306*
Error (a)	284032	2071040	165.5625	413.187	15.586914
Densidades de población (B)	1059472*	126689960*	149.70832*	830.3333*	12.506511NS
A x B	177374.67NS	46886740*	113.51823*	344.9166*	10.068685NS
Error (b)	232834.14	4071151	33.747917	135.083328	11.864583
Ambientes (C)	7112533.5*	976522560*	2055.4895NS	17351.9160NS	709.4062NS
Error (c)	279876.281	1103735.5	913.408386	5702.482910	78.955986
A x C	2269878.7*	43853484*	846.63544*	2363.5207*	45.406250*
Error (d)	504672.25	3244748.75	80.853638	503.233398	16.779232
B x C	348716.43*	169826304*	345.1007*	1519.277832*	40.95009*
A x B x C	102146.66NS	29598322*	90.079865NS	378.930542*	22.291124NS
Error (e)	144746.31	4922117.5	56.597916	225.633331	13.609028
C V (%)	23.1	18.6	5.0	4.5	6.7

4.6.2. Comparación de medias

4.6.2.1. Rendimiento de grano (RG)

4.6.2.1.1. Interacción genotipo x ambiente (A x C)

Debido a que la interacción A x C fue estadísticamente significativa, se procedió a efectuar el análisis de comparación de medias (Cuadro 51) en el cual se aprecia que en OI 2001, Marín, N. L., el genotipo 33 fue el de mayor RG, superando significativamente a los otros cuatro genotipos. En el mismo año pero en el ciclo PV en el Valle del Guadiana, Dgo., 653 y 655 fueron los genotipos de mayor RG. En el año 2002, en el ciclo OI en Marín, N. L., nuevamente el genotipo 33 y ahora el genotipo Criollo Tlaxcala también presentó un alto RG estadísticamente igual al 33, superando estos dos genotipos al resto. En PV 2002 en el Valle del Guadiana todos los genotipos tuvieron buen rendimiento sin llegar a detectarse diferencias estadísticas entre ellos. Estos resultados confirman que los genotipos de *A. hypochondriacus* presentan su mas alto RG en el ciclo PV en el Valle del Guadiana por encontrar condiciones ambientales semejantes a los de su adaptación y por el contrario, en los ambientes de OI 2001 y 2002 en Marín, N. L., estos genotipos presentaron un menor rendimiento, en tanto que el 33 presentó los rendimientos mas altos por tener adaptación a condiciones calientes y secas. Estos resultados coinciden con los publicados por Alejandre y Gómez (1986) para la especie *A. hypochondriacus* en donde ésta presenta mejor adaptación a climas mas templados de mayor altitud a los 1500 msnm. Henderson y Johnson (1998) evaluaron en cuatro ambientes templados, cuatro genotipos de *A. cruentus* y dos de *A. hypochondriacus* x *A. hybridus* sembrados en junio en la región de las

grandes planicies en E. U. A., en donde bajo tres condiciones templadas encontraron para los genotipos de *A. cruentus* un mayor rendimiento de grano (1169 kg ha⁻¹) respecto a los genotipos de *A. hypochondriacus* x *A. hybridus* (876 kg ha⁻¹), por lo que considerando los resultados obtenidos en este trabajo para el genotipo 33 de *A. cruentus* en los ambientes templados de PV Valle del Guadiana, su comportamiento no es similar a los de los genotipos de *A. cruentus* ensayados en la región de las grandes planicies.

Cuadro 51. Comparación de medias para RG en amaranto (kg ha^{-1}) para la interacción genotipo x ambiente (A x C), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	2001		2002	
	OI	PV	OI	PV
	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo
33	1274.62 a	995.12 b	1951.75 a	972.50 a
653	199.00 b	1890.12 a	443.60 b	1204.50 a
Criollo				
Tlaxcala	166.50 b	968.62 b	1381.75 a	1015.12 a
655	129.00 b	1655.50 ab	227.50 b	1314.50 a
153-5-3	68.66 b	1097.89 b	362.50 b	1360.12 a
DMS (0.05)	773.98			

Considerando los resultados del Cuadro 51 y los correspondientes al ciclo PV 2000 en Marín, N. L., para RG con desecación foliar (Cuadro 17) ajustados a 122,000 plantas ha⁻¹ incluyendo la DMS, se procedió a integrarlos en el Cuadro 52, en el cual se aprecia que en cuanto a la colecta 33 de *A. cruentus* ésta es la de mayor rendimiento de grano promedio en los dos ciclos OI (2001-2002) en Marín N. L. y la de más bajo rendimiento promedio de grano en el ciclo de PV en la misma localidad, siendo superada estadísticamente por las demás colectas de *A. hypochondriacus*; sin embargo, en este mismo ciclo de PV, el promedio de RG de 2001 y 2002 en el Valle del Guadiana, Dgo., la colecta 33 de *A. cruentus*, aún que con tendencia numérica a presentar un menor rendimiento respecto a las de *A. hypochondriacus*, no fue diferente estadísticamente a estos genotipos. Este comportamiento puede ser explicado por el origen geográfico de las colectas de *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* y donde las condiciones ambientales en Marín N. L. en el ciclo OI son cálidos y secos durante la fase reproductiva del cultivo, condiciones que *A. cruentus*, por su origen puede tolerar; en tanto que en PV Marín, N. L. y PV Valle del Guadiana, las condiciones son equivalentes a un clima templado, lo cual favorece el crecimiento de *A. hypochondriacus*.

Cuadro 52. Comparación de medias para RG en amaranto (kg ha^{-1}) para la interacción genotipos x ambiente (A X C), PV 2000 Marín, N. L., OI 2001-2002 Marín, N. L., PV 2001-2002 Valle del Guadiana, Dgo.

Genotipos	Media OI	Media PV	Media PV
	(2001– 2002)	(2000)	(2001 –2002)
	Marín N. L.	Marín N. L*	Durango, Dgo.
33 (A. c ¹)	1613.9a	600.0 c	983.8 a
653 (A. h ²)	321.3 b	2071.0 a	1547.3 a
655 (A. h ²)	178.3 b	2220.0 a	1490.0 a
153-5-3 (A. h ²)	215.7 b	2029.0 a	1229.0 a
Criollo Tlaxcala	774.1 b	1305.0 b	991.9 a
DMS (0.05)	773.98	402.7	773.98

1 = *Amaranthus cruentus*, 2 = *Amaranthus hypochondriacus*, *RG: estimado a la densidad de población de 122,000 plantas ha^{-1}

4.6.2.1.2. Interacción densidades de población x ambientes (B x C)

La comparación de medias para RG entre densidades dentro de ambientes, se aprecia en el Cuadro 53, y se observa que en OI 2001 en Marín, N. L., todas las densidades de población no difirieron estadísticamente y en el 2002, la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ estadísticamente superó a las otras densidades. En el Valle del Guadiana, Dgo., al observar el ciclo PV 2001 y PV 2002, se aprecia que la densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹, en lo general estuvo estadísticamente entre las de más alto rendimiento. Estos resultados presentan las mismas tendencias a los reportados por Bharat y Whitehead (1993) para *A. hypochondriacus* en donde el mayor RG fue cuando se utilizaron densidades de población de 125,000 plantas ha⁻¹. Sin embargo, los resultados obtenidos difieren de los publicados por Apaza *et al.*, (2002) por un genotipo 87f-51 de *A. hypochondriacus* el cual bajo una densidad de población de 31,250 plantas ha⁻¹ en Tarija, Bolivia, produjo 1590 kg ha⁻¹, al igual que los encontrados por Henderson (1993) en Dakota del Norte, en donde obtuvo RG de 1560 kg ha⁻¹ bajo densidades de población de 125,000 plantas ha⁻¹. Por lo anterior la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ puede considerarse la mas adecuada para la producción de grano de amaranto en Marín, N. L. y en el Valle del Guadiana, Durango.

Cuadro 53. Comparación de medias para RG en amaranto (kg ha^{-1}) para la interacción densidad de población x ambiente (B x C), en los ambientes de OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Densidad de población	2001		2002	
	OI	PV	OI	PV
	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo
31250	232.75 a	1562.75 a	668.92 b	1227.80 a
41666	297.06 a	1006.80 b	757.90 b	937.40 ab
62500	416.07 a	1417.40 a	727.50 b	1112.80 b
125000	524.60 a	1306.52 a	1339.75 a	1415.40 a
DMS (0.05)	343.14			

4.6.3. Rendimiento de forraje seco (FS)

4.6.3.1. Interacción genotipo x densidad x ambiente (A x B x C)

La comparación de medias para la variable rendimiento de FS, bajo la interacción de genotipos x densidades de población x ambiente se presenta en el Cuadro 54. Los genotipos de mayor rendimiento de FS fueron el Criollo Tlaxcala y el 33 con 37,310 y 24,985 kg ha⁻¹ respectivamente ambos en Marín, N. L., con una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹. La significancia estadística para esta múltiple interacción, se debe principalmente a la magnitud de las diferencias en las condiciones climáticas de altitud y latitud de los ambientes en estudio. Los rendimientos de forraje estadísticamente son más bajos variaron de 1,171 a 11,875 kg ha⁻¹ en el ambiente del Valle del Guadiana, Durango., en PV y en el ambiente de Marín, N. L., en OI, lo cual se puede explicar debido a que ocurren temperaturas templadas (20°C) en la etapa reproductiva durante la estación de crecimiento del cultivo, lo que limita su crecimiento (10°C). Similares resultados son los reportados por Reyna (1993) en donde ubica a los *A. cruentus* en climas mas secos y calientes y por consecuencia con un rápido crecimiento y con mayor contenido de biomasa seca. Henderson y Johnson (2000) reportan que los mayores rendimientos de FS fueron para el MT3 de *A. cruentus* a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ en la región de las grandes planicies en EUA. Brenner (1990) atribuye el alto rendimiento de FS para los genotipos de *A. cruentus* a que son de foto período corto en el cual no se presenta en OI en Marín, N. L., lo que favorece en su etapa vegetativa un mayor crecimiento en Marín, N. L.

Cuadro 54. Rendimiento de FS en amaranto (kg ha^{-1}) para la interacción genotipo x densidad de población x ambiente (A x B x C), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Ambientes	Densidad de población	
		(kg ha^{-1})	FS (kg ha^{-1})
Criollo	OI 2001 N. L.	125000	37310 a
33	OI 2001 N. L.	125000	24985 b
33	PV 2001 Dgo.	125000	24450 bc
Criollo	PV 2001 Dgo.	62500	22985 bcd
33	PV 2001 Dgo.	41666	22150 bcde
655	PV 2001 Dgo.	125000	22150 bcde
Criollo	PV 2001 Dgo.	125000	21050 bcdef
153-5-3	PV 2001 Dgo.	31250	19425 bcdefg
653	PV 2001 Dgo.	31250	19400 bcdefg
Criollo	PV 2001 Dgo.	31250	19300 bcdefg
655	PV 2001 Dgo.	62500	18400 bcdefgh
Criollo	PV 2001 Dgo.	41666	18200 bcdefgh
33	OI 2001 N. L.	41666	17805 bcdefghi
33	PV 2001 Dgo.	62500	17700 bcdefghi
33	PV 2001 Dgo.	31250	17050 bcdefghij
33	OI 2002 N. L.	125000	16937 bcdefghij
33	OI 2001 N. L.	62500	15900 bcdefghijk
653	OI 2001 N. L.	125000	15715 bcdefghijkl
655	OI 2001 N. L.	62500	15665 bcdefghijklm
33	OI 2001 N. L.	125000	15550 bcdefghijklmn
653	OI 2001 N. L.	62500	15465 bcdefghijklmn
655	OI 2002 N. L.	125000	15125 bcdefghijklmno
653	OI 2001 N. L.	62500	14530 bcdefghijklmnop

Continúa Cuadro 54

Criollo	OI 2002 N. L.	125000	14375 bcdefghijklmnopq
655	PV 2002 Dgo	31250	14375 bcdefghijklmnopq
653	OI 2001 N. L.	41666	14160 bcdefghijklmnopqr
653	PV 2001 Dgo.	41666	13750 cdefghijklmnopqrs
655	PV 2001 Dgo.	41666	12250 defghijklmnopqrst
153-5-3	PV 2001 Dgo.	41666	12250 defghijklmnopqrst
Criollo	PV 2002 Dgo.	31250	11875 efghijklmnopqrstu
33	PV 2002 Dgo.	31250	11875 efghijklmnopqrstu
653	PV 2001 Dgo.	62500	11600 efghijklmnopqrstu
153-5-3	OI 2002 N. L.	125000	11500 efghijklmnopqrstu
153-5-3	PV 2001 Dgo.	62500	11100 fghijklmnopqrstu
153-5-3	OI 2001 N. L.	62500	10230 fghijklmnopqrstu
655	OI 2002 N. L.	62500	10052 fghijklmnopqrstu
153-5-3	OI 2001 N. L.	31250	9965 ghijklmnopqrstu
153-5-3	PV 2001 Dgo.	125000	9875 ghijklmnopqrstu
Criollo	PV 2002 Dgo.	41666	9875 ghijklmnopqrstu
655	PV 2001 Dgo.	31250	9687 ghijklmnopqrstu
653	PV 2002 Dgo.	125000	9550 ghijklmnopqrstu
655	OI 2001 N. L.	31250	9375 ghijklmnopqrstu
Criollo	OI 2002 N. L.	31250	9230 ghijklmnopqrstu
33	OI 2002 N. L.	62500	8875 ghijklmnopqrstu
153-5-3	PV 2002 Dgo.	62500	8812 ghijklmnopqrstu
153-5-3	PV 2001 Dgo.	41666	8755 ghijklmnopqrstu
655	OI 2002 N. L.	31250	8550 ghijklmnopqrstu
Criollo	OI 2002 N. L.	62500	8493 ghijklmnopqrstu
153-5-3	OI 2001 N. L.	41666	8207 hijklmnopqrstu
33	OI 2001 N. L.	31250	7955 hijklmnopqrstu
153-5-3	OI 2001 N. L.	41666	7445 hijklmnopqrstu
653	OI 2001 N. L.	31250	7025 ijklmnopqrstu
Criollo	OI 2001 N. L.	41666	6785 ijklmnopqrstu

153-5-3	PV 2002 Dgo.	125000	6650 jklmnopqrstu
33	OI 2001 N. L.	41666	6200 jklmnopqrstu
655	OI 2002 N. L.	41666	6050 jklmnopqrstu
Criollo	OI 2002 N. L.	41666	5600 klmnopqrstu
655	OI 2002 N. L.	41666	5437 klmnopqrstu
653	OI 2002 N. L.	62500	5280 klmnopqrstu
653	OI 2002 N. L.	41666	5072 klmnopqrstu
33	OI 2002 N. L.	41666	4832 lmnopqrstu
153-5-3	PV 2002 Dgo.	62500	4685 lmnopqrstu
153-5-3	OI 2002 N. L.	31250	4657 mnopqrstu
653	PV 2002 Dgo.	62500	4600 nopqrstu
33	OI 2002 N. L.	31250	4327 opqrstu
Criollo	OI 2002 N. L.	31250	4237 pqrstu
655	PV 2002 Dgo.	41666	4062 pqrstu
33	OI 2002 N. L.	31250	3656 pqrstu
655	PV 2002 Dgo.	62500	3645 pqrstu
33	PV 2002 Dgo.	62500	3541 pqrstu
655	PV 2002 Dgo.	41666	3437 qrstu
655	OI 2001 N. L.	31250	3260 rstu
Criollo	PV 2002 Dgo.	62500	3064 stu
33	PV 2002 Dgo.	125000	2968 stu
653	PV 2002 Dgo.	41666	2812 stu
653	PV 2002 Dgo.	125000	2800 stu
655	OI 2002 N. L.	31250	2655 tu
153-5-3	PV 2002 Dgo.	125000	2421 tu
655	PV 2002 Dgo.	125000	1796 tu
Criollo	PV 2002 Dgo.	125000	1171 u
DMS			11045.15
(0.05)			

Estos resultados para FS son muy superiores a los reportados por Stordahl *et al.*, (1999) en Minnesota en donde obtuvieron de 8,800 a 9,800 kg ha⁻¹ de FS para *A. hypochondriacus* bajo densidades de población de 125,000 plantas ha⁻¹. Por otra parte, estos resultados coinciden con los obtenidos por Burton *et al.* (2002) en la región de las grandes planicies en EUA con el genotipo MT3 de *A. cruentus* para un rendimiento de FS de 17,502 kg ha⁻¹ bajo una densidad de población de 62,500 plantas ha⁻¹.

4.6.4. Longitud de panícula (LP)

4.6.4.1. Interacción genotipo x densidad de población (A x B)

La comparación de medias se presenta en el Cuadro 55, en el cual se aprecia que el genotipo de mayor LP fue el Criollo Tlaxcala con 52.00 cm bajo una densidad de población de 31,250 plantas ha⁻¹, el genotipo de menor LP fué el 655 con 37.0 cm a una densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹. Similares resultados son los reportados por Apaza (2002) con el genotipo 87f-51 de *A. hypochondriacus* para una LP de 51.5 cm en el ambiente de Tarja, Bolivia bajo una densidad de población de 120,000 plantas ha⁻¹. Este resultado difiere del reportado por Matteucci (1998) en donde para los genotipos de *A. hypochondriacus* obtuvo 44.0 cm de LP bajo una densidad de población de 31,250 plantas ha⁻¹.

4.6.4.2. Interacción genotipo x ambiente (A x C)

La comparación de medias se presenta en el Cuadro 56, en el cual se aprecia que los genotipos de mayor LP fueron el 655 de *A. hypochondriacus* con 55.25 cm en el PV 2002 en el ambiente del Valle del Guadiana, Dgo., y el 33 en OI 2001 en Marín, N. L. el genotipo de menor LP fue el 655 con 20.62 cm en OI 2001 en el ambiente de Marín, N. L. Alexandre y Gómez (1986) publicó longitudes de panícula similares para los genotipos de *A. hypochondriacus* en experimentos realizados con amaranto en el ambiente de Texcoco, Estado de México.

Cuadro 55. Comparación de medias para LP (cm) para la interacción genotipo x densidad de población (A x B), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Densidad de población (plantas ha ¹)	LP (cm)
Criollo Tlaxcala	31250	52.00 a
655	31250	48.12 ab
Criollo Tlaxcala	41666	46.12 abc
153-5-3	41666	46.12 abc
153-5-3	62500	46.00 abc
653	31250	44.12 bcd
Criollo Tlaxcala	62500	44.00 bcd
153-5-3	125000	43.87 bcd
33	62500	43.62 bcde
655	62500	43.00 bcde
655	41666	42.25 bcde
33	125000	41.25 cde
33	31250	41.12 cde
653	125000	39.25 de
153-5-3	31250	38.50 de
653	41666	38.50 de
Criollo Tlaxcala	125000	38.50 de
653	62500	38.12 de
33	41666	38.00 de
655	125000	37.62 e
DMS (0.05)		6.18

Cuadro 56. Comparación de medias para LP (cm) para la interacción genotipo x ambiente (A x C), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Localidad	LP (cm)
655	PV 2002 Valle del Guadiana, Dgo.	55.25 a
33	OI 2001 Marín, N. L.	54.75 a
153-5-3	PV 2001 Valle del Guadiana	54.25 ab
655	PV 2001 Valle del Guadiana	54.00 ab
Criollo Tlaxcala	PV 2001 Valle del Guadiana	52.50 ab
653	PV 2002 Valle del Guadiana	51.87 ab
653	OI 2002Marín, N. L.	51.25 ab
Criollo Tlaxcala	PV 2002 Valle del Guadiana	47.62 bcd
153-5-3	OI 2001 Marín, N. L.	44.62 bcde
153-5-3	OI 2001 Marín, N. L.	41.12 cdef
655	OI 2002 Marín, N. L.	40.50 cdef
Criollo Tlaxcala	OI 2001Marín, N. L.	40.00 cdefg
Criollo Tlaxcala	OI 2002Marín, N. L.	37.50 defgh
33	PV 2001 Valle del Guadiana, Dgo	37.00 efgh
33	OI 2002 Marín. N. L.	34.75 fghi
33	PV 2002 Valle del Guadiana, Dgo	30.25 ghij
653	OI 2002 Marín, N. L.	28.37 hij
153-5-3	OI 2001 Marín, N. L.	28.30 ij
653	OI 2001 Marín, N. L.	26.62 ij
655	OI 2001Marín, N. L.	20.62 j
DMS (0.05)		9.79

4.6.4.3. Interacción densidad de población x ambiente (B x C)

En la comparación de medias (Cuadro 57), se aprecia que la mayor LP, fue para la densidad de población de 31250 plantas ha⁻¹ en PV 2002 en el ambiente del Valle del Guadiana, Dgo., la menor LP fue para la densidad de población de 125,000 plantas ha⁻¹ en OI 2002 en el ambiente de Marín, N. L. Las mayores longitudes de panícula en su conjunto fueron para los genotipos en el ambiente del Valle del Guadiana, Dgo. Resultados similares son los reportados por Martínez (1999) en donde la mayor LP se obtuvo con densidades de población bajas en el ambiente del Valle del Guadiana, Durango.

Cuadro 57. Comparación de medias para LP en (cm) para la interacción densidad de población x ambiente (B x C) OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Densidad de población (plantas ha ⁻¹)	Ambiente	LP (cm)
31250	PV 2002 Valle del Guadiana	56.70 a
125000	PV 2001 Valle del Guadiana	52.80 ab
62500	PV 2001 Valle del Guadiana	51.50 ab
41666	PV 2002 Valle del Guadiana	50.70 abc
31250	PV 2001 Valle del Guadiana	48.30 bcd
41666	PV 2001 Valle del Guadiana	47.00 bcd
62500	PV 2002 Valle del Guadiana	44.30 cde
62500	OI 2002 Marín, N. L.	43.20 def
125000	OI 2002 Marín, N. L.	41.90 defg
31250	OI 2001 Marín, N. L.	38.80 efgh
41666	OI 2002 Marín, N. L.	36.10 fghi
125000	PV 2002 Valle del Guadiana	35.60 ghi
31250	OI 2002 Marín, N. L.	35.30 ghi
41666	OI 2002 Marín, N. L.	35.00 ghi
62500	OI 2002 Marín, N. L.	32.80 hi
125000	OI 2002 Marín, N. L.	30.10 i
DMS (0.05)		13.54

4.6.5. Altura de planta (AP)

4.6.5.1. Interacción (A x B x C)

En el Cuadro 58, se aprecia que el genotipo de mayor AP fue el 653 de *A. hypochondriacus* con 202 cm, bajo las densidades de población de 125,000 y 62,500 plantas ha⁻¹, en OI 2002 en Marín, N. L., y el genotipo 655 a 31,250 plantas ha⁻¹ también en 2001 en Marín, N. L.

La menor AP fué para el genotipo 33 con 75 cm en PV 2001 en el ambiente del Valle del Guadiana, Dgo. Este resultado coincide con lo reportado por Calderón (1991) en donde encontró significancia estadística en dos de cuatro ambientes de prueba para 12 genotipos, reportando alturas de 176 cm para los genotipos de *A. cruentus* y de 136 cm para los genotipos de *A. hypochondriacus* en la interacción múltiple en ambientes de prueba de 700 msnm a 1950 msnm.

Bharat y Whitheard (1993) reportan AP de 129.3 y 120.7 cm bajo densidades de población de 125,000 y 31,250 plantas ha⁻¹ en experimentos en invernadero. Este resultado es diferente al publicado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de Manizales, Colombia (1999) en experimentos bajo densidades de población de 125,000 plantas ha⁻¹, donde obtuvieron AP de 113.5 cm en genotipos de *A. hypochondriacus*.

Cuadro 58. Comparación de medias para la variable AP en (cm) para la interacción genotipo x densidad de población x ambiente (A x B x C), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipo	Ambientes	Densidad de población (plantas ha ⁻¹)	AP (cm)
653	OI 2002 N. L.	125000	202.0a
653	OI 2002 N. L.	62500	201.0a
655	OI 2001 N. L.	31250	200.0a
655	OI 2001 N. L.	41666	195.0ab
655	OI 2001 N. L.	62500	192.0abc
153-5-3	OI 2002 N. L.	41666	189.0abc
Criollo	OI 2002 N. L.	62500	188.0abcd
33	OI 2002 N. L.	31250	187.0abcd
Criollo	OI 2002 N. L.	125000	186.0abcde
33	OI 2002 N. L.	62500	186.0abcde
153-5-3	OI 2001 N. L.	62500	186.0abcde
655	OI 2002 N. L.	62500	186.0 abcde
153-5-3	OI 2001 N. L.	41666	185.0 abcdef
153-5-3	PV 2001 Dgo.	125000	185.0 abcdef
153-5-3	PV 2002 Dgo.	31250	185.0 abcdef
33	OI 2002 N. L.	31250	184.0 abcdef
153-5-3	OI 2001 N. L.	31250	183.5 abcdefg
33	OI 2002 N. L.	41666	182.0 abcdefgh
655	OI 2001 N. L.	125000	182.0 abcdefgh
153-5-3	OI 2002 N. L.	62500	180.0 abcdefghi
153-5-3	OI 2001 N. L.	125000	179.0 abcdefghi
655	OI 2002 N. L.	125000	179.0 abcdefghi
655	OI 2002 N. L.	41666	178.0 abcdefghij
153-5-3	OI 2002 N. L.	31250	177.0 abcdefghij
Criollo	OI 2002 N. L.	31250	176.0 abcdefghij
655	OI 2002 N. L.	31250	175.0 abcdefghij
653	OI 2001 N. L.	31250	174.0 abcdefghij
153-5-3	OI 2002 N. L.	125000	172.0 abcdefghijk
655	PV 2002 Dgo.	41666	172.0 abcdefghijk
653	OI 2002 N. L.	31250	171.0 abcdefghijk
Criollo	OI 2002 N. L.	41666	169.0 abcdefghijkl
Criollo	PV 2002 Dgo.	31250	167.0 abcdefghijklm
153-5-3	PV 2002 Dgo.	125000	165.0 abcdefghijklmn
653	OI 2002 N. L.	41666	164.0 abcdefghijklmno
Criollo	OI 2001 N. L.	41666	161.0 bcdefghijklmnop
653	PV 2001 Dgo.	31250	160.0 bcdefghijklmnopq
Criollo	PV 2001 Dgo.	31250	160.0 bcdefghijklmnopq
653	PV 2001 Dgo.	125000	160.0 bcdefghijklmnopq

Continúa Cuadro 58.

Criollo	PV 2001 Dgo.	125000	160.0	bcdefghijklmnopq
655	PV 2002 Dgo.	31250	157.0	bcdefghijklmnopq
Criollo	OI 2001 N. L.	41666	156.0	bcdefghijklmnopqr
Criollo	PV 2001Dgo.	41666	155.0	cdefghijklmnopqr
Criollo	PV 2001 Dgo.	62500	155.0	cdefghijklmnopqr
653	PV 2001Dgo.	62500	155.0	cdefghijklmnopqr
153-5-3	PV 2001 Dgo.	41666	150.0	cdefghijklmnopqr
653	PV 2001 Dgo.	41666	150.0	defghijklmnopqrs
Criollo	PV 2001 Dgo.	41666	150.0	defghijklmnopqrs
655	OI 2001 N. L.	31250	148.0	defghijklmnopqrs
Criollo	OI 2001 N. L.	62500	147.0	efghijklmnopqrst
Criollo	PV 2002 Dgo.	125000	145.0	fghijklmnopqrst
33	PV 2002 Dgo.	41666	144.0	ghijklmnopqrst
33	PV 2002 Dgo.	31250	142.0	hijklmnopqrst
655	PV 2002 Dgo.	41666	142.0	hijklmnopqrst
33	PV 2001Dgo.	31250	142.0	ijklmnopqrst
653	PV 2002 Dgo.	62500	140.0	ijklmnopqrst
153-5-3	PV 2002 Dgo.	31250	140.0	ijklmnopqrst
653	OI 2001 N. L.	31250	135.0	jklmnopqrst
33	PV 2002 Dgo.	62500	135.0	jklmnopqrst
153-5-3	OI 2002 N. L.	41666	132.0	klmnopqrstu
Criollo	PV 2002 Dgo.	125000	130.0	klmnopqrstu
153-5-3	PV 2002 Dgo.	62500	128.0	mnopqrstuv
653	OI 2001 N. L.	62500	127.0	mnopqrstuv
33	OI 2001N. L.	62500	127.0	nopqrstuvw
653	OI 2001 N. L.	62500	126.0	nopqrstuvw
655	PV 2002 Dgo.	125000	126.0	nopqrstuvw
33	PV 2001 Dgo.	125000	125.0	opqrstuvw
653	PV 2002 Dgo.	125000	125.0	opqrstuvw
33	PV 2002 Dgo.	125000	124.0	pqrstuvw
criollo	PV 2002 Dgo.	41666	123.0	pqrstuvw
655	PV 2002 Dgo.	41666	122.0	pqrstuvw
655	PV 2002 Dgo.	62500	120.0	pqrstuvw
655	OI 2001 N. L.	41666	120.0	qrstuvw
33	PV 2001 Dgo.	125000	120.0	rstuvw
criollo	PV 2002 Dgo.	62500	115.0	rstuvw
153-5-3	PV 2002 Dgo.	125000	112.0	stuvw
153-5-3	PV 2002 Dgo.	31250	110.0	stuvw
33	OI 2001 N. L.	41666	100.0	tuvw
33	PV 2002 Dgo.	125000	95.0	vw
655	PV 2001 Dgo.	125000	90.0	w
33	PV 2001 Dgo	31250	75.0	x
DMS		38.69		

(0.05)

4.6.6. Diámetro del tallo (DT)

4.6.6.1. Interacción genotipo x ambiente (A x C)

La comparación de medias para DT se observa en el Cuadro 59, en el cual los genotipos de mayor DT fueron el 33 de *A. cruentus* y el 653 de *A. hypochondriacus* tanto en OI 2001 en Marín, N. L., como en PV 2002 en el Valle del Guadiana, Dgo. En PV 2001 Durango y en OI 2002 Marín, N. L. los genotipos no presentan estadísticamente diferencias entre ellos. Espitia (1987) a reportado por que el DT no se relaciona con RG, pero los resultados estadísticos para genotipos x ambientes (A X C), tanto para RG (Cuadro 51) y para DT (Cuadro 59) se asocian lineal y significativamente (0.05) con un valor de correlación de $r = 0.4517$.

4.6.6.2. Interacción densidad de población x ambiente (B x C)

Al efectuar la comparación de medias (Cuadro 60), se aprecia que en el Valle del Guadiana, Dgo., tanto para el 2001 como para el 2002, las densidades de población no difieren estadísticamente entre ellas, en cambio en OI 2001 y OI 2002 en Marín, N. L., se observa una tendencia significativa a reducir los promedios de DT en la densidad alta de 125,000 plantas ha^{-1} , presentando valores mas altos de DT al reducir la densidad de población.

Cuadro 59. Comparación de medias en DT (mm) para la interacción genotipo x ambiente (A x C), OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Genotipos	2001		2002	
	OI	PV	OI	PV
	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo
33	31.75 a	16.54 a	21.75 a	18.62 a
653	26.50 a	13.75 a	21.37 a	17.50 a
Criollo Tlaxcala	24.37 b	15.62 a	23.50 a	12.40 ab
655	22.37 b	14.25 a	24.62 a	13.75 b
153-5-3	21.47 b	12.50 a	23.12 a	13.50 b
DMS (0.05)	4.26			

Cuadro 60. Comparación de medias para DT en (mm) para la interacción densidad de población x ambientes (B x C). OI 2001 Marín, N. L., PV 2001 Valle del Guadiana, Durango, OI 2002 Marín, N. L., y PV 2002 Valle del Guadiana, Durango.

Densidad de población	2001		2002	
	OI	PV	OI	PV
	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo	Marín, N. L.	Valle del Guadiana, Dgo
31250	24.10 a	15.60 a	23.90 a	15.90
41666	24.00 a	16.00 a	21.10 b	15.00
62500	23.45 a	18.00 a	24.20 a	15.90
125000	20.90 b	18.70 a	15.40 ab	15.00
DMS (0.05)	3.10			

Bharat y Whitehead (1993) reportan DT para genotipos de *A. cruentus* de 27, 19, 25 y 21 cm, bajo densidades de población de 125,000, 62,500, 41,666 y 31,250 plantas ha⁻¹, respectivamente, para amaranto en invernadero, estos valores difieren a los encontrados en este trabajo conducido bajo las mismas densidades pero bajo condiciones de campo, por lo que estas diferencias podrían ser explicadas en base a las condiciones de invernadero y campo.

4.7. Conclusiones

La característica del amaranto de tener una buena plasticidad morfológica y buena adaptación a diferentes ambientes, permite que a medida que la densidad de población se incrementa de 62550 a 125000 plantas ha⁻¹ en el ambiente de Marín N. L. exista una tendencia a incrementar el rendimiento de grano, el rendimiento de forraje seco y la altura de planta, manteniéndose estable la longitud de panícula y el diámetro del tallo teniendo este último mayor grosor cuando se tienen densidades de población bajas, esto se observó en el genotipo 33 de *A. cruentus* el cual está ubicado para sembrarse en regiones con climas más secos y calientes como los que se presentan en el ciclo OI en el ambiente de Marín, N. L.

En el caso de los genotipos de *A. hypochondriacus* el mejor rendimiento de grano se obtiene en el ambiente del valle del Guadiana, Dgo. sembrados bajo la densidad de población de 62,500 plantas ha⁻¹ y el mayor rendimiento de forraje seco a densidades de población de 125000 plantas ha⁻¹ en donde se tiene la máxima expresión para esta característica y para los componentes de

altura de planta y diámetro del tallo. En cuanto a la componente longitud de panícula permanece estable y con un tamaño semejante en todos los ambientes de estudio.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Basándose en los resultados obtenidos en el trabajo de campo y específicamente en el análisis estadístico, se acepta la hipótesis general de que tecnológicamente el cultivo del amaranto para la producción de grano y forraje es una alternativa viable en el norte y noreste de México bajo las siguientes condiciones:

- 1) En general para producción de grano y forraje los genotipos de *A. hypochondriacus* son más adecuados para sembrarse extensivamente en el Valle del Guadiana, Dgo., recomendándose para su siembra el genotipo 653 a la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹.
- 2) Bajo las condiciones de Marín, N. L., en general para el ciclo OI el genotipo 33 tanto para grano como para forraje es el más adecuado para siembras extensivas a la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹. En referencia al ciclo PV, el genotipo 653 a una densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ sería el recomendado.
- 3) La temperatura de siembra óptima para obtener una buena germinación y un crecimiento del cultivo aceptable es cuando el suelo tiene en promedio 15°

C. Esto se manifiesta en el mes de abril en el ambiente Marín N. L. y en el mes de junio en el ambiente de PV en el Valle del Guadiana, Dgo.

- 4) Cuando la siembra es manual se recomienda el método a chorrillo y cuando es mecánica, mediante una sembradora adaptada para granos pequeños y depositando la semilla en el fondo del surco en un suelo con bastante humedad, a "Tierra /avenida".
- 5) Con el objeto de facilitar la cosecha mecánica y la obtención de un mayor porcentaje de germinación en la semilla de amaranto, se recomienda utilizar una dosis de 500 ml ha⁻¹ del desecante foliar químico Paraquat® aplicado siete días antes de la cosecha y de preferencia su aplicación por la tarde y en ausencia de corrientes de aire.

VI. LITERATURA CITADA

- Adams, R. S., T McCarty, and L. J. Hutchinson. 1992. Prevention and control of nitrate toxicity in cattle. Penn. State Dairy Anim. Sci. Publ. 92-107. Penn Univ., college Agric. Coop. Ext. Serv., University Park, Pa.
- Alcalá, P. 1978. Tachinidos parásitos de *Copitarsia turbata* Herr-Shaff en el valle del Mantaro. Rev. Peruana de Entomología Agrícola. 21(1): 126.
- Aguilar, J. y Alatorre, G. F. 1978. Monografía de la planta de la alegría. Memoria del grupo de Estudios Ambientales, A.C. 157-203 pp.
- Alejandro I. G. y F. Gómez. 1986. Cultivo del Amaranto en México. Colección de Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 12. U. A. CH.
- Alejandro I. G. 2000. Grain amaranths (*Amaranthus spp.*), Instituto Politécnico Nacional, Durango.
- Apaza, V. 1996. Evaluación de cuatro especies de amaranto garnifero sometidas a cuatro densidades de cultivo (Sella Cercado-Tarija). Tesis (Ing. Agr.). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tarija-Bolivia. 126 p.
- Aragón G. A. A., Tapia R. I. Huerta S., y S. Cabelin. 1999. Insectos presentes en el cultivo del amaranto en el valle de Tehuacan Puebla. Amaranto cultivo promisorio del siglo XXI, Pág. 138-141.
- Baltensperger, D. 1991. Release of Plainsman (P.I. 538322) grain amaranth. Legacy 4 (4):7.
- Barrales, D. J., y H. López. 1992. Influencia de la profundidad de siembra sobre la germinación y emergencia en *Amaranthus hypochondriacus* L. Amaranto. Cultivo Promisorio del Siglo XXI. Pag: 53-62.
- Barros C. y B R Marco. 1997. Amaranto; Fuente maravillosa de sabor y salud. Editorial Grijalvo.151 Pág.
- Baumann A. 1988. An Integrated weed managment study to evaluate palmer amaranth competition in cotton. Texas Agricultural Extension Service. Soil and Crop Sciences College Station, Texas: 77843-2774.

- Berti, M., H. Serri, R. Wilckens, and I. Figueroa. 1997. Field evaluation of grain amaranth (*Amaranthus* spp) in Chile. p. 223-226. *En*: J. Janick (ed.). Progress in New Crops. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Betschart, J. R. and Murray, S. 1979. Nutritional studies on *Amaranthus hypochondriacus* and its milling fractions. Proceedings of the 2nd Amaranth Conference. Rodale Press. Pennsylvania. 59-60 pp.
- Bharat P. S. and W F. Whitehead. 1993. Population Density and Soil pH Effects on Vegetable Amaranth Production. In: Janick and J. E. Simon (eds), New Crops, Wiley, New York.
- Borodanenko, A., Gonzáles C. J. y R. Ramírez. 1999. Avances del Programa de Mejoramiento Genético de Amaranto en la Universidad de Guanajuato. El Amaranto Cultivo promisorio del siglo XXI. Pág. 83-88.
- Brenner, D. 1990. Seed Shattering Control with Indehiscent Utricles in grain amaranths, *Legacy* 3(1); 2-3.
- Brenner, D. 1992. The Plainsman story. *Legacy* 1 (5): 12-13.
- Bressani, R. 1989. The proteins of grain amaranth. *Foods Reviews International*. 51: 1338.
- Brümmer, J.M. y G. Morgenstern. 1992. Backeigenschaften der Pseudo-Cerealien Amarant und Quinoa. *Getreide, Mehl u. Brot*. 46 (3): 78-84.
- Burton L. Jhonson and Tracey L. Henderson. 2002. Water Use Patterns of Grain Amaranth in the Northern Great Plains. *Agronomy J.* 94: 1437-1443.
- Byron B., J. Moore, E. Brummer, D. Knapp, Rusell, and Gibson. 2001. Forage Nutritive Value of Various Amaranth Species at Different Harvest Dates. *Crop Sci.* 41: 466-472.
- Cárdenas, L. 1991. Caracterización y efecto de la densidad en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), manejado mediante el sistema orgánico. Tesis Ing. Agrónomo. Univ. de Chile, Santiago, Chile.
- Calderón, L. L. 1991. Caracterización y efecto de la densidad en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), manejado mediante el sistema orgánico. Tesis Ing. Agrónomo. Univ. de Chile, Santiago, Chile.

- Carrasco, F. 1987. Insectos de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) cultivada en Cusco y Apurimac. Rev. Peruana de Entomología Agrícola. 30: 38-41.
- Carlisle, R. J. and Misra, L. 1980. Canopy and chemistry of pasture weeds. Weed Sciences 28 (2):139 pp.
- Casillas, F.1977. Anteproyecto técnico económico de una planta industrializadora de semilla de alegría *Amaranthus leococarpus* s. Wats Tesis Q.F.B. Tecnología de alimentos, Facultad de Química, UNAM. México. D. F. 63 pp.
- Casillas, F. 1986a. Importancia de la semilla de alegría. p. 289-299. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Casillas, F. 1986b. Obtención de nuevos productos a partir de la semilla de la alegría. p. 300-306. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Cervantes, M. J. 1986. El amaranto como alimento para animales. p. 354-360. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Cervellini, J.E., R.O. Braun, R. Estéves y F. Covas. 1994. Efecto de la sustitución parcial del maíz (*Zea mays* L.) por grano de amaranto (*A. mantegazzianus* Passer) suministrado en dos modalidades integrando la dieta de terminación de pollos parrilleros. El amaranto y su potencial (1-2): 24-25.
- Chaturvedi, A., G. Sarojini and N.L. Devi. 1993. Hypocholesterolemic effect of amaranth seeds (*A. esculentus*). Plants Foods for Human Nutrition. 44: 63-70.
- Cheeke, P. R and J. Bronson. 1980. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrates. Proc. of the Second Amaranth Conference. Rodale Press, Pennsylvania. 5-11 pp.
- Clark, K.M. and R.L Myers. 1994. Intercrop performance of pearl millet, amaranth, cowpea, soybean and guar in response to planting pattern and nitrogen fertilization. Agron. J. 86:1097-1102.

- Connor, J.K., R.J.W. Gartner, M.R. B.M. Runge and R.N. Amos. 1980. *Amaranthus edulis*: an ancient food source re-examined. *Aust. J. Exp. Anim. Husb.* 20: 156-161.
- Cothren, J. T., P. H. Jost, and S. P. Biles. 1999. Cotton Desiccation and Defoliation By Paraquat Influenced By Time of Day. *Crop Sci.* 39: 859-862.
- Cunard, A. 1977. Amaranth agronomy 1975-1976 in Amaranth round up. Rodale Press, Pennsylvania, USA. 35-36 pp.
- De la Cruz Colín, O. F., Guadarrama V., S. 1996. Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en 12 genotipos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.), V. 14, Pag: 37-40.
- Downton, W. J. S., 1973. *Amaranthus edulis* : A high lysine grain amaranth *World crops.* 25: 20.
- Early, D. K. 1977. Cultivation and uses of amaranth in contemporary Mexico. *Proc. of the first Amaranth conference* Rodale Press, Pennsylvania 35-38 pp.
- Early, K. D. 1986. Cultivo y usos del *Amaranthus* (kiwicha) en dos centros de domesticación: México y Perú. *En: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos.* Puno, 0- 14 marzo. PISA, IID-CANADA. Puno, Peru.
- Elbehri, A., D.H. Putman and M. Schmitt. 1993. Nitrogen fertilizer and effects on yield and nitrogen efficiency of grain amaranth. *Agronomy Journal.* 85 (1): 120-128.
- Elías, J. 1977. Food value of Amaranth greens and grains. In : *Proc. first Amaranth seminar.* Emmaus, Pa. USA. 83-99 pp.
- Espitia, R. E. 1986a. Plagas y enfermedades del amaranto (*Amaranthus* spp.) en México. p: 233-238. *En: Primer Seminario Nacional del amaranto.* Chapingo, México.
- Espitia, R. E. 1986b. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de *Amaranthus* spp. Tesis Profesional. UAAN Saltillo, Coahuila, México.

- Espitia, R. E. 1991a. Revancha: variedad mejorada de amaranto para los Valles altos de México. p. 64. *En*: Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Morelos.
- Espitia, R. E. 1991b. Estabilidad del rendimiento en amaranto. p. 65. *En*: Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Morelos, 22-27 sep. México.
- Espitia, R. E., C. F. Gonzáles y C. S. Miranda. 1991. Asociación genética del rendimiento y sus componentes en razas de amaranto. p. 39. *En*: Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, Morelos, 22-27 sep. México.
- Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1999. Comportamiento de cuatro especies de amaranto (*Amaranthus spp.*) en el Municipio de Manizales- Caldas. No. 24 Producción. Universidad de Caldas A. A. 775 Manizales Colombia.
- FAO. 1990. Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- FAO. 1992. Manual sobre utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Feine C. 1979. Amaranth: gentle giant of the past and future. In: New agricultural crops. Gary A. Ritchie ed. A.A.A.S. Selected symposium. Traducido del Inglés por Dr. Federico Gómez L. U.A.CH. México. 41-63 pp.
- Flores, R. S. 1998. Estudio preliminar de 8 genotipos de Amaranto en Ojo Caliente, Zacatecas. Ciclo Primavera-Verano 1996. VIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Morelia, Mich. 115 pp.
- Frantzen, T. 1993. Amaranth in rotations. *Legacy* 6 (1): 4-5.30
- García E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía de la UNAM,

- García, L. A., M. A. Alfaro and R. Bressani. 1987. Digestibility and nutritional-value of crude-oil from three amaranth species. *J. Amer. Oil Chem Soc.* 64: 371-375.
- García P. J. y Valdés L. C. G. S. 2002: Interacción genotipo x ambiente en amaranto en dos localidades del norte de México. Memoria del Seminario de Primavera FAUANL.
- García P. J. y Valdés L. C. G. S. 2002a. Comportamiento productivo y agronómico del amaranto en cinco ciclos de siembra. XIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. DGETA.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell 1985. *Physiology of crop plants.* Iowa State Univ., Fargo.
- Garmendia, A. 1985. Enfermedades del amaranto. Programa de investigación del amaranto. Informe 83-2. Cusco, Perú.
- Gómez, O.S. y F.J. Tena. 1986. Cambios en la concentración de lisina y proteína durante la germinación del amaranto. p. 502- 512. *En: Primer Seminario Nacional del Amaranto.* Chapingo, México.
- Granados J. P. 1990. Amaranto su cultivo en México. *Aust. J. Exp. Anim. Husb.* 20: 186-199.
- Grant, W. F. 1959. Cytogenetic studies in *Amaranthus*; In *Cytological aspects of sex determination in dioecious species.* *Can. J. of Bot.* 37: 317, 323 pp.
- Hardwood, R. R. 1979. The present and future status of *Amaranthus* . *Proc. of the Second Amaranth Conference.* Rodale Press, Pennsylvania 153-159 pp.
- Hauptli, H. 1977. Agronomic potencial and breeding amaranth. *Proc. Of the First Amaranth conference.* Emmaus, Pa.
- Hauptli, H. and K. Jain. 1980. Genetic polymorphisms and yield components in a population of amaranth. *The Journal of Heredity* 71: 290-292.
- Henderson, T.L. 1993. Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota. Thesis Ph. D. North Dakota State, North Dakota, USA.

- Henderson, T. L. and B. L. Johnson. 1998. Grain amaranth seeding dates in the Northern Great Plains. *Agronomy J.* 90(3): 339-344.
- Henderson, T. L. and B. L. Johnson. 2000. Row spacing, plant population, and cultivars effects on grain amaranth in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*. [print] March April 92(2): 329-336.
- Irving, D.W., A.A. Betschart and R.M. Saunders. 1981. Morphologic studies on *Amaranthus cruentus*. *J. Foods Science* 46: 1170-1173.
- Jaik, A.D. y F.J. Tena. 1986. Optimización del proceso de tostado de la semilla de alegría (*Amaranthus hypochondriacus*) y diseño de un prototipo de tostadora. p. 397-405. *En: Primer Seminario Nacional del Amaranto*. Chapingo, México.
- Jiménez, P.R. y E.S. Cordero. 1986. *Amaranthus* spp en la alimentación Xochimilca y su proyección en la alimentación básica. p. 56-64. *En: Primer Seminario Nacional del amaranto*. Chapingo, México.
- Kauffman, C.S. 1986. Observaciones sobre las investigaciones preliminares para el desarrollo de variedades mejoradas de amaranto de grano en cinco países. p. 280-285. *En: Primer Seminario Nacional del Amaranto*. Chapingo, México.
- Kauffman, C.S. and L.E. Weber. 1990. Grain amaranth. p. 127-139. *En: J. Janick and J.E. Simon (eds.). Advances in New Crops*. Timber Press. Portland, OR.
- Kulakow, P.A., H. Hauptli and S.K. Jain. 1985. Genetics of grain amaranths. I. Mendelian analysis of six color characteristics. *J. Hered.* 76: 27-30.
- Kulakow, P.A. and S.K. Jain. 1985. The inheritance of flowering in *Amaranthus* species. *J. Genet.* 64: 85-100.
- Kulakow, P.A. and S.K. Jain. 1987. Genetics of grain amaranths. IV. Variation in early generation response to selection in *Amaranthus cruentus* L. *Theor. Appl. Gen.* 74:113-120.
- Khoshoo, T. N.; Pal, M. 1973. Cytogenetic patterns in *Amaranthus*. *Chromosomes today*. 3:259-67 pp.

- Lázaro, E. y J. Sarmiento. 1988. Estudio de la abundancia relativa de las plagas de los cultivos de quinua y kiwicha en la Molina. p. 75-180. *En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos*. INIAP, CIID-CANADA. Quito, Ecuador.
- Lehman, J.W. 1990. Pigments of grain and feral amaranths. *Legacy* 3 (1): 3-4.
- Lehman, J.W., R.L. Clark and K.J. Frey. 1991. Biomass heterosis and combining ability in interspecific and intraspecific rating of grain amaranths. *Crop Sci.* 31: 1111-1116.
- Lutz, R. 1986. Observaciones sobre el cultivo y usos del amaranto en América Latina. p. 225-231. *En: Primer Seminario Nacional del Amaranto*. Chapingo, México.
- Lyon, C.K. and R. Becker. 1987. Extraction and refining of oil from amaranth seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 64: 233.
- Márquez, S. F. 1990. Generalidades sobre el establecimiento de un programa inmediato de mejoramiento genético en amaranto, *En: El Amaranto, su Cultivo y Aprovechamiento*. C. P. Montecillos, Edo. De México.
- Martínez, M. O. 1996. Dosis óptima económica de fertilización orgánica e inorgánica de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) tipo mexicano 656, en Nazareno, Xoxocotlán, Oax. VII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Roque, Celaya, Guanajuato. 157 pp.
- Martínez, N. A. 1999. Evaluación agronómica de seis genotipos de amaranto en el Valle del Guadiana, Durango. XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Condal, Yuc. 157 pp.
- Mapes, C., O. and A. Díaz, 1995. Developmental study of five races of amaranth (*Amaranthus spp.*) in Chalco, State of Mexico. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México Serie Botánica* 66(2): 149-169.

- Masoni, A. y L. Ercoli. 1994. Influencia de la época de cosecha sobre el rendimiento de concentrado de proteína foliar de amaranto. el amaranto y su potencial 1-2: 17-23.
- Matteuci S. D. 1998. Potencial productivo en la Pampa Ondulada, Argentina. Comportamiento de seis germoplasmas de amaranto. Rev. Fac. Agron (Luz) 15: 560-570.
- Misra, P. S. and Okoso, M. 1971. Chemurgic studies on some diploid and tetraploid grain Amaranths. In: Process. Indian Academy of Sciences. 748:155-160 pp.
- Monteros, J.C., C. Nieto, C. Caicedo, M. Rivera, y C. Vimos. 1994. INIAP-Alegría, Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra Ecuatoriana. INIAP. Boletín Divulgativo N° 245. Ecuador.
- Mújica, S.A. 1992. Granos y leguminosas andinas. P. 129-146. *En*: Cultivos marginados otra perspectiva de 1492. J. E. Hernández B. y J. León (eds.). Colección FAO. Producción y Protección Vegetal N° 26. Italia, Roma.
- Mújica, S. A. 1994. Resistencia duradera en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). p. 23-24. *En*: Taller sobre resistencia duradera en cultivos alto andinos. 30 may - 2 junio. Quito. INIAP-WAU-DGIS. Ecuador.
- Mújica, 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 agro meteorológica. Puno, 7-10 agosto. INIA, PICA. Peru.
- Murray, M. J. 1940. The genetics of sex determination in the family Amaranthaceae. Genetics, 25 : 409-31 pp.
- Myers, R.L. 1996. Amaranth: New crop opportunity. p. 207-220. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA.
- National Academy of Sciences, 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. Washington, D. C. USA.
- National Research Council, 1984. Amaranth: modern prospects for ancient crop. National Academy Press, Washington, D. C. USA.

- Necoechea, M.H., C.J. Camacho y G. R. Pérez. 1986. Elaboración de una pasta a base de Alegria (*Amaranthus leucocarpus* S.Wats.). p. 459-478. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México
- Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador.
- Nu World Amaranth Inc. 1998 Amaranth is a New Crop in World . 1988. Life Power. Austria A-31101 St. Polten .
- Odwongo, W. O. and J. S. Mugerwa. 1980. Performance of calves on diets containing Amaranthus leaf meal. Animal Feed Sciences and Technology. 5:193-204.
- Olivares S, E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL versión 2.5 Facultad de Agronomía.
- Ortega, G. L. 1990. Usos y valor nutritivo de los cultivos andinos. INIA, PICA. Arequipa, Perú.
- Orozco G. H. y P. G. González. 1998. Evaluación de 15 genotipos de amaranto en Salaces, Chih. VIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario DGETA, Morelia Mich.
- Pal, M. and khoshoo, T. N. 1973b. Evaluation and improvement of cultivated Amaranths. Cytogenetics relationships in grain types. Theoretical and Applicational Genetic. 43:242-251.
- Pan R. S. 1991 Estudios sobre la variabilidad en amaranto vegetal (*Amaranthus tricolor* L.) El Amaranto y su potencial, Universidad de Guatemala. Apartado Postal 82, 01901 Guatemala, C. A.
- Peiretti, E. G. and J. J. Gesumaria. 1998. Effect of interrow spacing on growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus* spp). Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales 13(1-2): 139-151. Dep. Producción Vegetal, Fac. Agron. Vet., Univ. Nacional Río Cuarto, Ruta Nacional no. 36 km 601, 5800-Río Cuarto, Argentina
- Peña, P. R. 1995. Densidades de población y fertilización nitrogenada en el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) Colecta 153-5-3 en

- Xoxoyucan, Tlax. VI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Roque, Celaya, Gto.
- Peña, P. R. 1995. Evaluación de 21 genotipos de amaranto (*Amaranthus spp*) y su valor de uso en la industria alimenticia. VI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Roque, Celaya, Guanajuato. 143 pp.
- Peña, P. R. 1996. Comportamiento productivo agronómico de 4 genotipos de amaranto (*Amaranthus spp*) en 6 fechas de siembra. VII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Roque, Celaya, Gto. 156 pp.
- Peña, P. R. 1998._Efecto del modelo y la densidad de siembra sobre 4 genotipos de Amaranto (*Amaranthus spp*). VIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Morelia, Mich. 117 pp.
- Peña, P. R. 1998._Efecto del modelo y la densidad de siembra sobre 4 genotipos de amaranto (*Amaranthus spp*). VIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Morelia, Mich. 117 pp.
- Pérez, J. L., A Sanchez, J. Kuri y L. Zavala. 1986. Producto instantáneo para elaboración de cremas alimenticias. p. 321-328. *En*: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Putnam, D. H. 2001. Agronomic practices for amaranth, p. 151-162. In: Proc. 4th, Minneapolis, MN. 23-25 Aug. Minn. Ext. Serv., Univ. of Minnesota, St Paul.
- Rayas-Duarte, P. and R. Joeb. 1992. Study on the squalene content in amaranth grains (Abstracts). Proceedings of the 6th Annual National Meeting of the Amaranth Institute, North Dakota State. University, Fargo, N.D.
- Rayas-Duarte, P., C.M. Mock and L.D. Satterlee. 1996. Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. *Cereal Chemistry* 73 (3): 381-387.

- Reyes, M. J. 2001. La plasticidad de las plantas. Elementos No. 41, Vol. 8, Marzo-Mayo.
- Reyna, T. T. 1990. Requerimientos climáticos para el cultivo del amaranto (*Amaranthus spp.*) En México. Memoria Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. De México. 81-85 pp.
- Rodale, R. 1977. Fixing Amaranth: Nutritional charts and recipes. p. 37-48. In: Amaranth Round-Up. Pennsylvania, USA.
- Robertson, K.R. 1981. The General of Amarantaceae in the south eastern United States. J. of The Arnold Arboretum 62 (3): 267-314.
- Ruttle, J. 1976. Amaranth, the gentle giant. Organic Gardening Farming. 23:106-110.
- Fitterer, B. L. Johnson, and A. A. Scheneiter. 1996. Grain amaranth harvest timelines in eastern North Dakota. P. 220-223. In Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, V. A.
- Sánchez, M. A. 1980. Potencial agroindustrial del amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México.
- Sánchez, M. A. y S. Maya. 1986. Enriquecimiento del maíz con harina de amaranto en la elaboración de tortilla. p. 421-435. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Sánchez, M. A., M. Y. Domingo, J. A. Torres y S. Maya. 1986. Fortificación de semolina con harina integral de amaranto. p. 479-494. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Sánchez, M. A., J. Pérez, J. Briones y J. Kuri. 1986. Potencialidad de la hoja de amaranto. p. 307-314. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Sánchez, E. M., R. E. Espitia y K. S. Osada. 1991. Etiología del Tizón (*Alternaria tenuis*) en Amaranto (*Amaranthus spp.*). p. 66. En: Primer Congreso Internacional del Amaranto. Septiembre 22-27. Oaxtepec, Morelos, México.
- Sánchez, E. M., R. E. Espitia y K.S. Osada. 1991. Etiología de la mancha negra del tallo (*Macrophoma sp.*) en el Amaranto (*Amaranthus sp.*). p. 67. En:

- Primer Congreso Internacional del Amaranto. Septiembre 22-27. Oaxtepec, Morelos, México.
- Santa Cruz, U. H. y M.N. Marban. 1986. Respuesta del cultivo de alegría *Amaranthus hypochondriacus* a niveles iniciales de infestación del nematode *Nacobbus aberrans*. P.193-203. En: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Santín, H. C. y Lazcano, S. M. 1986. Pasado, presente y futuro del Amaranto. Cuaderno de Nutrición No. 1. Enero-Febrero 1986.
- Sauer, J. D. 1950. The grain *amaranthus*. A survey of their history and classification. Annals of the Missouri Botanical garden. 37: 561-632. USA.
- Sauer, J.D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. Annals of Missouri Botanical Garden 54:103-137.
- Saunders, R.M. and R. Becker. 1984. Amaranthus: A potential food and feed resource. En: Adv. Sci. Tech. Vol.VI. AACC. Ed. Pomeranz.
- Sepúlveda, H. 1989. Quínoa y amaranto: dos pseudocereales con gran perspectiva. El Campesino 120 (10): 970.
- Singhal, R.S. y P.R. Kulkarni. 1988. Review: amaranth and under utilized resource. Int. J. Food Sci. Tech. 23: 125-139.
- Sosa, C. T. 1986.. Valor nutritivo de rastrojos de achita (*Amaranthus caudatus* L.), soya (*Glicine max*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en Ayacucho a 2695 msnm. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- Steel R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. McGraw Hill Co., 625p.
- Stordahl, J. L., Sheaffer C. C. and DiCostanzo, A. 1999. Variety and maturity affect amaranth forage yield and quality. J. of Production Agriculture 12(2): 249-253.

- Subramanian, N. y M. Rodríguez. 1986. Alternativa tecnológica para el amaranto. p. 376-379. *En*: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Sumar, K. L. 1986. Avances del programa de investigación de *Amaranthus* del CICA, Cusco, Perú. p. 141-151. *En*: Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México.
- Sumar, K. L. 1993. La kiwicha y su cultivo. Centro Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.
- Supak James R. 1984. Understanding and using heat units. Western cotton production conference. Summary proceedings. Oklahoma City, P: 15-20.
- 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.
- Teutonico, R. A. And Knor. 1985. Amaranth: composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Tech.* 39(4): 49-61.
- Tracey L. Henderson, Burton L. Johnson, and Albert A. Scheneiter. 1998. Grain Amaranth Seeding Dates in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 90:339-344.
- Transue, D.K., D.J. Fairbanks, L.R. Robinson and W.R. Andersen. 1994. Plant genetic resources. *Crop Sci.* 34: 1385-1389.
- Trinidad S. A. Gómez, L. F. y Suárez, R. G. 1990. El Amaranto (*Amaranthus spp*) su cultivo y aprovechamiento. Memoria, Colegio de Postgraduados, Montecillo México. 51-52 pp.
- Trinidad S. A. 1997. Tecnología del Cultivo de Amaranto (*Amaranthus Spp.*) CEDAF- IRENAT, Colegio de Postgraduados, Montecillo México.
- Valdés L, C. G. S. 1984. An overlook to Amaranth as a posible new crop and suggestions for its genetic improvement plant breeding methodologies (CSSC 598), Las Cruces N.M., NMSU.

- Valdiviá, M., H. A. Alfonso y L. M. Fraga. 1989. *Amaranthus*: Un cereal antiguo con posibilidades en la avicultura moderna. *Avicultura Profesional* 6 (4) 140-144.
- Vergara, C. y G. Sánchez. 1983. Pyralidae registrados en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Ministerio de Agricultura. Segunda Edición. Lima, Perú.
- Vilca, J. y A. Jeri. 1989. Evaluación preliminar de los daños de un Curculionido (Coleoptera) barrenador de tallo, sobre el banco de germoplasma de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho. p. 27. *En*: Convención Nacional de Entomología, 32°. Soc. Ent. Del Perú. Lima, Peru.
- Vough, L. R., E. K. Cassel, and S. M. Barao. 1991. Nitrate poisoning in livestock. *Animal Agriculture Update Newsletter* 6: 7-11. Coop. Ext. Serv., Univ. Maryland. College Park, MD.
- Waldroup, P.W. and H.M. Hellwing. 1985. The utilization of grain amaranth by broiler chickens. *Poultry Sci.* 64: 759-762.
- Walters, R.D., D.L. Coffey and C.E. Sams. 1988. Fiber, nitrate and protein content of *Amaranthus* accessions as affected by soil nitrogen application and harvest date. *Hort Science* 23 (2): 338-341.
- Webb, D. M. and C. W. Smith. (1987). Amaranth seedling emergence as affected by seedling depth and temperature on a thermogradient plate. *Agronomy J.* 79(1): 23-26.
- Webber E. 1987. Amaranth Grain Production Guide. Rodale Research Center Rodale Press Inc.
- Wilson, R.L. 1996. Another amaranth pest: blister beetles. *Legacy* 9 (1): 9-10.
- Yabar, E. y B. Baca. 1981. Algunos lepidópteros que atacan al tarhui (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en el Cusco. *Revista Peruana de Entomología Agrícola* 24 (1): 81-85.

VII. APENDICE

Cuadro 1A. Temperaturas (°C) máxima y mínima mensual, días superiores a 34 °C e inferiores a 14 °C en el ciclo agrícola PV 2000 en la localidad de Marín, N. L.

Rangos	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Mínima	20	20	5	7	0
Máxima	38	43	35	28	28
Días > 34 °C	29	17	4	0	0
Días < 14 °C	0	0	3	4	11

Fuente: Departamento de Meteorología y Climatología de la Facultad de Agronomía de la UANL., Marín, N. L.

Cuadro 2A. Precipitación (mm) diaria y total mensual en el ciclo agrícola PV 2000 en la localidad de Marín, N. L.

Mes	agosto		septiembre		octubre		noviemb e		diciembre		Acumulada	
	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm
	4	15	6	5	6	6	3	6	2	8		
	14	16	14	15	7	122	4	3	3	10		
	15	14	15	20	9	3	18	6	5	2		
			25	5	10	2	30	2	12	4		
					11	3						
					18	4						
					19	10						
					20	6						
Total	3	45.0	4	45.0	8	156.0	4	17.0	4	24.0	23	287.0

Fuente: Departamento de Meteorología y Climatología de la Facultad de Agronomía de la UANL., Marín, N. L.

Cuadro 3A. Origen, localidad de prueba, fecha de prueba y características agronómicas más importantes de los genotipos en estudio.

Genotipo	Origen	Localidad de prueba	Fecha de prueba	Rend. Ton ha ⁻¹		AP cm	DT mm	LP cm	A dias	F dias	MF dias
				G	FS						
153-5-3	Recibido por PMMFYS-UANL del ITA 29 de Xocoyucan Tlax En 1998, origen INIFAP 1986	Xocoyucan Tlaxcala	Ciclo PV 1996	3.4	16.6	220	22	81	113	143	163
		Valle del Guadiana, Durango. Dgo	Ciclo PV 1998	3.1	2.77	198	33	61	115	145	160
653	Recibido por PMMFYS-UANL del ITA 29 de Xocoyucan Tlax. En 1998, origen INIFAP 1986.	Xocoyucan Tlaxcala	Ciclo PV 1996	2.2	12.4	220	20	77	106	133	160
		Valle del Guadiana, Durango. Dgo.	Ciclo PV 1998	3.4	4.33	170	39	67	110	130	158
Criollo Tlaxcala	Recibido por PMMFYS-UANL del ITA 29 de Xocoyucan Tlaxcala. En 1998, origen regional.	Xocoyucan Tlaxcala	Ciclo PV 1996	1.9	12.0	220	28	77	88	113	157
		Valle del Guadiana, Durango Dgo.	Ciclo PV 1998	2.9	4.5	170	28	56	85	110	135
33	Recibido por PMMFYS-UANL del ITA 29 de Xocoyucan Tlax. En 1998, origen Instituto Benson E U	Xocoyucan Tlaxcala	Ciclo PV 1996	0.9	8.4	130	12	71	85	107	130
		Valle del Guadiana Durango. Dgo	Ciclo PV 1998	1.0	3.8	102	17	50	87	110	132
655	Recibido por PMMFYS-UANL del ITA 29 de Xocoyucan Tlax En 1998, origen INIFAP 1986	Xocoyucan Tlaxcala	Ciclo PV 1996	2.6	12.8	210	24	73	108	138	165
		Valle del Guadiana, Durango. Dgo.	Ciclo PV 1998	2.0	3.2	138	27	41	110	128	160

AP: Altura de Planta, DT: Diámetro del Tallo, LP: Longitud de Panícula, A: Inicio de aparición de la panícula, F: panícula completa, MF: Madurez comercial.

Fuente: VI y IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (1996 y 1999) Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. SEP.

Cuadro 4A. Temperatura mínima, máxima y precipitación durante la estación de crecimiento del cultivo de amaranto en el ciclo de siembra OI 2001 en la localidad de Marín N. L.

Temperatura						
° C						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Mínima	5.0	11.0	17.0	21.0	21.0	15.0
Máxima	32.0	36.0	42.0	42.0	41.0	38.0
Precipitación						Acumulada
(mm)						(mm)
precipitación	31.0	17.0	29.0	21.0	1.3	111.0
Días de precipitación	6	2	3	2	1	14

Fuente: Departamento de meteorología y climatología de la F.A.U.A.N.L. 2001.

Cuadro 5A. Datos de temperaturas máximas 1961- 2002 en el Valle del Guadiana Durango.

ESTACIÓN	EL PUEBLITO					MUNICIPIO DURANGO					REG HID. 11		
	AÑOS	ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT	NOV	DIC
1961							32.0	28.4	29.1	29.3	27.7	25.3	32.0
1962	27.6	26.5	29.4	29.4	34.0	36.1	32.0	31.4	28.6	28.0	27.4	22.3	36.1
1963	25.5	26.5	29.5	33.5	33.5	33.0	29.5	29.5	27.0	27.5	27.0	23.5	33.5
1964	23.5	29.0	29.5	32.0	32.5	32.5	31.0	29.0	27.5	27.0	26.5	24.5	32.5
1965	24.5	25.5	28.5	30.5	34.5	33.5	30.5	29.5	28.5	28.5	27.5	26.0	34.5
1966	21.5	24.5	27.5	31.5	33.5	35.5	30.5	29.5	28.5	28.5	27.5	26.0	35.5
1967	24.5	27.5	30.5	33.5	35.5	32.5	29.5	30.5	26.5	27.5	28.5	25.0	35.5
1968	25.5	27.0	30.5	31.5	34.0	34.0	29.5	29.5	27.5	28.5	26.5	24.0	34.0
1969	26.5	26.0	27.5	31.5	32.0	35.0	31.0	30.5	28.0	29.5	29.5	24.5	35.0
1970	25.0	24.0	28.0	31.5	32.0	33.5	30.5	29.5	28.0	30.5	27.5	26.5	33.5
1971	25.5	27.5	30.5	31.5	32.5	34.0	29.5	27.0	28.0	27.0	28.5	25.0	34.0
1972	25.5	27.0	28.5	33.5	34.5	32.5	31.5	30.0	29.5	29.0	28.5	25.5	34.5
1973	25.0	30.0	27.5	29.5	33.5	35.0	29.0	27.0	27.0	29.5	29.5	26.5	35.0
1974	25.0	27.5	30.0	30.5	34.5	33.5	30.5	28.5	26.5	27.5	26.0	23.5	34.5
1975	24.5	23.0	30.5	31.5	30.5	32.0	28.5	26.5	28.5	26.5	27.5	25.0	32.0
1976	21.5	25.5	26.5	28.5	31.5	31.5	29.0	28.5	21.5	29.0	21.5	22.0	31.5
1977	22.5	25.0	32.0	29.0	31.5	32.0	29.5	30.0	31.0	30.5	26.5	28.0	32.0
1978	25.0	26.0	30.0	32.0	34.5	33.0	32.0	28.0	28.5	26.5	27.0	26.0	34.0
1979	24.5	24.0	28.0	32.0	33.0	34.0	34.0	29.0	29.5	30.5	26.5	24.0	34.0
1980	25.0	28.5	31.5	31.0	35.0	35.0	31.0	32.0	27.5	27.5	25.0	25.0	35.0
1981	22.5	24.0	27.0	30.0	33.0	34.0	28.0	29.5	28.5	28.5	26.0	25.0	34.0
1982	23.5	26.5	31.0	33.0	35.5	38.0	30.0	30.5	30.5	30.5	27.0	20.5	38.0
1983	22.5	23.5	29.0	35.0	34.5	33.5	33.0	30.0	29.0	29.0	26.0	25.0	35.0
1984	23.0	27.0	28.0	31.5	33.0	34.5	27.0	27.0	28.0	29.0	28.5	27.5	34.5
1985	24.0	26.0	30.0	32.0	35.0	34.0	28.5	30.0	29.5	29.5	29.0	26.0	35.0
1986	26.5	30.5	30.5	30.5	33.5	34.5	30.0	32.5	30.5	28.5	29.0	27.0	34.5
1987	26.5	26.0	26.5	31.0	32.5	35.0	32.5	30.5	32.5	29.5	28.5	26.5	35.0
1988	24.5	32.0	35.0	33.0	34.0	34.0	29.0	28.0	29.5	28.5	29.0	28.0	35.0
1989	26.0	28.5	29.5	31.5	36.5	33.0	29.0	29.0	28.5	28.5	27.5	26.5	36.5
1990	26.5	25.0	30.5	32.5	35.0	36.0	29.5	28.5	28.5	28.5	27.5	27.5	36.0
1991	26.0	27.5	30.5	33.5	35.0	34.0	30.5	30.5	28.0	26.0	25.0	24.5	35.0

Continúa Cuadro 5A.

1992	22.5	24.5	28.0	29.0	29.5	35.0	33.0	30.5	30.0	28.0	26.5	26.5	35.0
1993	26.5	28.0	33.0	24.5	32.5	35.5	30.0	32.0	28.5	30.0	28.5	26.5	35.5
1994	26.0	27.0	29.5	30.5	34.5	34.5	34.0	33.5	34.5	32.5	31.5	27.0	34.5
1995	28.0	30.0	30.0	31.0	35.0	36.0	33.0	33.0	30.0	30.0	29.0	28.0	36.0
1996	27.0	31.0	30.0	32.5	34.5	33.5	31.5	31.0	28.0	29.0	25.0	27.0	34.5
1997	24.0	26.0	29.0	32.0	32.4	34.5	30.5	29.0	26.5	25.0	25.0	23.0	34.5
1998	21.0	27.0	29.0	29.5	37.0	33.0	30.0	26.5	25.5	25.0	23.0	24.0	37.0
1999	23.0	24.0	25.0	29.5	30.0	30.0	24.0	24.0	27.0	25.0	22.0	21.0	30.0
2000	23.0	25.0	26.0	30.0	29.5	26.0	25.0	26.0	28.0	26.0	23.0	23.0	30.0
2001	22.4	24.5	25.0	32.0	32.0	31.0	28.0	26.0	28.0	25.0	23.0	21.0	32.0
2002	25.0	24.0	28.0	36.0	32.0	30.0	30.0	27.0	25.0	26.0	25.0	22.0	36.0
MAXIMO	28.0	32.5	35.0	36.0	37.0	38.0	34.0	33.5	34.5	32.5	31.5	28.0	38.0
PROMEDIO	24.6	26.6	29.2	31.3	33.4	33.7	30.3	29.3	28.5	28.2	26.9	24.9	34.4

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Departamento de Aguas Superficiales e Ing. de Ríos 2002.

Cuadro 6A. Datos de temperaturas mínimas 1961- 2002 en el Valle del Guadiana Durango.

ESTACIÓN	EL PUEBLITO					MUNICIPIO. DURANGO					REG HID 11		
	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC	ANUAL
1961							13.0	11.5	13.1	6.7	1.1	-1.2	-1.2
1962	-4.5	2.9	0.8	5.6	8.9	13.4	11.1	13.3	13.4	7.0	5.0	0.1	-4.5
1963	0.5	-1.0	2.5	10.0	9.5	14.5	13.5	14.0	10.0	6.5	2.5	6.5	-6.5
1964	-5.0	-1.5	-0.5	5.0	10.0	11.0	13.5	14.0	13.0	7.5	4.5	0.5	-5.0
1965	-0.5	3.5	1.5	9.5	8.5	13.5	13.5	13.5	13.5	5.5	7.5	0.5	-0.5
1966	-0.5	-0.5	2.0	4.0	8.5	14.5	13.5	14.5	11.5	5.5	1.5	2.0	-2.0
1967	-4.5	-1.0	4.5	7.5	11.5	14.0	15.0	14.0	10.0	3.5	4.5	2.0	-4.5
1968	-3.5	1.5	0.0	0.7	8.5	11.5	13.5	12.5	12.5	8.5	0.5	1.0	-3.5
1969	4.5	3.0	-2.5	5.5	6.0	6.5	14.5	14.5	9.5	5.0	-2.5	-0.5	-2.5
1970	0.0	-4.5	-0.5	6.0	8.0	13.5	13.5	13.0	10.0	5.0	-1.5	3.5	-4.5
1971	2.5	0.0	-1.5	3.5	8.0	12.5	14.0	13.5	12.5	8.5	0.0	-3.5	-3.5
1972	1.0	2.0	3.5	6.0	11.0	12.5	8.5	14.0	13.0	8.0	4.5	2.5	1.0
1973	-2.5	-2.5	2.5	2.5	11.5	13.0	14.0	13.5	12.0	7.0	2.5	-3.5	-3.5
1974	1.0	-3.5	1.5	6.0	11.5	11.5	13.0	13.5	11.5	6.5	-3.0	-0.5	-3.5
1975	-0.5	-2.5	4.5	9.5	10.0	14.0	13.0	13.0	2.0	8.0	4.0	-1.5	-2.5
1976	-2.0	-1.0	3.5	5.5	6.5	13.5	14.0	13.0	11.0	3.0	3.5	2.0	-2.5
1977	1.0	1.5	1.0	2.0	9.0	12.0	12.0	11.0	12.5	7.0	2.0	1.5	1.0
1978	1.0	-1.0	1.0	2.5	5.0	12.0	13.0	13.0	11.5	6.0	5.0	0.5	-1.0
1979	0.5	1.5	3.0	5.0	6.0	11.0	14.0	12.5	7.0	7.0	-3.5	1.0	-3.5
1980	0.0	3.0	5.0	-1.0	6.0	14.5	13.0	12.5	12.0	4.5	-2.5	2.5	-2.5
1981	-2.0	2.0	0.5	6.5	8.0	11.5	13.0	12.0	11.0	8.0	4.0	2.0	-2.0
1982	-1.0	0.5	1.0	9.5	8.5	14.0	13.0	12.0	10.0	8.0	0.5	-1.5	-1.5
1983	-1.5	1.5	3.0	3.0	10.5	12.5	11.5	12.0	11.5	7.0	2.0	-5.0	-5.0
1984	0.5	-2.5	2.0	4.5	8.5	9.5	12.0	12.0	8.5	6.0	1.5	2.0	-2.0
1985	-6.0	1.0	4.0	5.0	9.0	12.5	12.0	6.5	8.5	7.0	1.5	0.5	-6.0
1986	-1.0	-1.0	-1.0	7.0	9.0	11.5	12.0	11.0	10.0	4.5	-3.0	-2.0	-3.0
1987	-2.0	-3.0	1.0	3.0	5.0	9.0	12.0	12.0	11.0	7.5	2.0	2.0	-3.0
1988	-4.0	-3.0	-2.0	5.0	10.0	9.0	13.0	13.5	9.0	7.0	3.0	-2.0	-4.0
1989	-1.0	1.5	-2.0	8.0	10.5	10.0	13.5	12.5	6.5	6.5	1.5	-1.5	-2.0
1990	0.5	1.5	4.0	5.0	6.0	12.5	11.0	12.5	11.5	5.0	2.5	-3.0	-3.0
1991	-2.5	-1.5	1.5	4.0	8.5	9.5	11.5	12.0	9.0	5.0	-1.5	-1.0	-2.5
1992	-3.0	-2.0	2.0	4.0	6.0	11.0	12.0	12.0	7.5	10.5	1.0	0.5	-3.0
1993	2.0	1.0	1.0	1.5	8.0	12.0	13.0	12.0	9.0	4.0	0.5	0.0	0.0
1994	-2.0	3.5	3.0	5.5	8.0	12.0	13.0	13.0	8.5	6.0	4.0	0.5	-2.0
1995	-1.5	0.5	4.0	3.0	9.0	8.0	10.0	9.0	12.0	5.0	3.0	1.0	-1.5
1996	-0.5	0.5	2.5	3.0	10.0	13.0	13.0	12.5	10.5	3.0	-2.0	0.5	-2.0
1997	-2.0	0.5	2.0	2.0	7.5	10.0	13.0	9.0	7.5	-0.5	-1.0	-1.7	-17.0
1998	-4.5	-7.5	-6.5	-5.0	2.0	9.0	9.0	8.0	9.0	5.0	0.0	-8.0	-8.0
1999	-5.0	-1.5	-0.5	3.5	1.0	9.0	9.5	10.0	6.0	1.0	-3.5	-6.0	-6.0
2000	-4.0	-5.5	-1.5	-1.0	8.0	9.0	8.5	6.0	4.0	1.0	-5.0	-4.5	-5.5
2001	-7.0	-4.0	-6.0	3.0	1.0	7.0	7.0	8.0	7.0	3.0	-4.0	-7.0	-7.0
2002	-6.5	-6.5	-4.0	1.0	7.5	8.0	7.0	7.0	2.0	0.0	-4.5	-6.0	-6.5
MINIMO	-7.0	-7.5	-6.5	-5.0	1.0	6.5	7.0	6.0	2.0	-0.5	-5.0	-1.7	-17.0
PROMEDIO	-1.6	-0.6	1.0	4.3	8.0	11.5	12.2	11.9	9.8	5.6	0.9	-1.5	-3.5

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Departamento de Aguas Superficiales e Ing. De Ríos 2002.

Cuadro 7A. Datos de precipitación mensual en mm, 1961- 2002 en el Valle del Guadiana Durango.

ESTACIÓN AÑOS	EL PUEBLITO					MUNICIPIO DURANGO						REG. HID 11		ANUAL
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT.	NOV	DIC		
1961							101.3	131.0	91.0	10.6	0.0	0.2	334.1	
1962	14.4	0.0	0.0	7.2	0.0	57.1	35.3	63.7	47.0	31.5	0.1	40.1	296.4	
1963	0.0	0.0	0.0	6.4	21.5	73.3	155.2	136.1	231.9	39.0	0.2	24.7	688.3	
1964	7.5	0.0	2.4	0.0	11.2	48.0	124.0	168.2	106.1	20.2	1.0	18.8	507.4	
1965	8.7	9.4	0.0	8.5	1.0	45.2	79.9	104.8	100.9	8.2	8.9	41.3	415.9	
1966	9.6	14.5	0.0	19.3	22.5	104.6	123.7	219.0	86.7	25.5	44.3	29.1	699.1	
1967	19.3	1.5	2.2	1.5	8.0	86.9	131.8	184.6	63.1	21.0	0.0	28.5	548.4	
1968	1.0	21.2	82.0	0.8	1.5	3.3	208.8	101.7	222.1	6.2	10.0	36.0	694.6	
1969	2.0	13.5	0.0	0.0	0.0	49.0	85.7	56.5	80.0	48.5	20.5	58.1	413.8	
1970	13.0	44.5	2.0	0.0	0.7	124.1	67.0	70.0	175.0	31.0	3.5	0.0	530.8	
1971	17.5	0.0	0.0	0.0	8.0	79.4	52.6	163.5	104.7	56.0	0.0	4.5	486.0	
1972	13.5	0.0	0.0	0.0	27.5	50.7	62.0	55.6	66.9	10.7	68.0	19.5	374.4	
1973	20.5	21.7	0.0	0.5	16.3	104.0	149.4	343.5	75.5	18.5	0.0	6.6	756.4	
1974	7.5	0.0	0.8	0.0	28.1	36.0	107.3	106.0	124.0	1.5	0.0	59.0	470.8	
1975	15.0	0.0	0.0	0.0	0.7	16.5	126.5	121.5	24.5	27.0	0.0	16.5	348.2	
1976	2.0	0.0	0.0	6.0	0.5	101.5	215.0	126.5	192.0	18.0	62.5	26.0	750.0	
1977	23.5	0.0	0.0	1.5	0.0	87.5	95.0	112.5	42.0	73.0	0.0	0.0	435.0	
1978	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	25.0	117.5	160.0	126.5	65.5	0.0	14.0	517.0	
1979	20.0	6.0	0.0	0.0	0.0	14.5	79.5	197.4	33.0	0.0	0.0	13.5	363.9	
1980	9.5	10.5	0.0	0.0	0.0	39.0	68.0	128.3	126.0	55.2	12.0	15.0	463.5	
1981	33.5	0.0	5.0	21.5	0.0	124.1	78.5	108.4	125.9	68.6	0.0	25.5	591.0	
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	13.5	93.0	52.1	44.0	3.5	91.0	55.8	356.4	
1983	18.0	1.5	10.0	0.0	70.1	26.0	127.5	219.5	127.0	47.0	0.0	5.0	651.6	
1984	61.8	0.0	0.0	6.0	2.5	109.8	323.4	79.1	36.6	13.3	13.3	23.0	668.8	
1985	128.0	1.6	0.0	1.0	16.5	150.8	100.8	85.7	44.6	39.9	1.0	39.6	609.5	
1986	0.0	3.5	0.0	0.5	12.5	50.9	180.8	93.6	181.8	47.1	0.0	43.9	614.6	
1987	64.1	42.0	0.0	0.0	31.0	27.0	150.0	103.0	92.0	0.0	12.5	40.5	562.6	
1988	5.0	0.0	0.0	2.5	0.0	135.5	231.0	245.0	16.0	24.0	1.0	10.5	670.5	
1989	0.0	0.0	0.0	2.5	17.0	1.0	60.5	173.5	47.0	32.0	59.5	41.0	434.0	
1990	18.5	17.0	2.0	0.0	15.0	31.5	266.5	141.0	99.0	94.0	0.0	0.0	684.5	
1991	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	28.0	311.5	101.0	114.5	66.5	84.0	50.5	757.5	
1992	162.0	10.0	10.0	7.0	23.0	4.5	70.5	74.0	35.8	12.0	0.8	28.8	438.9	
1993	9.6	0.0	0.5	0.0	0.0	149.8	112.1	100.9	232.9	26.0	44.6	0.0	676.4	
1994	13.7	0.0	7.7	11.8	0.0	45.2	67.3	160.7	81.4	90.9	1.0	11.8	491.5	
1995	2.6	0.0	0.0	0.0	1.4	59.6	103.0	131.5	118.7	0.0	0.0	3.0	419.8	
1996	0.0	0.0	0.0	3.5	9.3	30.7	56.7	200.9	81.1	140.5	24.7	4.5	551.0	
1997	67.0	23.5	21.9	26.1	29.9	71.1	71.1	67.4	104.0	12.3	20.3	2.5	517.7	
1998	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	56.8	115.1	182.1	61.1	81.3	3.0	0.0	501.9	
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	160.2	225.1	79.9	36.6	0.0	10.6	7.0	529.1	
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	104.1	98.5	63.4	127.4	85.8	2.3	1.6	497.2	
2001	0.0	0.0	28.5	0.0	12.6	97.1	144.6	103.1	100.6	72.0	0.0	3.2	561.9	
2002	1.0	51.3	0.0	0.0	8.7	54.1	103.9	140.3	94.5	50.0	54.8	4.0	562.6	
MAXIMO	162.5	51.3	83.0	26.1	70.1	160.2	323.4	343.5	232.9	140.5	91.0	59.6	757.5	
MINIMO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	35.3	52.1	16.0	0.0	0.0	0.0	296.4	
PROMEDIO	19.3	7.5	4.3	3.3	10.3	65.3	126.2	129.9	98.3	38.1	16.0	20.8	539.3	

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Departamento de Aguas Superficiales e Ing. De Ríos 2002.

Cuadro 8A. Datos de evaporación mensual en mm, 1992 - 2002 en el Valle del Guadiana Durango.

ESTACIÓN		PROMEDIO ANUAL				MUNICIPIO. DURANGO		
AÑOS	ACUM.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT	NOV.	DIC.
1992	1248.4	272.0	210.0	160.0	152.0	157.7	148.5	151.0
1993	1192.8	257.0	168.7	212.7	141.8	135.1	152.2	128.4
1994	1108.8	199.0	193.0	141.4	141.8	162.5	154.1	117.8
1995	1134.0	288.9	242.6	161.5	114.0	152.4	150.21	167.43
1996	1204.0	309.0	208.3	160.2	127.6	125.1	166.7	115.6
1997	1377.5	275.6	248.2	219.6	164.1	183.2	162.0	126.9
1998	1358.4	323.0	252.8	189.4	146.7	150.6	172.7	126.6
1999	1261.2	257.0	199.0	208.8	174.8	175.3	130.6	118.8
2000	1080.0	191.0	238.0	193.11	190.7	168.3	159.8	121.9
2001	1212.0	237.0	203.3	186.2	140.8	178.16	158.6	110.8
2002	1148.3	245.0	186.8	176.9	138.4	151.9	135.4	117.8
MAXIMO		358.5	266.0	22.7	205.4	272.3	219.9	224.8
MINIMO		191.0	142.3	141.4	112.3	125.2	109.7	97.4
PROM.		277.1	210.8	186.9	152.5	167.4	169.9	145.0

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Departamento de Aguas Superficiales e Ing. De Ríos 2002.

Cuadro 9A. Análisis de las características físicas y químicas del suelo donde se realizó el experimento del ciclo agrícola PV 2001, en el Valle del Guadiana, Durango.

Textura	Arcillosa
Arena	24.38 %
Arcilla	47.62 %
Limo	28.00%
p. H.	8.19
Materia Orgánica	1.28%
Conductividad Eléctrica	0.892 mmhos cm^{-1}
Densidad Aparente	1.22 gr/cm^3
N-NO ₃	6.00 ppm
P	26.5 ppm
Ca	1.3 meq/lit
Mg	0.32 meq/lit
CO ₃	0.43 meq/lit
HCO ₃	6.21 meq/lit
Cl	0.92 meq/lit
Na	6.66 meq/lit
K	0.31 meq/lit

Fuente: Departamento de análisis de suelos y aguas, Instituto Tecnológico Agropecuario de Durango 2002.

Cuadro 10A. Temperatura mínima, máxima y precipitación durante la estación de crecimiento del cultivo de amaranto en el ciclo de siembra OI 2002 en la localidad de Marín N. L.

Temperatura							
° C							
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Mínima	2.0	0.0	15.0	17.0	21.0	20.0	14.0
Máxima	31.0	40.0	42.0	45.0	42.0	38.0	39.5
Precipitación							acumulada
(mm)							
Precipitación	3	0	5.0	26.0	94.0	198.0*	128.0
Días de precipitación	2	0	1	2	2	4	11

* no se considera por estar la precipitación fuera de la cosecha.

Fuente: Departamento de metereología y climatología de la F.A.U.A.N.L. 2002.

