

BARRENACIÓN DEL TALLO DE AMARANTO POR *HYPOLIXUS TRUNCATULUS* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) Y *AMAUROMYZA ABNORMALIS* (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

Guadalupe TORRES-SALDAÑA¹, Antonio TRINIDAD-SANTOS², Teresa REYNA-TRUJILLO³, Héctor CASTILLO-JUAREZ⁴, Nestor BAUTISTA-MARTÍNEZ⁵ y Fernando DE LEON-GONZALEZ⁴

¹Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana.

²Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Estado de México, MÉXICO
trinidad@colpos.mx

³Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de Institutos. Del. Coyoacán, 04510, México D.F. MÉXICO
treyna@igiris.igeograf.unam.mx

⁴Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Calzada del Hueso 1100, 04960 D.F. Col. Villa Quietud, MÉXICO.
drhectorcastillo@hotmail.com fdeleon@cueyatl.uam.mx

⁵Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Estado de México, MÉXICO
nestor@colpos.mx

RESUMEN

En la zona productora de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en Tulyehualco (Distrito Federal) se ha observado daño por barrenación del tallo, atribuido a larvas del curculiónido *Hypolixus truncatulus*. Con el propósito de conocer el efecto del cultivar y la densidad de siembra sobre la barrenación del tallo, se diseñó un experimento en el cual se probaron dos cultivares y dos densidades de siembra. Los cultivares fueron Frondosa (baja y precoz) y Tulyehualco (alta y tardía) y las densidades de siembra 62 500 y 380 000 plantas ha⁻¹. Los resultados indican una infestación de 100% de las plantas muestreadas en ambos cultivares. Las larvas correspondieron a *Hypolixus truncatulus* y a *Amauromyza abnormalis*, ambas ya reportadas en el cultivo de amaranto. El cultivar con menor altura de planta (Frondosa) presentó en promedio 70% de la longitud del tallo con barrenación, contra 80% del cultivar local y de mayor altura (Tulyehualco), siendo significativas las diferencias ($P < 0.05$). El número promedio de larvas fue significativamente mayor en el cultivar Tulyehualco (18 larvas) respecto al cultivar Frondosa (12.5 larvas). La mayor densidad de siembra se tradujo en una reducción significativa en el diámetro del tallo para ambos cultivares; sin embargo no se observaron diferencias estadísticas en el número de larvas y en el daño por barrenación entre ambas densidades de siembra. Este resultado contradice la hipótesis inicial de que una reducción del diámetro del tallo causada por cambios en la población del dosel vegetal debería traducirse en una reducción de la presencia de larvas y del daño por barrenación. El número de larvas y el porcentaje de tallo barrenado no afectaron negativamente los parámetros de rendimiento en grano y producción de biomasa de las plantas de amaranto. La menor duración del ciclo del cultivar Frondosa y su menor altura pudieron contribuir a una menor población y daño causado por las larvas del barrenador.

Palabras Clave: *Amaranthus hypochondriacus*, barrenadores del tallo, *Hypolixus truncatulus*, *Amauromyza abnormalis*, Valle de México.

ABSTRACT

In the amaranth growing region of Tulyehualco (Valley of Mexico) stem tunneling attributed to larvae of the curculionid *Hypolixus truncatulus* has been reported. The aim of this study was to test the effect of cultivar and

plant densities on stem tunnelling. A bifactorial experiment with two cultivars and two plant density was carried out. The cultivars were Frondosa and Tulyehualco, and plant densities were 62 500 and 380 000 plants ha⁻¹. Vegetative growth, number of larvae, percentage of stem tunnelling and yield data were collected from 10 plants in each of 16 experimental plots. All sampled plants showed stem tunnelling damage. *Hypolixus truncatulus* and *Amauromyza abnormalis* were identified from larvae stages. Both species have been reported in Mexican Amaranth cultures. The shorter cultivar (Frondosa) had 70% of the stem affected by larvae tunnelling, in contrast to 80% in the taller cultivar (Tulyehualco); statistical differences were significant (P<0.05). The number of larvae at harvest was significantly larger in the taller cultivar (18 larvae) compared to Frondosa (12.5 larvae). High plant density resulted in a significant reduction of stem diameter for both cultivars; however, there were no differences (P>0.05) in number of larvae per plant and in stem tunnelling damage in the two plant densities. These results are in disagreement with the hypothesis that a reduction in stem diameter caused by a change in amaranth canopy should result in a smaller larvae population and damage by stem borers. The number of larvae and percentage of stem tunnelling damage did not affect grain yield and biomass production parameters. Results suggest that the shorter length of the production cycle for the early cultivar (Frondosa) might favour a smaller larvae population and a lesser damage in stem tunnelling.

Key Words: *Amaranthus hypochondriacus*, stem tunneling, *Lixus truncatulus*, Valley of Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los mejores genotipos para el cultivo del amaranto están definidos por plantas con alto rendimiento en grano, bajo porcentaje de plantas acamadas y reducida incidencia de plagas y enfermedades (Espitia 1990). Estas características facilitan la cosecha y contribuyen con mejores rendimientos. En las regiones productoras de amaranto en el centro de México dominan cultivares con plantas muy altas (> 2.0 m), con grandes panículas y alto peso por planta (Espitia 1990). Entre las plagas del amaranto, *Hypolixus truncatulus* destaca por la barrenación causada en el tallo (Phogat et al. 1994, Ramesh 1994, Aragón et al. 1997). En la India, Phogat et al. (1994) reportaron una infestación alta de *L. truncatulus* durante el período de mayores temperaturas en el ciclo de crecimiento del amaranto y se encontró un efecto negativo sobre la producción de grano. Los cultivos sembrados más tardíamente estuvieron expuestos a menores temperaturas, presentando menor infestación del barrenador y mayor producción de grano. En la zona productora de amaranto en el Valle de Tehuacán, Aragón et al. (1997) estudiaron en 1996-1997 la entomofauna asociada con el cultivo y encontraron 33 morfo-especies pertenecientes a 8 órdenes y 18 familias. *L. truncatulus*, causante principal de la barrenación del tallo, estuvo presente en el 92% de los tallos seccionados y muestreados. El daño de barrenadores como *Hypolixus* (Deka & Duta 1998) consiste en la formación de galerías en el tallo principal, causadas por las larvas (Aragón et al. 1997). El daño normalmente se inicia en la base del tallo y se desarrolla hasta el ápice del mismo; en algunos casos llega al raquis de la panoja principal. Observaciones preliminares de los autores durante 1998 en la región productora de Tulyehualco (D.F.) indicaron la presencia de barrenación en la mayoría de los tallos de *A. hypochondriacus*. A excepción del trabajo de Phogat et al. (1994) en la India, la literatura no reporta información que relacione el daño por barrenación y la producción de grano. Se ha sugerido (comunicación personal del Dr. Antonio Trinidad Santos, del Colegio de Postgraduados, México) que las siembras de alta densidad (> 300 000 plantas h⁻¹) además de aumentar la producción de grano,

podrían ayudar a controlar el barrenador del tallo debido a que en altas densidades se reduce el grueso de los tallos de las plantas y el hábitat de las larvas de los barrenadores. Igualmente, Espitia (1994) señala que el acame de plantas es mayor cuando las plantas poseen mayor porte y peso, lo que supone diámetros de tallo mayores. En cuanto a *Amauromiza abnormalis*, Bautista *et al.* (1997) señalan que se trata de una plaga barrenadora del tallo de amaranto pobremente documentada para México, y que habita en tallos y raíces de diferentes especies de *Amaranthus* y *Chenopodium*, colectadas en el centro de México. Las larvas se presentan poco después de las siembras de junio-julio y permanecen en los tallos hasta el fin del cultivo. *A. abnormalis* pasa el invierno en estado de pupa.

Los cultivares de amaranto presentan variaciones importantes en morfología y madurez (Hauptli 1977, Espitia 1994, Bansal *et al.* 1995, Peiretti & Gesumaría 1998, Wu *et al.* 2000), de tal forma que se pueden encontrar variedades de porte bajo (< 2 m) y tallos delgados a la madurez (< 2 cm) y otras que presentan mayor altura (>2.5 m) y tallos gruesos (> 2 cm). En el Colegio de Postgraduados se han obtenido dos variedades ampliamente contrastantes en tamaño de planta, diámetro del tallo y días a la madurez. Por esta razón fueron seleccionadas para este trabajo, cuyo objetivo fue estudiar el efecto de los cultivares de amaranto y del manejo de la densidad de siembra sobre la incidencia de larvas y el grado de barrenación. Las hipótesis fueron: a) plantas con tallos más delgados son menos susceptibles a la infestación de larvas que barrenan el tallo y b) a mayor grado de barrenación menor rendimiento en grano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio. El sitio experimental se localiza al sur del Valle de México en la localidad de Tulyehualco (Delegación Xochimilco, Distrito Federal, México; N: 19° 15' 36" y O: 99° 01' 41", a 2230 m de altitud). Las lluvias se presentan en verano (Fig. 1) y las principales restricciones al cultivo de amaranto las constituyen las sequías de verano y las heladas tempranas (Reyna 1990). El suelo es de origen volcánico, Typic Ustifluent (Soil Survey Staff 1995), con textura arenosa, pH ligeramente ácido (6.8), con menos de 2.0% de materia orgánica (De León *et al.* 2000).

Diseño experimental. En 1998 se llevó a cabo un experimento en el que se manejaron dos factores (cultivar y densidad de siembra); cada uno con dos niveles. Los cultivares fueron Tulyehualco y Frondosa, (desarrollados en el Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados, por selección masal); las densidades de siembra fueron 62 500 y 380 000 plantas ha⁻¹. Los cultivares fueron seleccionados porque presentan notorias diferencias en precocidad, altura de planta, tamaño de la panoja y diámetro del tallo, lo cual ayuda a poner a prueba las hipótesis del trabajo. Frondosa, el cultivar precoz, presenta tallos más delgados y plantas de menor altura en comparación con Tulyehualco. Respecto a las densidades de siembra, la de 62 500 plantas ha⁻¹ fue seleccionada porque coincide con la baja densidad acostumbrada por los productores en Tulyehualco, y 380 000

plantas ha^{-1} constituye para México una alta densidad, que permite obtener con seguridad plantas sin ramificaciones y con diámetros de tallo mucho más delgados, comparado con los de plantas sembradas a densidades más bajas. El diseño experimental fue bifactorial en bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. La inclusión de bloques permite eliminar de manera sistemática la fuente de variabilidad perturbadora ajena a los tratamientos de interés experimental, y poder realizar así las comparaciones entre éstos (Montgomery 2003). Cada una de las 16 unidades experimentales consistió de cuatro surcos de 10 m de largo, separados entre sí 80 cm. Los parámetros analizados fueron número de larvas por tallo y longitud de las galerías; se midieron también altura de la planta, diámetro del tallo y producción de grano planta^{-1} .

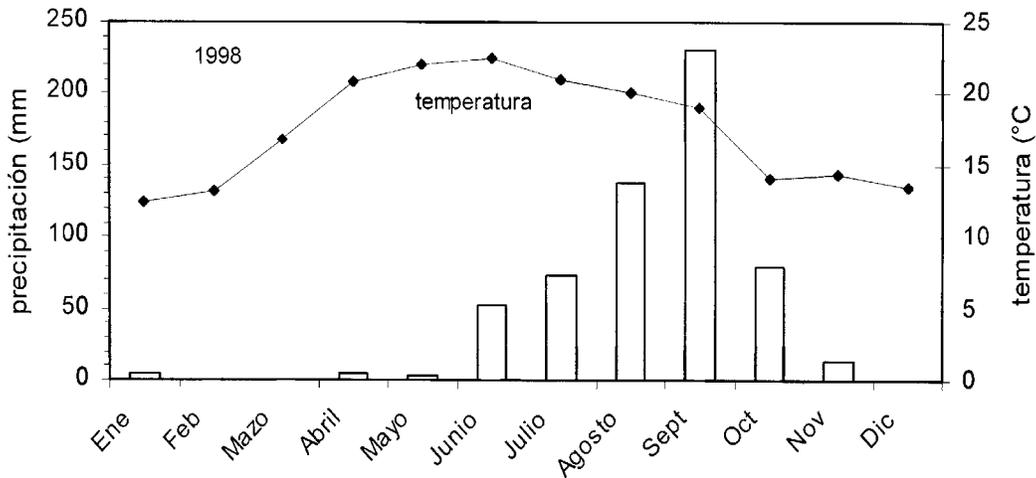


Figura 1
Datos climáticos para Tulyehualco, 1998.

Técnicas agrícolas y datos climáticos. El terreno fue barbechado con disco y la siembra directa y manual de semillas se llevó a cabo el 12 de junio de 1998. Los surcos se hicieron mediante tracción animal. Las semillas se depositaron a 1 cm de profundidad. Debido a la sequía fue necesario regar durante las primeras tres semanas posteriores a la siembra. Se aplicó una dosis de 3.5 t ha^{-1} de estiércol bovino, equivalente a $50 \text{ kg de nitrógeno ha}^{-1}$. Las malezas se controlaron manualmente. La precipitación y temperaturas mensuales de 1998 aparecen en la figura 1.

Análisis estadístico. Las variables de respuesta fueron medidas en 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental. En otras investigaciones con

amaranto este número de plantas ha resultado adecuado a la variación de los parámetros de crecimiento y rendimiento. Wu *et al.* (2000) reportan resultados de campo con base en promedios obtenidos de mediciones en cinco plantas. Los datos fueron analizados usando el modelo lineal general del paquete estadístico de Minitab (2000) y cuando el análisis de varianza arrojó diferencias significativas se corroboró con la prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$). Se llevó a cabo además un análisis de regresión para estudiar el efecto del diámetro del tallo y altura de la planta sobre la barrenación del tallo y el de la barrenación del tallo sobre la producción de biomasa y de grano por planta.

Medición de variables. La altura de la planta y el diámetro del tallo se midieron en tres fechas (47, 83 y 101 días después de la siembra). El daño por barrenación fue determinado después de la cosecha, mediante la identificación a simple vista de galerías en los tallos seccionados longitudinalmente con navaja. Para calcular la longitud de la barrenación del tallo se siguió un procedimiento estándar (Shultz *et al.* 1997), dividiendo la longitud barrenada del tallo entre la longitud total del tallo. Se contaron las larvas presentes a la cosecha y observables a simple vista (longitud > 0.4 cm, aproximadamente), sin distinguir a qué especie correspondieron las larvas. Néstor Bautista identificó las muestras de larvas tomadas de tallos barrenados. Las especies correspondieron a *Hypolixus truncatulus* y *Amauroyza abnormalis* (Bautista *et al.* 1997). El grano se cosechó manualmente, y las muestras de biomasa y grano fueron secadas en estufa (65° C durante 48 h).

RESULTADOS

Los dos cultivares se adaptaron a la zona del sitio experimental y produjeron grano. La cosecha del cultivar alto y tardío (Tulyehualco) se llevó a cabo el 24 de diciembre de 1998 mientras que el cultivar pequeño y precoz (Froncosa) fue cosechado el 27 de noviembre. El análisis de varianza indica que el factor cultivar tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) en las variables diámetro del tallo y altura de la planta (Cuadro 1), lo cual era de esperarse pues las diferencias morfológicas de ambos cultivares eran conocidas antes de iniciar el estudio. El cultivar Tulyehualco tuvo plantas más altas (Fig. 2) y tallos más gruesos (Fig. 3) respecto a Froncosa. Por otro lado, al incrementar la densidad de plantas a 380 000, los dos cultivares respondieron con una disminución significativa en el diámetro del tallo (Fig. 3). Este resultado es consistente con lo reportado en la literatura (Eze 1987, Aufhammer *et al.* 1995).

Efecto del cultivar y densidad de siembra en el número de larvas y barrenación del tallo. El número de larvas de ambas especies identificadas, encontradas en los tallos al momento de la cosecha fue afectado por el factor cultivar (Cuadro 1). La comparación de medias (Fig. 4) indica que Tulyehualco tuvo el número más alto de larvas comparado con Froncosa. El porcentaje de tallo barrenado por larvas también fue diferente entre cultivares ($P < 0.05$; Cuadro 1). Tulyehualco tuvo el mayor

porcentaje de daño de tallo comparado con los valores de Frondosa (Cuadro 2). En cuanto al efecto de la densidad de siembra, un resultado sobresaliente fue que para ambos cultivares, la densidad de plantas no afectó el número de larvas (Fig. 4) ni tampoco el daño por barrenación (Fig. 5), lo cual contradice la hipótesis inicial de que una reducción del grosor del tallo obtenida mediante el aumento de la densidad de plantas del dosel podría reducir el daño de barrenación. Por otra parte, el análisis de regresión (Cuadro 3) entre el número de larvas y las características morfológicas del amaranto indican un efecto positivo con una $P < 0.001$ para diámetro del tallo y altura de la planta (Cuadro 3). La barrenación mostró una tendencia muy similar en el análisis de regresión respecto a esos dos rasgos morfológicos de la planta de amaranto (Cuadro 3).

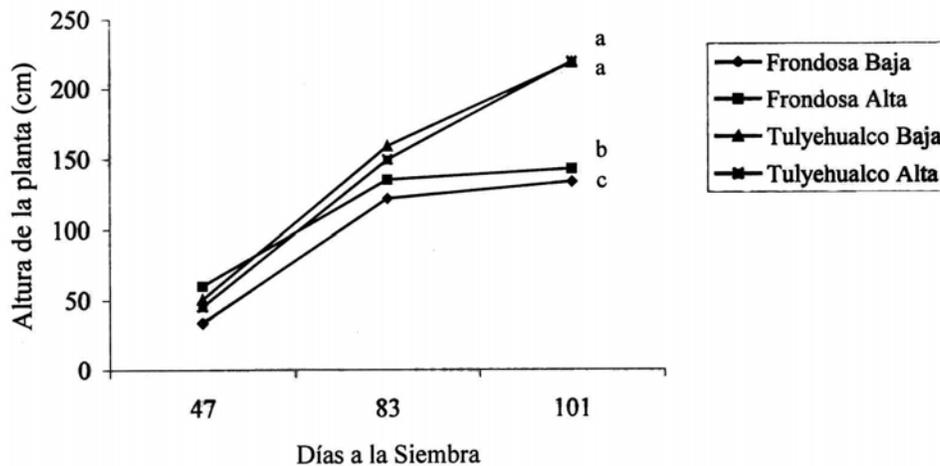


Figura 2

Altura de la planta de amaranto (promedios y desviaciones estándar; 101 días a la siembra). Tulyehualco, 1998. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Cuadro 1

Valores de Cuadrado Medio de los principales efectos sobre características del amaranto. Tulyehualco, México, 1998. Niveles de significancia: significativo (*, $P < 0.05$) y altamente significativo (**, $P < 0.01$).

Efecto	gl	Diámetro de tallo	Altura de planta	Número de larvas	Barrenación Tallo	Producción de grano	Producción de biomasa
Bloque	3	0.14	1634 **	39.84 *	1338.2 **	1055383	14007863
Cultivar	1	7.33 **	259371 **	1118.30 **	4169.8 **	9113794 *	1898848166 **
Densidad	1	3.28 **	990 *	1.05	41.41	22271025 **	2109273254 **
Cult x dens	1	0.21	739	2.75	165.6	1279373	441200572 **
Error	57	0.14	285	6.79	101.1	1291643	16876736

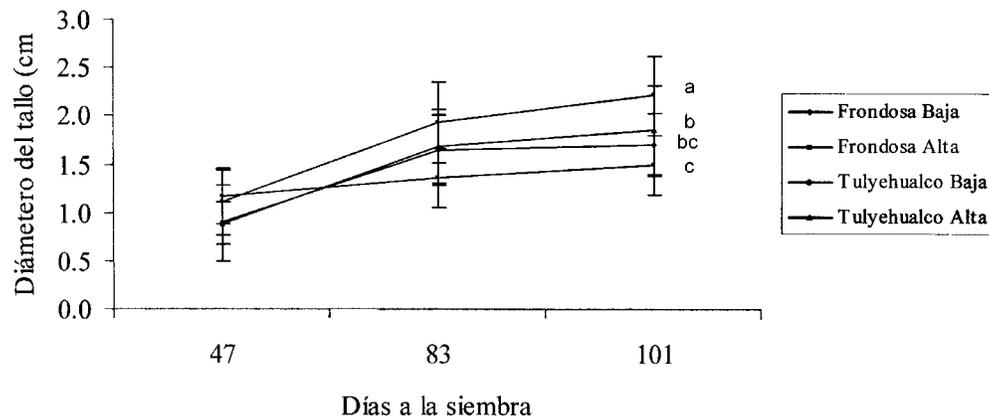


Figura 3

Diámetro del tallo (promedios y desviaciones estándar; cm) en tres fechas. Tulyehualco, 1998. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Cuadro 2

Valores promedio de las principales características de amaranto Tulyehualco, México, 1998. Promedios con letra diferente en sentido horizontal indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$). Los datos de Biomasa aérea no incluyen el peso del grano.

Variable	Frondosa 62 500	Frondosa 380 000	Tulyehualco 62 500	Tulyehualco 380 000	MSD 0.05
Barrenación por tallo (%)	71.6 b	72.6 b	83.9 a	80.8 a	5.8
Larvas planta ⁻¹	11.8 b	13.1 b	17.6 a	17.8 a	1.52
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	599 c	2393 ab	1543 bc	4468 a	2512
Biomasa (kg ha ⁻¹)	6829 c	19290 b	18115 b	51581 a	9079
Índice de Cosecha	8.8 a	13.0 a	8.6 a	8.6 a	7.7

Relación entre barrenación y rendimiento. Phogat *et al.* (1994) encontraron en la India que la incidencia de larvas del barrenador *H. truncatulus* afectó negativamente el crecimiento y el rendimiento en grano. El análisis de regresión obtenido con los datos del presente trabajo (Cuadro 3) indica que el número de larvas no estuvo asociado de manera negativa al rendimiento en grano de las plantas de amaranto. Por otra parte, el número de larvas tampoco se asoció negativamente a la producción de biomasa aérea de amaranto (Cuadro 3). De igual forma el porcentaje de tallo barrenado no se asoció negativamente al rendimiento y a la producción de biomasa (Cuadro 3). En el presente estudio se analizó la barrenación como producto del daño combinado de las dos especies, sin poder establecer el daño relativo causado por cada una de las especies. Phogat *et al.* (1994) encontraron que

Hypolixus truncatulus, analizada particularmente, sí tuvo un efecto en la disminución de la producción de grano de amaranto.

Cuadro 3

Análisis de regresión de variables Y (vegetativas y de rendimiento) y variables X (número de larvas y barrenación del tallo; %). Tulyehualco, México 1998.

(Y) variable	(X) variable	Fuente	Cuadrado Medio	Intersección	Coefficiente Regresión	R ₂	Significancia
Número larvas	Diámetro tallo	Modelo	370.8	9.08	3.32	0.16	P<0.001
		Error	11.6				
Número larvas	Altura planta	Modelo	1043.6	4.74	0.05	0.47	P<0.001
		Error	7.41				
Barrenación	Número larvas	Modelo	446.7	4.54	0.13	0.20	P < 0.001
		Error	142.4				
Barrenación	Diámetro tallo	Modelo	1350.9	65.73	6.34	0.05	P< 0.01
		Error	142.4				
Barrenación	Altura planta	Modelo	5475.2	53.48	0.13	0.22	P < 0.001
		Error	116				
Número larvas	Rendimiento	Modelo	52.6	14.16	0.0002	0.04	NS P < 0.05
		Error	13.24				
Número larvas	Biomasa	Modelo	239.6	13.29	0.00005	0.22	P < 0.001
		Error	10.8				
Barrenación	Rendimiento	Modelo	39.89	1.72	0.0002	0.39	P < 0.001
		Error	0.77				
Barrenación	Biomasa	Modelo	54.31	1.66	0.00002	0.54	P < 0.001
		Error	0.58				

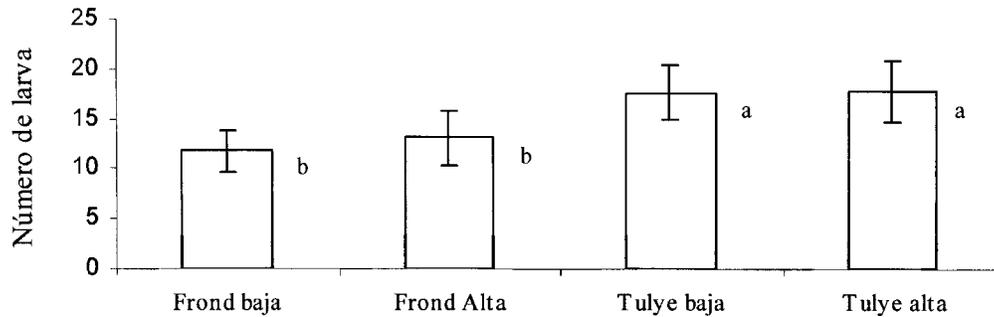


Figura 4

Número de larvas de barrenadores al momento de la cosecha de amaranto (promedios y desviaciones estándar). Tulyehualco, 1998. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

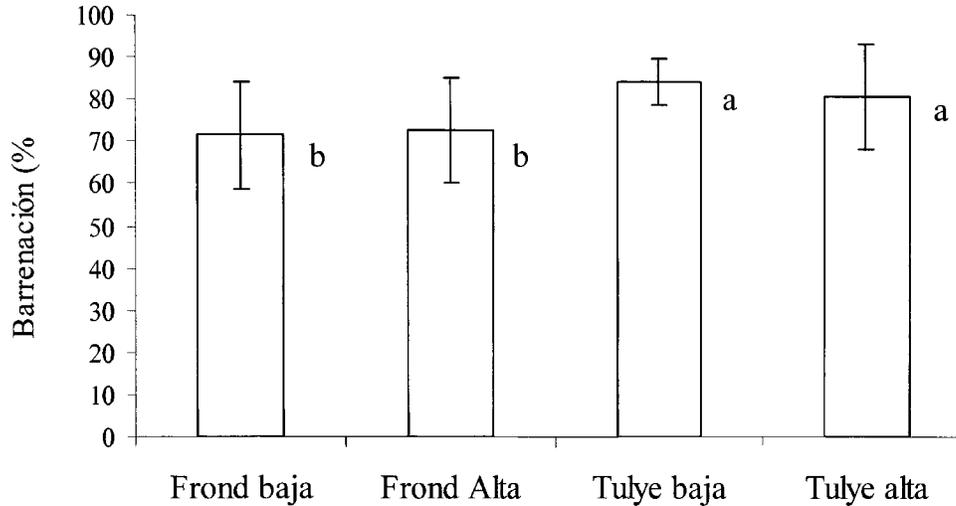


Figura 5

Porcentaje de barrenación en los tallos de amaranto (promedios y desviaciones estándar), Tulyehualco, 1998.

DISCUSIÓN

Las diferencias más importantes en número de larvas y grado de barrenación fueron debidas al factor cultivar. El cultivar de menor tamaño y mayor precocidad (Frondosa) presentó barrenación en todas las plantas muestreadas, aunque el porcentaje promedio de barrenación fue significativamente menor respecto al cultivar tardío (Tulyehualco). El hecho de aumentar drásticamente la densidad de plantas sí se tradujo en tallos más delgados en ambos cultivares; sin embargo, esta reducción no significó un número de larvas menor ni una disminución en el daño por barrenación. Por lo que se rechaza la hipótesis inicial de trabajo. Otro resultado sobresaliente fue la falta de asociación negativa entre la barrenación del tallo y el rendimiento en grano de las plantas de amaranto, lo cual también contradice la segunda hipótesis del trabajo. De esta forma, nuestros resultados sugieren que la ausencia de medidas de control contra los barrenadores del tallo por parte de los productores de amaranto en Tulyehualco parece estar justificada.

AGRADECIMIENTOS

Guadalupe Torres Saldaña agradece el apoyo económico que brindó CONACYT (Registro 114217) para llevar a término su programa de estudios en el Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana. Los autores agradecen al M.C. Jesús Sánchez Robles, del Departamento del Hombre y su Ambiente (UAM-Xochimilco), su apoyo en los aspectos estadísticos de la versión final del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Aragón-García, A., A.M. Tapia-Rojas & I.M.T. Huerta-Sánchez. 1997. Insectos asociados con el cultivo de amaranto *Amaranthus hypocondriacus* L. (Amaranthaceae) en el Valle de Tehuacán, Puebla, México. *Folia Entomol. Mex.* 100: 33-43.
- Aufhammer, W., H.P. Kaul, P. Herz, E. Nalborczyk, A. Dalbiak & M. Gontarczyk. 1995. Grain yield formation and nitrogen uptake of amaranth. *Eur. J. Agron.* 4(3): 379-386.
- Bansal, G.L., M.C. Rana, & R.G. Upadhyay. 1995. Response of grain amaranth (*Amaranthus hypocondriacus*) to plant density. *Indian J. of Agr. Sci.* 65 (11): 818-820.
- Bautista, M.N., G. Vejar & M. Von Tschirnhaus. 1997. First record of the amaranth borer fly *Amauromyza abnormalis* (Maloch) (Diptera: Agromyzidae) in Mexico. *Southwestern Entomol.* 22 (4): 461-463.
- De León-Gonzalez, F., M.M. Hernández-Serrano, J. Etchevers, F. Payan-Zelaya & V. Ordaz-Chaparro. 2000. Short-term compost effect on macroaggregation in a sandy soil under rainfall in the Valley of Mexico. *Soil Till. Res.* 56: 213-217.
- Deka, K.C. & S.K. Dutta. 1998. Amaranthus weevil attack on introduced grain amaranth in Assam. *Insect Envir.* 4: 41.
- Espitia, R.E. 1994. Breeding of grain amaranth. Pp. 23-38. In: O. Paredes-López (ed.). *Amaranth: biology, chemistry and technology*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.
- _____. 1990. Plagas y enfermedades del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en México. Pp. 233-241. In: A.Trinidad S., L.F. Gómez, y R.G. Suárez (eds.). *El amaranto, su cultivo y aprovechamiento*. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Eze, J.M.O. 1987. Growth of *Amaranthus hybridus* (african spinach) under different daylight intensities in the dry season in the southern Nigeria. *Exp. Agric.* 23: 193-200.
- Hauptli, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranth. Pp. 71-81. *Proceedings of the First Amaranth Seminar*, Rodale Press Inc, Emmaus, PA.
- Minitab Statistical Software. 2000: Release 13 for Windows 95/98. Minitab Inc. USA.
- Montgomery, D.C. 2003. *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa, Grupo Editorial Noriega. México. 686 pp.
- Peiretti, E.G. & J.J. Gesumaría. 1998. Influencia de la distancia entre líneas sobre el crecimiento y rendimiento de amaranto granífero (*Amaranthus* spp.). *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales* 13: 139-151.
- Phogat, B.S., Bhalla, S. & B. Mal. 1994. Seasonal incidence of stem weevil (*Hypolyxus truncatulus*) and its effect on growth and grain yield of amaranth (*Amaranthus hypocondriacus*). *Indian J. Aric. Sci.* 64: 261-262.
- Ramesh, P. 1994. Host-specificity of the weevil, *Lixus truncatulus* Fabricius (Curculionidae-Coleoptera). *Ann. Agr. Res.* 15: 110-111.
- Reyna, T.T. 1990. Requerimientos climáticos para el cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en México. Pp. 81-89. In: A.Trinidad, S., L.F. Gómez, y G. Suárez, R. *El amaranto, su cultivo y aprovechamiento*. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Schulz, B., R. Kreps, D. Klein, R.K. Gumber & A.E. Melchinger. 1997. Genetic variation among European maize inbreds for resistance to the European corn weevil and relation to agronomic traits. *Plant Breeding* 116: 415-422.
- Soil Survey Staff. 1995. *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Sociedad Mexicana de la Ciencias del Suelo (Publicación Especial 3), Chapingo, México. 306 pp
- Wu, H., M. Sun, S. Yue, H. Sun, Y. Cai, R. Huang, D. Brenner & H. Corke. 2000. Field evaluation of an *Amaranthus* genetic resource collection in China. *Gen. Res. Crop Evol.* 47: 43-53.

Recibido: 11 de diciembre 2002

Aceptado: 7 de octubre 2003