

RELACION ENTRE LA PRECIPITACION PLUVIAL Y EL CRECIMIENTO SECUNDARIO EN *Amaranthus hypochondriacus* L.

Barrales Domínguez, J.S.

Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C.P. 56230.

RESUMEN. Se evaluó el crecimiento secundario (formación de pequeñas hojas en la inflorescencia de amaranto en lugar de semilla) de 10 genotipos de amaranto en dos localidades de México (Chapingo, México (L1) y Cuapixtla, Tlaxcala (L2)). Esta variable se relacionó con la lluvia ocurrida en el período de crecimiento reproductivo (PCR). En L1 hubo una mayor presencia de crecimiento secundario conforme la cantidad de lluvia fue superior en PCR, siendo de 82.8% de plantas con crecimiento secundario cuando la lluvia fue de 289.7 mm, de 74.2% con una lluvia de 225.2 mm y de 4.2% con lluvia de 162.1 mm. En Cuapixtla, Tlax., no se presentó crecimiento secundario pues la lluvia promedio en PCR de los genotipos evaluados fue de 118.2 mm.

PALABRAS CLAVE: Amaranto; lluvia.

RELATIONSHIP BETWEEN AMOUNT OF RAIN AND SECONDARY GROWTH IN AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

SUMMARY. The secondary growth in 10 types of amaranth was evaluated in relation with the amount of rain during the reproductive growth period (GRP) in Chapingo, Mex. (L1) and Cuapixtla, Tlax. (L2). In three sowing dates in L1 and two sowing dates in L2 in 1994. In general for all types of amaranth, when the rain was 289.7 mm during GRP, 82.8% of plants had secondary growth; with rain of 225.2 mm during GRP, 74.2% of plants presented secondary growth; meanwhile with 162.1 mm of rain during GRP the secondary growth affected only 4.2% of plants. Finally, in L2 the rain in GRP was 118.2 mm without the presence of secondary growth.

KEY WORDS. Amaranth; rain.

INTRODUCCION

A pesar de que varios autores se refieren al amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) como una especie sin problemas fitosanitarios o fisiológicos, existen algunos factores que influyen negativamente en su potencial de rendimiento, tales como el crecimiento secundario, mencionado como tal por Grubben y Sloten (1981). El crecimiento secundario (CS) en amaranto es la formación de pequeñas hojas de color verde en las flores, substituyendo la formación de grano, lo que causa una disminución del rendimiento. Este problema se identifica al observar pequeñas hojas verdes en las inflorescencias que sobresalen sobre el color amarillo de la panícula afectada. Dada la importancia que puede tener este fenómeno para la producción, se planteó como objetivo del presente trabajo determinar si existe una relación entre la precipitación pluvial ocurrida en el período de crecimiento reproductivo (PCR), definido desde la emergencia de la panícula hasta la madurez fisiológica (Barrales, 1988) y la manifestación de crecimiento secundario en un grupo

de amarantos provenientes de plantas que presentaron este problema en ensayos de rendimiento en 1993.

Respecto a la lluvia, el amaranto en México se cultiva en regiones con precipitación pluvial anual de entre 400 y 1 300 mm anuales (Reyna, 1990), aunque es posible encontrarlo, incluso, en áreas con lluvia anual fuera de esta amplitud. En 1993 en Chapingo, Méx., en varios experimentos de rendimiento se manifestó mucho CS con una precipitación pluvial de 560.6 mm en el ciclo biológico, ocurriendo alrededor del 60% de ésta durante el período de crecimiento reproductivo (Barrales, 1993). Por lo que se planteó la hipótesis sobre la existencia de una relación de este factor climático con el CS.

MATERIALES Y METODOS

En Chapingo, Méx. (L1; 19° 29' N, 98° 53' W y 2250 msnm) y Cuapixtla, Tlax. (L2; 19° 18' N, 98° 15' W y 2450 msnm) (García, 1981), se hizo un experimento con 10 genotipos de amaranto (7 rojas y 3 verdes) que fueron afectados con crecimiento secundario durante 1993. También se estudiaron tres fechas de

siembra en Chapingo (FS1=130494, FS2=120594 y FS3=200594), y dos en Cuapixtla (FS1=210594: FS2=020694), se usó un diseño bloques al azar con dos repeticiones y con diseño de tratamientos de fechas con genotipos, se sembraron matas a 40 cm de distancia en parcelas de 2 surcos de 85 cm de ancho y 6 m de largo. En cada lote experimental se registró la lluvia acumulada semanalmente. Posteriormente se acumuló la cantidad de lluvia ocurrida desde la emergencia de plantas a la fase de emergencia de panícula, durante el período de crecimiento reproductivo y durante todo el ciclo biológico.

Se contaron las plantas con crecimiento secundario (PCS) dentro de cada genotipo, expresándose en porcentaje en relación con la población total de plantas. Se evaluó el rendimiento expresado en gramos de semilla por planta. Se hicieron análisis de varianza para cada localidad, reportándose los resultados sólo para Chapingo, Méx., por ser en esta localidad donde hubo mayor CS.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de los análisis de varianza hecho para L1, observándose que sólo para días a emergencia de panícula hubo significancia estadística para la interacción entre genotipos y fecha de siembra.

En Chapingo, en las tres fechas de siembra, la fase de emergencia de plántulas ocurrió a los 10 días después de la siembra (DDS). Se esperaba que existiera un patrón definido del CS a través de las fechas de siembra producto del cambio de ambiente a lo largo del año, mismo que no ocurrió. La mayor manifestación de CS ocurrió en la FS1 y la menor en la FS2 (Cuadro 2). En esta variable se detectaron diferencias significativas sólo a nivel de fechas (Cuadro 1).

La lluvia en el periodo de crecimiento reproductivo ocurrió con un promedio de 289.7 mm en la FS1, de

162.1 en FS2 y de 225.2 mm en FS3, observándose cierta relación con el CS que fue de 82.8%, 4.2% y 74.2%, respectivamente. La cantidad de agua de lluvia es un factor importante, pero quizá lo más importante para el CS sean las condiciones de alta nubosidad, alta humedad relativa y disminución de la temperatura, condiciones ambientales que predominan durante los tiempos de lluvia. Además, debe considerarse la alta humedad edáfica que garantiza la disponibilidad de agua a las plantas.

El amaranto se reconoce en general como de fotoperíodo corto (Duncan, 1980), lo que parece confirmarse en los amarantos precoces (Cuadro 2) en los que se observó un retraso en emergencia de panícula en Chapingo, Méx., conforme se retrasa la fecha de siembra, donde el fotoperíodo se hace más largo. En la época de lluvias la presencia de nubosidad reduce la intensidad de radiación solar, sometiendo al amaranto a condiciones desfavorables para su desarrollo por ser una planta C4, lo que seguramente causa que se manifieste el carácter de hábito de crecimiento indeterminado promoviendo el crecimiento de pequeñas hojas en lugar de la formación del grano.

Durante los ciclos biológicos de los amarantos evaluados las magnitudes de lluvia en las fechas de siembra fueron en promedio de 511.2, 435.4 y 550 mm para las FS1, FS2 y FS3, respectivamente, que no son contrastantes. Tal parece que la cantidad que les incidió durante el período de crecimiento reproductivo sí lo fue (Cuadro 2). Además, la magnitud de lluvia en el período de crecimiento vegetativo influyó en la altura de la planta, pues en la FS1 las plantas fueron de 2.8 a 3.0 m de altura, en la FS2 de 2.0 a 2.2 m. y en la fase FS3 de 2 a 2.3 m. Sin embargo, en otro trabajo se encontró que la lluvia acumulada hasta la emergencia de panícula tuvo una correlación negativa ($r = -0.58^{**}$) con la altura de planta en una sola fecha de siembra (Barrales *et al.*, 1992).

CUADRO 1. Análisis de varianza para variables registradas en plantas de amaranto. Chapingo, Méx. 1994.

VARIABLE	CME	VALOR DE Fc		
		GENOTIPOS (G)	FECHAS (F)	G x F
Días a emergencia de panícula	51.05	6.86**	4.41**	2.75**
Número de plantas	249.90	0.82	61.65**	0.45
Longitud de panoja	249.78	7.40**	0.27	0.42
Rendimiento g por planta	889.63	0.40	3.27	0.46
Crecimiento secundario (%)	122.20	0.92	304.80**	0.73

* y ** reportan significancia estadística al 5 y al 1% de probabilidad, respectivamente.

CUADRO 2. Lluvia ocurrida en varios periodos en tres fechas de siembra de amaranto, relacionado con presencia de crecimiento secundario. Chapingo, México, 1994.

VARIABLES	FECHA DE SIEMBRA		
	23-04-94	20-05-94	30-05-94
Crecimiento secundario (%)	82.8 ± 12.2	4.2 ± 4.9	74.2 ± 12.1
Lluvia a la emergencia de panícula (mm)			
genotipos precoces			
días	47	60	65
lluvia	75.8	171.0	289.5
genotipos tardíos			
días	85	85	85
lluvias	221.5	273.3	324.8
Lluvia en el periodo de crecimiento reproductivo (mm)			
promedio	289.7	162.1	225.2
Lluvia durante el ciclo biológico (mm)			
promedio de 150 días	511.2	435.4	550.0
Plantas con crecimiento secundario			
total	154.0	10.0	271.0
por color (%)			
rojo intenso	20.7	60.0	34.7
verdes	35.1	20.0	12.5
rojo claro	44.2	20.0	52.8
Altura final de planta (m)			
Intervalo	2.8 - 3.2	2.0 - 2.2	2.0 - 2.3
Peso de grano por planta (g)	49.4	39.8	25.4

La presencia de PCS por fechas de siembra no tuvo un marcado efecto sobre el rendimiento por planta (Cuadro 1) encontrándose una tendencia descendente de la primera a la tercera fecha de siembra (Cuadro 2), siendo el rendimiento en FS1 24.1% mayor que la FS2 y 94.4% mayor que la FS3; la FS2 fue mayor que FS3 en 56.6%. Lo anterior puede evidenciar la capacidad de producción que tiene el amaranto; sin embargo, a nivel de genotipos hubo cambios en longitud de panoja (Figura 1) detectándose diferencias estadísticas entre éstos (Cuadro 1). También las hubo en rendimiento por planta (Figura 2) y su sensibilidad al crecimiento secundario (Figura 3).

† Para reducir el CS es importante detectar genotipos que no muestren interacción con la lluvia en el PCR, que pueden buscarse evaluando los recursos genéticos que existen en México (Espitia, 1991), o bien utilizar fechas de siembra que permitan evadir las épocas de mayor incidencia de lluvia durante el periodo de crecimiento reproductivo, situación muy difícil de lograr

por lo aleatorio de la lluvia en la agricultura temporalera.

También como una observación general, se encontró que el CS se manifiesta más en plantas del interior de las parcelas, que en plantas de orilla, por lo que el manejo de densidad de población puede ser una opción para regular la presencia del crecimiento secundario.

En la localidad de Cuapiaxtla, Tlaxcala en ambas fechas de siembra, la altura de planta fue más uniforme (1.7 a 2.0 m) y no se presentó el crecimiento secundario. La lluvia desde la emergencia de plantas a la emergencia de la panícula fue de 299.9 mm, mientras que la ocurrida durante el periodo de crecimiento reproductivo fue tan sólo de 118.2 mm, valor inferior al de la FS2 en Chapingo, en la cual hubo menor manifestación de CS. El ciclo biológico se interrumpió a los 119 días debido a una helada ocurrida el 29 de septiembre, acumulando en este tiempo 418.1 mm de lluvia.

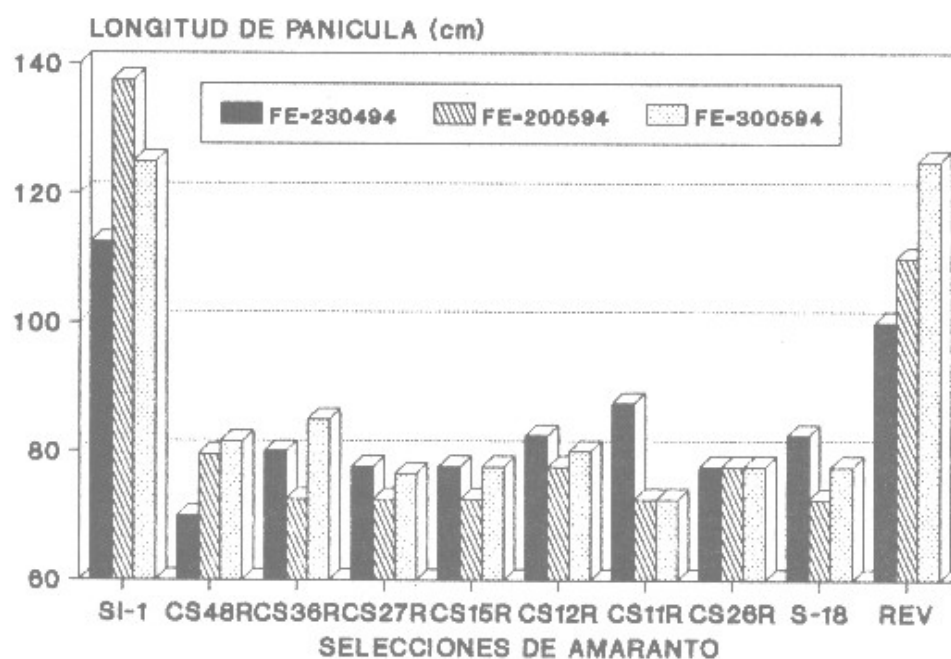


Fig. 1. Longitud de panícula en 10 materiales genéticos de amaranto evaluados en tres fechas de siembra. Chapingo, México.

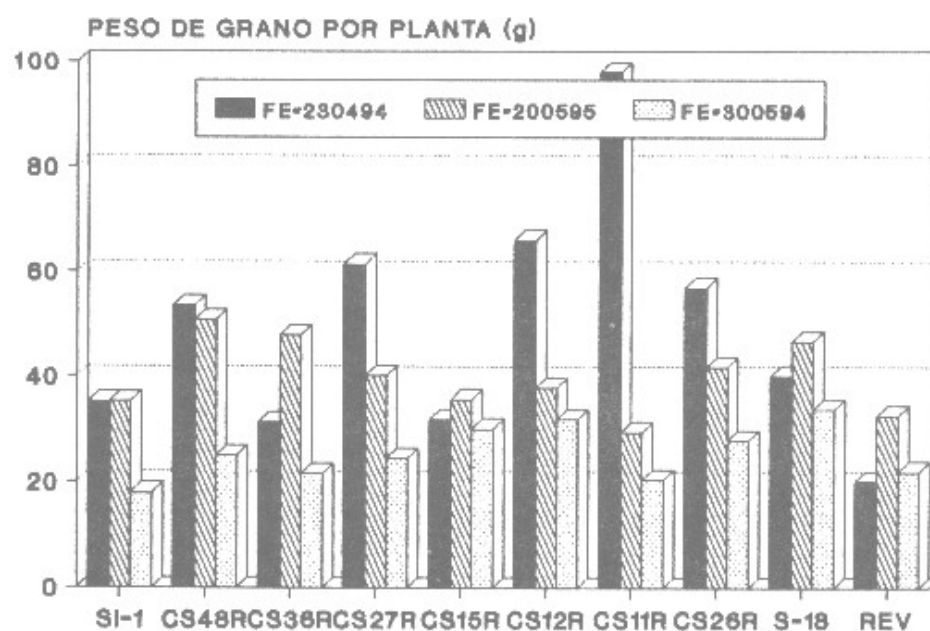


Fig. 2. Rendimiento de diez tipos de amaranto sembrados en tres fechas de siembra. Chapingo, México.

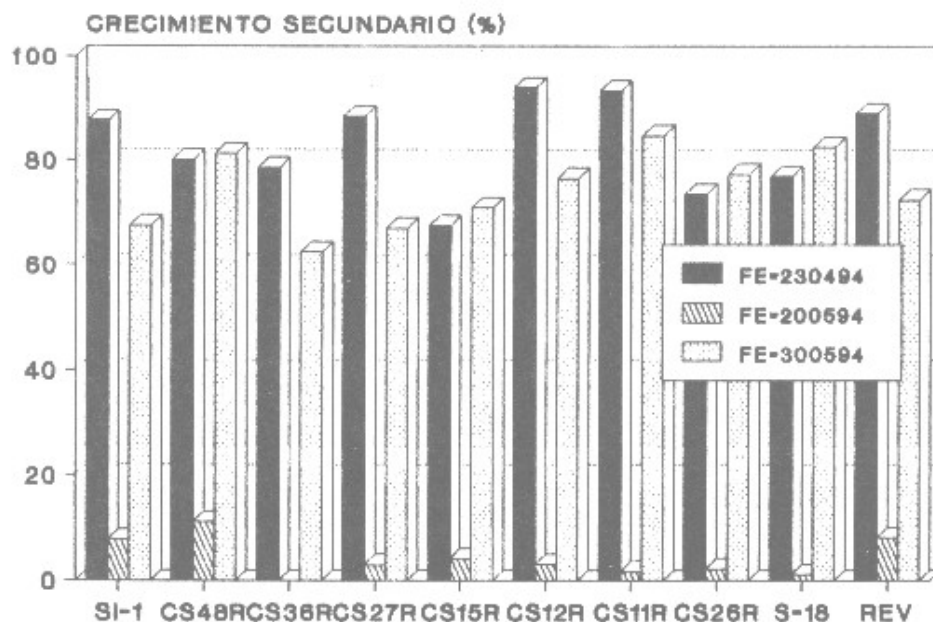


Fig. 3. Presencia de crecimiento secundario en 10 tipos de amaranto sembrados en tres fechas de siembra. Chapingo, México.

CONCLUSIONES

1. En Chapingo, Méx., el crecimiento secundario se observó con mayor intensidad cuando las condiciones de lluvia coincidieron en mayor magnitud durante el periodo de crecimiento reproductivo, sin que se encuentre una manifestación asociada directamente con las fechas de siembra.
2. En rendimiento, el porcentaje del crecimiento secundario no afectó negativamente su magnitud, aunque por fecha de siembra el rendimiento se reduce conforme éstas se retrasaron en Chapingo, Méx.
3. En Cuapiaxtla, Tlax., no ocurrió la presencia de crecimiento secundario, debido a una reducida cantidad de lluvia durante el periodo de crecimiento reproductivo de los genotipos.

LITERATURA CITADA

- BARRALES D., J.S. 1988. Jardines fenológicos: una herramienta para estudiar la aclimatación de especies cultivadas en zonas de reciente introducción. *Revista Chapingo*. (En prensa).
- ; J. GARCÍA R.; M. HERNÁNDEZ C. 1992. Influencia de la precipitación pluvial sobre el desarrollo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista Chapingo*. 77:66-70.
- . 1993. Informe técnico del cultivo de amaranto. Fitotecnía. UACH. Chapingo, Méx.
- DUNCAN, A.E. 1980. Grain amaranth: Characteristics and culture. New Crops Department. Organic Gardening and Farming Research Center. Report 80-1. Rodale Press Inc. USA.
- ESPITIA R., E. 1991. Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus* spp.). In: Avance en el Estudio de los Recursos Genéticos de México. pp 197-216.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. D. F., México. 252 p.
- GRUBBEN, G.J.H.; H. VAN SLOTEN. 1981. Genetic resources of amaranths. IBPGR-FAO. Rome. Italy. 57 p.
- REYNA T., T. 1990. Requerimientos climáticos para el cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.) en México. In: El Amaranto su Cultivo y Aprovechamiento. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. pp. 81-89.