

CAPACIDAD DE REVENTADO DEL GRANO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) PRODUCIDO EN DOS AMBIENTES DE TEMPORAL

J.S. Barrales-Domínguez; L. Torres-Hernández

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

RESUMEN

Durante 1993 se evaluaron diferentes selecciones de amaranto en dos localidades de Valles Altos, contrastantes en sus regímenes de lluvia. En campo se registraron las fases fenológicas y la lluvia acumulada semanal, para después buscar alguna relación entre la lluvia ocurrida durante el periodo de crecimiento reproductivo (PCR) y las propiedades de reventado de grano, evaluado en laboratorio. Se encontró que el mayor rendimiento se obtuvo con mayor cantidad de lluvia en PCR, sin embargo, el máximo volumen de grano reventado se logró en semilla obtenida con una menor cantidad de lluvia en el mismo periodo.

PALABRAS CLAVE: Rompimiento de grano, aumento de volumen, lluvia, calidad de grano.

GRAIN BURST ABILITY OF AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus* L.) HARVESTED UNDER TWO RAINFALL CONDITIONS

SUMMARY

In 1993, 35 amaranth selections were cultivated under two conditions of rainfall and after evaluated in laboratory for their capacity of grain bursting with a heated surface. The results indicated that, a high amount of burst grain (pop grain) was associated with few rain during reproductive growth period (RGP) of the amaranth, although the grain yield was low in the same conditions. In general, the grain harvested in conditions with few rain during RGP, increased its volume more than the grain obtained in regions with more rain in the same period.

KEY WORDS: Grain pop, increment of volume, rainfall, grain quality.

INTRODUCCIÓN

De las 784 ha que fueron sembradas en México con amaranto en 1994, sólo el 3.9% estuvieron en condiciones de riego (Anónimo, 1994), encontrando una gran variación en el rendimiento de grano, relacionado con la variación de las lluvias. Para ese año en riego los rendimientos por ha fueron de 2 t, mientras que en temporal se obtuvieron 1.18 t·ha⁻¹.

Se menciona que el amaranto produce grano incluso en regiones con precipitaciones anuales de 400 mm (Reyna, 1990), sin embargo, el rendimiento depende de su distribución en el ciclo biológico y de las condiciones físicas del suelo. En un ensayo de rendimiento en suelos de 100 cm de profundidad y en tepetate, se encontraron rendimientos bajos en este último tipo de suelo a pesar de haberse registrado durante el ciclo biológico 473.1 mm de lluvia (Barrales, 1989), influido por la capacidad de retención de humedad del suelo. Así mismo, la lluvia ocurrida durante el periodo de crecimiento reproductivo, influyó en la expresión del rendimiento, aunque no se ha encontrado una relación lineal entre ambas variables (Barrales *et al.*, 1992).

En el amaranto, además de la producción en sí, es importante considerar la capacidad de reventado del grano cuando se somete a altas temperaturas, ya sea por contacto con una superficie caliente o en cámaras con aire a temperaturas altas. Sometiendo al grano de amaranto en estas condiciones se forman granos reventados similares a las palomitas de maíz, que son utilizados en la elaboración de dulces y harina de amaranto. Se considera que la capacidad del grano para reventar, es un carácter de herencia cuantitativa, lo que implica una gran influencia del ambiente sobre este carácter. La capacidad de los granos de amaranto para reventar, está determinada por la presencia de perispermo en la semilla que está formado por moléculas de almidón.

El reventado del grano de amaranto causa un aumento de volumen, carácter importante para quienes se dedican a la elaboración de palanquetas y dulces de amaranto. Algunos trabajos reportan aumentos de volumen de 390% (Jaik y Tena, 1984), aunque en este carácter influye el contenido de humedad del grano. Suarez-Ramos *et al.* (1991) encontraron un valor de $r=0.48^{**}$ entre volumen de reventado con

humedad de grano, haciendo mención de que con 12 a 14% de humedad se tuvo un máximo volumen de reventado de $9.5 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ de semilla sin alterar las propiedades de la proteína.

Se ha observado que la semilla de amaranto producida en condiciones de riego, tiene una menor calidad en reventado de grano, en relación a la semilla que se produce en condiciones de temporal, por lo que, en este trabajo, se planteó como objetivo relacionar la magnitud de la lluvia durante el ciclo biológico de 35 selecciones de amaranto con su rendimiento y la capacidad de reventado del grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 1993 se evaluaron en campo 35 selecciones de amaranto en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, en Chapingo, México (L1) localizado a $19^{\circ}32' \text{ N}$; $98^{\circ}52' \text{ W}$; 2249 msnm, y Cuapiaxtla, Tlaxcala (L2) localizado a $19^{\circ}18' \text{ N}$; $97^{\circ}46' \text{ W}$; 2440 msnm. En L1 se sembró el 27 de abril, emergiendo las plántulas el 10 de mayo; en L2 se sembró el 15 de mayo, emergiendo las plántulas el 12 de junio. En ambas localidades se utilizó la fórmula de fertilización 80-40-00, aplicando el nitrógeno en dos partes.

En campo se registró la lluvia acumulada semanal (PP) durante el ciclo biológico (CB) de las plantas acumulándose en el genotipo más tardío 560.1 mm en L1 y 308.1 en L2. Se calculó la lluvia ocurrida durante el periodo de crecimiento reproductivo (PCR) de cada genotipo (de emergencia de panícula al final de llenado de grano), de acuerdo al procedimiento de Barrales (1986), y se calculó el rendimiento de grano por m^2 por cada mm de lluvia recibida en la misma superficie.

En 1994 en el laboratorio se reventaron en comal, dos muestras de 30 cm^3 de cada selección, midiendo el aumento en volumen de grano reventado y el porcentaje de grano reventado. Además, se calculó la producción de grano por cada mm de lluvia ocurrida en el PCR, como una forma de cuantificar la eficiencia en el uso de agua y se relacionó con las primeras dos variables. Como procedimiento estadístico, se hicieron análisis de varianza y prueba de medias de Tukey para identificar a las mejores selecciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables y factores de variación, a excepción de localidades en la variable porcentaje de grano reventado (Cuadro 1).

A excepción de 4 selecciones en L1 y 7 selecciones en L2, todos los tratamientos tuvieron porcentajes de reventado superiores al 81%. En la Figura 1, se muestra la distribución de rendimientos en función del volumen del grano reventado y su rendimiento en campo. En el cuadrante I de la misma Figura, se incluyen los 12 tratamientos sobresalientes en ambas variables, perteneciendo uno de L1.

CUADRO 1. Resultado de análisis de varianza hecho en variables registradas en amaranto.

Variables	CME	Valores de Fc			Diferencia Mínima significativa ($P=0.05$) ^z
		Trat	Loc	TratxLoc	
Peso de grano ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	8008.4	2.91**	57.8**	1.4	331.5
No. plantas por parcela	132.4	4.14**	62.6**	1.8*	42.6
Emergencia de panícula	39.7	5.39**	55.7**	1.9*	23.3
% de humedad	0.2	9.89**	1208.4**	10.8**	1.7
% de reventado	26.8	5.54**	1.0	6.8**	19.1
Volumen de reventado	195.9	5.52**	81.0**	4.7**	51.8

^z Prueba de Tukey.

*, **; Significativo a una $P=0.05$ y 0.01 , respectivamente.

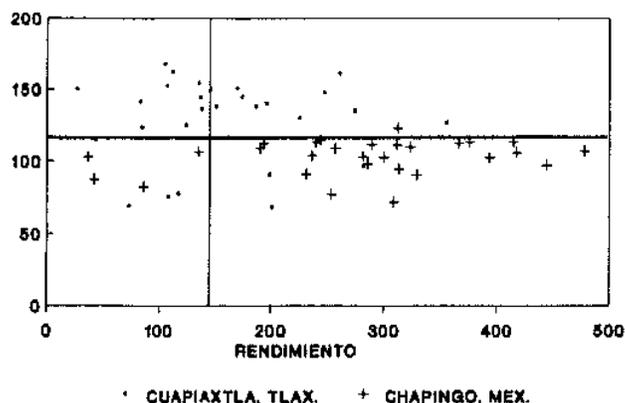


Fig. 1. Relación entre volumen de grano de amaranto reventado y rendimiento de grano en dos localidades de Valles Altos, 1993.

En general, los mayores rendimientos (RTO) se tuvieron en L1 donde existió mayor PP durante el ciclo biológico (Figura 2). Sin embargo, en el Cuadro 2 se tiene el rendimiento de las 12 selecciones de amaranto que forman el grupo superior en rendimiento de grano por m^2 y por mayor volumen de grano reventado, observándose que predominaron valores de L2, donde la lluvia fue menor durante PCR. En L1 hubo mayor RTO, que al dividirlo por la PP ocurrida en PCR, resultaron valores bajos al haber presentado mayor cantidad de lluvia; en L2 se tuvieron RTO menores, pero por una menor cantidad de PP, se obtuvo una mayor proporción de grano por mm de lluvia en PCR y por tanto más eficientes en el uso de agua (Figura 3).

Se encontró que las más eficientes en el uso de agua, también tienen mayores aumentos en volumen al reventar (Figura 1). En otras palabras, los mayores rendimientos se obtienen con más disponibilidad de agua de lluvia (Figura 2), pero los mayores aumentos en volumen, se obtienen en plantas con menor disponibilidad de la misma durante el PCR (Figura 3).

CUADRO 2. Rendimiento de grano de amaranto por m² y aumento de volumen de grano reventado de amaranto en Chapingo, México (L1) y Cuapiaxtla, Tlaxcala (L2) en 1993.

Variedad	Rendimiento (g·m ⁻²)			Aumento de volumen (%)		
	L1	L2	L1-L2	L1	L2	L1-L2
36Rc	354.8 a ^z	35.5 b	+ 319.3	421.7 a ^z	343.3 b	78.4
29Rc	272.8 a	134.9 b	+ 137.9	450.0 a	355.0 b	95.0
12R	259.4 a	375.4 a	- 116.0	535.0 a	376.7 b	158.3
19V	246.3 a	256.6 a	- 10.3	491.7 a	363.3 b	128.4
37Rc	224.6 a	235.8 a	- 11.2	433.3 a	346.7 b	86.6
27V	195.4 a	243.4 a	- 48.0	466.7 a	383.3 b	83.4
39Rc	185.9 a	85.8 b	+ 100.1	460.0 a	273.3 b	186.7
23V	173.6 a	281.1 a	- 107.5	483.3 a	343.3 b	140.0
8R	169.4 a	393.4 a	- 224.0	503.3 a	341.7 b	161.6
10R	161.0 a	366.0 a	- 205.0	388.3 a	375.0 b	13.3
38Rc	150.3 a	193.4 a	- 43.1	460.0 a	375.0 b	85.0
28V	106.2 b	312.2 a	- 206.0	152.0 a	123.0 a	29.0

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P=0.05.

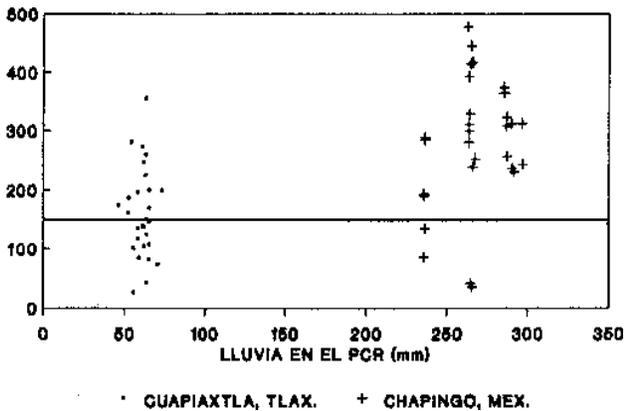


Fig. 2. Distribución de colectas de amaranto por rendimiento y lluvia recibida en el periodo de crecimiento reproductivo (PCR) en dos localidades. 1993.

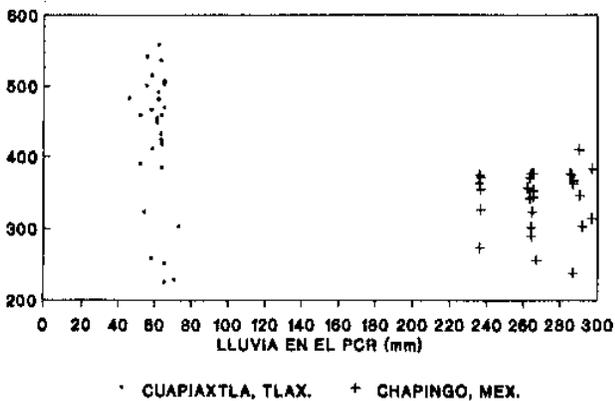


Fig. 3. Distribución de colectas de amaranto en relación a la lluvia recibida en el periodo de crecimiento reproductivo (PCR) y reventado de grano.

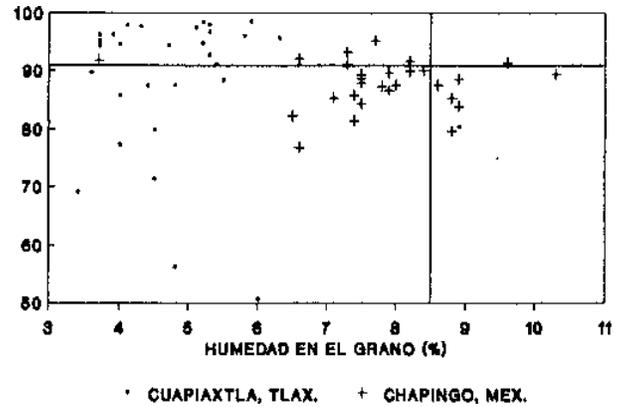


Fig. 4. Relación entre el contenido de humedad del grano de amaranto y el porcentaje de grano reventado. 1993.

Torres (1996) informó que el reventado de grano es un caracter cuantitativo y por ello muy influido por el ambiente, resultando de interés poder definir la cantidad de agua durante el PCR que permita tener los mayores aumentos en volumen de grano reventado y con ello darle al grano un mayor valor de uso industrial.

Se ha mencionado que el contenido de humedad del grano, influye en el porcentaje de grano reventado (Suárez-Ramos *et al.*, 1991), sin embargo, en el presente trabajo se tuvieron valores de "r" muy bajos entre ambas variables. Se observó que los valores más altos de porcentaje de grano reventado están entre 3.5 y 6.0% de humedad en el grano y que corresponden a valores de L1 (Figura 4), resultados que difieren con el mencionado autor, quien reportó valores más altos de porcentaje de humedad (entre 12 y 14%), como los más favorables para tener mayor reventado de grano.

CONCLUSIONES

El amaranto tiene mayores rendimientos de grano con mayor disponibilidad de agua durante el periodo de crecimiento reproductivo, pero la capacidad de reventado de grano se asocia con menores cantidades de humedad en el mismo.

LITERATURA CITADA

ANÓNIMO. 1994. Anuario Estadístico de la Producción de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estadística. Subsecretaría de Planeación. México. Tomos I, II y III.

BARRALES D., J. S. 1986. Descripción del método para estimar variables termopluviométricas diarias a partir de registros semanales. Inédito. 17 p.

BARRALES D., J. S. 1989. Problemática de la actividad agrícola en San José de la Laguna, Tlaxcala, y posibles soluciones. Inédito. 14 p.

- BARRALES D., J. S.; GARCÍA R., J.; MEZTIZA H., C. 1992. Influencia de la distribución de la precipitación pluvial sobre el desarrollo del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Revista Chapingo 77:66-70.
- JAİK, A. D.; TENA, J. A. 1984. Optimización del proceso de tostado de la semilla de alegría (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y diseño de un prototipo de tostadora. Memorias del Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México. pp. 397-405.
- REYNA T., T. 1990. Requerimientos climáticos para el cultivo del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en México. pp. 81-89. In: El Amaranto, su Cultivo y Aprovechamiento. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- SUÁREZ-RAMOS, G.; VÁZQUEZ C., G.; DÍAZ P., D. 1991. Comportamiento estructural amiláceo de *Amaranthus hypochondriacus* L. durante almacenamiento. Memoria del I Congreso Internacional del Amaranto. México. p. 72.
- TORRES H., L. 1996. Capacidad de reventado de 35 selecciones de amaranto (*Amaranthus hypochondryacus* L.) cultivados bajo condiciones de temporal. Tesis Profesional en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex. 77 p.