

RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES EN POBLACIONES PROLÍFICAS DE MAÍZ, EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA

GRAIN YIELD AND ITS COMPONENTS IN PROLIFIC MAIZE POPULATIONS, ESTABLISHED UNDER TWO PLANTING DENSITIES

Edgar Espinosa Trujillo, Ma. del Carmen Mendoza Castillo* y Joaquín Ortiz Cereceres

Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México-Texcoco. C.P. 56230. Montecillo, Estado de México. Tel. 01 (595) 952-0200 Ext. 1524. Correo electrónico: camen@colpos.mx

* Autor para correspondencia

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la selección para prolificación y de la densidad de población sobre el rendimiento de grano y sus componentes de tres poblaciones de maíz (L.), se condujo un estudio en el Campo Agrícola Experimental *Zea mays* del Colegio de Postgraduados en Tecamac, Estado de México, en 1999. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y seis repeticiones. En la parcela grande se estableció la densidad de población con 30 y 65 mil plantas por hectárea y en la parcela chica las poblaciones de maíz: la población original (PC0), las del primero (PC1) y del segundo (PC2) ciclos de selección para prolificación. La interacción densidad x población no fue significativa ($P \leq 0.05$). No hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre poblaciones en rendimiento de grano por hectárea, pero sí en el peso de cien granos de las mazorcas primaria y secundaria; en ambos casos PC2 presentó los valores estadísticamente superiores ($P \leq 0.05$). Hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre densidades en longitud de mazorca y peso de cien granos de la mazorca primaria; en longitud de mazorca, diámetro, número de granos por hilera, número de granos por mazorca y peso de cien granos de la mazorca secundaria; la densidad baja presentó los valores estadísticamente superiores ($P \leq 0.05$). El número de hileras fue el componente más estable. Solamente la mazorca secundaria redujo su rendimiento de grano significativamente ($P \leq 0.05$) en la densidad alta.

Palabras clave: *Zea mays* L., prolificación, mazorca secundaria.

SUMMARY

In order to determine the effect of prolificacy trait selection and plant population density upon grain yield and its components, in maize (*Zea mays* L.) a study was conducted at the Agriculture Experimental Station of the Colegio de Postgraduados, in Tecamac, state of México, in 1999. A randomized complete block design with six replications and split plot arrangement was used. Main plots were two population densities: 30 and 65 thousand plants per hectare, and subplots three maize populations: the original population (PC0), the first (PC1) and the second (PC2) selection cycles for prolificacy. Density x population interaction was not significant ($P \leq 0.05$). There were not significant differences ($P \leq 0.05$) among populations in grain yield per hectare, but there were in weight of a hundred grains of the primary and secondary ears; in both cases PC2 was the best population ($P \leq 0.05$). There were significant differences ($P \leq 0.05$) among densities in ear length and weight of a hundred grains of the primary ear; there were differences also in the secondary ear in length, diameter, number of grains per row, number of grains per ear and weight of a hundred grains since the lower density had statistically superior values ($P \leq 0.05$). The number of rows per ear was the most stable component. Only the secondary ear reduced its grain yield significantly ($P \leq 0.05$) in the high density.

Index words: *Zea mays* L., prolificacy, secondary ear.

INTRODUCCIÓN

En maíz (*Zea mays* L.) uno de los componentes del rendimiento importantes es el número de mazorcas por planta (Fisher y Palmer, 1985). Una planta prolífica es aquella que desarrolla más de una mazorca en el tallo principal (Hallauer, 1974), característica deseable para el arquetipo de maíz (Oyervides et al., 1990). Los genotipos prolíficos establecidos en densidades relativamente altas han permitido incrementar el rendimiento de grano por unidad de área (Maita y Coors, 1996), puesto que muestran mayor tolerancia a la competencia entre plantas, por lo que presentan menor porcentaje de plantas sin mazorca o horras (Anderson et al., 1974; Hallauer, 1974).

Aún cuando los efectos de la densidad sobre el rendimiento por planta y por unidad de área son conocidos (Gardner y Kagho, 1988; Echarte et al., 2000), es importante analizar tales efectos para precisar los cambios en los componentes del rendimiento de grano y así detectar aquellas características favorables a seleccionar (Wallace y Yan, 1998).

Los objetivos en este trabajo fueron: 1) determinar el efecto de la selección para prolificación sobre el rendimiento de grano y sus componentes en tres poblaciones de maíz y, 2) cuantificar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano, prolificación y los componentes del rendimiento de las poblaciones en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en el Campo Agrícola Experimental del Colegio de Postgraduados, ubicado en Tecamac, Edo. de México, durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1999. El material genético consistió de dos poblaciones de maíz (compuestos balanceados de familias de medios hermanos seleccionadas para proliferación): la del primer ciclo de selección (PC1), la del segundo (PC2), y la población original (PC0). Se usaron dos densidades de población: 30 y 65 mil plantas por hectárea. La distancia entre surcos fue de 0.80 m y entre matas de 19 y 41 cm, respectivamente. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y seis repeticiones. La unidad experimental consistió de 4 surcos de 5 m de longitud y la parcela útil de los dos surcos centrales. Las variables medidas en todas las plantas de la parcela útil fueron: número de inflorescencias femeninas con estigmas expuestos por planta (NIF), número de mazorcas por planta (NMZ). Los componentes del rendimiento medidos en seis mazorcas primarias y seis secundarias fueron: longitud (LOMZ) y diámetro de mazorca (DIMZ), en cm; número de hileras (NHMZ); número de granos por hilera (NGH); número de granos por mazorca (NGMZ); peso de cien granos (PCG); y peso de grano de cada tipo de mazorca (RGMZ) en g. El rendimiento de grano por hectárea (RGT) se calculó con base en el rendimiento por parcela al multiplicar el peso de las mazorcas primarias, secundarias y terciarias, por su respectivo índice de desgrane y por el factor de superficie correspondiente. También se calculó la contribución relativa de las mazorcas primaria, secundaria y terciaria (RMZ1, RMZ2 y RMZ3) al rendimiento por hectárea.

Los datos se analizaron con el paquete SAS (Statistical Analysis System for Windows®, 6.2), de acuerdo al diseño experimental. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano por hectárea y la contribución de las mazorcas

La interacción densidad x población no resultó significativa y no hubo diferencias significantes ($P \leq 0.05$) entre poblaciones para rendimiento de grano por hectárea (RGT), rendimiento de grano por planta (RGPL) y en la contribución relativa de los tres tipos de mazorca al RGT (Cuadro 1). Esto significa que la selección para proliferación no causó un incremento importante en el rendimiento por hectárea.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de grano por hectárea, por planta y contribución relativa de cada tipo de mazorca, en tres poblaciones prolíficas de maíz cultivadas en dos densidades de población. Tecamac, 1999.

Factor	RGT (kg ha ⁻¹)	RGPL (g)	RMZ1 (%)	RMZ2 (%)	RMZ3 (%)	NIF	NMZ
Población							
PC0	7040	160	70	30	0.2	2	1.6
PC1	7096	163	71	27	0.5	2	1.6
PC2	7474	168	70	30	0.1	2	1.5
Densidad de siembra							
30 mil p/ha	6876 b	201 a	62 b	37 a	0.5 a	2.4 a	1.7 a
65 mil p/ha	7528 a	126 b	80 a	20 b	0 b	1.7 b	1.4 b

PC0, 1 y 2= poblaciones original, del primero y segundo ciclos de selección, RGT= rendimiento por hectárea; RGPL= rendimiento de grano por planta; RMZ1, 2 y 3= mazorcas primaria, secundaria y terciaria; NIF= número de inflorescencias femeninas por planta; NMZ= número de mazorcas por planta; p/ha= plantas por hectárea. Medias con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Por otra parte, la contribución relativa de la mazorca primaria (RMZ1) y el rendimiento por hectárea (RGT) se incrementaron con la densidad (Cuadro 1), mientras que la contribución de la mazorca secundaria (RMZ2) disminuyó. La contribución de la mazorca terciaria fue menor a 1 % y se consideró no importante en el presente trabajo. En general, la mazorca primaria contribuyó al rendimiento por hectárea con 70 % y la secundaria con 30 % al rendimiento, lo que es mayor al 25 % encontrado por Oyervides *et al.* (1990).

Número de inflorescencias femeninas y de mazorcas por planta

La interacción densidad x población no resultó significativa. En la densidad 30 mil plantas/ha se tuvo ($P \leq 0.05$) mayor número de inflorescencias femeninas (NIF) y número de mazorcas (NMZ) por planta en comparación con la densidad 65 mil plantas/ha (Cuadro 1). La reducción (17.6 %) del número de mazorcas en la densidad alta coincide con los resultados de Oyervides *et al.* (1990). Similarmente, Prine (1971) encontró menor número de jilotes por efecto de la densidad alta, lo que puede suceder antes de la exposición de estigmas o después (Harris *et al.*, 1976). La diferencia entre el NIF y NMZ en la densidad de 30 mil plantas/ha indica que 70 % de inflorescencias se reprimieron después de exponer sus estigmas; es decir, no desarrollaron grano. En la densidad de 30 mil plantas/ha, 30 % de inflorescencias se reprimieron. Este comportamiento tiene explicación genética y hormonal (Harris *et al.*, 1976; Lonquist *et al.*, 1978).

No hubo diferencias significativas entre poblaciones ($P > 0.05$), en el NIF y NMZ, lo que indica que la proliferación no se incrementó con los dos ciclos de selección

(Cuadro 1). Ello puede deberse a que esta característica tiene baja heredabilidad (24 %) (Hallauer, 1974). Al respecto, Maita y Coors (1996) encontraron que el NMZ se incrementó de 0.98 a 1.68, después de 20 ciclos de selección.

Rendimiento de grano y sus componentes por mazorca

La interacción densidad x población no resultó significativa. Hubo diferencia entre poblaciones ($P \leq 0.05$) para el peso de cien granos (PCG) de la mazorca primaria y para el PCG, longitud (LOMZ) y rendimiento (RGMZ) de la mazorca secundaria ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2). La población del segundo ciclo de selección (PC2) tuvo 16.5 % y 13 % más rendimiento de grano en la mazorca secundaria que la población original (PC0) y que el primer ciclo de selección (PC1), respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de grano y de sus componentes por mazorca primaria y secundaria en tres poblaciones prolíficas de maíz. Tecamac, 1999.

Población	LOMZ (cm)	PCG (g)	RGMZ (g)	LOMZ (cm)	PCG (g)	RGMZ (g)
	Mazorca primaria			Mazorca secundaria		
PC0	14.2	35 b	130	12.1 a	32 b	97 b
PC1	13.7	36 ab	130	11.2 b	33 b	100 b
PC2	14.1	38 a	136	11.7 ab	35 a	113 a

PC0, 1 y 2= poblaciones original, del primero y segundo ciclos de selección, LOMZ= longitud de mazorca; PCG= peso de cien granos; RGMZ= rendimiento de grano por mazorca. Medias con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Cuadro 3. Rendimiento promedio de grano y de sus componentes por mazorca en dos densidades de población. Tecamac, 1999

Densidad	LOMZ (cm)	DIMZ (cm)	NGH	NGMZ	PCG (g)	RGMZ (g)
	Mazorca primaria					
30 mil p/ha	14 a	4.8	27	362	36 a	133
65 mil p/ha	13 b	4.7	27	366	35 b	130
	Mazorca secundaria					
30 mil p/ha	12 a	4.7 a	24 a	328 a	35 a	117 a
65 mil p/ha	10 b	4.4 b	21 b	282 b	31 b	89 b

LOMZ= longitud de mazorca; DIMZ= diámetro de mazorca, NGH= número de granos por hilera; NGMZ= número de granos por mazorca, PCG= peso de cien granos; RGMZ= rendimiento de grano por mazorca, p/ha= plantas por hectárea. Medias con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Con el incremento en la densidad de población en la mazorca primaria únicamente se redujo el PCG y LOMZ, pero no su rendimiento de grano (RGMZ) (Cuadro 3); en cambio, en la mazorca secundaria disminuyó el rendimiento de grano y todos sus componentes (Cuadro 3). Esta respuesta concuerda con los resultados obtenidos por Gardner y Kagho (1988).

CONCLUSIONES

No hubo diferencias significativas en rendimiento de grano por hectárea y por planta entre las poblaciones prolíficas estudiadas. Dos ciclos de selección familiar de medios hermanos no fueron efectivos para modificar el carácter proliferación. El incremento de la densidad de población (de 30 mil a 65 mil plantas por hectárea) disminuyó en 17 % el número de mazorcas en el tallo principal. En la mazorca primaria sólo disminuyó el peso de cien granos, mientras que en la mazorca secundaria se redujo el rendimiento de grano y la expresión de sus componentes. El rendimiento de grano se incrementó al aumentar la densidad. La contribución relativa de las mazorcas al rendimiento por hectárea fue de 70 % la primaria, 29 % la secundaria y menos de 1% la terciaria.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson I C, L L Buren, J J Mock (1974) Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Sci.* 14:426-429.

Cox W J (1996) Whole plant physiological and yield response of maize to plant density. *Agron. J.* 88:489-496.

Duncan W G (1984) A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. *Crop Sci.* 24:1141-1145.

Duvick D N (1996) What is yield?. In: *Developing Drought And Low Nitrogen Tolerant Maize.* G O Edmeades, G O, M Bazinger, C B Peña V (eds). CIMMYT, México. pp:332-335.

Echarte L, S Luque, F H Andrade, U O Sadras, A Cirilo, M E Otegui, C R C Vega (2000) Response of maize kernel number to plant density in argentinean hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crops Res.* 68:1-8.

Fisher K S, A F E Palmer (1983) Maize. In: *Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments.* IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. pp:155-180.

Gardner F P, F T Kagho (1988) Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agron. J.* 80:935-940.

Hallauer A R (1974) Heritability of prolificacy in maize. *J. of Heredity* 65:163-168.

Harris R E, R H Moll, C W Stuber (1976) Control and inheritance of prolificacy in maize. *Crop Sci.* 16:843-850.

Lonnquist J H, M E Sorrells, R E Harris (1978) Response of prolific and non prolific maize to growth regulation chemicals. *Crop Sci.* 18:783-787.

Maita R, J G Coors (1996) Twenty cycles of biparental mass selection for prolificacy in the open pollinated maize population Golden Glow. *Crop Sci.* 36:1527-1532.

Oyervides G A, J Ortíz C, V A González H, A Carballo C (1990) El número de mazorcas por planta y la formación de arquetipos de maíz. *Agrociencia S. Fitociencia* 1(4): 103-117.

Prine G M (1971) A critical period for ear development in maize. *Crop Sci.* 11:782-787.

Wallace D H, W Yan (1998) Plant breeding and whole-system crop physiology: Improving crop maturity, adaptation and yield. CAB International. New York. 390 p.