

COMPORTAMIENTO DE COMPONENTES AGRONÓMICOS Y SU PRODUCTIVIDAD EN HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.)

BEHAVIOR OF AGRONOMIC COMPONENTS AND THEIR PRODUCTIVITY IN TRILINEAR HYBRIDS OF FODDER MAIZE (*Zea mays* L.)

Rivas-Jacobo, M.A.¹, Carballo-Carballo, A.², Quero-Carrillo, A.R.², Hernández-Garay, A.^{2†}, Rojas-García, A.R.³, Mendoza-Pedroza, S.I.^{4*}

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis Potosí-Matehuala Km 14.5. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. marco.rivas@uaslp.mx, ²Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km 36.5 de la Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero. ⁴Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, México.

*Autor para correspondencia: simpedroza@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento de semilla y sus componentes de 12 genotipos de maíz híbridos (*Zea mays* L.) de cruza simple considerando atributos forrajeros. La siembra se realizó de acuerdo a los días a floración del progenitor macho y de las 12 hembras; la relación hembra:macho fue de 8:2; se depositó una semilla cada 25 cm en surcos a 80 cm (50000 plantas ha⁻¹). Se fertilizó con 160N-60P-40K. Se midió Mazorcas por Planta (MPP), Hileras por Mazorca (HPM), Granos por Hilera (GPH), Largo de Mazorca (LMZ), Diámetro de Mazorca (DMZ), Porcentaje de Granos No Formados (PGNF), Rendimiento de Semilla (RS) y Altura de Planta (AP). Las cruza simples CL12×CL11 y CL4×CL1, presentaron valores más altos de AP, MPP y RS. Las variedades con mayor AP presentaron mayor RS y MPP, y menor PGNF; Los surcos hembra más alejados a la fuente polinizadora presentaron mayor RS y MPP. Existe alta correlación positiva entre LMZ y GPH, entre DMZ y HPM, y para GPH y el PGNF correlación negativa.

Palabras clave: Forrajes, producción de semilla, componentes del rendimiento, híbridos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the seed yield and its components of 12 genotypes of simple-cross hybrid maize (*Zea mays* L.), taking into account fodder traits. The sowing was carried out according to the days of flowering of the male parent and of the 12 females; the female:male rate was 8:2; a seed was deposited every 25 m in furrows at 80 cm (50000 plants ha⁻¹). Fertilization of 160N-60P-40K was applied. The following were measured: cobs per plant (CPP), lines per cob (LPC), grains per line (GPL), length of cob (LC), diameter of cob (DC), percentage of non-formed grains (PDFG), seed yield (SY), and plant height (PH). The simple crosses, CL12×CL11 and CL4×CL1, presented higher values of PH, CPP and SY. The varieties with higher PH presented higher SY and CPP, and lower PDFG. The female furrows furthest from the pollinizing source presented higher SY and CPP. There is a high positive correlation between LPC and GPL, between DC and LPC, and for GPL and PDFG a negative correlation.

Keywords: Fodder, seed production, components of the yield, hybrids.

INTRODUCCIÓN

EL CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y el INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias por más de 40 años han producido semillas mejoradas de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), que han sido adoptadas por agricultores en las zonas tropicales (Luna-Mena *et al.*, 2012). En total la superficie sembrada con semilla mejorada es de 2.7 millones de hectáreas de un total de 6.1 millones en la producción de temporal en México (Donnet *et al.*, 2015), por lo que se tiene conocimiento que existe necesidad de aumentar en una escala considerable la producción de semilla de maíz para que alcance a la mayoría de los agricultores de temporal (Donnet *et al.*, 2012), y de acuerdo a los datos el 44% de la superficie de temporal utiliza semilla mejorada. Dentro de las variedades utilizadas el maíz forrajero en México es muy importante en la producción de leche de bovinos, ya que éste es uno de los insumos principales para la producción. El cual tiene una demanda a sembrar de 434,161 ha con

un rendimiento de 14.9 t ha⁻¹ de forraje verde (FV) bajo temporal, y en riego 838 ha con 47.7 t ha⁻¹ de FV (SIAP, 2013), rendimientos considerados bajos, lo que hace un cultivo caro, donde influye en gran medida la variedad de maíz utilizada. Se tiene conocimiento que no se cuenta con variedades especializadas para la producción de forraje, ya que normalmente se utilizan variedades mejoradas de doble propósito o criollos que tengan porte alto. De tal forma, que al generar variedades y evaluar su producción de semillas con fines forrajeros se deben considerar caracteres que tengan influencia en mejorar el rendimiento de FV, además de considerar su calidad.

El estudio de los caracteres agronómicos del rendimiento de semilla de maíz toma importancia en la evaluación de híbridos, hembras de cruza simples y líneas endogámicas, ya que esto permite identificar a los que tienen mayor influencia en la mejor expresión del rendimiento de semilla, de tal forma que los progenitores sean seleccionados con bastante acierto en un programa de producción de semillas para un tal fin, como la producción de forraje o rendimiento de grano. Tal es, el caso de una investigación realizada por Wong *et al.* (2007) quienes observaron que para la cruza 1×16 el rendimiento dependió del número de granos por hilera y del peso de mil semillas, mientras que para la cruza 5×17 fue la longitud de mazorca y granos por hilera, en tanto que para la cruza 6×12 dependió principalmente del número de hileras por mazorca y el peso de mil semillas. La altura y distancia de las plantas es importante considerarla como Sauthier y Castaño (2004) observaron que el número promedio de granos por mazorca disminuyó a medida que aumentaba la distancia entre la fuente polinizadora y la receptora. También es de destacar que la producción de maíces forrajeros ha tomado mayor importancia por la necesidad de abaratar los costos de producción en la alimentación animal, ya que los bovinos productores de leche demandan grandes cantidades de maíz ensilado como suplemento (Bargo *et al.*, 2003). Hay pocos estudios en la formación de híbridos especializados para forraje para ofrecer al ganadero una variedad más rendidora y de mayor calidad, así como escasos o nulos en estudios de producción de semillas para los maíces forrajeros, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de semilla y su relación con los caracteres de la planta y mazorca de 12 genotipos de *Zea mays* híbridos de cruza simple considerando atributos forrajeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Colegio de Postgraduados en Montecillo, Estado de México (19° 29' N y 98° 53' O, a 2250 m de altitud). El clima es templado sub-húmedo, con verano fresco largo, lluvias en verano y precipitación promedio anual de 645 mm; temperatura media anual de 15 °C, que corresponde a una fórmula climática $Cb(w)(w)(i')$ (García, 1988). Se utilizaron como hembras 12 cruza simples con diferente precocidad, altura y estructura de planta, y una línea sobresaliente por su fenotipo ajustado a lo deseable desde el punto de vista forrajero como el progenitor masculino (Cuadro 1); materiales que pertenecen al Área de Mejoramiento y Control de la Calidad Genética del Colegio de Postgraduados; salvo CMS929001, liberada por el CIMMYT.

La siembra se realizó en un lote aislado por tiempo, entre el 17 de mayo y el 8 de junio de 2006 de acuerdo a los días a floración del macho y de cada una de las hembras (Cuadro 1); la relación hembra:macho utilizada fue de 8:2; se depositó una semilla por golpe cada 25 cm en surcos separados a 80 cm (50000 plantas ha^{-1}). Se fertilizó con una dosis de 160N-60P-00K. Se aplicó herbicida preemergente Primagram® (2 kg ha^{-1}) en dos ocasiones. Se aplicaron dos riegos ligeros para la emergencia; se suspendieron los riegos cuando se establecieron las lluvias. Se realizó escarda y aporque con tractor durante el ciclo del cultivo. El desespigue en los surcos hembras se realizó en forma manual, cuando inició la aparición de la inflorescencia masculina y previa a la liberación de polen. La cosecha se realizó cuando el grano llegó a la madurez fisiológica, considerando como indicador la aparición de la capa negra del grano de la mazorca.

Las variables estudiadas fueron: 1) mazorcas por planta (MPP), de cada surco se seleccionaron tres plantas al azar con competencia completa (24 plantas por parcela); éstas 24 mazorcas representaron la muestra para la caracterización de las mismas; 2) hileras por mazorca (HPM), se contó el número

de hileras en la parte central de la mazorca; 3) granos por hilera (GPH), se contó el número de granos que presentaba una hilera de la mazorca; 4) largo de mazorca (LMZ), con ayuda de un aditamento en forma de escuadra elaborado con madera, se midió la longitud (cm) tomando en cuenta desde la base hasta la punta de la mazorca; 5) diámetro de mazorca (DMZ); se midió el diámetro de cada mazorca en la parte central (mm) con ayuda de un vernier digital; 6) punta podrida (PP), de todas las mazorcas muestreadas en las variables anteriores, se midió el largo de la punta que presentaba pudrición y se dividió entre el largo total de la mazorca para obtener el % de pudrición. Para facilitar el análisis estadístico se asignaron valores a una escala de 1 al 5 (1=1 a 10%, 2=11 a 20%, 3=21 a 30%, 4=31 a 50% y 5≥51%); 7) rendimiento de semilla (RS), para esta variable se consideraron las 24 mazorcas de la muestra, las cuales se desgranaron eliminando la semilla de las puntas y se pesó la semilla obtenida y se hicieron conversiones con el número de plantas de cada parcela; y 8)

Cuadro 1. Programa de la siembra diferencial de cruza simple hembra y la línea macho de *Zea mays* L. Tratamientos resultantes de las cruza.

Mes	día	Sexo	Material	Genealogía	Tratamiento
Mayo	16	Macho	36 #		
Mayo	17	Hembra	6×5	CL22×CL23	GENOTIPO1
Mayo	22	Hembra	16×15	CL12×CL13	GENOTIPO2
Mayo	22	Hembra	14×13	CL13×CL1	GENOTIPO3
Mayo	22	Hembra	8×7	CL21×CL13	GENOTIPO4
Mayo	27	Hembra	Lote 1 Hembra	CL11×CL12	GENOTIPO5
Mayo	27	Hembra	Lote 2 Hembra	CL4×CL1	GENOTIPO6
Mayo	29	Hembra	26×25	AE5/F2-54-7×1920F2F46-10-3-7	GENOTIPO7
Mayo	29	Hembra	2×1	CML-241-2×1920F2F46-10-3-2	GENOTIPO8
Junio	1	Hembra	28×27	AE5/F2-54-7×(56-1×KKUA) -1-20	GENOTIPO9
Junio	8	Hembra	BA-04 2190	1112F2FHC-4-5-2×1920F2F46-10-3-2	GENOTIPO10
Junio	8	Hembra	BA-01 2143	CMS 929001	GENOTIPO11
Junio	8	Hembra	34×33	1112F2FHC-4-5-2×1920F2F46-10-3-2	GENOTIPO12

altura de planta (AP), en las tres plantas seleccionadas por surco, con ayuda de una cinta métrica se midió (cm) la altura de la planta desde la base de la espiga a la base del tallo.

Para el análisis de varianza de las variables estudiadas se utilizó el modelo estadístico de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para las variables en las que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizaron pruebas comparativas de medias, mediante Tukey al 0.05. Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el programa SAS Ver. 9.1 (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mazorcas por planta (MPP)

En MPP hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo los genotipos 1 y 2 presentaron los valores más altos con 1.72 mazorcas por planta; siguieron los genotipos 6, 10 y 9 con 1.56, 1.55 y 1.53, respectivamente. Los genotipos que presentaron los menores valores fueron 3, 4, 11 y 12 con los valores 1.02, 1.05, 1.05 y 1.16, respectivamente (Cuadro 2). Los datos obtenidos en el presente estudio fueron menores a los mostrados por Rojas (2006) para el híbrido H-48 que presentó 2.3 mazorcas por plantas; sin embargo, fueron superiores a los de los híbridos SB-102, H-40, H-33 y al Criollo de San José Nanacamilpa, Tlaxcala, México, con 1.1, 1.1, 1.0 y 0.6, respectivamente. Rojas (2007), observó que todos los materiales presentaron en general, menor número de mazorcas por planta (rango de 1.0 a 0.7) que las de éste estudio. Los datos obtenidos muestran que los genotipos 1 y 2 pueden ser considerados en mayor grado para programas de producción de semillas de maíces forrajeros para Valles Altos, sin descartar a los genotipos 6, 9 y 10 por sus bondades cuantitativas en cuanto a número de mazorcas por planta, cualidad de alta consideración para la selección de maíces forrajeros (Bertoia, 2004); además de que la variable mazorcas por plantas muestra 0.43 de correlación positiva con el rendimiento de grano y tiene una índice de heredabilidad aceptable del 39% (Hallauer y Miranda, 1981).

Hileras por mazorca (HPM)

Se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para HPM, donde los genotipos 5, 12 y 1, presentaron los valores máximos con 18.23, 17.73 y 17.63 hileras, y con los valores menores, los genotipos 7, 8, 10 y 3 con 14.0, 14.38, 14.52 y 14.63, respectivamente (Cuadro 2). La HPM obtenido en este estudio se encuentra dentro del rango

de valores reportados por Wong *et al.* (2007), los cuales fluctuaron entre 14 a 20 para un grupo de 15 de cruza simples sobresalientes; Rojas (2007) observó valores de 16, 15, 15 y 14 hileras en los híbridos H-40, SB-102, H-48 y el Criollo de San Nicolás Panotla, Tlaxcala, México, respectivamente; así como Espinosa-Calderon *et al.* (2009) obtuvieron valores de 15 HPM en los híbridos Puma 1076 y H-48, valores menores a los observados para los tratamientos 5, 12, 1 y 2 evaluados en esta investigación, y Cervantes *et al.* (2014) obtuvo valores de 12.71, 13.42, 14.17 y 14.62 HPM de las variedades H374c, 30P16, Mestizo y Cimarrón, respectivamente; aspectos que proporcionan valor a estas variedades para su uso en programas de producción de semillas, ya que esta variable muestra 57% de índice de heredabilidad y 0.24 de correlación positiva con el rendimiento de grano (Hallauer y Miranda, 1981).

Granos por hilera (GPH)

Para la variable GPH, el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0.05$). Los genotipos 8, 10 y 6 fueron los que presentaron los valores máximos (37.22, 37.0 y 36.84, respectivamente); mientras que 3, 7 y 1 mostraron los valores menores con 30.39, 31.41 y 31.90, respectivamente (Cuadro 2).

Los valores de GPH obtenidos en esta investigación, fueron similares a los observados por Wong *et al.* (2007), con valores que variaron de 28.4 a 37.4 para un grupo de 15 cruza simples sobresalientes y que el número de granos por hilera influyó en el rendimiento de semilla, aspecto que no fue tan marcado en esta investigación. Cervantes *et al.* (2014) obtuvo valores similares de GPH con 30.42, 31.58, 31.87 y 37.84 para las variedades Mestizo, 30P16, Cimarrón y H374c, respectivamente. Mientras que Espinosa-Calderón *et al.* (2009) obtuvieron valores más bajos con 28 y 26 para los híbridos Puma 1076 y H-48, respectivamente; en cambio Rojas (2007), observó valores mucho menores para las variedades H-48 (28 granos), H-40 (25), SB-102 (24) y Criollo de San Nicolás Panotla, Tlaxcala, México (23 granos).

Largo de mazorca (LMZ)

La variable LMZ mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), y los valores máximos correspondieron a los genotipos 10, 5, 6 y 8 con 17.97, 17.58, 17.24 y 17.16 cm de largo, respectivamente. El genotipo 11 mostró el menor valor con 14.74 cm (Cuadro 2). Los datos obtenidos fueron similares a los mostrados por Wong *et al.* (2007), quienes

mencionan que en su investigación la longitud de mazorca varió de 14.2 a 17.6 cm para un grupo de 15 cruza simples sobresalientes, indicando también que el número de granos por hilera dependió de la longitud de la mazorca, al igual que lo obtenido en esta investigación ($r=0.7184$). Espinosa-Calderón *et al.* (2009) obtuvieron valores más bajos con 14.8 y 13.8 para los híbridos Puma 1076 y H-48 y Rojas (2007) obtuvo valores de largo de mazorca de 12.3, 11.9, 11.9 y 10.0 cm para los híbridos H-40, SB-109, H-48 y el Criollo de San Nicolás Panotla, respectivamente.

Diámetro de mazorca (DMZ)

El DMZ mostró diferencias estadísticas entre genotipos ($P<0.05$), y fue el genotipo 5 quien registró el valor máximo con 51.09 mm; y el menor

valor fue para el genotipo 7 con 46.89 (Cuadro 2). Los valores del DMZ observados en el presente estudio son similares a los obtenidos por Espinosa-Calderón *et al.* (2009) quienes observaron valores de 47.0 y 46.0 mm para los híbridos Puma 1076 y H-48, respectivamente; aunque mayores a los obtenidos por Wong *et al.* (2007), quienes reportaron 43 a 48 mm para un grupo de 15 de cruza simples sobresalientes. Rojas (2007) observó diámetros de mazorca de 48, 46, 45 y 42 para los híbridos H-40, H-48, Criollo local y SB-102, respectivamente. En este sentido las variedades 5, 12, y 8 mostraron ventajas en diámetro comparados con los resultados de los híbridos comerciales, por lo que podrían considerarse en programas de producción de semillas tomando en cuenta la importancia de esta variable sobre el rendimiento de grano, al presentar una correlación positiva de 0.41 (Hallauer y Miranda, 1981).

Rendimiento de semilla (RS)

El RS mostró diferencias estadísticas ($P<0.05$), y fue el genotipo 2 el que mostró mayor valor con 251.45 g planta⁻¹, y el genotipo 7 mostró el menor valor con 118 (Cuadro 2). El rendimiento potencial de semilla para los genotipos 1 y 2 fue de 7.54 y 12.57 t ha⁻¹, respectivamente, si se considera la población de 50,000 plantas ha⁻¹. Los resultados obtenidos en éste estudio son superiores a lo obtenido por Wong *et al.* (2007), ya que lograron rendimientos de 7.9 a 9.6 t ha⁻¹ en cruza simples. Mientras que Cervantes *et al.* (2014) obtuvo valores de RS de 6.77, 7.06, 7.70 y 9.34 ha⁻¹.

Cuadro 2. Comparación de medias de caracteres agronómicos de 12 hembras cruza simples de maíz evaluadas en la producción de semilla en una relación 8:2 cruzadas con un macho de porte alto. Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2006.

Carateres							
GEN	MPP	HPM	GPH	LMZ	DMZ	RS	AP
				(cm)	(mm)	(G/PL)	(cm)
1	1,72 a	17,63 ab	31,90 ef	15,26 de	46,37 cde	237,53 ab	238,41 a
2	1,72 a	16,81 bc	34,74 cd	15,85 cd	46,19 de	251,45 a	236,52 a
3	1,02 e	14,63 e	30,39 f	15,90 cd	46,77 cd	163,67 dc	167,32 cd
4	1,05 e	15,54 d	33,25 de	16,09 cd	46,19 de	150,76 de	145,30 e
5	1,27 cd	18,23 a	34,51 d	17,58 a	51,09 a	190,88 dc	173,31 c
6	1,56 ab	15,58 d	36,84 abc	17,24 ab	46,89 cd	204,71 bc	160,67 d
7	1,38 bc	14,00 e	31,41 ef	15,36 de	46,89 f	118,53 e	90,54 f
8	1,45 bc	14,38 e	37,22 a	17,16 ab	49,10 b	205,50 bc	162,22 d
9	1,53 ab	16,54 c	34,16 d	16,42 bc	46,21 de	185,54 dc	190,66 b
10	1,55 ab	14,52 e	37,00 ab	17,97 a	45,07 ef	191,86 dc	189,65 b
11	1,05 e	16,73 c	33,03 de	14,74 e	47,75 bc	171,18 dc	147,91 e
12	1,16 de	17,73 a	35,03 bcd	15,51 de	49,11 b	195,28 bc	174,21 c
Media	1,37	16,02	34,12	16,26	47,05	188,91	173,06
DMS	0,202	0,892	21,38	0,864	15,48	44,47	88,56
SIG	**	**	**	**	**	**	**

GEN=Genotipo; MPP=mazorcas por planta; HPM=hileras por mazorca; GPH=granos por hilera; LMZ=largo de mazorca; DMZ=Diámetro de mazorca; RS=rendimiento de semilla; PGNF=porcentaje de granos no formados; AP=altura de planta; DMS=diferencia mínima significativa; SIG=significancia; **=altamente significativo al 0.01%,*=Significativo al 0.05%, NS=no significativo.

En este mismo sentido, Cervantes *et al.* (1990) obtuvieron 4.18 t ha⁻¹ para la relación 4:1; cantidad inferior a los obtenidos en esta investigación. En otro estudio Tadeo-Robledo *et al.* (2007) el evaluar el rendimiento de semilla de cruza simples fértiles y androestériles provenientes del CIMMYT, observaron rendimientos de semilla de 5680 y 3997 kg ha⁻¹, valores menores a los obtenidos en ésta investigación. Virgen-Vargas *et al.* (2016), reportaron valores de 1.9 t, lo que pone de manifiesto la búsqueda de mejores alternativas y técnicas para mejorar la producción de semillas de maíz en México.

Altura de planta (AP)

La AP mostró diferencias significativas (Cuadro 2), los genotipos 1 y 2 tuvieron los valores máximos con 238.41 y 236.52 cm, respectivamente y el genotipo 7 presentó el menor valor con 90.54 cm. Al respecto Rojas (2006) encontró valores menores en Criollo de San José Nanacamilpa, Tlaxcala (292.5), H-33 (270.0) y H-40 (243.8) y mayores a los de los híbridos SB-102 (230.0) y H-48 (221.3). Rojas (2007) reporta los mismos genotipos en la localidad de San Nicolás Panotla, Tlaxcala, y encontró que los híbridos H-48, H-40, SB-102 y el Criollo local (217, 210, 194 y 196, respectivamente) mostraron menores alturas. Cruz-Lázaro *et al.* (2007) observaron valores desde 180 a 251 cm en 28 híbridos de crusa simple provenientes del CIMMYT, que fueron sembradas en Torreón, Coahuila para evaluar su potencial forrajero; aspectos que ponen de manifiesto que estos materiales presentan dicha característica sobresaliente para ser considerados en programas de producción de semillas de maíces forrajeros para Valles Altos.

En el Cuadro 3 muestra que existe correlación positiva estrecha entre el largo de la mazorca y granos por hilera ($r=0.7184$). Para los caracteres diámetro de mazorca con hileras por mazorca existe una correlación positiva ($r=0.4503$), al igual que para rendimiento de semilla con mazorcas por planta ($r=0.3512$) y para altura con mazorcas por planta ($r=0.3160$). Lo que hace que estos caracteres sean considerados para seleccionar variedades para la producción de semilla de variedades de maíces forrajeros.

Las correlaciones obtenidas entre LMZ y GPH; DMZ y HPM; RS y MPP; y ALTURA y MPP en esta investigación fueron mucho mayores a las observadas por Cervantes *et al.* (2014) con valores de $r=0.05$, $-r=0.005$, $r=0.07$, $-r=0.19$, respectivamente. Las correlaciones observadas entre algunos caracteres sólo corroboran que al tener una mayor longitud de la mazorca se esperaría tener mayor número de granos en las hileras de la misma, al igual que con un mayor diámetro se esperaría mayor número de hileras; de igual forma, a mayor número de granos por hilera presupone una mazorca completa, llena de granos, por lo que el porcentaje de granos no formados disminuye, y tiende a ser cero, lo que es ventajoso para el productor de semilla y esperar mayores rendimientos y utilidades.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación en 10 caracteres de 12 genotipos de *Zea mays* L., forrajero. Montecillo, Texcoco, México.

	MPP	HPM	GPH	DMZ	LMZ
MPP	1.0000	-0.0227	0.0644	-0.2352	0.0084
HPM	-0.0227	1.0000	0.0064	0.4503	-0.0304
GPH	0.0644	0.0064	1.0000	0.2889	0.7184
DMZ	-0.2352	0.4503	0.2889	1.0000	0.3493
LMZ	0.0084	-0.0304	0.7184	0.3493	1.0000
RS	0.3512	0.1283	0.2992	0.1793	0.2550
ALTURA	0.3160	0.2865	0.1390	0.1127	0.1095

MPP=mazorcas por planta; HPM=hileras por mazorca; GPH=granos por hilera; DMZ=Diámetro de mazorca; LMZ=largo de mazorca; RS=rendimiento de semilla; AP=altura de planta.

CONCLUSIONES

Las cruza simples CL12×CL11 y CL4×CL1 presentaron los valores más altos de, altura de planta, número de mazorcas por planta y rendimiento de semilla. Las variedades que presentaron la mayor altura rindieron más semilla, presentaron mayor número de mazorcas, por una correlación positiva considerable entre ambas. Existe alta correlación positiva entre largo de la mazorca y número de granos por hilera, entre diámetro de la mazorca e hileras por mazorca.

LITERATURA CITADA

- Bargo F., Muller L. D., Kolver E. S., Delahoy J.E. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
- Bertoia L. M. 2004. Algunos Conceptos sobre ensilaje. Consideraciones generales sobre maíces para silaje y su cultivo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. En línea <http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX3.htm>. Consultado en marzo de 2010.

- Cervantes G. F. J., Espinosa-Calderón. A., Ortega A. J. 1990. Productividad de semilla en base a diferente relación hembra:macho en los híbridos de maíz H-34 y H-137. En: Kato Y., T. A., Livera M., M. y Gonzáles H., V. A. XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez, Chih. 3 al 7 de septiembre. Pp. 373.
- Cervantes O. F., Gasca O. M. T., Andrio E. E., Mendoza E. M., Guevara A. L. P., Vázquez M. F., Rodríguez H. S. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México*. 2(1):9-16.
- De la Cruz-Lazáro E., Rodríguez-Herrera S. A., Estrada-Botello M. A., Mendoza-Palacios J. D., Brito-Manzano N. P. 2007. Análisis dialélico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. *Universidad y Ciencia*. 21:19-26.
- Donnet L., Hellin J., Riis-Jacobsen J. 2012. Linking Agricultural Research with the Agribusiness Community from a Pro-Poor Perspective. *International Food and Agribusiness Management Review*. Volume 15 Special Issue A: 99-103.
- Donnet L., López D., Domínguez C. 2015. El mercado de semillas de maíz en México. En: Rodríguez-Hernández R. y L. Donnet [eds]. Caracterización de la demanda de semillas mejoradas de maíz en tres agro-ambientes de Producción de Temporal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México. Libro técnico No. 20. Pp 13-36.
- Espinosa-Calderón A., Tadeo-Robledo M., Sierra-Macias M., Turrent-Fernández A., Valdivia-Bernal R., Zamudio-González B. 2009. Rendimiento de híbridos de maíz bajo diferentes combinaciones de semilla androesteril y fértil en México. *Agronomía Mesoamericana*. 20(2):211-216.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. UNAM. México, D. F. 246 p.
- Hallauer A. R., Miranda J. B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press/Ames. 468 p.
- Luna-Mena B. M., Hinojosa-Rodríguez M. A., Ayala-Garay O. A., Castillo-González F., Mejía-Contreras J. A. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:1-7.
- Rojas M. I. 2006. Informe Técnico: Evaluación Agronómica del maíz SB-102 en Tlaxcala. INIFAP. Campo Experimental Tlaxcala. 7 p.
- Rojas M. I. 2007. Informe Técnico: Evaluación Agronómica de la variedad de maíz SB-102 de la empresa Semillas Berentsen S.A. de C.V. en Tlaxcala. INIFAP. Campo Experimental Tlaxcala. 12 p.
- Sauthier M. A. y Castaño F. D. 2004. Dispersión del Polen en un cultivo de maíz. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, noviembre. Vol. XV, Núm. 029. 229-246 pp.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Producción Agrícola. Resumen nacional por cultivo. Avance de siembras y cosechas. Consultado el 2 de mayo de 2018 de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do.
- Tadeo-Robledo M., Espinosa C. A., Beck D., Torres J. L. 2007. Rendimiento de semilla de cruces simples fértiles y androestériles progenitoras de híbridos de maíz. *Agricultura Técnica en México*. 33(2):175-180.
- Virgen-Vargas J., Zepeda-Bautista R., Avila-Perches M. A., Espinoza-Calderón A., Arellano-Vázquez J. L., Gámez-Vázquez J. L. 2016. Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos México. *Agronomía Mesoamericana*. 27(1):191-206.
- Wong R. R., Gutiérrez R. E., Palomo G. A., Rodríguez H. S., Córdova O. H., Espinoza B. A., Lozano G. J. J. 2007. Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la Comarca Lagunera, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 30(2):181-189.