

Comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), bajo las condiciones agroclimáticas del Valle de San Juan, República Dominicana

Juan Cedano¹, Víctor Landa² y José Ortiz³

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) is the most consumed cereal in the Dominican Republic. It is imported as raw material for the elaboration of concentrated foods, more than 96% of the apparent consumption. In corn, hybrids are high-performance alternatives to increase productivity. The objective of this study was to determine the agronomic performance of 13 introduced hybrids from the breeding program of the International Center for the Improvement of Maize and Wheat (Cimmyt) in the San Juan Valley, the main corn producing area of the Dominican Republic. A randomized complete block design was used, with 15 treatments and three repetitions. The variables studied were: days to flowering, height of plant, number of ears, weight of ear and productivity. Proven the assumptions of the analysis of variance the corresponding analyzes were performed, the means were statistically separated and variables were correlated to explain the behavior of the hybrids. With the anova, statistical differences were found for all the variables studied. The earliest hybrids were (CLYN274 / CLYN352) / CML451, (CLRCY041 / CLO2450) / CLYN436 and 'Francés Largo' an open pollination variety with 44, 47 and 45 days, respectively. The tester 'Comalat' was the latest with 59 days to bloom. The highest hybrid was CLYN352 / CL02720 with 269.7 cm and the lowest one (CLRCY044 / CLRCY039) / CLRCY015 with 208.3 cm. The hybrid with the highest ear weight was (CLRCY040 / CLYN206) / CLRCY015 with 167.70 g and that of the lowest 'Comalat' with 107.7 g. The highest productivity was presented by nine of the thirteen hybrids, with the hybrid (CLRCY044 / CLRCY039) / CLRCY015 with 7290.88 kg / ha with the highest yield, surpassing the open-pollinated varieties 'Comalat' and 'Francés Largo', 4379.6 and 5023.8 kg / ha, respectively.

Keywords: cereal, cultivars, yield, productivity

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.), es el cereal de mayor consumo en la República Dominicana. Se importa como materia prima para la elaboración de alimentos concentrados, más del 96% del consumo aparente. En maíz, los híbridos son alternativas de alto rendimiento para incrementar la productividad. El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento agronómico de 13 híbridos introducidos del programa de mejoramiento genético del centro Internacional para el mejoramiento del Maíz y el trigo (Cimmyt) en el Valle de San Juan, principal zona productora de maíz de la República Dominicana. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 15 tratamientos y tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron: días a floración, altura de planta, número de mazorcas, peso de mazorca y productividad. Comprobados los supuestos del análisis de varianza se realizaron los análisis correspondientes, se separaron estadísticamente las medias y se correlacionaron variables para explicar el comportamiento de los híbridos. Con el anova, se encontró diferencias estadísticas para todas las variables estudiadas. Los híbridos más precoces fueron (CLYN274/CLYN352)/CML451, (CLRCY041/CLO2450)/CLYN436 y la variedad de polinización abierta 'Francés Largo' con 44, 47 y 45 días, respectivamente. El testigo 'Comalat' fue el más tardío con 59 días a floración. El híbrido más alto fue CLYN352/CL02720 con 269.7 cm y el más bajo (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 208.3 cm. El híbrido con mayor peso de mazorca fue (CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015 con 167.70 g y el de menor 'Comalat' con 107.7 g. La mayor productividad la presentaron nueve de los trece híbridos, siendo el híbrido (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 7290.88 kg/ha el de mayor rendimiento, superando a los testigos las variedades de polinización abierta 'Comalat' y 'Francés Largo', 4379.6 y 5023.8 kg/ha, respectivamente.

Palabras clave: cereal, cultivares, rendimiento, productividad.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal originario de América Central y México. Existen vestigios de su origen de hace unos 7,000 años y fueron encontrados en el valle de Tehuacán (México). El maíz tiene usos múltiples y variados. Los países en desarrollo dedican más tierra al cultivo de maíz, que los países desarrollados, pero

estos obtienen un rendimiento promedio cuatro veces mayor, FAO (1993). A nivel mundial, el maíz es uno de los tres cereales más importantes y antiguos que se conoce. En producción, en el 2012 ocupó el primer lugar a nivel mundial, seguido del arroz cáscara y trigo, FAO (2013).

Investigadores en cereales del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). ¹Investigador asistente, Correo electrónico jcedano@idiaf.gov.do, 829-315-2253. IDIAF. Estación Experimental de Arroyo Loro. San Juan. ²Investigador asistente. Correo electrónico vlanda@idiaf.gov.do. 829-529-2747. Estación Experimental de Arroyo Loro del Idiaf. San Juan, DO e ³Investigador titular Idiaf. Correo electrónico joserichardortiz@gmail.com. 829-452-1107. Santo Domingo, DO.

El aprovechamiento de la heterosis en el maíz híbrido es indudablemente una de las técnicas más refinadas y productivas obtenidas fruto del mejoramiento genético vegetal. Técnicamente, un híbrido simple exitoso es producto de la primera generación del cruzamiento entre dos genotipos (líneas puras) diferentes. En el caso del mejoramiento del maíz, los híbridos son ampliamente utilizados para la producción comercial por su demostrada alta productividad, producto de la superioridad del hijo con respecto a sus padres (heterosis), FAO (1993).

Con buen manejo agronómico, una estrategia clave para contribuir con el aumento de la producción de maíz en una zona es mediante el aumento de la productividad (Sevilla 2000), esto implica la utilización de simiente de buena calidad de maíces híbridos con alto potencial de rendimiento (Salhuana y Scheuch, 2004; Vásquez *et al.*, 2003), los que deben ser evaluados en diferentes localidades, fechas de siembra y densidades, ya que los rendimientos pueden variar con diferente ambientes y manejo.

Paliwal (2001) destaca que el uso de maíces híbridos constituye un paso importante para el desarrollo de la agricultura. La siembra de cultivares híbridos, la utilización adecuada de nutrientes, especialmente el nitrógeno y la utilización de densidades de siembra de plantas altas incrementaron los rendimientos de maíz en Estados Unidos de América en 7.85 t/ha por año desde 1950 al 1970, Jugenheimer (1981).

En la República Dominicana, la utilización de germoplasma de alta productividad es una alternativa para incrementar la producción nacional de maíz, que actualmente es inferior a los 600 mil quintales, en unas 500 mil tareas (31,346 ha). Los híbridos son cultivares que aprovechando su heterosis genética y con manejo agronómico adecuado pueden responder con una alta productividad de granos, Idiaf (2013).

La principal fuente de alimentos en los países en desarrollo son los cereales. Estos proveen del 45 al 85% del total de las calorías y del 50 al 80% de las proteínas que consume la población. El maíz es el cereal de mayor consumo en la República Dominicana, el país depende del maíz importado para suplir las necesidades de elaboración de alimentos concentrados, para la industria avícola y porcina. La demanda nacional de maíz es de 1,021,715.0 t y la producción nacional es de 39,340.0 t, por lo que hay que importar unas 982,375 t en promedio anual, para suplir las necesidades de alimentos concentrados para la industria avícola y porcina (MA, 2015). Se estima que el 98% del consumo de maíz es destinado la industria animal. El consumo humano más frecuente es para la preparación de platos alimenticios tales como el majarete, las harinas, las arepas, las arepitas, los bollos, el Chen-Chen (plato típico de San Juan), el chacá (plato de temporada- semana santa),

ensaladas y otros (IDIAF 2006). La región suroeste del país es la principal zona productora de maíz, aportando el 40% de la producción nacional, MA (2015). En términos económicos esto representa 212 millones de dólares en importaciones.

En la República Dominicana, se cultivan tradicionalmente cuatro variedades de maíz ('Francés Largo', 'Cesda-88', 'Comalat' y 'Unphu 301-C'), las cuales registran niveles de rendimientos promedios de 1.67 TM/ha, los cuales resultan muy bajos, MA (2015).

Dada la problemática de baja productividad de las variedades de maíz cultivadas en el país, se estableció el presente estudio, con el objetivo de determinar la productividad de híbridos frente a dos testigos locales. Se introdujeron al país trece híbridos desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt) de México, para evaluar su comportamiento agronómico y su productividad en la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado durante la primavera del año 2014, en la localidad de Arroyo Loro, en el municipio de San Juan de la Maguana, San Juan, República Dominicana. Localizada geográficamente a 18° 48' latitud norte y 71° 14' longitud oeste, en una región de bosque seco sub-tropical. Arroyo Loro está a 419 msnm, con clima tropical, con lluvias en primavera y otoño, temperatura, precipitación media y humedad relativa de 24.8 C, 930mm y 75%, respectivamente. Tiene suelos arcillosos, con baja cantidad de materia orgánica, poco profundos, alcalinos y drenaje medio.

El material experimental estuvo compuesto por 13 híbridos y dos testigos, ver Tabla 1. La unidad experimental estuvo compuesta de dos surcos de 6 m de largo, separados a 0.75 m para un área útil de 9 metros cuadrados por unidad experimental. El marco de plantación utilizado fue de 0.75 m entre hileras y 0.20 m entre plantas, para una densidad teórica de 66,667 plantas por hectáreas. El área total del experimento fue de 540.0m².

Las variables evaluadas fueron: altura de plantas (cm), días a floración masculina y femenina (cuando el 50% de las flores de una parcela esparcían polen o el 50% de las plantas presentaban valvas, respectivamente), número de mazorca por plantas (contando las mazorcas por tratamientos). El peso de mazorca y rendimiento de grano al 15% de humedad, expresado en kg/ha, peso de grano, humedad del grano (%).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 15 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron:

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamiento	Identificación	Procedencia
1	CLYN352/CL02720	México
2	CLYN352/CLYN214	México
3	CLRCY015/CLYN214	México
4	CLYN272/CLYN214	México
5	CLYN269/CLYN214	México
6	(CLO2450/CLINY352)/CLRCY044	México
7	(CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015	México
8	(CLYN274/CLYN352)/CML451	México
9	(CLRCY041/CLO2450)/CLYN436	México
10	(CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015	México
11	(CLO2450/CLYN352)/CLYN214	México
12	(CLYN274/CLYN352)/CLYN214	México
13	(CLRY017/CLO2450)/CLYN214	México
14	'Francés Largo' (testigo) OPV	Rep. Dominicana
15	'Comalat' (testigo) OPV	Rep. Dominicana

Previo al análisis estadístico de datos, se comprobó que los datos de las variables cumplían con los supuestos del análisis de varianza (Anova). Se utilizaron las pruebas de Shapiro-Wilks modificada para determinar si el error se distribuye normalmente en los datos y para determinar la homogeneidad de varianza de los tratamientos, se utilizó la prueba de Levene. Para eliminar la variabilidad que existe entre el número de plantas cosechadas, se hizo análisis de covarianza para ajustar las medias de la variable rendimiento. Se hicieron análisis de varianza y pruebas de separación de medias (DMS) y se determinó el coeficiente de correlación de Spearman, para conocer el grado de asociación y la natura-

leza de las variables peso de mazorca y rendimiento en kg/ha, con el programa estadístico Infostat, versión 2008, Di Rienzo *et al.* (2008).

Manejo agronómico. Las labores de manejo agronómico realizadas durante el desarrollo del experimento fueron: preparación de terreno, riegos, control de malezas, fertilización y control de plagas, especialmente dirigida al control del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith). Estas labores se realizaron de acuerdo a los protocolos de manejo del cultivo de maíz aplicadas en la Estación Experimental de Arroyo Loro.

Tabla 2. Promedios y comparación de medias para las variables Altura de plantas, días a floración, peso de mazorca y rendimiento Kg/ha. San Juan de la Maguana, 2013-2014.

Cultivar	Alt/pta.	D/flor	#Maz/pta.	P/maz.	Rend. (kg/ha)
CLYN352/CL02720	269.21 i	48.58 bcd	1.12 bcd	154.37 cde	6535.00 def
CLYN352/CLYN214	246.92 e	46.98 abc	1.04 abc	148.53 cde	5924.92 cde
CLRCY015/CLYN214	229.35 c	52.27 de	1.14 cd	156.24 de	6652.93 ef
CLYN272/CLYN214	222.33 b	48.27 bcd	1.21 d	134.90 bc	6160.95 cde
CLYN269/CLYN214	230.04 c	48.61 bcd	1.04 abc	126.99 ab	4921.34 ab
(CLO2450/CLINY352)/CLRCY044	250.73 ef	53.61 e	1.11 bcd	149.73 cde	6621.61 def
(CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015	208.71 a	52.41 de	1.19 d	163.12 de	7290.88 f
(CLYN274/CLYN352)/CML451	241.67 d	43.73 a	1.09 abcd	153.73 cde	6445.05 cdef
(CLRCY041/CLO2450)/CLYN436	221.18 b	46.64 abc	1.01 ab	166.96 e	6582.89 def
(CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015	263.42 h	49.75 cde	1.05 abc	167.71 e	6444.31 cdef
(CLO2450/CLYN352)/CLYN214	255.39 g	53.34 e	1.03 abc	146.18 bcd	5727.69 bcd
(CLYN274/CLYN352)/CLYN214	232.49 c	46.96 abc	1.04 abc	142.92 bcd	5597.57 bc
(CLRY017/CLO2450)/CLYN214	246.80 e	48.29 bcd	1.01 ab	147.61 cde	5592.74 bc
Francés largo	257.79 g	44.83 ab	0.97 a	126.28 ab	5023.79 ab
Comalat	254.62 fg	58.72 f	1.06 abc	107.67 a	4379.62 a

* Medias de una columna marcada con diferentes letras, son diferentes estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de los datos muestran diferencias estadísticas entre los cultivares evaluados para las variables: altura de plantas (cm), días a floración femenina, número de mazorca por plantas, peso de mazorca (g) y rendimientos en kg/ha, Tabla 2.

En cuanto a altura de plantas, el híbrido más alto fue CLYN352/CL02720 con 269.21 cm de altura, mientras que el más pequeño fue (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 208.71 cm de altura.

Para la variable días a floración femenina, los híbridos más precoces fueron CLYN274/CLYN352)/CML451, (CLYN274/CLYN352)/CLYN214 y CLYN352/CLYN214 con 44, 47 y 47 días, respectivamente, conjuntamente con la variedad testigo 'Francés Largo' que floreció a los 45 días.

Los tratamientos con mayor peso de granos por mazorca y que resultaron estadísticamente iguales fueron nueve híbridos y entre ellos el que resultó con el valor más elevado de mazorca fue (CLRCY040/CLYN206)/CLRCY015, con 167.71 g.

Para la variable rendimiento en kg/ha, siete híbridos resultaron superiores estadísticamente a los demás. De estos el más rendidor fue CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015 con 7,290.97kg/ha. Se debe destacar que la relación entre las variables peso de mazorca y rendimientos en grano fue positiva, es decir híbridos con mayor peso de mazorca correspondió a los más rendidores, Tabla 2. Estas dos variables se correlacionaron mediante el coeficiente de Spearman y se encontró que entre estas, existe una correlación media positiva ($\rho=0.46$, $p<0.0003$).

CONCLUSIONES

El híbrido con mejor comportamiento agronómico fue (CLRCY044/CLRCY039)/CLRCY015, por su relativamente alto rendimiento, peso de mazorca y número de mazorcas por plantas. Adicionalmente, es de porte bajo y ciclo vegetativo intermedio, características importantes que deben poseer los híbridos para incrementar la productividad de maíz en el país.

Se destaca el cultivar (CLYN274/CLYN352)/CML451, con buen rendimiento, peso de mazorca y número de mazorca por plantas, siendo el más precoz de los evaluados.

LITERATURA CITADA

Álvarez, V. 2014. El maíz, cultivo que debe desarrollarse. Periódico Hoy, Santo Domingo, DO. (En línea). Consultado el 21 de marzo 2014. Disponible en: <http://hoy.com.do/el-maiz-cultivo-que-debe-desarrollarse>.

Chura, J.; Tejeda, J. 2014. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, PE. Idesia 32(1):113-118. (En línea). Revisado el 21 de marzo 2014. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n1/art14.pdf>

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1993. El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 25. Roma, Italia. 172 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). Estadísticas. FAOSTAT - Producción Agrícola. (En línea). Consultado 15 de feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/statistics/es/>

Idiaf (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2006. "Comalat": variedad de maíz bio-fortificada. Santo Domingo, República Dominicana. 4 p.

Idiaf (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2013. Noticias IDIAF; 15 de agosto 2013. Idiaf presenta híbridos comerciales de maíz disponibles en la República Dominicana. (En línea). Consultado el 12 abril 2017. Disponible en: <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=1697>

Jugenheimer, R. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. México, MX. 840 p. A (Ministerio de Agricultura, DO). 2015. Estadísticas del Sector Agropecuario de República Dominicana, 2002-2014. Viceministerio de Planificación Sectorial Agropecuario. Departamento de Economía Agropecuaria. Santo Domingo, República Dominicana. 131 p.

Paliwal, R.; Granados, G.; Renée, H.; Violic, A. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma, IT. 350 p.

Salhuana, W.; Scheuch, F. 2004. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM): Logros y perspectivas. 50° Aniversario. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 478 p.

Sevilla, R. 2000. Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El auto-abastecimiento del maíz amarillo duro. Revista Agroenfoque 15(111):10-12.

Vásquez, V.; Medina, A.; Paredes, J. 2003. Ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) tropicales de grano amarillo de madurez precoz en Paiján, La Libertad. Revista Caxamarca 11 (2): 45-47.