COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO HÍBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO BAJO DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA

Miguel A. Avila Perches[1§]; J. Roberto A. Dorantes González[1]; A. Josué Gámez Vázquez[1]; Rocío E. Hernández Caldera[1]; Mirna Bobadilla Meléndez[1]; Juan Virgen Vargas[2]; F. Paúl Gámez Vázquez[3]

[1]Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km 6.5 Carr. Celaya-San Miguel de Allende, 38110, Celaya, Gto. [2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP, km 13.5 Carr. Los Reyes-Texcoco, 56250, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. [3]Fundación Guanajuato Produce, A. C. [§]avila.miguel@inifap.gob.mx

Recibido: Noviembre 14, 2012; Aceptado: Abril 12, 2013

RESUMEN

El estudio se efectuó con el objetivo de cuantificar el rendimiento y características agronómicas de ocho híbridos de maíz amarillo en comparación con dos genotipos de grano blanco sembrados en diversas fechas de siembra en el Campo Experimental Bajío del INIFAP. Se detectó que DK 2020Y y Guepardo, en 2010 y 2011 respectivamente, presentaron el mayor rendimiento de grano (RG). Además, se observó que conforme se retrasa la fecha de siembra, hubo reducción del peso volumétrico y del RG. Existen híbridos de maíz amarillo que igualan o superan el RG y características agronómicas de los genotipos de grano blanco, utilizados como testigos.

Palabras clave: Rendimiento de grano, altura de planta, peso volumétrico.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo más importante en México, por la superficie sembrada, el valor de la producción que se obtiene y la demanda nacional que satisface, además es la base de la dieta del mexicano y una de las principales fuentes de calorías para la población rural. De esta especie, se cosechan anualmente cerca de 7.5 millones de ha y se obtienen cerca de 23 millones de t (SIAP, 2010).

En México existe un mercado claramente definido para el maíz blanco y amarillo, sin embargo, el 95% de la producción es del primero y está destinado a la alimentación humana, el resto (5%) es maíz amarillo (Reyes, 2009). En el país se siembran cerca de 400,000 ha de maíz amarillo y se producen alrededor de 1.7 millones de t (Magaña, 2010), sin embargo la demanda nacional se aproxima a las 12 t, lo cual obliga a la importación de casi 10 millones de t de este producto, que proviene principalmente de Estados Unidos de Norteamérica, lo que ocasiona dependencia alimentaria y fuga de divisas aproximada de 2,200 millones de dólares anualmente. De éste total, el 70 % es utilizado por la industria de alimentos balanceados para ganado, el 25 % por los productores de almidón y el 5 % por el sector que fábrica cereales y botanas (Echánove, 2009).

En la última década se ha estudiado la adaptación de genotipos de maíz de grano amarillo en diferentes regiones de nuestro país. Al respecto, Reyes *et al*. (2009) indican que en ensayos de rendimiento de grano en condiciones de riego de 2005 a 2008 en el ciclo otoño-invierno, en localidades ubicadas a menos de 1000 m de altitud, en los municipios de Altamira, Abasolo, Río Bravo y Díaz Ordaz, Tamaulipas; Zaragoza, Nava y Jiménez, Coahuila, el promedio de rendimiento de grano del H-443A fue de 7.1 t ha^{-1} (de 4.9 a 8.3 t ha^{-1}) similar al de los híbridos comerciales testigos: A7573Y, P30F53 y DK2020Y, que produjeron 6.8, 6.9 y 7.3 t ha^{-1}. En este aspecto, Vázquez (2006) señala que las variedades de maíz amarillo mejor adaptadas en la región de La Barca, Jalisco, y que presentaron el mayor rendimiento fueron Syngenta-N83N5, Pioneer-30R07 y Pioneer-3099.

Reyes y Cantú (2008) en el norte de Tamaulipas, evaluaron híbridos de maíz amarillo y mencionan que el rendimiento promedio de grano obtenido de los genotipos Tigre Y, TechAg 8535, H-443A, Pioneer 30F53, Dekalb 2020Y y Pioneer 32R48 fue de 6.51, 6.30, 6.05, 6.03, 5.51 y 5.01 t ha^{-1} respectivamente. En esta misma región, Cantú y Reyes (2010) señalan que los híbridos de maíz amarillo N83N5 y DK-2020Y presentaron rendimientos de grano de 11.29 y 8.03 t ha^{-1} durante el ciclo otoño-invierno. Robles *et al*. (2007) en Aguascalientes evaluaron 13 híbridos de ciclo intermedio y 11 de

ciclo precoz de maíz amarillo, y encontraron, que en los híbridos intermedios, el rendimiento varió de 6.64 a 11.66 t ha^{-1}, siendo el híbrido DK-2020Y el de mayor producción, mientras que en los de ciclo precoz varió de 7.19 a 10.54 t ha^{-1}.

El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de su constitución genética, de las condiciones de suelo y clima en donde se ha establecido el cultivo. Asimismo, la época de siembra y la variedad son factores críticos en todos los sistemas de producción, los genotipos responden diferencialmente a los factores del ambiente (principalmente plagas, enfermedades y temperatura) que se manifiestan en diversos grados a lo largo de la estación del crecimiento y que impactan el rendimiento económico y la calidad del producto (Ramírez *et al*., 2010). En la región norte de Tamaulipas, Cantú *et al*. (2010) al evaluar diversas fechas de siembra durante varios años concluyeron que los maíces amarillos son más productivos que los de grano blanco.

Por lo que el objetivo del estudio, fue determinar el comportamiento agronómico y rendimiento de grano de ocho híbridos de maíz amarillo y dos de grano blanco, sembrados en diferentes fechas de siembra durante dos años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se realizaron durante el ciclo primavera-verano (P-V) de 2010 y 2011. Las evaluaciones se establecieron en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se encuentra ubicado en la localidad de Roque, municipio de Celaya, Guanajuato, a 20°32' N y 100°49' O, a una altitud de 1,765 msnm.

En cada año se evaluaron tres fechas de siembra (FS), en 2010 los ensayos se establecieron el 30 de abril (FS1), 27 de mayo (FS2) y 24 de junio (FS3), mientras que en 2011 se sembró el 26 de abril (FS1), 27 de mayo (FS2) y 30 de junio (FS3). En cada FS se estudió el comportamiento de ocho híbridos de maíz amarillo y dos de grano blanco, estos últimos utilizados como testigos. Se evaluaron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de 4 surcos de 5 m de largo en tanto que la parcela útil fueron los dos surcos centrales.

En ambos años, después de la siembra, se aplicó un riego para favorecer la emergencia de plántulas, en 2010 a la FS1, FS2 y FS3 se aplicaron 3, 2 y 1 riego de auxilio respectivamente, mientras que en 2011, en cada fecha de siembra, se efectuaron tres riegos de auxilio. El resto del manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP para El Bajío.

Con el propósito de precisar la respuesta de los cultivares, se definieron algunas variables agronómicas como: rendimiento de grano (RG) que se determinó mediante el peso de todas las mazorcas sanas por parcela útil, se corrigió por los porcentajes de desgrane y humedad (14 %) y se multiplicó por el factor de conversión correspondiente para obtener finalmente el RG en t ha^{-1}; altura de planta (AP), para lo cual se consideró una muestra de 10 plantas que se midieron de la superficie del suelo hasta la base de la espiga y se obtuvo el promedio en m; y peso volumétrico (PV) para lo cual se determinó el peso en gramos de un litro de grano y posteriormente se transformó a kg hL^{-1}. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0 para Windows, para lo cual se realizaron análisis individuales de cada fecha de siembra (FS) y posteriormente en forma combinada de las tres FS de 2010 y 2011 en forma separada. Es importante señalar que cada FS se consideró también como un ambiente (A) de evaluación. Para la separación de medias entre tratamientos se calculó la diferencia mínima significativa (DMS ≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2010

Para las tres variables estudiadas, los análisis de varianza (ANDEVA) individuales para cada fecha de siembra (ambiente) detectaron diferencias significativas para genotipos (G), mientras que los ANDEVA combinados de las tres FS reportaron diferencias

significativas para ambientes (A) y G, mientras que la interacción A X G sólo fue significativa para RG.

En AP (Cuadro 1) el mayor promedio (2.62 m) se observó en la FS2 el cual fue estadísticamente diferente a los demás ambientes. En lo que se refiere a genotipos, el valor superior fue para H-378A con un porte promedio de 2.80 m, el cual fue estadísticamente diferente a los demás materiales genéticos, tanto en cada ambiente como en el promedio de los 3 ensayos. Es importante señalar que este híbrido fue liberado en la región de los Altos de Jalisco para la producción de forraje, por lo que es de porte alto, con lo cual se busca obtener una mayor producción de forraje verde y materia seca. La menor AP fue mostrada por DK 2020Y con 2.22 m.

En PV (Cuadro 1) el valor máximo se observó en la FS1 con 79.24 kg hL^{-1}, el cual fue estadísticamente diferente a los demás ambientes de evaluación, asimismo se observó que al retrasar la FS hubo una tendencia a reducir esta característica. El valor promedio superior para esta variable, en las tres FS se presentó en el híbrido 2B150 con 79.80 kg hL^{-1}, que fue estadísticamente diferente a los demás cultivares.

Cuadro 1. Características agronómicas de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco, evaluados en tres fechas de siembra. INIFAP. 2010.

Híbrido	Altura de planta (m) Fecha de siembra				Peso volumétrico (kg hL^{-1}) Fecha de siembra			
	1	2	3	Media	1	2	3	Media
H-378A	2.87	3.05	2.49	2.80	79.45	78.84	77.01	78.44
H-443A	2.49	2.59	2.02	2.37	77.72	78.53	74.95	77.07
2B150	2.49	2.68	2.12	2.43	81.46	80.02	77.92	79.80
H-383C*	2.45	2.61	2.15	2.40	79.97	78.17	77.38	78.51
Leopardo*	2.41	2.54	2.01	2.32	78.34	77.33	76.40	77.36
Garst	2.38	2.62	1.96	2.32	77.79	77.04	74.03	76.28
30F53	2.34	2.46	1.95	2.25	80.18	77.62	75.48	77.76
XR20A	2.33	2.47	2.02	2.27	78.99	77.86	75.75	77.53
Guepardo	2.32	2.67	2.14	2.37	80.07	79.42	76.67	78.72
DK2020Y	2.21	2.49	1.97	2.22	78.47	78.38	77.23	78.03
Promedio	2.43	2.62	2.08	2.38	79.24	78.32	76.28	77.95
DMS[1]	0.09	0.17	0.14	0.07	1.47	1.48	1.92	0.91

[1]Diferencia Mínima Significativa ($p \leq 0.05$). *Maíz de grano blanco.

En RG, el mayor valor fue para la FS1 con 13.75 t ha^{-1} (Cuadro 2), el cual fue estadísticamente diferente a los demás ambientes de evaluación, además se observó que al demorar el establecimiento del cultivo hubo una disminución del RG, ya que si se compara el promedio de este, en la FS1, en relación a la FS2 y FS3 hubo una pérdida del 17.9 y 44.8 %, respectivamente. Es importante resaltar, que los bajos rendimientos de la FS 3 (24 de junio) fueron ocasionados por las heladas que se presentaron, ya que del 6 al 10 de noviembre ocurrieron temperaturas menores a 0 °C, cuando el cultivo tenía cerca de 130 días de sembrado, es decir aún no alcanzaban su etapa de madurez fisiológica la mayoría de los materiales evaluados. En promedio, el mayor RG fue para el híbrido amarillo DK2020Y con 12.88 t ha^{-1} que fue estadísticamente diferente a todos los demás genotipos, sobresalen además, Guepardo y Leopardo, de grano amarillo y blanco respectivamente, con 11.87 y 11.55 t ha^{-1}. Es importante señalar que algunos genotipos de origen tropical como H-443A, Garst y 30F53, presentaron su más alto RG al ser establecidos en la FS1, sin embargo, si se evalúan posteriormente, disminuye drásticamente su producción hasta en más de un 50%, por lo que serían materiales genéticos para ser utilizados en siembras de abril.

Cuadro 2. Rendimiento de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco evaluados en tres fechas de siembra. INIFAP. 2010.

Híbrido	Rendimiento de grano (t ha^{-1}) Fecha de siembra			
	1	2	3	Media
DK2020Y	15.80	14.06	8.78	12.88
30F53	15.17	8.43	6.69	10.10
Guepardo	14.73	12.59	8.29	11.87
Garst	14.02	10.14	5.26	9.81
XR20A	13.98	11.96	7.99	11.36
2B150	13.39	12.17	8.10	11.22
H-378A	13.10	10.90	7.63	10.54
H-383C*	12.97	12.01	8.32	11.10
Leopardo*	12.91	12.55	9.18	11.55
H-443A	11.42	8.03	5.06	8.17
Promedio	13.75	11.28	7.53	10.85
DMS[1]	1.51	1.80	1.30	0.87

[1]Diferencia Mínima Significativa ($p \leq 0.05$). *Maíz de grano blanco.

2011

Para las tres características evaluadas, los análisis de varianza (ANDEVA) individuales para cada fecha de siembra (ambiente) detectaron diferencias significativas para genotipos (G), en tanto que los ANDEVA combinados de las tres FS determinaron diferencias significativas para ambientes (A) y G, mientras que la interacción A X G fue significativa para AP y RG.

El valor máximo (Cuadro 3) para AP fue en la FS3 (2.40m) que fue estadísticamente diferente con los demás ambientes, además se observó que conforme hay una demora en el establecimiento del cultivo, aumenta la AP, situación que coincide parcialmente con lo reportado por Cantú *et al*. (2010) en el sentído de que siembras tardías de maíz presentan mayor AP debido a temperaturas más elevadas, que se presentan durante el establecimiento del cultivo lo cual provoca un rápido desarrollo inicial.

Del mismo modo que en 2010, en este segundo año de evaluación, la mayor AP fue para H-378A de (Cuadro 3), además en la FS1, FS3 y en el promedio los tres ambientes, fue superior y estadísticamente diferente a todos los demás híbridos. Mientras que el menor porte fue para H-383C y H-443A con 1.84 y 1.92 m respectivamente, los cuales son de grano blanco y amarillo respectivamente, y además fueron estadísticamente iguales.

Con respecto a PV (Cuadro 3) los mayores promedios fueron para los híbridos de maíz amarillo Guepardo y 30P70 con 77.91 y 77.60 kg hL^{-1}, y al igual que en el primer año de evaluación, los valores disminuyeron al retrasar la fecha de siembra.

En el promedio de los tres ambientes de evaluación, el RG superior (Cuadro 4) se observó en el híbrido de maíz amarillo Guepardo con 10.12 t ha^{-1}, y este valor fue estadísticamente igual que el RG de H-383C, que fue el genotipo de grano blanco que mejor promedio presentó. Asimismo, se detectó que conforme se retrasa el establecimiento del cultivo, el RG tiende a descender, ya que en FS1 se obtuvieron los mayores valores de esta característica.

Cuadro 3. Características agronómicas de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco evaluados en tres fechas de siembra. INIFAP. 2011.

Híbrido	Altura de planta (m) Fecha de siembra				Peso volumétrico (kg hL^{-1}) Fecha de siembra			
	1	2	3	Media	1	2	3	Media
H-378A	2.28	2.13	2.89	2.43	81.06	76.84	72.25	76.71
N83N5	1.95	1.93	2.48	2.12	78.26	76.84	71.91	75.67
XR20A	1.95	1.90	2.37	2.07	78.81	77.72	72.40	76.31
Garst	1.93	1.88	2.34	2.05	78.29	74.21	70.18	74.23
30P70	1.91	2.10	2.54	2.18	79.53	79.19	74.08	77.60
Guepardo	1.87	2.02	2.34	2.07	80.02	79.26	74.45	77.91
NA30	1.83	1.94	2.45	2.07	78.05	76.45	72.40	75.63
Leopardo*	1.79	2.00	2.20	2.00	78.39	76.88	70.77	75.34
H-383C*	1.67	1.86	2.00	1.84	79.11	77.24	74.46	76.93
H-443A	1.66	1.71	2.40	1.92	79.17	76.51	72.41	76.03
Promedio	1.88	1.94	2.40	2.08	79.07	77.11	72.53	76.24
DMS[1]	0.17	0.11	0.24	0.10	2.49	1.73	3.50	1.50

[1]Diferencia Mínima Significativa (p≤0.05). *Maíz de grano blanco.

Cuadro 4. Rendimiento de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco evaluados en tres fechas de siembra. INIFAP. 2011.

Híbrido	Rendimiento de grano (t ha^{-1}) Fecha de siembra			
	1	2	3	Media
N83N5	12.37	9.08	6.22	9.22
Garst	11.20	7.35	4.38	7.64
30P70	11.11	10.10	7.51	9.57
Guepardo	10.85	9.63	9.90	10.12
XR20A	10.18	9.36	9.68	9.74
H-443A	9.68	7.10	5.55	7.45
NA30	9.51	8.90	8.79	9.07
H-383C*	9.47	9.77	8.94	9.39
Leopardo*	8.99	8.17	8.89	8.68
H-378A	8.76	8.66	9.18	8.87
Promedio	10.21	8.81	7.90	8.98
DMS[1]	1.97	2.10	1.55	1.06

[1]Diferencia Mínima Significativa (p≤0.05). *Maíz de grano blanco.

CONCLUSIONES

Los híbridos de maíz amarillo DK 2020Y y Guepardo, cultivados en 2010 y 2011, respectivamente, presentaron el mayor rendimiento de grano. Sin embargo, existen híbridos de maíz amarillo que igualan o superan el rendimiento de grano y características agronómicas de los genotipos de grano blanco, utilizados como testigos.

Al demorar la fecha de siembra, hubo reducción del peso volumétrico y de rendimiento de grano.

Agradecimiento

A la Fundación Guanajuato Produce, A. C., por el apoyo financiero para el desarrollo del proyecto: Potencial Productivo del Maíz Amarillo en Guanajuato (507/08).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantú AMA; CA Reyes M (2010). Efecto de niveles de humedad sobre características agronómicas de híbridos de maíz. Va. Reunión Nacional de Innovación Agrícola. San Francisco de Campeche, Campeche.

Cantú A MA; CA Reyes M; LA Rodríguez del B (2010). La fecha de siembra: una alternativa para incrementar la producción de maíz. INIFAP. Folleto técnico No. 44. Río Bravo, Tamps., México.

Echánove HF (2009). Políticas públicas y maíz en México: el esquema de agricultura por contrato. Anales de Geografía de la Universidad Complutense 29(2): 65-82.

Magaña LM (2010). Modelo de pronóstico del precio del maíz amarillo en México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Ramírez DJL; JJ Wong P; JA Ruiz C; M Chuela B (2010). Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México. Rev. Fit. Mex. 33(1): 61-68

Reyes GM; JR Ojeda L; A Martínez R; J Almanza G; MG Ochoa M (2009). Situación actual y perspectivas del maíz. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Morelia, Michoacán, México.

Reyes MCA; MA Cantú A (2008). Comportamiento del híbrido de maíz amarillo H-443A en parcelas de agricultores de Tamaulipas, México. Memoria de la Tercera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP. Mérida, Yucatán.

Reyes MCA; MA Cantú A; M de la Garza C; G Vázquez C; H Córdova O (2009). H-443A, híbrido de maíz de grano amarillo para el noreste de México. Rev. Fitotec. Mex. 32(4): 331-333.

Robles EFJ; F González C; A Peña R (2007). Evaluación de híbridos comerciales de maíz grano amarillo en Aguascalientes. Memoria de la Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2010). Anuario Agropecuario 1980-2009. www.siap.gob.mx).

Vázquez LMG (2006). Análisis económico del maíz amarillo por contrato, región de La Barca, Jalisco, ciclo PV 2004. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.