

## RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN GERMOPLASMA DE MAÍZ DE VALLES ALTOS DE MÉXICO

### GRAIN YIELD AND AGRONOMIC TRAITS OF MAIZE GERMPLASM FROM MEXICAN HIGHLANDS

Juan Manuel Hernández Casillas\* y Gilberto Esquivel Esquivel

Programa de Recursos Genéticos, Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 18.5 Carretera México-Lechería. Texcoco, Edo. de México. C.P. 56230. Tel. 01 (595) 954-2877. Correo electrónico: jhernandez\_casillas@hotmail.com

\* Autor para correspondencia

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) de alto rendimiento y seleccionar las mejores cruzas con respecto a tres híbridos comerciales, en los valles altos de la Mesa Central de México. Se evaluaron 18 cruzas entre líneas y 38 cruzas entre materiales criollos y dos probadores, más tres híbridos comerciales como testigos. El experimento se estableció durante el ciclo primavera-verano en Santa Lucía de Prías, Texcoco, Estado de México, en 2002 y 2003. Las variables evaluadas fueron: días a floración, altura de planta, altura de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, rendimiento de grano, índice de grano y sanidad de mazorca. Estas características se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial y tres repeticiones. Se descubrieron 10 cruzas sobresalientes en cada grupo con rendimientos que fluctúan de 5.0 a 9.3 t ha<sup>-1</sup> en el primero y de 5.9 a 9.4 t ha<sup>-1</sup> en el segundo. Entre el germoplasma sobresaliente se encontraron cruzas entre líneas autofecundadas y cruzas de criollos con un probador, cuyos rendimientos de grano y otros atributos de importancia fueron similares a los de los testigos.

Palabras clave: *Zea mays* L., cruzas de maíz, probadores, líneas.

#### SUMMARY

The objective of this research was to identify high yielding maize (*Zea mays* L.) germplasm and to select the best crosses taking as a reference three commercial maize hybrids in the highland central valleys of México. Eighteen crosses among lines and testers and 38 crosses among maize landraces and different testers were included, plus three corn hybrids added as controls. Field experiments were established during the Spring-Summer growing season at Santa Lucía de Prías, Texcoco, Edo. México, in 2002 and 2003. The variables measured were: days to flowering, plant height, cob height, cob length, cob diameter, cob row number, grain yield, grain index and

cob sanity. Traits were analyzed under a complete randomized block design with factorial arrangement and three replications. Ten crosses showed outstanding yields in each groups of crosses. In the first group, grain yield varied between 5.0 and 9.3 t ha<sup>-1</sup>, while in the second it varied from 5.9 to 9.4 t ha<sup>-1</sup>. Among of the outstanding germoplasm some crosses were similar to the control hybrids, in grain yield and other agronomic traits.

Index words: *Zea mays* L., maize crosses, tester, lines.

#### INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal básico en la alimentación en México y es aquí donde se presenta el mayor consumo *per capita* del mundo. Es también en México en donde se encuentra una de las mayores riquezas en cuanto a diversidad genética de esta planta. Ello se atribuye a que en este país es donde se domesticó al maíz (Vavilov, 1951), a la gran variación de condiciones ambientales en que se cultiva, así como a la considerable diversidad de usos que se le ha dado a todas las partes de la planta, especialmente al grano.

El estudio, conservación y uso de esta diversidad es de interés científico y económico. Científico porque es necesario documentar la variación morfológica y genética, su relación con el ambiente físico y biótico que lo rodea, así como con el determinante social de su existencia y evolución bajo domesticación. Económico porque aún en nuestros días predomina en México el cultivo de maíces nativos, y puesto que los recursos fitogenéticos son la materia prima para la obtención de variedades altamente productivas, su uso adecuado podría contribuir a cubrir las necesidades crecientes de alimentos en el país (Ortega, 1991).

La colecta y el estudio de los maíces criollos mexicanos han sido motivados por diversas causas, entre las principales están: contar con fuentes de germoplasma para mejoramiento genético, entender a la agricultura mexicana de autoconsumo y a sus cultivares en diferentes regiones del país, y realizar estudios biológicos básicos en busca de entender el proceso de evolución del cultivo bajo domesticación.

Al considerar las exigencias del mercado, es recomendable hacer fitomejoramiento en más material genético que el que se ha venido usando en los diferentes programas de mejoramiento, ya que es importante prevenir problemas fitosanitarios que pudieran surgir y, por otro lado, se requiere seguir elevando la capacidad de rendimiento y seleccionando materiales con características especiales, como pueden ser contenido de antocianinas, aceite, proteína y almidón. En este segundo aspecto es conveniente mantener separados los acervos genéticos que hayan demostrado ser sobresalientes al momento de recombinarlos, con miras a

establecer nuevos patrones heteróticos y explotar a mediano y largo plazo la heterosis que éstos presentan. En un banco de germoplasma activo, del cual se espera que sirva a los programas de mejoramiento, es recomendable hacer selección y premejoramiento en colectas sobresalientes, ya que las ventajas del material en uso se incrementan considerablemente con la selección y recombinación.

Los recursos fitogenéticos son la suma de todas las combinaciones de genes resultantes de la evolución de una especie. Comprenden desde especies silvestres con potencial agrícola hasta genes clonados (Hidalgo, 1991).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar genotipos sobresalientes en rendimiento de grano, provenientes de cruzamientos entre materiales criollos y mejorados y entre mejorados.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se estableció un estudio en dos ciclo de siembra, con 38 cruza formadas entre material criollo de maíz del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y dos líneas proporcionadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), más 18 cruza entre líneas de CIMMYT y del banco de germoplasma y tres híbridos liberados por el INIFAP como testigos. Tanto los materiales criollos como las líneas e híbridos, son genotipos adaptados a las condiciones ambientales que predominan en los valles altos de México.

El estudio se realizó de abril a octubre, en 2002 y 2003, en Santa Lucía de Prías, anexo al Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), perteneciente al INIFAP. Santa Lucía está ubicada en Montecillos, municipio de Texcoco, Estado de México, a 19° 29' LN y 98° 53' LW, a una altitud de 2240 m. Según el sistema de Köppen modificado por García (1988), su clima corresponde a C (wo (w) big con temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 11 °C.

Se sembró el 25 de abril de 2002 y el 28 de abril de 2003; en ambos casos la siembra se hizo en surcos a 0.8 m

de separación y 5.0 m de longitud, al depositar dos semillas en el fondo del surco cada 25 cm; posteriormente se hizo un aclareo para dejar una planta por mata y así obtener una densidad de población de 50 000 plantas/ha.

En los dos ciclos de cultivo se fertilizó con la dosis 150N-40P-00K; se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra, y la otra mitad de nitrógeno en la segunda escarda. Las labores de cultivo y el control de malezas se realizaron de acuerdo con las recomendaciones para maíz en el Valle de México (Albarrán *et al.*, 1990).

Los 59 genotipos utilizados se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, con tamaño de parcela de 4 surcos de 5.0 m de largo. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (APT), altura a la mazorca (AMZ), índice de grano (IG), rendimiento de grano (REND), longitud de mazorca (LONMZ), diámetro de mazorca (DIAMZ), sanidad de mazorca (SMZ) y número de hileras por mazorca (HI/MZ) Los datos fueron analizados con el paquete estadístico MSTATC, mediante el cual se corrieron los análisis de varianza correspondientes.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se analizaron variables fenológicas, morfológicas y fisiológicas de los genotipos, por considerar que tienen una contribución directa o indirecta en la expresión del rendimiento. También se analizó el comportamiento de los genotipos provenientes de cruza entre líneas y el de cruza entre genotipos criollos con probadores, en relación con el comportamiento que mostraron tres híbridos comerciales sobresalientes en rendimiento de grano, durante dos ciclos de cultivo en una misma localidad.

Se detectaron diferencias significativas entre los dos ciclos de cultivo para la mayoría de las variables, excepto para el rendimiento, sanidad de mazorca y número de hileras por mazorca (Cuadro 1). La mayoría de las variables evaluadas en el segundo ciclo de cultivo (C-2), mostraron

Cuadro 1. Promedios de las variables evaluadas en 59 genotipos de maíz cultivados en Santa Lucía, Texcoco, Estado de México. Ciclo primavera - verano, 2002 y 2003.

Ciclo	DFM (días)	DFF (días)	APT (cm)	AMZ (cm)	IG (%)	REND (t ha <sup>-1</sup> )	LONMZ (cm)	DIAMZ (cm)	SMZ (1-9)	HI/MZ (Núm.)
C-1	79.0	80.0	2.0	0.8	86.0	6.9	17.7	5.0	7.6	15.3
C-2	75.0	75.0	2.5	1.2	82.8	8.1	18.2	5.4	7.8	15.5
DMS	1.1	1.2	0.3	0.2	2.5	2.4	1.6	0.4	0.9	2.5
CV (%)	0.9	1.0	7.8	12.5	1.9	20.3	5.6	4.7	7.0	10.2
P≤0.01	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	ns

DFM= Días a floración masculina; DFF= Días a floración femenina; APT= Altura de planta; AMZ= Altura a la mazorca; IG= Índice de grano; REND= Rendimiento de grano; LONMZ= Longitud de mazorca; DIAMZ= Diámetro de mazorca; SMZ= Sanidad de mazorca; HI/MZ= Número de hileras por mazorca; C-1 = Primer ciclo de cultivo; C-2= Segundo ciclo de cultivo; DMS= Diferencia mínima significativa; CV= Coeficiente de variación; \*\*= Significativo al 0.01.

un comportamiento superior que el observado en el primer ciclo (C-1), quizá debido a que en el año 2002 la precipitación durante la estación de crecimiento C-1 fue menor y con una distribución menos aceptable que la que se presentó durante el 2003 (C-2). Se identificaron diez genotipos sobresalientes del grupo de cruza provenientes de líneas por líneas, y diez genotipos de las cruza provenientes de materiales criollos por probadores (Cuadros 2 y 3). C-1 fue menor y con una distribución menos aceptable que la que se presentó durante el 2003 (C-2). Se identificaron diez genotipos sobresalientes del grupo de cruzasa de líneas por líneas, y diez genotipos de las cruza entre materiales criollos y probadores (Cuadros 2 y 3).

Los diez mejores genotipos provenientes de cruza entre líneas que mostraron ser prometedores en rendimiento de grano y sus componentes (longitud y diámetro de mazorca, y número de hileras por mazorca), así como en el índice de grano, días a flor masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca y sanidad de mazorca, se muestran en el Cuadro 2. En todas las variables evaluadas para este grupo, hubo diferencias significativas entre genotipos.

El periodo que requirieron estos materiales para llegar a la floración masculina fue de 72 a 78 d, y a floración femenina de 73 a 79 d después de la siembra, por lo que se ubican como materiales precoces, de los cuales existen pocos en el mercado y en el proceso de mejoramiento en programas del INIFAP.

Las alturas de planta (APT) y mazorca (AMZ), mostraron valores que van de 1.8 a 2.3 m en APT, y de 0.9 a 1.2 m en AMZ. Los genotipos seleccionados mostraron alturas homogéneas y menores que las del testigo H-48 (2.6 m y 1.6 m, respectivamente), lo cual es deseable porque la tendencia actual en el mejoramiento de maíz para los valles altos centrales es obtener materiales de porte bajo con una mayor tolerancia al acame y que puedan ser cosechados mecánicamente.

La longitud de mazorca (LONMZ) alcanzó valores de 17.4 a 18.8 cm, lo que da poca variación en esta variable debido quizás a que el germoplasma involucrado es poco heterogéneo para este carácter, y porque en el proceso de selección esta característica no fue favorecida. Sin embargo, la LONMZ no está muy alejada de los valores de los testigos. El diámetro de mazorca mostró valores de 4.6 a 5.8 cm entre genotipos y los de los genotipos seleccionados variaron de 4.9 a 5.5 cm, que fueron superados por los testigos H-40 y H-50, lo cual se atribuye a que la ma-

zorca de los nuevos materiales es de forma más cilíndrica. El número de hileras por mazorca entre los genotipos seleccionados alcanzó valores que van de 15 a 17, que en forma general se consideran bajos debido nuevamente a la forma de la mazorca que no permite tener más hileras; además, las razas involucradas en estos materiales poseen valores bajos en estos caracteres.

El rendimiento, una de las variables más importantes en este trabajo, mostró valores de 5.0 a 10.3 t ha<sup>-1</sup>. Los genotipos sobresalientes únicamente superaron al testigo H-50, con valores que oscilaron de 6.7 a 9.3 t ha<sup>-1</sup>, mientras que los testigos H-40 y H-48 rindieron 10.3 y 9.4 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Es decir, este nuevo germoplasma que es un tanto diferente al que generalmente se ha venido usando en los valles altos centrales, puede tener rendimientos similares a los de híbridos comerciales, con la ventaja de que el nuevo germoplasma puede poseer alelos diferentes y así ampliar la diversidad genética disponible, lo que permitiría desarrollar nuevos patrones heteróticos.

El índice de grano mostró variaciones entre genotipos de 81.8 a 87.8 %; destacan algunos genotipos seleccionados con valores sensiblemente superiores a los observados en uno u otro de los testigos. Esto es indicador de que en la relación grano-olote en el nuevo germoplasma existe variación importante, por ser un componente del rendimiento que puede ser aprovechado en nuevas combinaciones híbridas.

La sanidad de la mazorca se evaluó con una escala de valores de 1 a 9, en donde 1=mazorcas completamente dañadas y 9= mazorcas sin daño, que incluye daños por plagas y enfermedades. Los valores obtenidos variaron de 7 a 9, intervalo en el cual se ubican todos los genotipos sobresalientes, lo que indica que este factor no fue determinante en la expresión de las demás variables evaluadas, y también que el nuevo germoplasma posee características de adaptación a las condiciones ambientales de valles altos y tolerancia a los diferentes patógenos que se desarrollan en esta región.

Los diez genotipos provenientes de cruza entre criollos con probadores que mostraron ser sobresalientes en rendimiento de grano y sus componentes (LONMZ, DIAMZ e HI/MZ), así como en el índice de grano, días a floración masculina y femenina, altura de planta y sanidad de mazorca, se muestran en el Cuadro 3. Todas las variables evaluadas para este grupo mostraron diferencias significativas entre genotipos, excepto para rendimiento

Cuadro 2. Promedios de dos ciclos de cultivo de las variables evaluadas en 10 genotipos de maíz provenientes de la cruce entre líneas y tres testigos, cultivados en Santa Lucía, Texcoco, Estado de México. Ciclo primavera – verano, 2002 y 2003.

Genotipo	DFM (días)	DFF (días)	APT (cm)	AMZ (cm)	IG (%)	REND (t ha <sup>-1</sup> )	LONMZ (cm)	DIAMZ (cm)	SMZ (1-9)	HI/MZ (Núm.)
BGM1xCM-5	74.0	74.0	2.2	1.1	86.2	9.3	18.3	5.2	9.0	16.0
BGM1xCM-5	74.0	75.0	2.3	1.1	87.8	9.0	18.3	5.1	9.0	15.0
BGM6xCM-5	74.0	75.0	2.3	1.2	86.3	8.5	17.4	5.1	8.0	15.0
BGM4xCM-5	74.0	75.0	2.3	1.1	86.5	8.3	18.7	5.4	8.0	17.0
CM6xCM-3	75.0	76.0	1.8	0.9	84.1	7.7	17.9	4.9	8.0	15.0
BGM5xCM-5	75.0	76.0	2.3	1.1	85.1	7.5	18.4	5.2	8.0	15.0
BGM1xCM-4	78.0	79.0	2.0	0.9	83.3	7.2	18.0	5.0	7.0	17.0
(CM-1xCM-2) (CM-5)	72.0	73.0	2.1	0.9	84.5	7.0	18.3	5.3	8.0	15.0
CM-4xCM-5	74.0	75.0	2.2	1.0	83.9	7.0	18.8	5.5	8.0	15.0
(CM-1xCM-2) (BGM1)	76.0	77.0	2.1	0.9	84.7	6.7	17.9	5.0	7.0	16.0
H-40	81.0	81.0	2.3	1.2	82.7	10.3	18.0	5.8	9.0	18.0
H-48	77.0	77.0	2.6	1.7	82.5	9.4	18.2	5.3	8.0	16.0
H-50	81.0	82.0	2.5	1.5	81.8	6.9	18.7	5.7	8.0	18.0
Valor máximo	81.0	82.0	2.6	1.7	87.8	10.3	18.8	5.8	9.0	18.0
Valor mínimo	72	73.0	1.6	0.8	81.8	5.0	16.5	4.6	7.0	14.0
Dif. Mín. Signific.	1.1	1.2	0.3	0.2	2.5	2.4	1.6	0.4	0.9	2.5
P ≤ 0.01	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

DFM= Días a floración masculina; DFF= Días a floración femenina; APT= Altura de planta; AMZ= Altura a la mazorca; IG= Índice de grano; REND= Rendimiento de grano; LONMZ= Longitud de mazorca; DIAMZ= Diámetro de mazorca; SMZ= Sanidad de mazorca; HI/MZ= Número de hileras por mazorca; \*\*= Significativo al 0.01.

Cuadro 3. Promedios de dos ciclos de cultivo de las variables evaluadas en 10 genotipos de maíz provenientes de la cruce entre materiales criollos con probadores y de tres testigos, cultivados en Santa Lucía, Texcoco, Estado de México. Ciclo primavera-verano, 2002 y 2003.

Genotipo	DFM (días)	DFF (días)	APT (m)	AMZ (m)	IG (%)	REND (t ha <sup>-1</sup> )	LONMZ (cm)	DIAMZ (cm)	SMZ (1-9)	HI/MZ (Núm.)
CR.CH-1xCM-5	75.0	76.0	2.4	1.1	85.3	9.4	18.7	5.3	8.0	16
CR.CH-2xCM-4	78.0	78.0	2.3	1.0	81.8	9.4	19.7	5.1	7.0	15
RATONxCM-5	72.0	72.0	2.2	0.9	86.2	9.3	18.6	5.5	8.0	17
BOLITA-1xCM-5	78.0	79.0	2.5	1.1	84.1	9.2	18.7	5.6	9.0	14
BOLITA-2xCM-5	76.0	77.0	2.5	1.1	85.2	8.7	18.3	5.2	8.0	13
BOLITA-3xCM-5	78.0	78.0	2.4	1.1	85.1	8.6	18.2	5.4	8.0	13
C. NORTxCM-5	75.0	76.0	2.6	1.2	87.3	8.5	18.6	5.3	8.0	16
BOLITA-4xCM-5	77.0	78.0	2.3	1.1	84.6	8.4	18.0	5.6	8.0	14
BOLITA-5xCM-5	73.0	73.0	2.2	1.0	84.9	8.1	18.0	5.3	8.0	15
T. NORTxCM-5	74.0	75.0	2.2	1.1	86.6	8.0	17.7	5.1	8.0	15
H-40	81.0	81.0	2.3	1.2	82.7	10.3	18.0	5.8	9.0	18.0
H-48	77.0	77.0	2.6	1.7	82.5	9.4	18.2	5.3	8.0	16.0
H-50	81.0	82.0	2.5	1.5	81.8	6.9	18.7	5.7	8.0	18.0
Valor máximo	83.0	83.0	2.6	1.7	87.5	10.3	19.7	5.8	9.0	18.0
Valor mínimo	72.0	72.0	1.7	0.8	80.9	5.9	16.9	4.9	6.7	12.0
Dif. Mín. Signific.	1.1	1.2	0.3	0.2	2.5	2.4	1.6	0.4	0.9	2.5
P ≤ 0.01	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**

DFM= Días a floración masculina; DFF= Días a floración femenina; APT= Altura de planta; AMZ= Altura a la mazorca; IG= Índice de grano; REND= Rendimiento de grano; LONMZ= Longitud de mazorca; DIAMZ= Diámetro de mazorca; SMZ= Sanidad de mazorca; HI/MZ= Número de hileras por mazorca; \*\*= Significativo al 0.01; ns= No significativo.

Los días a floración masculina y femenina de los materiales sobresalientes fue de 72 a 78 d y de 72 a 79 d, respectivamente; con esos valores los materiales se clasificaron como precoces, si se les compara con los testigos y con otros materiales mejorados que se siembran en la región. Por tanto representan una buena alternativa como material base por su precocidad. Las alturas de planta y de mazorca de los materiales sobresalientes fluctuaron de 2.2 a 2.6 m y de 0.9 a 1.2 m, en planta y mazorca; los genotipos seleccionados presentaron alturas homogéneas y muy similares, y ligeramente inferiores que los testigos, de modo que estos nuevos materiales se ajustan más al tipo de planta que se está requiriendo actualmente para esta zona,

lo que permitirá una más fácil integración al germoplasma básico.

La longitud de mazorca varió de 17.7 a 19.7 cm; los cruzamientos en donde interviene la raza Cristalino de Chihuahua tuvieron los valores más altos, lo cual se puede deber a que en esta raza existen colectas con mazorca grande y con grano cristalino, que tienen buena combinación genética con materiales de los valles altos centrales y, por lo general, heredan este carácter a su descendencia. El diámetro de mazorca varió de 4.9 a 5.8 cm en general, mientras que en los genotipos seleccionados los valores variaron de 5.1 a 5.6 cm, por lo que se puede decir que los materiales seleccionados están en un rango aceptable.

Sin embargo, los testigos son superiores a algunos de los materiales seleccionados, lo que indica que las razas involucradas, principalmente Cristalino de Chihuahua y Tuxpeño Norteño, no hacen un aporte sustancial en este carácter.

El número de hileras por mazorca fue estadísticamente diferente entre genotipos seleccionados, y presentó valores que van de 13 a 17 hileras, que son inferiores a los de los testigos con 16 a 18 hileras. Ello se debe a que las razas de donde proceden los materiales criollos como Bolita y Cristalino de Chihuahua, tienen valores bajos para esta variable, mientras que los testigos provienen de la raza Chalqueño y presentan mayor número de hileras. El rendimiento de los genotipos seleccionados varió valores entre 8.0 y 9.4 t ha<sup>-1</sup> para superar así al testigo H-50 e igualar a los otros testigos. Se descubrió también que las combinaciones de germoplasma diverso de las razas Cristalino de Chihuahua, Ratón y Bolita, al combinarse con germoplasma adaptado y con base genética de valles altos centrales, producen progenies con buen potencial de rendimiento. Es posible entonces que en estos complejos germoplásmicos raciales existan genes que se complementan con los de valles altos centrales y produzcan heterosis en el rendimiento, sin presentar desadaptación a las condiciones ambientales de la región.

El índice de grano varió de 80.9 a 87.5 %; en esta característica destacan la mayoría de los genotipos seleccionados con valores superiores al testigo más bajo, y en algunos casos superaron al mejor testigo. Por tanto, la relación grano/olote de ciertas combinaciones raciales como Cónico Norteño, Tuxpeño Norteño y Ratón, tienen algo que aportar al germoplasma nativo o predominante en los valles altos centrales. La sanidad de mazorca presentó valores de 7.0 a 9.0 en el grupo seleccionado, que con excepción de una colecta de Cristalino de Chihuahua, son muy similares a los testigos. Si se considera a esta variable como una medida de adaptación de los materiales a las condiciones de la región, se puede inferir que aún cuando procede de otras regiones, este germoplasma presenta tolerancia a las limitantes bióticas que aquí prevalecen y que su adaptación es satisfactoria.

Así, el comportamiento de los genotipos de ambos grupos de cruza fue muy similar en todas las variables evaluadas, y las diferencias observadas no fueron significati-

vas. Ello indica, por un lado, que existe germoplasma homocigótico (líneas autofecundadas) que representan una alternativa para nuevas combinaciones sobresalientes con material derivado del germoplasma nativo de valles altos centrales y, por otra parte, que existe germoplasma criollo de razas exóticas a la región que representan una buena opción para diversificar las fuentes de germoplasma de los programas de mejoramiento, sin menoscabo sustancial de la adaptación a las condiciones de la zona.

## CONCLUSIONES

Existen líneas autofecundadas que pueden ser importantes en la generación de nuevos híbridos para la región de valles altos centrales de México. Las razas Cristalino de Chihuahua, Ratón, Bolita, Cónico Norteño y Tuxpeño Norteño, poseen características sobresalientes que pueden ser usadas en estos valles.

La adaptación del material probado a los valles altos centrales, es satisfactoria.

Con la incorporación de germoplasma diferente al de la región, se está en posibilidad de explotar nuevos patrones heteróticos que pueden ayudar a superar los techos en rendimiento y en otros caracteres importantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albarrán M M, J L Arellano V, R Garza G, R Valdivia B, A Espinosa C, F Alemán R, C Ortiz T, C Díaz H (1990) Guía para cultivar maíz en el Estado de México. Folleto para Productores Núm. 1. Chapingo, México. 31 p.
- García E (1988). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4a Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. 132 p.
- Hidalgo R (1991). Conservación *ex situ*. In: Técnicas para el Manejo y Uso de los Recursos Genéticos Vegetales. R Castillo, J Estrella C Tapia (eds). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. pp:71-87.
- Ortega P R, J J Sánchez F Castillo G, V González H, J M Hernández C (1991). Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. In: Avance en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. pp:161-185.
- Vavilov N I (1951). The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Translated from the Russian by K Starr Chester. The Ronald Press Co. New York. 94 p.