

SELECCIÓN DE CARACTERES PARA RESISTENCIA A SEQUÍA Y CUATEO DE MAÍZ EN BASE AL CARÁCTER "ASI"

Gabriel Baldovinos de la Peña¹ y José Antonio Gómez Espinosa¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos.

Palabras clave: Maíz. Resistencia a sequía, ASI, selección.

INTRODUCCIÓN

El 90% de la producción nacional de maíz se obtiene mediante semillas de maíces criollos, principalmente bajo condiciones de temporal. Por tanto, la insuficiencia del agua es una de las limitantes más fuertes en los periodos críticos de la germinación, floración y llenado de la mazorca. El establecimiento del periodo de lluvias es relativamente irregular y aleatorio; la germinación se ve afectada en la siembra. En agosto se presenta un periodo de sequía intra estival que daña la floración; los rendimientos disminuyen o se pierde la cosecha. No se pueden pasar por alto ciertos aspectos económicos y sociales que justifican la realización de estos proyectos de investigación. Afectan los ingresos de los productores maiceros sensiblemente.

El proyecto partió del criterio de selección para resistencia a sequía en colecciones de maíces

criollos de los Altos de Morelos, con suficiente variabilidad genética como material básico original, colectado mediante la sub delegación de Agricultura. Participaron los Ing. Octavio Ayala Linares, Mario Hernández. y Antimio Cruz Vázquez. Los trabajos de Gómez en colaboración con el Dr. Wu Zikai de China, efectuados a partir de 1993, partieron de la alternativa para la selección de resistencia a sequía mediante el ASI (Anthesis Silking Interval), referido en el número de días entre la aparición de la flor masculina, "banderillas" y la femenina, "jilotes". A menor diferencia entre ambos procesos fisiológicos, mayor resistencia a sequía, resistencia a patógenos y tolerancia al stress originado por bajo contenido de nitrógeno en los suelos.

La mezcla resultante de la primera selección de 1998, dio selecciones con acortamientos de ASI de 4.7 días y en la segunda selección de 1999 se dio una

reducción promedio de 3,7 días con fluctuaciones de menos de dos días (protoginia) hasta 8.5 días, La selección se denominó "Tlahuica UAEM 1" En febrero de 2000 se entregó una dotación de semillas a 17 productores de Totolapan, para siembras comerciales. El rendimiento fue de 3.7 ton en promedio. En los periodos subsecuentes p.v. 2001 y 2002 se reafirmaron los resultados.. Se participa en el periodo p.v. 2003

ANTECEDENTES

A nivel mundial, la sequía, reduce la producción de granos en los países en vías de desarrollo en 17% aproximadamente. La sequía en época de floración retarda la aparición de la flor femenina o jilote,. la cual ocurre generalmente después de la floración masculina. Con ello se reduce el llenado de grano y de la mazorca (Hoisington, 1995).

Se han identificado ciertas señales fisiológicas de tolerancia a la sequía como el intervalo entre la aparición de la flor masculina (anthesis) y la aparición de la femenina (silking) que se identifica como "ASI" (Anthesis Silking Interval" (Edmeades, 1995).

En la región Media Atlántica de Estados Unidos, se reconoce que la sequía es el factor abiótico limitante del rendimiento de la cosecha de maíz. Que los genotipos con ASI corto muestran buen desarrollo de mazorca por lo cual son usados como materiales para mejorar las poblaciones de polinización libre

(Hawk y Wildekidan, 1996).

Ribout y otros, 1996, estimaron que la sequía es el fenómeno más importante en el rendimiento del maíz, después de la baja fertilidad del suelo. Que bajo condiciones de sequía, la selección para acortar el ASI en variedades tropicales de polinización libre, muestra una correlación positiva con el rendimiento.

Asimismo, Bolados y Edmeades (1993) reportaron que la sequía reduce el rendimiento de grano en maíz si ésta coincide con la floración o con el llenado de grano.

Westgate 1996, explicó que el decremento en el rendimiento de maíz, expuesto a condiciones de sequía, se debe a un menor número de mazorcas por planta y a un menor número de granos por mazorca.. Esto debido a la asincronía en el desarrollo de las flores, que genera una pérdida de viabilidad del polen, una pérdida de la receptividad en los pelos del jilote, fallas en la fertilización y aborto de los embriones y que la sequía retrasa la salida del jilote con respecto a la del polen.

HIPÓTESIS BÁSICA

Se asume que el desarrollo de la fecundidad de las flores estaminadas y pistiladas deben estar sincronizadas para incrementar el número de granos por mazorca. Se propone seleccionar plantas con aparición de las flores femeninas

antes que las masculinas (protoginia) como estrategia adicional para mejorar la resistencia a la sequía del maíz.

La selección para rendimiento de grano bajo condiciones de un severo estrés de sequía, se considera ineficiente, ya que es muy baja la heredabilidad del carácter rendimiento de grano. Por lo que se propone el estudio de los caracteres secundarios que puedan incrementar la eficiencia de la selección; que muestren alta heredabilidad y sean de fácil medición tales como el "ASI" corto. Aumenta la eficiencia en la selección para mayor rendimiento de grano bajo condiciones de sequía en ciclos de selección recurrente (Bolados 1993). El CIMMYT reportó que la heredabilidad del ASI fue del 65% y que bajo condiciones de sequía, hubo un 52 % de varianza fenotípica total, ya que los genes fueron responsables de la expresión de este carácter. (Hoisington, 1995).

Wu Zikai y Gómez, 1996, reportaron que en dos ciclos de selección recurrente en condiciones del norte de Cuernavaca, se obtuvo una ganancia significativa para "ASI" corto por cada ciclo de selección.

El productor escoge la semilla en la troje, tomando las mazorcas más grandes, de olote más delgado etc. Lo cual debe seguirse haciendo como lo han venido haciendo los maiceros mexicanos por cerca de 8000 años, pero antes debe hacerse una selección de campo, marcando con etiquetas la fecha de la floración de la espiga y la salida de los estigmas y

seleccionar las de menor diferencia entre estas dos para dar mayor resistencia a sequía, tolerancia a marchites y color más intenso. (Muñoz, 1997).

En este trabajo, partiendo de la diversidad de genotipos de los Altos de Morelos, se propuso como criterio de selección para resistencia a sequía un carácter secundario de alta heredabilidad, de fácil medición como es el ASI, cuya eficiencia en selección se ha probado en un primer ciclo de selección masal que se traduce en un mayor rendimiento de maíz en condiciones de polinización libre para los Altos de Morelos, toda vez que desde 1993 se tienen antecedentes experimentales de campo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

OBJETIVOS

- 1.- Continuar concentrando genes de resistencia a sequía, dispersos en las poblaciones de maíces criollos de los altos de Morelos seleccionando masalmente por el carácter conocido como ASI.
- 2.- Difundir la metodología de la selección por ASI entre los productores temporaleros como una alternativa para mejorar criollos en resistencia a sequía intra estival y tener mayor rendimiento.
- 3.- Distribuir semilla la segunda selección masal entre productores maiceros de la zona norte del estado para continuar la selección en campo y determinar su adaptación a cada

agro habitat de esta zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir del material derivado de la primera selección masal en 1998 considerando el carácter secundario conocido como ASI, se inició el segundo ciclo de selección para concentrar genes de resistencia a sequía dada la enorme diversidad genotípica presente en los criollos cultivados en los Altos de Morelos.

El sitio del trabajo experimental quedó ubicado al este del Campus Chamilpa de la UAEM a una altura sobre el nivel del mar de 1750 m aproximadamente. Tiene un clima A(C) w w"ig, de transición, con lluvias en el verano, con promedio de precipitación mayor a 1000 mm, una variación térmica mayor de cinco grados centígrados y menor a siete, siendo el mes de mayo el más caluroso.

El material usado fue la mezcla de una primera selección masal en base a ASI corto de hasta cinco días de una colecta de 112 criollos de la zona norte de Morelos cosechado en 1998.

Se trazaron 38 surcos de 61 metros de largo con una separación de .90 m entre cada surco. Se consideraron lotes de 10 metros de largo por cinco surcos con separaciones longitudinales de un metro entre cada bloque de cinco lotes. En total se tuvieron 30 lotes. Con tres metros de borde al inicio y al final de los surcos y cuatro surcos a

cada lado paralelo de los lotes.

En cada lote se sembró la mezcla de la primera selección masal de 1998 y se distribuyó de la manera descrita para poder cuantificar los resultados de la selección, eliminando al máximo el efecto ambiental.

Se fertilizó con la fórmula 120-100-00 distribuyendo todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra y el otro 50% del nitrógeno en la primera escarda.

La siembra se efectuó el 2 de julio de 1999, trazando parcelas de 10 metros de largo con calles de un metro de ancho; resultaron 30 parcelas en el experimento, con tres surcos de bordo al lado norte y otros tres en el lado sur; tres metros de bordo al este y otros tantos al oeste. Se sembraron tres semillas por golpe, con separación de 50 cm entre golpe y golpe.

Se hicieron tres aplicaciones de herbicida, tanto para malezas de hoja ancha como angosta, así como deshierbes manuales; la precipitación fue muy abundante y las malezas podrían constituir una fuente de error experimental en esta etapa.

A los 15 días y a los 25 se efectuaron aclareos para dejar una planta cada 50 cm.

El 25 de julio se hizo el primer aporque de manera manual, debido a que el exceso de lluvias no permitía el paso de tractor. En esta labor se

incorporo el 50% del fertilizante nitrogenado restante.

El 1 de agosto se realizó el segundo aporque. En este momento se decidió reducir el área experimental debido a que al inicio de la siembra se inundaron los surcos de la fracción sur afectando la germinación y la nacencia de cinco lotes ubicados en esta sección Por lo que quedaron 25 parcelas útiles únicamente.

La selección y etiquetado de plantas con ASI igual o menor a cinco días, se inicio el 26 de agosto o sea 55 días después de la siembra. Esta actividad continuó hasta el 26 de septiembre.

En los primeros días de noviembre se hizo la segunda selección en base a plantas cuateras con ASI hasta de 5 días, colocando una segunda etiqueta a las plantas seleccionadas. En noviembre comenzó la cosecha de plantas con ASI hasta de tres días con una precisión en la selección de 10 porciento.

Se utilizó al efecto la fórmula que propuso Molina Galan del Colegio de Posgraduados de Ciencias Agrícolas:

$$Y = Xg + (Pp - Xp)$$

Donde:

Y = Producción ajustada por planta
Xg = Promedio general
Pp = Peso de producción de cada planta
Xp = Promedio de sublote correspondiente

RESULTADOS

1.-Partiendo de una mezcla resultante de la primera selección, se logró un acortamiento del ASI en 4.7 días En la segunda selección, el acortamiento resultante en el ASI fue de 3.7 días, con fluctuaciones de menos dos días (protoginia) hasta 8.5 días.

2.-El rendimiento de la población de esta segunda selección fue de 3.7 ton por hectárea.

3.-Así mismo, como resultado del experimento, el 26 de octubre de 1999 se efectuó una demostración de campo en el lote experimental sobre las características de la selección en base al ASI, con la asistencia de 150 personas de 10 diferentes grupos En dicha demostración, estudiantes de Genética de la Facultad de Ciencias Agropecuarias participaron como expositores.

4.- Como consecuencia de la demostración, diferentes productores de los Altos de Morelos solicitaron mas información, asesoría técnica y semilla para probarla en sus parcelas.

5.- El 11 de febrero de 2000 se entregó una dotación de semilla a 17 productores de los poblados de Huitzilac, Tres Cumbres y Coajomulco, en una ceremonia efectuada en las Oficinas de la Presidencia Municipal de Huitzilac, contando con la presencia de productores y autoridades municipales.

6.- Se estableció el compromiso por parte de los productores de dar a conocer los resultados de la adaptación y del rendimiento de la variedad criolla en proceso de mejoramiento que para fines de identificación se denominó "Tlahuica UAEM - 1"

7.-Por nuestra parte, el compromiso fue de dar asesoría y efectuar un taller de producción y fitomejoramiento de maíces criollos.

BIBLIOGRAFIA

BOLAÑOS et ALL. (1993) "Eigth Cycles of Selección for Drought Tolerance in Lowland Tropical Maize" *Field Crop Research*. 1993. 31: 3-4, 269-286, 39 ref.

EDMEADES, GREGORIO AND BECK, DAVID. (1995) " Drought Tolerance in Tropical Maize: Molecular Mapping of QTL for ASI in F2 Population" CIMMYT Applied Biotechnology Laboratories (ABL) Fact Sheet. Maize Program. CIMMYT Home page.

EDMEADES G.O. et al. (1993) "Causes for Silk Delay in a Lowland Tropical Maize Population". *Crops Science*. 1993. 33: 5, 1029-1035, 33 ref.

GUE and WASSON. (1992) "Inheritance of Some Drought Adaptative Traits in Maize: Interrelationships" *Maydica* 1992, 37:2, 157-164,22 ref.

HAWKJ.A. and. WLDEKIDAN, T (1995) "Breeding Drought Tolerant Maize in the Mid- Atlantic Region of the USA.

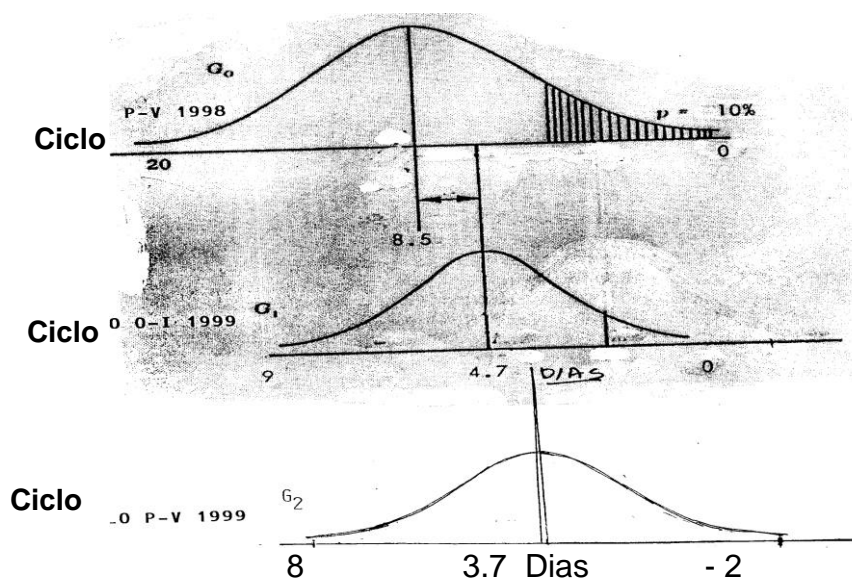
HOISINGTON et ALL. (1996) " QTL for Insect Resistance and Drought Tolerance in Tropical Maize". *Prospects for Marker Assisted Seleccction*. *Unifying Plant - Genomes*1996. 39-44 , Symposia of the Society for Experimental Biology No. 50 14 ref.

MUÑOZ O. ABEL.(1987) " Selección Masal en Maiz" *Colegio de Posgraduados. Memorias de Agricultura Orgánica* . 103-105.

RIBAUT et ALL (1996) "Identification of Quantitative Trait Loci under Drought Condition in Tropical Maize". *Theoretical Applied Genetics*. 92, 7, 905-914 ,35 ref.

WU- ZIKAI, and GOMEZ J. ANTONIO (1996) " Gain of Recurrent Selection for ASI in Maize Populations." *Acta Agronómica - Sinica*. 22:4, 458-464, 11 ref.

MEDIDAS DE "ASI"



G_0 = POBLACIÓN ORIGINAL.

G_1 = POBLACIÓN DE PRIMERA SELECCIÓN MASAL

G_2 = POBLACION DE SEGUNDA SELECCIÓN MASAL