

EVALUACION DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA DE LAS LINEAS BASICAS DE EL BAJIO EN SUS DIFERENTES INCREMENTOS PARA SU MANTENIMIENTO

Por: *Aquiles Carballo C.*
Miguel Monroy R.

RESUMEN

De un estudio de las características de aptitud combinatoria general y específica, así como algunas morfológicas y fisiológicas, en diferentes orígenes de aumentos de doce líneas básicas de maíz para la región de El Bajío, se concluye lo siguiente: 1) Existen diferencias estadísticamente significativas para la característica de aptitud combinatoria, entre orígenes de algunas de las líneas estudiadas; 2) No hay una tendencia definida hacia cambios definitivos, sino meras fluctuaciones que pueden interpretarse como debidas al tamaño de muestra en la obtención de los cruzamientos de prueba, o bien, en los aumentos de semilla y su efecto en las fluctuaciones de las frecuencias génicas y genotípicas; 3) En los caracteres morfológicos y fisiológicos la variación observada puede deberse además a una posible selección humana y en el caso particular de dos líneas en las que hubo cambios notables en precocidad y coloración, pudo ser también un efecto de la selección gamética operando en los distintos ambientes en que se aumentaron las líneas.

SUMMARY

From a study of the characteristics of specific and general combining ability for yield, as well as for some morphological and physiological ones from different sources of multiplication of twelve inbred lines of corn for El Bajío region, the following conclusions were reached: 1) There are statistically significant differences for the characteristic of combining ability between sources of some of the lines studied; 2) There is not a defined tendency towards definite changes, only small fluctuations that can be interpreted either as due to sample size during the formation of the test crosses or to the multiplication of seed and its effect in the fluctuations of the genic and genotypic frequencies; 3) Changes in variation observed in the morphological and physiological characteristics can be due human selection; and in the particular case of two lines in which there were notable changes in earliness and coloration, it could also be an effect of the gametic selection operating in the different environments where the lines were increased.

INTRODUCCION

La necesidad de contar a corto plazo con maíces mejorados fue una razón importante para que en el mejoramiento del maíz en México, los primeros híbridos que se obtuvieron y distribuyeron comercialmente estu-

vieron formados con líneas de una sola autofecundación. Uno de estos híbridos fué el H-1, recomendado para siembras de riego en los Valles Altos de México y en cuya composición intervenían las líneas Méx. 37-5, Hgo. 3-5 y Urq. 54. Recién obtenido este híbrido presentó cualidades sobresalientes, particularmente de rendimiento; sin embargo, al cabo de los años tuvo una disminución notable en esta característica debido a que las líneas habían sufrido cambios a partir de los primeros aumentos. Hasta el momento no se ha investigado aún sobre las posibles causas que motivaron esos cambios, y solo se ha considerado como la más probable la de muestreo ineficiente por la amplia heterogeneidad y heterocigocidad de las líneas S_1 .

El hecho de que los híbridos actuales estén formados con líneas de una a un máximo de cuatro autofecundaciones, obedece al requerimiento de variedades de amplia adaptación, dadas las condiciones tan variables de suelo y clima de las zonas maiceras de la República. Esta situación y la experiencia tenida con el híbrido H-1, indujeron a planear el presente estudio con el objeto de probar la aptitud combinatoria general y la aptitud combinatoria específica en materiales de diferente origen de las líneas básicas de El Bajío, provenientes de aumentos de semilla mediante cruzamientos fraternales llevados a cabo a través de varios años, y de comparar, además, las características morfológicas y fisiológicas de los distintos orígenes dentro de cada línea.

Independientemente de la información que pudiera dar este estudio, a partir de 1962 el aumento de las líneas se ha venido realizando utilizando una muestra grande de plantas y evitando posibles selecciones por precocidad o por cualquier otra característica que visualmente pudiera resultar atractiva.

REVISION DE LITERATURA

En el maíz la evaluación de una línea puede hacerse en función de sus características agronómicas y de su rendimiento per se, y por la capacidad de expresar caracteres favorables en las cruza en que intervengan, o sea por su aptitud combinatoria.

La aptitud combinatoria se divide en dos categorías que Sprague y Tatum (1942) definen como sigue: aptitud combinatoria general "es la capacidad media de una línea en combinaciones híbridas". La aptitud combinatoria específica "es la utilizada para designar aquellos casos en que ciertas combinaciones se aparten del valor esperado en base a la respuesta promedio de las líneas involucradas".

En 1932 Jenkins y Brunson propusieron la prueba de mestizos o cruza probadoras (cruza de líneas autofecundadas X una variedad) para evaluar la aptitud combinatoria general de las líneas, encontrando que en cruzamientos simples, de alto rendimiento, participaron líneas con buen comportamiento en pruebas de mestizos; y cruzamientos simples de bajo rendimiento, estaban formados con líneas de un mal comportamiento en la prueba de mestizos.

En el mejoramiento del maíz las pruebas de aptitud combinatoria se llevan a cabo en líneas avanzadas. Jenkins (1935) propuso las pruebas tempranas en líneas S_0 y líneas S_1 , para la característica de aptitud combinatoria general, basándose, para ello en que existen diferencias de aptitud combinatoria en plantas S_0 y S_1 y que dichas diferencias pueden detectarse por medio de la prueba de mestizos.

Johnson y Hayes (1940), Gower (1943) y Green (1948a), estudiaron la herencia de la aptitud combinatoria y encontraron que es un carácter heredable.

De la Loma (1963) describió la metodología para la conservación del material básico en función del grado de homocigosis

Sprague (1939) estimó el número de plantas requeridas para representar a una variedad de polinización libre de maíz, mediante un estudio de la varianza de cruza probadoras en plantas individuales de 2 variedades de polinización libre, en relación con la varianza asociada al error. Encontró que la varianza de las medias de muestras de 10 a 20 plantas, no tendrían importancia al compararla con la varianza adscrita al error de muestreo; por lo que probablemente 10 plantas constituirían una muestra adecuada, y un aumento en el tamaño de la muestra por arriba de 20 plantas resultaría en poca reducción adicional de la varianza.

MATERIALES Y METODOS

Las líneas básicas de El Bajío con las que se llevó a cabo el presente estudio son:

C. 123	Gto.20-247-2-2-4-5
C. 123-2-1-8	Gto.29-29A-5-4
C. 243	M. 30-60-3
C. 243-2-2	BI.82-2-3
C. 90	C. 110-1-5
Ag.172	Bolita Compuesto I.

Cada línea desde su obtención ha sido aumentada regularmente mediante cruzamientos fraternales, utilizando mezcla de polen en poblaciones mínimas de plantas y máximas según las necesidades de semilla. El número de surco, localidad y año, identifican al origen de un incremento determinado. Los orígenes utilizados fueron: La Piedad 1954, La Piedad 1955B, Jaloxtoc invierno 1955-1956, La Piedad 1965B, La Piedad 1957A, La Piedad 1957B, Jaloxtoc invierno 1958-1959, Cortazar 1959A, Cortazar 1960A y Roque 1961A; las letras identifican al tipo de siembra, siendo A de riego y B de temporal; todas las localidades corresponden al Bajío con excepción de Jaloxtoc que se encuentra en el estado de Morelos.

Para la evaluación de la aptitud combinatoria general se utilizó como provador la variedad León II-Celaya. Para evaluar aptitud combinatoria específica se siguió el esquema de la formación de los híbridos comerciales cruzando todos los orígenes de una línea con el origen más representativo de la otra línea con la cual forma la cruz simple básica. La selección de origen más representativo se hizo visualmente con base al conocimiento del material básico del programa.

Los diferentes orígenes se establecieron en parcelas de 2 surcos, los probadores específicos en parcelas de 10 surcos y la variedad para probar la aptitud combinatoria general en una parcela de 60 surcos. La siembra se hizo en surcos de 10 m de longitud a 0.92 m entre surcos y a una distancia de 30 cm entre plantas. En la mayoría de los casos las cruza se hicieron llevando polen de la línea al probador respectivo y solo en algunos casos se hizo en forma recíproca. A cada línea en sus diferentes orígenes se les tomaron datos de las siguientes características: días a floración, coloración de espigas, estigmas y vaina, uniformidad y vigor.

Las cruza resultantes se probaron en ensayos de rendimiento diseñados en bloques al azar con 4 re-

peticiones y de 4 a 8 variedades, según las cruza logradas. En la mayoría de los experimentados se utilizaron parcelas de 24 surcos, aunque en algunos, por limitaciones de semilla, únicamente se usó un surco. Los surcos tuvieron una longitud de 10 m, con una separación de 0.92 m entre surcos y matas de tres plantas a cada metro. Tanto la obtención de los cruzamientos y la toma de datos en las líneas, como la siembra de los experimentos, se llevaron a cabo en el Campo Experimental de Roque, Gto., durante 1962 y 1963, respectivamente.

La siembra de los 24 experimentos resultantes se llevó a cabo en mayo de 1963. La fertilización total fue de 120-40-00.

En el momento de la cosecha se determinó el porcentaje de humedad del grano y el porcentaje de la mazorca para cada parcela; con esos datos se obtuvo el peso del grano al 12% de humedad. Los rendimientos parcelares se corrigieron por matas faltantes con la fórmula de corrección por fallas de la Estación Agrícola

Experimental de Iowa, que es: $PH = PC \frac{H - 0.3M}{H - M}$, en la que PH=peso corregido, PC=peso de campo, H=número de matas en una parcela completa, M=número de matas faltantes (fallas) y 0.3 constante de ajuste.

Una vez hecho el análisis de varianza en los distintos experimentos; la comparación entre orígenes se hizo mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5%.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los ensayos de rendimiento se encuentran sintetizados en el Cuadro I. De la observación de dicho cuadro podemos apreciar que en la prueba de aptitud combinatoria general, las líneas que presentaron diferencias entre sus orígenes fueron: C. 123, C. 243, M. 30-60-3, BI. 82-2-3 y Bol. Comp. I; en tanto que para la prueba de aptitud combinatoria específica, fueron las siguientes líneas: C. 123, C. 90, C. 123-2-1-8 y C. 110-1-5. De las 12 líneas básicas que se utilizaron para las pruebas, únicamente Ag. 172, C-243-2-2, Gto. 29-29A-5-4 y Gto. 20-247-2-2-4-5, se han mantenido sin cambios en la característica de aptitud combinatoria a través de los aumentos posteriores a su obtención.

De los datos obtenidos de las características de días a floración, color de espigas, color de estigmas, color de la vaina, uniformidad y vigor; las observaciones más sobresalientes fueron las siguientes:

1) Aunque ha habido una tendencia a seleccionar hacia precocidad, ésta ha sido apenas perceptible, por lo que puede considerarse que esta característica

se ha mantenido constante en la mayoría de las líneas con excepción de C. 123-2-1-8 y Gto. 20-247-2-2-4-5. La línea C. 123-2-1-8 cambió de 77 días, en el origen de La Piedad 54, a 83 días en los otros orígenes; la línea Gto. 20-247-2-2-4-5 tuvo un cambio gradual a partir de La Piedad 54, de 83 a 73 días. También pudo notarse que en la mayoría de las líneas hubo fluctuaciones alrededor de una determinada fecha, llegando en algunos casos a ser hasta de 5 días.

2) Las características de coloración en estigmas, espigas y vaina, han permanecido sin modificación apreciable, con excepción de la línea Gto. 20-247-2-2-4-5, en la que los orígenes de La Piedad 54 y La Piedad 56B son distintos a los demás.

3) En las características de uniformidad y vigor se notó una ligera variación en el sentido de que muchas líneas son más uniformes y más vigorosas en sus orígenes recientes.

DISCUSION

En general puede decirse que no obstante que algunos orígenes son distintos a los demás en 5 y en 4 de 12 líneas para las características de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, respectivamente, ello no representa sino fluctuaciones alrededor del comportamiento promedio de la línea y de ninguna manera un cambio completo y desfavorable; esta observación queda apoyada en el comportamiento del último origen o sea Roque 61A, en el que en todas las pruebas, salvo una, resultó dentro del grupo de orígenes de mayor aptitud combinatoria. La explicación a estas fluctuaciones puede residir en el tamaño de muestra, el que puede analizarse desde varios puntos de vista.

El tamaño de la muestra al hacer los cruzamientos de prueba puede considerarse como pequeño ya que únicamente se han utilizado 10 plantas. Aunque no hay una tendencia definida, este aspecto es particularmente importante en las líneas de una sola autofecundación o en general poco avanzadas cuya variabilidad genética es mayor, mismas que en una mayor proporción presentan diferencias significativas en sus orígenes.

Es de notarse que en ciertos orígenes que resultaron sobresalientes, su procedencia ha sido de orígenes "originales" que fueron inferiores estadísticamente, pudiendo considerarse como una posible explicación que el tamaño de la muestra al llevar a cabo los aumentos de semillas ha sido pequeño.

El trabajar con poblaciones pequeñas acarrea por simple juego del azar fluctuaciones en las frecuencias génicas y genotípicas, las que se reflejan en las fluctuaciones que se observan en el comportamiento de cada línea no solo en las características de aptitud

**Cuadro 1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y
ESPECIFICA EN DIFERENTES ORIGENES DE LAS LINEAS BASICAS DE
EL BAJIO**

ORIGENES	C. 123		C. 243		C. 90		Ag. 172		C.123-2-1-8	
	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE
La Piedad-54	**						A	*	A	ABC
La Piedad-55B	AB	C	AB	A	A	AB			A	ABC
Jaloxtoc Inv. 55-56					A	AB	A			
La Piedad-56-B	A	BC			A	A	A			
La Piedad-57A	C	BC	AB	A	A	AB	A		A	BC
La Piedad-57B	BC	AB	AB	A						
Jaloxtoc Inv. 58-59	ABC	ABC			A	AB	A			
Cortazar-59A	AB	A	A	A	A	A			A	A
Cortazar-60A	ABC	BC	AB	A	B	A			A	C
Roque-61A	ABC	AB	B	A					A	AB

	C.110-1-5-		M.30-60-3		BI-82-2-3		C.243-2-2		Gto.29-29A-5-4	
	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE	ACG	ACE
La Piedad-54										
La Piedad-55B							A	A	A	A
Jaloxtoc Inv. 55-56			B							
La Piedad-56B										
La Piedad-57A	A	B	A	A	B	A				
La Piedad-57B							A	A	A	A
Jaloxtoc Inv. 58-59	A	A	AB	A	A	A	A	A	A	A
Cortazar-59A	A	B	B	A	AB	A	A	A	A	A
Cortazar-60A	A	B	AB	A			A	A	A	A
Roque-61A	A	AB	A	A	A	A	A	A		

	Gto. 20-247-2-2-4-5		Bolita Compuesto I	
	ACG	ACE	ACG	ACE
La Piedad-54	A	A		
La Piedad-55B				
Jaloxtoc Inv. 55-56				
La Piedad-56B	A	A	B	A
La Piedad-57A	A	A		
La Piedad-57B	A	A	AB	A
Jaloxtoc Inv. 58-59	A	A	A	A
Cortazar-59A	A	A	A	A
Cortazar-60A	A	A		
Roque 61AA	A	A	B	A

AGG. Aptitud combinatoria general.

* No se llevó a cabo la prueba.

ACE.- Aptitud combinatoria específica.

** Letras iguales sin diferencias estadísticas.

combinatoria sino también en caracteres morfológicos y fisiológicos.

Otra posible causa de los cambios observados puede ser la técnica experimental utilizada; siendo quizá el aspecto más importante el del tamaño de parcela utilizado, que en algunos experimentos fué de un solo surco.

En cuanto a las características morfológicas y fisiológicas de las líneas, la selección artificial involuntaria ha procedido ligeros cambios, particularmente en precocidad y vigor; hecho más notable en las líneas poco avanzadas donde la variabilidad interna en las mismas es mayor y hay por lo mismo mayores posibilidades de sesgo hacia caracteres que representen cierto atractivo para los individuos encargados de los incrementos. Las fluctuaciones que se observaron en las características de coloración, precocidad, etc. pudieron haberse debido a cambios en las frecuencias genéticas y genotípicas a través de los tamaños de muestra, que han variado en los diferentes aumentos de 20 a 600 plantas o más.

En los cambios más notables ocurridos, como es el caso de la precocidad en las líneas C. 123-2-1-8 y Gto. 20-247-2-2-4-5, y de coloración en espigas y

estigmas en la línea Gto. 20-247-2-2-4-5, pudieron deberse a algunas de las razones ya expuestas y también a una posible selección gamética, actuando en los diferentes ambientes en que se llevaron a cabo los aumentos, algunos de los cuales son francamente contrastantes.

CONCLUSIONES

El mantenimiento del material básico es de indudable importancia, ya que de él depende que las características favorables por las que se seleccionaron las líneas se conserven indifinidamente.

La prueba de la aptitud combinatoria general y de la aptitud combinatoria específica en diferentes orígenes de las líneas básicas de El Bajío y su comparación en morfología y fisiología perse conduce a las siguientes conclusiones:

1. Existen diferencias estadísticas significativas entre los diversos orígenes de algunas de las líneas que se estudiaron. Al no haber una tendencia definida hacia cambios definitivos, sino más bien fluctuaciones, esto se interpreta como:

a) Tamaño de muestra inadecuado, tanto en la obtención de los cruzamientos de prueba como en el

utilizado en los experimentos.

b) Tamaño de muestra inadecuado en los aumentos de semilla, y su efecto en las fluctuaciones de las frecuencias génicas y genotípicas.

2 Las mismas explicaciones pueden darse a las fluctuaciones en los caracteres morfológicos y fisiológicos, y el cambio observado en las líneas C.123-2-1-8 Gto. 20-247-2-2-4-5 pudo haber sido, además, una conveniencia de la selección gamética operando en los distintos ambientes en que las líneas se aumentaron. No debe descartarse la posible selección humana.

3. En general puede considerarse que no obstante las fluctuaciones que presentan algunas líneas, la característica más importante que es rendimiento, se ha logrado mantener.

4. Considerando que la mayoría de las líneas son de una a tres autofecundaciones, es conveniente llevar a cabo los aumentos en poblaciones grandes, evitando, mediante técnicas adecuadas de polinización, cualquier posible selección.

5. Deben planearse nuevos proyectos con los objetivos de confirmar los resultados obtenidos e investigar las causas que han motivado los cambios en el material básico, así como las poblaciones óptimas para el aumento de líneas de pocas autofecundaciones y la metodología más adecuada para conducirlo.

RESUMEN

La consideración de que en el material básico

derivado del mejoramiento del maíz para la región de El Bajío pudiera haberle ocurrido algún cambio desde su obtención motivado por los constantes aumentos de semilla bajo polinización controlada, indujo al estudio de las características de aptitud combinatoria general y específica, así como algunas morfológicas y fisiológicas, en diferentes orígenes de aumentos de 12 líneas básicas. De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente: 1) existen diferencias estadísticamente significativas para la característica de aptitud combinatoria entre los diversos orígenes de algunas de las líneas básicas estudiadas, 2) no hay una tendencia definida hacia cambios definitivos, sino meras fluctuaciones que pueden interpretarse como debidas a: i) tamaño de muestra en la obtención de los cruzamientos de pruebas y en los experimentos, ii) tamaño de muestra en los aumentos de semilla y su efecto en las fluctuaciones de las frecuencias génicas y genotípicas. 3) las fluctuaciones en caracteres morfológicos y fisiológicos observados pueden deberse a efectos de muestreo y a una posible selección humana. Se considera además que en las líneas C. 123-2-1-8 y Gto. 20-247-2-2-4-5 en las que hubo cambios notables en precocidad y coloración, esto pudo ser un efecto de la selección gamética operando en los distintos ambientes en que se aumentaron las líneas, 4) no obstante las fluctuaciones que presentan las líneas, se ha logrado mantener la característica de rendimiento, 5) es conveniente llevar los aumentos del material básico en poblaciones grandes, evitando cualquier posible selección; 6) deben planearse nuevos estudios con el objeto de confirmar los resultados obtenidos, investigar la causa de los cambios y fluctuaciones, determinar el tamaño óptimo de las poblaciones para el aumento de las líneas de pocas autofecundaciones y la metodología más adecuada para estos aumentos.

BIBLIOGRAFIA

1. COWAN, J. R. 1943. *The value of double cross hybrids involving inbreds of similar and diverse genetic origin.* Sci. Agr. 23:287-296.
2. DE LA LOMA J.L. 1963. *Genética General y Aplicada* UTEHA 508-509.
3. GREEN, J.M. 1948a. *Inheritance of combining ability in maize hybrids.* J.M. Soc. Agron. 40:58-63.
4. JENKINS, M.T. y Brunson, A.M. 1932. *Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations* J.M. Soc. Agron. 24:523-530.
5. JENKINS, M.T. 1935. *The effect on inbreeding and of selection within inbred lines of maize upon the hybrids made after successive generations of selfing.* Iowa State Coll. J. Sci. 3:429-450.
6. JOHNSON J.J. y Hayes H. K. 1940. *The value in hybrid combinations of inbred lines of corn selected from single crosses by the pedigree method of breeding.* J. Am. Soc. Agron. 32:479-485.
7. SPRAGUE G.F. 1939. *An estimation of the number of topcrosses plants required for adequate representation of a corn variety.* J. Am. Soc. Agron. 31:11-16.
8. SPRAGUE G.F. and tatum, I. A. 1942. *General vs. specific combining ability in single crosses of corn.* J. Am. Soc. Agron. 34:923-932.