

## EVALUACION DE HIBRIDOS RECOBRADOS DE MAIZ EN LA ZONA DEL BAJIO DERIVADOS DE H-309<sup>1</sup>

Jorge Covarrubias Prieto<sup>2</sup>

### RESUMEN

Con el objeto de obtener híbridos recobrados de maíz (*Zea mays* L.) que pudieran sustituir al híbrido original H-309, por ser superiores a éste en rendimiento, caracteres agronómicos y de adaptación más amplia, se derivaron sublíneas a partir de cada una de las líneas que integran el híbrido H-309; híbrido de buena adaptación para siembras de medio riego o con buen temporal en la zona del Bajío. Las sublíneas de cada línea progenitora de la cruce simple hembra fueron evaluadas usando como probador a la cruce simple macho del mismo híbrido y viceversa. Con las sublíneas seleccionadas se formaron 225 híbridos de cuatro líneas que se evaluaron en once ambientes (cinco años en Roque, Gto., y cuatro años en cuatro localidades del estado de Jalisco). Se identificaron 37 híbridos recobrados superiores en rendimiento al H-309 en un 14% en promedio. Además, tuvieron mejor comportamiento en la zona central de Jalisco que en Guanajuato. La precocidad fue similar en ambos materiales, pero la sanidad fue mayor en los híbridos recobrados. Esto demuestra que es posible obtener nuevos materiales con mayor rendimiento y mejores características a partir de material comercial, en los que aún existe suficiente variabilidad genética que es posible aprovechar en nuevas combinaciones híbridas más específicas.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Híbridos recobrados, selección recíproca recurrente, sublíneas, probador, *Zea mays*.

<sup>1</sup> Información parcial que el autor presentó como tesis para la obtención del título de Ing. Agr. en la Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>2</sup> Ex-investigador. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. C.P. 56230.

### SUMMARY

Aiming to obtain retrieved corn (*Zea mays* L.) hybrids that might overyield H-309, with better agronomic characteristics and wider adaptability, in such a way that one of them could replace the original hybrid, inbred sublimes from each parental line of hybrid H-309 were derived; this hybrid has good adaptability in the Bajío area under irrigation or good rainfall conditions. Inbred sublimes derived from each parental inbred of H-309 female single cross were tested to the H-309 male single cross and viceversa. Selected inbred lines were used to form 225 retrieved double cross hybrids which were yield tested at 11 environments (five years at Roque, Gto., and four years at four locations in the State of Jalisco). Yield tests let us identify 37 retrieved hybrids that overyielded 14%, on the average, H-309. Besides, these new hybrids had a better performance in Jalisco than in Guanajuato; days to pollen shed were similar in both, H-309 and retrieved hybrids, but plant health was better in retrieved hybrids. This fact demonstrate that high yielding and with better agronomic quality materials could be obtained from commercial varieties, because there is still enough genetic variability which is feasible to use in new specific hybrid combinations.

### ADDITIONAL INDEX WORDS

Retrieved hybrids, reciprocal recurrent selection, sublimes, tester, *Zea mays*.

### INTRODUCCION

La gran mayoría de los híbridos de cruce doble liberados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ahora Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), están formados con líneas de pocas autofecundaciones, por

lo que no son altamente homocigóticas y presentan aún mucha variabilidad genética. Esto se asocia a problemas fuertes en el mantenimiento de las líneas, lo cual repercute en la formación de los híbridos, ya que se requiere un tamaño de muestra muy grande para poder mantener todas las características de esas líneas. Tomando en cuenta esta situación, es muy probable que los híbridos que aún se mantienen después de muchos años de su liberación sean bastante diferentes a las versiones originales.

Por otro lado, la obtención de un híbrido con características favorables para una región determinada toma por lo general más de 10 años si se trata de híbridos de primera generación, siendo el período mucho más largo después de esa primera liberación. Si las líneas que integran los híbridos tienen aún mucha variabilidad genética, ésta puede aprovecharse siguiendo el mismo patrón heterótico del híbrido original, derivando sublíneas y probando su aptitud combinatoria (ACG), para formar con las mejores sublíneas, híbridos recobrados que puedan superar al híbrido original. En el presente trabajo se usó parte de la información obtenida por Covarrubias (1977) en su tesis profesional con el objeto de probar lo arriba enunciado con el híbrido H-309, adaptado a la zona centro de Jalisco.

El principal objetivo fue el de seleccionar nuevos híbridos formados con sublíneas derivadas de los progenitores de H-309, pero que lo superaran en rendimiento, calidad agronómica y de mayor adaptabilidad.

### REVISION DE LITERATURA

Poehlman (1971) menciona que la hibridación es el método de mejoramiento que más se ha empleado para incrementar la capacidad de rendimiento del maíz y sobre el que

más se ha trabajado desde que Shull lo propuso como un sistema para explotar el vigor híbrido.

Una razón importante para usar semilla  $F_1$  en los híbridos comerciales de maíz, es que en esta generación es máxima la manifestación de la heterosis que se obtiene al cruzar dos o más líneas. La palabra heterosis es, según Jones (1952), una contracción de la palabra heterocigosis y es un sinónimo de vigor híbrido. Este autor señala que la heterosis se manifiesta como resultado de una cruza, a través de dos maneras: como un incremento en el tamaño o número de partes, o como un aumento en la eficiencia biológica (tasas de reproducción y aptitud de supervivencia más altas).

El término heterosis se popularizó después de que Jones sugirió, en 1918, el empleo de la cruza doble (CD) a partir de dos cruza simples (CS) para la producción comercial de semilla híbrida de maíz.

Se admite, en general, que la magnitud de la heterosis se encuentra asociada de manera directa con la divergencia genética. Los resultados indican que a mayor divergencia entre los progenitores de una cruza, mayor es el grado de heterosis expresado; sin embargo, Moll *et al.* (1965) señalaron que la heterosis se incrementa hasta cierto nivel de divergencia entre las poblaciones y que a partir de ahí tiende a decrecer.

En un estudio teórico, Cress (1966) demostró que la ausencia de heterosis en la cruza entre dos poblaciones no necesariamente indica falta de divergencia genética, sino que la heterosis depende de la contribución acumulativa de los loci que determinan cierto carácter, por lo que en algunos loci puede haber efectos negativos que cancelen la respuesta positiva de otros.

Aunque la heterosis ha sido observada en un sinúmero de especies, la explicación genética de este fenómeno no está completamente esclarecida. Varios investigadores han propuesto diferentes teorías para explicarla, algunas de ellas carentes de una base genética. No obstante la gran cantidad de investigación que se ha hecho al respecto, no ha sido posible probar o rechazar completamente las teorías propuestas (Hallauer y Miranda, 1981).

Respecto a las hipótesis propuestas para explicar la heterosis, Hallauer y Miranda (1981) señalan que Shull presentó la primera en 1908, en la que explica que la heterocigosis provoca un estímulo fisiológico (interacción alélica) que permite al individuo llevar a cabo una función con mayor eficacia con respecto a individuos homocigotes; ésta es una explicación no mendeliana (sobredominancia).

La segunda hipótesis fue propuesta de manera independiente por Keeble y Pellew en 1908, y por Bruce en 1910 (citados por Crow, 1952), con una interpretación genética (factores dominantes favorables) y que se basó principalmente en la correlación observada entre dominancia y efectos benéficos (o recesividad y efectos detrimentales).

Algunos de los argumentos que se han presentado en contra de la hipótesis de factores dominantes favorables son, según Hallauer y Miranda (1981): a) si la heterosis se debe a la acumulación de genes dominantes favorables, sería posible obtener líneas endogámicas tan productivas como los híbridos de cruce simple, b) ausencia de una distribución asimétrica en la generación  $F_2$  y c) fracaso en la obtención de una evidencia convincente de la ocurrencia de dominancia en la expresión de caracteres de herencia cuantitativa.

Existen evidencias tanto teóricas como prácticas que apoyan en parte los argumentos de la hipótesis de dominancia, pero la prueba definitiva de cualquiera de las hipótesis es difícil de establecer.

Falconer (1981) hace una demostración teórica acerca del fenómeno de la heterosis y señala que los requisitos necesarios para su manifestación son la presencia de cierto grado de dominancia y diferencias en la frecuencia génica entre los progenitores que se cruzan.

La selección recurrente recíproca fue propuesta por Comstock *et al.* (1949) para el mejoramiento de híbridos comerciales en organismos diploides, con particular referencia al mejoramiento del maíz (*Zea mays* L.). Estos autores postularon que la metodología podría ser eficiente para hacer selección simultánea para Aptitud Combinatoria General (ACG) y para Aptitud Combinatoria Específica (ACE). Sin embargo, Comstock y Robinson (1956) señalan que considerando su lineamiento central, la selección recurrente recíproca es potencialmente aplicable a cualquier especie en donde una línea, una progenie o cruza varietales sean de importancia en la producción comercial. La propuesta de esta metodología considera el uso de dos materiales genéticos diferentes y que éstos deben ser tan genéticamente divergentes como sea posible, ya que el o los híbridos que se aprovechen serán el resultado del cruzamiento entre progenies derivadas de ambas fuentes. Por lo tanto, se puede emplear como material original a dos variedades, dos sintéticos o la generación  $F_2$  de dos cruces simples integrantes de una buena cruce doble. Finalmente, se sabe que las generaciones avanzadas de las cruces simples de una cruce doble, combinan tan bien como las cruces simples originales, por lo que Comstock *et al.* (1949) concluyen que parece

completamente posible que la selección recíproca aplicada a dichas generaciones avanzadas podría generar un híbrido superior entre ellas, lo cual representa una aplicación importante del método, puesto que ofrecería la posibilidad de trabajar en mejoramiento desde un punto de partida avanzado, ya que se utilizaría material genético con un comportamiento superior probado.

### MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se partió del híbrido H-309, formado con cuatro líneas  $S_1$ , liberado por la extinta Oficina de Estudios Especiales (O.E.E.) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (S.A.G.), ahora Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.). La mejor área de adaptación de este híbrido es la zona centro de Jalisco y su rendimiento es superior al de los criollos regionales.

El material usado en el presente trabajo comprendió un grupo de 225 cruza dobles recobradas que se formaron con sublíneas derivadas de las líneas progenitoras del híbrido comercial H-309 mediante un sistema de probadores recíprocos; es decir, para las 100 sublíneas ( $S_2$ ) derivadas de cada una de las líneas progenitoras de la cruza simple hembra se usó como probador a la cruza simple macho (CSM) y para las 100 sublíneas ( $S_2$ ) derivadas de cada línea progenitora de la cruza simple macho, se utilizó como probador a la cruza simple hembra (CSH). El grado de endogamia alcanzado por estas sublíneas fue de 0.75, pues se agregó una autofecundación en cada una de las líneas  $S_1$ , progenitoras de H-309; estas sublíneas fueron derivadas y probadas en el período de 1958 a 1964. El objetivo de este procedimiento fue el de identificar sublíneas que tuvieran buena aptitud combinatoria con

la cruza simple complementaria de la cruza doble (híbrido de cuatro líneas). En el procedimiento seguido se buscó mantener el patrón heterótico presente en H-309.

Después de la identificación de las mejores sublíneas, se procedió a la formación de los híbridos de cuatro líneas manteniendo el patrón genético del híbrido original; es decir, cada sublínea derivada de las líneas de la CSH volvió a considerarse como una línea que formaría a una CSH de un híbrido recobrado, siguiéndose el mismo procedimiento para la CSM; finalmente, los híbridos recobrados se formaron al cruzar CSH x CSM.

Los híbridos recobrados de H-309 se formaron en el Campo Experimental del Bajío en Roque, Gto., y se probaron en once ambientes. La derivación y prueba de sublíneas, la formación de los híbridos recobrados y parte de las evaluaciones, fueron realizadas por el personal del Programa de Maíz en Roque, Gto., correspondiendo al autor, la evaluación final. Se hicieron evaluaciones (ensayos de rendimiento) durante cuatro años en cuatro localidades del estado de Jalisco (Ameca, La Barca, Unión de Tula y Zapopan), y en una localidad del estado de Guanajuato (Roque).

Debido a la disponibilidad limitada de semilla durante el desarrollo de este trabajo, no fue posible probar las mismas cruza dobles en todos los ambientes, lo que ocasionó que no fuera posible hacer un análisis combinado, por lo que se obtuvieron resultados parciales por ambientes.

Los diseños experimentales usados en los ensayos de rendimiento fueron el látice simple duplicado y el de bloques al azar; este último para la evaluación de grupos de cruza menores de 30. En todos los experi-

mentos se usó como testigo principal al H-309.

Las condiciones de cultivo a las que estuvieron sujetos todos los experimentos fueron similares en cuanto al surcado, tamaño de parcela y densidad de población.

Al momento de la cosecha se pesó la producción de mazorca de cada parcela (peso de campo); se obtuvo una muestra del grano para determinar su contenido de humedad para posteriormente calcular el rendimiento estandarizado al porcentaje de humedad comercial (14%).

Se hicieron los análisis de varianza correspondientes por cada experimento; bajo la hipótesis nula de que las medias de producción de las cruzas son iguales, se hizo la prueba de F al nivel de 5% y 1% de probabilidad. Finalmente, se agruparon los híbridos de mayor rendimiento comparados contra el testigo principal, mediante la diferencia mínima significativa (DMS).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los análisis de varianza se detectaron, en todos los ambientes, excepto dos, diferencias significativas entre algunos híbridos recobrados y el testigo H-309; además, fue posible la identificación de cruzas específicas superiores al H-309, lo cual cumple en parte uno de los objetivos del trabajo y demuestra que la variabilidad genética aún presente en las líneas progenitoras del H-309 hizo posible la identificación de sublíneas de mayor aptitud combinatoria y con ello, se espera que aún se pueda sacar provecho de los materiales tanto comerciales como experimentales obtenidos en las instituciones de investigación. En este caso se mantuvo el patrón heterótico del H-309.

En el Cuadro 1 se muestra la relación de las 37 cruzas dobles recobradas de H-309 que resultaron ser estadísticamente superiores al híbrido original (Covarrubias, 1977) en varios ambientes, tanto en el estado de Jalisco como en Guanajuato. En la última columna de este cuadro se anota el número de ambientes en que el híbrido recobrado resultó estadísticamente superior al H-309 y el número total de ambientes en que se probó. Se puede notar que un buen número de estos híbridos recobrados tuvieron un comportamiento superior al del H-309 en más del 50% de los ambientes en que fueron probados. Estos híbridos fueron identificados por Covarrubias (1977) como los de mejor adaptabilidad.

En el Cuadro 2 se muestran la superioridad porcentual promedio por estado y total, respecto al rendimiento de H-309. En este cuadro se puede observar que los 37 híbridos recobrados tuvieron un mejor comportamiento en Jalisco, ya que, en promedio, superaron al H-309 en 17.5%; mientras que en Guanajuato esta superioridad fue de sólo 9.3%. Se puede decir que tuvieron una buena adaptación en el estado de Jalisco, donde se incluyeron varias localidades, mientras que en Guanajuato, donde sólo se probó en el campo experimental, los resultados únicamente muestran la adaptación de los nuevos híbridos a la variación anual que incide sobre esa localidad. En las ganancias promedio no se consideran los resultados de seis experimentos realizados en el ciclo agrícola de 1968, ya que el testigo principal tuvo un comportamiento muy pobre y casi todas las cruzas lo superaron en un porcentaje muy alto; de considerarse estos resultados, las comparaciones resultarían un tanto irreales.

Cuadro 1. Número de ambientes de prueba por estado de los híbridos H-309 recobrados y la relación de ambientes en que mostraron superioridad estadística sobre el total de ambientes.

No.	Genealogía	Ambientes		Relación <sup>1</sup>
		Gto.	Jal.	
1	(C123-11xC243-31) x (C90-20xAg.172-56)	5	6	8/11
2	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-42)	5	5	8/10
3	(C123-28xC243-31) x (C90-20xAg.172-56)	5	4	7/9
4	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-42)	4	4	6/8
5	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-42)	5	4	6/9
6	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-2)	3	6	6/9
7	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-3)	3	6	6/9
8	(C123-11xC243-44) x (C90-20xAg.172-56)	5	4	6/9
9	(C123-13xC243-57) x (C90-59xAg.172-27)	5	4	6/9
10	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-3)	4	6	6/10
11	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-42)	4	6	6/10
12	(C123-11xC243-57) x (C90-20xAg.172-56)	5	6	6/11
13	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-28)	5	6	6/11
14	(C123-13xC243-57) x (C90-20xAg.172-56)	5	6	6/11
15	(C123-28xC243-44) x (C90-44xAg.172-28)	2	4	5/6
16	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-42)	3	3	5/6
17	(C123-11xC243-12) x (C90-59xAg.172-27)	3	4	5/7
18	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-27)	3	5	5/8
19	(C123-11xC243-44) x (C90-9xAg.172-2)	3	5	5/8
20	(C123-11xC243-12) x (C90-14xAg.172-28)	3	5	5/8
21	(C123-11xC243-57) x (C90-59xAg.172-27)	5	3	5/8
22	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-3)	4	4	5/8
23	(C123-13xC243-57) x (C90-14xAg.172-42)	4	4	5/8
24	(C123-28xC243-44) x (C90-9xAg.172-2)	3	5	5/8
25	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-2)	3	5	5/8
26	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-28)	3	6	5/9
27	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-49)	3	6	5/9
28	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-49)	3	6	5/9
29	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-2)	3	6	5/9
30	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-28)	3	6	5/9
31	(C123-41xC243-12) x (C90-20xAg.172-56)	3	6	5/9
32	(C123-55xC243-8) x (C90-20xAg.172-56)	4	5	5/9
33	(C123-13xC243-57) x (C90-14xAg.172-28)	5	5	5/10
34	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-2)	5	5	5/10
35	(C123-11xC243-12) x (C90-9xAg.172-2)	5	5	5/10
36	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-42)	4	6	5/10
37	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-2)	5	6	5/11

<sup>1</sup> Ambientes en que mostró superioridad estadística sobre H-309/número total de ambientes probados.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de híbridos H-309 recobrados sobresalientes expresado como porcentaje respecto al testigo H-309, por estados y promedio total.

No.	Genealogía	Promedios		General
		Jal.	Gto.	
1	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-27)	132.2(2)	-----	132.2(2) <sup>1</sup>
2	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-28)	124.7(1)	-----	124.7(1)
3	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-3)	136.8(1)	110.0(3)	123.4(4) <sup>1</sup>
4	(C123-13xC243-57) x (C90-14xAg.172-42)	134.4(1)	110.2(2)	122.3(3) <sup>1</sup>
5	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-2)	126.7(1)	115.1(1)	120.9(2)
6	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-3)	130.9(2)	110.1(2)	120.5(4) <sup>1</sup>
7	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-42)	132.2(1)	108.6(3)	120.4(4) <sup>1</sup>
8	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-2)	118.8(3)	-----	118.8(3) <sup>1</sup>
9	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-49)	117.8(2)	-----	117.8(2) <sup>1</sup>
10	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-2)	123.7(1)	111.3(1)	117.5(2) <sup>1</sup>
11	(C123-41xC243-12) x (C90-20xAg.172-56)	133.5(1)	100.4(1)	117.0(2)
12	(C123-11xC243-31) x (C90-20xAg.172-56)	122.3(3)	111.6(2)	116.9(5) <sup>1</sup>
13	(C123-13xC243-57) x (C90-59xAg.172-27)	121.1(1)	112.3(2)	116.7(3) <sup>1</sup>
14	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-42)	118.9(1)	113.7(2)	116.3(3) <sup>1</sup>
15	(C123-13xC243-57) x (C90-14xAg.172-28)	123.1(2)	106.2(2)	114.6(4) <sup>1</sup>
16	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-42)	120.4(3)	108.7(3)	114.6(6) <sup>1</sup>
17	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-42)	113.0(3)	115.3(1)	114.1(4) <sup>1</sup>
18	(C123-11xC243-12) x (C90-59xAg.172-27)	119.2(1)	108.2(2)	113.7(3) <sup>1</sup>
19	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-42)	117.1(2)	109.2(3)	113.1(5) <sup>1</sup>
20	(C123-11xC243-44) x (C90-9xAg.172-2)	115.6(1)	110.2(2)	112.9(3) <sup>1</sup>
21	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-3)	120.0(3)	105.3(2)	112.6(5) <sup>1</sup>
22	(C123-41xC243-12) x (C90-14xAg.172-42)	116.8(2)	107.5(2)	112.1(4) <sup>1</sup>
23	(C123-28xC243-31) x (C90-20xAg.172-56)	113.4(2)	108.9(3)	111.2(5) <sup>1</sup>
24	(C123-28xC243-44) x (C90-14xAg.172-28)	110.7(2)	110.8(1)	110.7(3) <sup>1</sup>
25	(C123-55xC243-8) x (C90-14xAg.172-28)	107.4(1)	112.4(1)	109.9(2)
26	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-2)	111.4(3)	107.7(2)	109.6(5) <sup>1</sup>
27	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-28)	112.9(2)	105.9(2)	109.4(4) <sup>1</sup>
28	(C123-11xC243-57) x (C90-20xAg.172-56)	106.9(1)	111.8(3)	109.4(4) <sup>1</sup>
29	(C123-28xC243-44) x (C90-9xAg.172-2)	106.2(1)	111.4(1)	108.8(2)
30	(C123-13xC243-57) x (C90-20xAg.172-56)	106.4(1)	109.8(3)	108.1(4) <sup>1</sup>
31	(C123-11xC243-44) x (C90-20xAg.172-56)	109.1(1)	106.8(3)	107.9(4) <sup>1</sup>
32	(C123-11xC243-57) x (C90-14xAg.172-2)	102.9(1)	111.9(1)	107.4(2)
33	(C123-11xC243-44) x (C90-14xAg.172-28)	110.9(2)	102.6(1)	106.7(3)
34	(C123-55xC243-8) x (C90-20xAg.172-56)	103.1(1)	110.2(3)	106.6(4)
35	(C123-11xC243-31) x (C90-14xAg.172-49)	102.5(1)	110.2(1)	106.4(2)
36	(C123-11xC243-12) x (C90-9xAg.172-2)	105.2(2)	107.4(1)	106.3(3)
37	(C123-11xC243-57) x (C90-59xAg.172-27)	-----	106.0(4)	106.0(4) <sup>1</sup>
	TESTIGO H-309	100.0	100.0	100.0

<sup>1</sup> Híbridos recobrados sobresalientes en un buen número de ambientes; entre paréntesis el número de ambientes con superioridad estadística sobre H-309.

El Cuadro 3 se obtuvo mediante la información del Cuadro 2; en él se anota el número de cruza simples (CS) en las que participó cada sublínea en los 37 híbridos seleccionados. Se puede decir que la mayoría de las sublíneas participaron en una o dos CS que dieron origen a un híbrido recobrado sobresaliente, pero dos de estas sublíneas, C123-11 y C90-14, figuraron en 4 y 6 CS favorables diferentes, respectivamente, lo cual da idea de su buena aptitud combinatoria. De la línea macho de la cruz simple de H-309 (Ag. 172) se obtuvo un mayor número de sublíneas con buenas características (siete), mientras que de C90, sólo cuatro sublíneas fueron favorables. En la tercer columna del citado cuadro se tiene concentrada la frecuencia; es decir, el número de veces que participó cada sublínea en los 37 híbridos sobresalientes. Lo más notorio aquí es que las sublíneas C123-11 y C90-14 participaron en el 48% y 65%, respectivamente, del total de híbridos sobresalientes; puede interpretarse que tales sublíneas presentan alta aptitud combinatoria, tanto general como específica, lo cual apoya la información presentada en la columna dos.

Finalmente, de las 25 CS posibles que se podrían obtener con las 10 sublíneas sobresalientes derivadas de las líneas de la CSH, en combinaciones del tipo C123 x C243, (Cuadro 3), solamente se identificaron nueve como sobresalientes; mientras que de las 28 CS posibles que se podrían formar con las 11 sublíneas seleccionadas de las líneas de la CSM, en combinaciones del tipo C90 x Ag.172, (Cuadro 3), sólo sobresalieron nueve CS recuperadas, lo que significa que 36% de las CS hembra recobradas y 32% de las CS macho recobradas dieron origen a combinaciones dobles superiores estadística-

mente al H-309. Estos porcentajes de recuperación de cruza superiores pueden considerarse razonables como para realizar un muestreo de las líneas que integran híbridos comerciales en la búsqueda de nuevas cruza sobresalientes, sobre todo en aquellos híbridos comerciales cuyas líneas son poco endogámicas (con pocas autofecundaciones).

Una explicación genética de este resultado estaría dada por lo siguiente: con el incremento en la endogamia se incrementa la homocigosis, por lo que las sublíneas presentarán diferencias en cuanto a los loci homocigóticos; las sublíneas que fueron seleccionadas son aquellas que complementan mejor con loci de la cruz de prueba (CSH o CSM, según el caso). Aceptando cualesquiera de las dos hipótesis sobre heterosis, los nuevos cruzamientos formados tendrán mayor frecuencia de loci en estados heterocigótico que el híbrido original.

## CONCLUSIONES

El utilizar cada cruz simple del híbrido como probador de las sublíneas derivadas de cada uno de los progenitores de la cruz simple complementaria fue efectiva en la identificación de sublíneas con mejor aptitud combinatoria.

Existe en este híbrido suficiente variabilidad genética que es susceptible de aprovechar mediante la identificación de nuevas líneas y su integración en combinaciones híbridas.

Se encontró que 37 híbridos recobrados, los cuales se formaron con sublíneas derivadas de los progenitores de H-309, superaron en rendimiento a éste en 14% (promedio).



Cuadro 3. Relación de sublíneas derivadas de los progenitores de H-309, número de combinaciones en CS sobresalientes, frecuencia total en los híbridos recobrados superiores a H-309 y su aptitud combinatoria.

Sublínea	Combinación favorable <sup>1</sup>	Frecuencia <sup>2</sup>	Aptitud <sup>3</sup>
C123-11	4	18	general
C123-13	1	4	específica
C123-28	2	6	específica
C123-41	1	5	específica
C123-55	1	4	específica
C243-8	1	4	específica
C243-12	2	7	específica
C243-31	2	5	específica
C243-44	2	11	específica
C243-57	2	10	específica
C90-9	1	3	específica
C90-14	6	24	general
C90-20	1	7	específica
C90-59	1	3	específica
Ag.172-2	2	8	específica
Ag.172-3	1	3	específica
Ag.172-27	2	4	específica
Ag.172-28	1	6	específica
Ag.172-42	1	7	específica
Ag.172-49	1	2	específica
Ag.172-56	1	7	específica

<sup>1</sup> Número de líneas diferentes con las que formó una cruce simple en combinación favorable.

<sup>2</sup> Número de veces en que la sublínea participó en un híbrido sobresaliente.

<sup>3</sup> Considerada como ACG si la sublínea participó en un número grande de híbridos sobresalientes y como ACE en caso contrario.

## BIBLIOGRAFIA

- Comstock, R. E. and H. F. Robinson. 1956. Findings relative to reciprocal recurrent selection. Proc. Int. Gen. Symp. 461-464.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and P. H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. J. 41:360-367.
- Covarrubias P., J. 1977. Evaluación de híbridos de maíz derivados de H-309 por selección recíproca recurrente. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, Méx. 82 p.
- Cress, C. E. 1966. Heterosis of the hybrid related to gene frequency differences between two populations. Genetics 53:269-274.
- Crow, J. F. 1952. Dominance and overdominance. In: Heterosis. J. W. Gowen (ed.). Iowa State College Press, Ames, Iowa. pp. 282-297.
- Falconer, D. S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd. edition. Longman, London. 340 p.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda Fo. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa, IA. 468 p.
- Jones, D. F. 1952. Plasmagenes and chromogenes in heterosis. In: Heterosis. J. W. Gowen (ed.). Iowa State College Press. Ames, Iowa. pp. 224-234.
- Moll, R. H., J. H. Lonquist, J. V. Fortuno, and E. C. Johnson. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. Genetics 52: 139-144.
- Poehlman, J. M. 1971. Mejoramiento Genético de las Cosechas. 2a. reimpression, traducida de la 1ª edición en inglés, por N. Sánchez Durón. LIMUSA Wiley, S. A. México. 453 p.