

# NUEVOS HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) PARA EL BAJIO Y TROPICO SECO MEXICANO: LINEAS RECOBRADAS POR SELECCION GAMETICA <sup>1</sup>

Cristina Vega <sup>2</sup>, Gustavo Burciaga <sup>2</sup>, Jesús Arreola <sup>2</sup>, Enrique Navarro <sup>2</sup>, José L. Gutiérrez <sup>2</sup>

## RESUMEN

**Nuevos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para el bajío y trópico seco mexicano: líneas recobradas por selección gamética.** El propósito de este estudio fue mejorar la calidad agronómica de las líneas tropicales de maíz AN1 y AN2, que debido a su excelente capacidad de combinación forman parte de una serie de híbridos comerciales, generados en el Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil". Las poblaciones donadoras de gametos fueron Eto Blanco y Blanco Dentado 2, las mismas que fueron cruzadas con AN1 y AN2, respectivamente. Se utilizaron líneas recobradas de AN1 a nivel S5 de endogamia y líneas recobradas de AN2 con niveles de S4 y S5, cinco cruza simples de porte enano y las líneas originales (AN1 y AN2) como probadores. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones en cada una de las tres localidades durante 1989-1990. Los objetivos fueron: 1. Seleccionar líneas recobradas de AN1 y AN2 que en base a su aptitud combinatoria y caracteres agronómicos que permitan la recuperación y generación de nuevos híbridos. 2. Conocer la efectividad de los probadores en cruza con las líneas recobradas. Se concluyó que la selección gamética fue efectiva al mejorar las líneas AN1 y AN2 para la mayoría de los caracteres, tales como rendimiento de grano, porcentaje de *fusarium* en mazorca, a excepción de mala cobertura de mazorca. Las líneas recobradas de AN1 mostraron mayor superioridad en relación con las recobradas de AN2. La selección gamética fue eficiente al seleccionar 15 líneas recobradas de AN1 y 7 AN2.

## ABSTRACT

**New hybrids of maize (*Zea mays* L.) in the lowlands and dry tropical regions of Mexico, recovered by gametic selection.** The aim of this study was to improve the agronomic quality of the tropical lines AN1 and AN2 which have good combining ability; besides their germoplasm is part of a large number of commercial hybrids generated by the Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil". Eto Blanco and Blanco Dentado 2 were used as a source of gametes and crossed with AN1 and AN2, respectively. This study included recovered lines with different level of inbreeding, five dwarf single crosses and the original lines AN1 and AN2 which were used as testers. A randomized complete block design was used with two replications in each of the three locations during 1989-1990. The objectives were: 1. to select recovered lines on the bases of their combining ability and agronomic traits to generate new hybrids. 2. To determine the effectiveness of the diverse testers. The results showed that gamete selection was efficient in improving AN1 and AN2 lines for most of the traits evaluated such as grain yield, percent of *fusarium* on ears, except for percent of husk coverage. That recovered lines of AN1 were superior to those of AN2 lines for grain yield. A total of fifteen lines of AN1 and 7 lines of AN2 were identified using gamete selection.

---

## INTRODUCCION

Los híbridos que se explotan comercialmente necesitan que sus progenitores continuamente se estén mejorando para las diferentes condiciones que prevalecen

en una área dada. Estos factores abióticos son las causas principales de que los híbridos se hagan susceptibles a plagas y enfermedades, traduciéndose esto en un detrimento en el rendimiento del cultivo. Además de lo anterior, es importante desarrollar cultivares más

---

<sup>1</sup> Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en Honduras, América Central. 26 de marzo - 1 de abril, 1995.

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Maíz (I.M.M.). División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". (UAAAN) Saltillo, Coah. México 25315.

efectivos, que los ya existentes para satisfacer las necesidades de los agricultores. Varios procedimientos han sido desarrollados para el mejoramiento de líneas parentales tales como: selección gamética, retrocruza y el mejoramiento convergente (Jugenheimer, 1981). El mismo autor señala que la selección gamética es una forma de prueba temprana, en la cual el objetivo es incrementar la frecuencia de genotipos provenientes de la población varietal. Esta misma idea ha sido soportada por Giesbrecht (1964), Romero (1991), entre otros; quienes señalan, que la selección gamética ha sido efectiva en mejorar caracteres importantes, tales como altura de planta, mazorca, acame de raíz, mala cobertura, además de rendimiento de grano. Los objetivos de este trabajo fueron: 1. Seleccionar líneas recobradas de AN1 y AN2 que permitan la generación de nuevos híbridos y 2. Conocer la efectividad de los probadores en cruza con las líneas recobradas.

## MATERIALES Y METODOS

En 1976 se inició la evaluación de un grupo de líneas provenientes del CIMMYT, de la cual se identificaron las líneas AN1 y AN2 por sus excelentes caracteres agronómicos y aptitud combinatoria. Actualmente las líneas AN1 y AN2 intervienen como progenitores en algunos híbridos comerciales tales como AN-430, AN-461, AN-462, entre otros.

Para continuar mejorando la calidad agronómica y la aptitud combinatoria de las líneas AN1 y AN2 se procedió a utilizar la metodología de selección gamética propuesta por Stadler (1944). En este sentido en 1982 se inició este programa y se utilizó como germoplasma donador de gametos las poblaciones Eto Blanco y Blanco Dentado 2, con características agronómicas sobresalientes como: madurez intermedia, resistencia a pudrición de mazorca y grano cristalino para la primera población, mientras que madurez intermedia y grano dentado distinguen a la última. Se generaron un total de 284 líneas recobradas, luego fueron cruzadas con los diferentes tipos de probadores incluyendo AN1 y AN2. Las líneas recobradas e híbridos comerciales fueron evaluados en tres localidades (Celaya, Gto.; Gómez Palacio y Río Bravo) durante 1989-1990, bajo un diseño de bloques al azar, modificado con dos repeticiones por ambiente. Las unidades experimentales fueron de un surco de 4,6 m de largo (a excepción de Río Bravo, 3,8 m) con 21 plantas cada una. Las prácticas culturales fueron las recomendadas en cada región. Los caracteres medidos fueron días a flor, altura de planta y mazorca, rendimiento de grano, entre otros; siguiendo los procedimientos estándares para cuantificar cada uno de ellos. También se estimó la

aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas recobradas y se predijeron híbridos dobles, siguiendo el método B de Jenkins (1934).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se puede ver el comportamiento promedio de las líneas recobradas de Eto Blanco x AN1, y de Blanco Dentado - 2 x AN2, con los mejores probadores. Para rendimiento de grano los grupos que incluyeron germoplasma de AN1, fueron superiores a los de su versión AN2, en cada una de las localidades (datos no publicados) así como a través de ambientes. Cabe aclarar que solamente un híbrido experimental (14,2 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca) superó ligeramente a las mejores cruza informadas en este trabajo. La inconsistencia de las cruza se debió a las diferentes condiciones climáticas y de suelo de cada localidad, sin embargo sobresalió Celaya, Gto. como un ambiente óptimo (dada su productividad observada en algunos genotipos, ya que hubo cruza que rindieron hasta 23,0 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca), siguiéndole Gómez Palacio y Río Bravo. Cabe destacar que el mejor probador en promedio, fue el probador 1, ya que aparece en un mayor número de combinaciones con AN1 y AN2. Además de rendimiento de grano, se puede observar mejoramiento en el sentido positivo para caracteres como días a floración, porcentaje de mazorcas podridas, entre otras, para una gran cantidad de cruza. Lo anterior coincide con Jugenheimer (1981) y Romero (1991) al señalar que la selección gamética es efectiva en incrementar la frecuencia de genotipos excepcionales provenientes de la población varietal.

El comportamiento agronómico de las líneas recobradas y originales de AN1 y AN2 se presenta en el Cuadro 2. Para rendimiento de grano podemos ver la efectividad de la selección gamética, al incrementar la frecuencia de genotipos con mayor productividad, así como para otros caracteres agronómicos. En general se observa que las líneas recobradas fueron superiores a las líneas originales, sobresaliendo sobretodo las que llevan germoplasma de Eto Blanco X AN1. Lo anterior es corroborado en el ambiente de Celaya, donde 30 cruza recobradas tuvieron un rendimiento promedio de 19,1 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca en relación a las líneas originales (16,5 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca) siendo estas superadas por 28 cruza recobradas (93%). Los máximos rendimientos de las cruza recobradas, tanto de AN1 como de AN2 fueron obtenidos con el probador 1, siguiéndole el 2 y luego el 3. Hubo una reducción en *Fusarium* en mazorca, en las cruza recobradas, principalmente en aquellas portadoras de germoplasma de AN1, a excepción de Gómez Palacio. Los hallazgos de este trabajo son

**Cuadro 1.** Comportamiento agronómico promedio de líneas de maíz recobradas sobresalientes en las localidades de Celaya, Gto.; Gómez Palacio, Dgo y Río Bravo, Tamps, México. 1989-1990.

Genealogía	Floración (DDS) <sup>1/</sup>	Altura (cm)		Mazorcas podridas %	Fusarium en mazorca %	Rendimiento (t/ha)
		Planta	Mazorca			
T11-1 <sup>2/</sup>	78	226	115	7	2	14,2
P1x(**)-31-1-2-5-2	78	233	108	7	1	13,9
P1x(**)-31-1-2-1-2	78	222	113	15	8	13,9
P3x(**)-31-1-2-4-3	79	225	112	18	2	13,8
P1x(**)-31-1-2-1-1	78	234	106	9	1	13,7
P2x(**)-31-1-2-2-7	77	240	106	8	2	13,6
P1x(**)-31-1-2-4-2	79	227	115	9	2	13,6
P1x(**)-31-1-2-1-5	78	225	110	15	5	13,5
P2x(**)-31-1-2-5-2	78	226	99	7	1	13,5
P1x(***)-37-2-2-3-1	76	203	93	10	14	13,5
P3x(**)-31-1-2-3-2	77	233	105	13	18	13,5
P1x(***)-42-2-1-5-3	77	221	103	3	7	13,5
P1x(***)-27-5-2-4-1	77	219	113	14	14	13,5
P2x(**)-31-1-2-7-2	77	228	115	5	3	13,2
P2x(**)-31-1-2-2-2	76	227	102	15	6	13,2

<sup>1/</sup> DDS= Días después de siembra.<sup>2/</sup> T11-1= (255-18-19xML S4 -1) x A560 x AN7; \*\*= ETO Blanco x AN1; \*\*\*= Blanco Dentado - 2 x AN2.**Cuadro 2.** Respuesta de líneas recobradas y originales de maíz AN1 y AN2 en cruza con los mejores probadores, para los siguientes caracteres. México. 1989-1990.

Genealogía <sup>1/</sup>	Rendimiento t/ha en mazorca		Cruzas superiores al original	Fusarium en Recobrada	Mazorca % Original
	Recobrada	Original			
P1=76Mx53M					
CEL:AN1(30)	19,1	16,6	28	11	29
CEL:AN2(24)	17,7	17,8	10	31	35
GOMEZ AN1(30)	10,0	11,8	5	5	10
GOMEZ AN2(24)	8,8	6,8	23	4	9
R.B:AN1(30)	7,5	6,5	21	--	--
R.B:AN2(24)	7,0	7,4	12	--	--
COMB:AN1(30)	12,2	11,6	24	8	9
COMB:AN2(24)	11,2	10,7	14	18	22
P2=255-18-19x53-9-8-4-1					
CEL:AN1(26)	18,1	16,3	20	7	8
CEL:AN2(21)	16,6	19,3	1	22	20
GOMEZ AN1(26)	9,5	8,7	21	5	3
GOMEZ AN2(21)	7,8	5,4	20	8	19
R.B:AN1(26)	7,9	4,5	26	--	--
R.B:AN2(21)	6,7	7,8	2	--	--
COMB:AN1(26)	11,9	9,8	26	6	5
COMB:AN2(21)	10,4	10,8	5	15	19
P3=255Mx232M					
CEL:AN1(30)	17,8	16,2	24	9	21
CEL:AN2(21)	17,0	17,1	10	19	16
GOMEZ AN1(30)	10,1	8,0	26	5	3
GOMEZ AN2(21)	9,3	7,8	20	7	34
R.B:AN1(30)	7,1	7,5	11	--	--
R.B:AN2(21)	6,9	5,8	19	--	--
COMB:AN1(30)	11,7	10,6	27	7	12
COMB:AN2(21)	11,0	10,2	18	13	25

<sup>1/</sup> ( )= Número en paréntesis indica líneas recobradas.

soportados por estudios previos conducidos por Luna (1985), Martínez (1985), Paredes (1985), Soto (1990) y Romero (1991) donde los autores concluyen que la selección gamética fue eficiente en mejorar la mayoría de caracteres agronómicos, además de rendimiento.

En el Cuadro 3 se presentan las mejores líneas recobradas, promediadas sobre ambientes. Se observa una marcada superioridad de estas en relación a la línea original, para la mayoría de los caracteres agronómicos. La mejor línea recobrada de AN1, tuvo un rendimiento de grano de 12,4 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca, mientras que la original tuvo una productividad a 10,1 t/ha<sup>-1</sup>. Se observó también que todas las líneas recobradas tuvieron una excelente capacidad de combinarse, dado sus valores positivos de aptitud combinatoria general, por lo tanto superaron a las líneas AN1 original. Por otro lado, solamente una línea recobrada de AN2, fue sobresaliente a su versión original tanto para rendimiento de grano como aptitud combinatoria general. Tomando en consideración el rendimiento de grano, aptitud combinatoria general y específica, las mejores líneas recobradas se cruzaron con los mejores probadores y produjeron híbridos triples (Cuadro 4), los cuales maximizaron su productividad en Celaya (23,1 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca) siguiéndole Gómez Palacio (13,3 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca) y Río Bravo, Tamps. (16,4 t/ha<sup>-1</sup> en mazorca). Cabe hacer mención que el mayor número de líneas recobradas incluyeron germoplasma de ETO Blanco x AN1. Estudios en este mismo sentido de Berlanga (1990) y Bustos (1990) mejorando la línea de maíz AN7 y AN12, respectivamente, concluyeron que la selección gamética fue efectiva en producir líneas recobradas

con excelentes atributos agronómicos, aptitud combinatoria general y específica y estabilidad. Finalmente, con las mejores líneas recobradas se prodijeron híbridos dobles, de acuerdo al método B propuesto por Jenkins (1934), los cuales prometen ser superiores en relación a los híbridos de líneas originales para rendimiento de grano, *Fusarium* en planta y mazorca, y porcentaje de mazorcas podridas.

## CONCLUSIONES

La selección gamética fue efectiva en mejorar las líneas AN1 y AN2 para la mayoría de los caracteres agronómicos además de rendimiento. La ganancia encontrada indica que la selección de las variedades donadoras fue la adecuada para transmitir gametos superiores a las líneas originales. En general las líneas recobras mostraron un incremento en comparación con su contraparte original, tanto en la versión AN1, como en la AN2. Es importante señalar que las líneas recobradas mostraron superioridad en cada localidad, así como a través de ambientes.

El uso de siete probadores permitió hacer una selección más adecuada de las líneas, al mismo tiempo que permitió identificar al mejor probador y conocer su aptitud combinatoria para producir híbridos en el corto plazo. En este estudio el probador 1 demostró ser el mejor por localidad y a través de ellas para caracteres, tales como rendimiento de grano, *fusarium* en mazorca, entre otros.

**Cuadro 3.** Comportamiento promedio de las mejores líneas recobradas en relación a sus originales para los siguientes caracteres agronómicos y aptitud combinatoria general. 1989-1990.

Genealogía	Floración <sup>1/</sup> (DDS)	Altura (cm)		Rendimiento t/ha <sup>-1</sup> en Mazorca	ACG
		Planta	Mazorca		
Combinado					
(Eto Bco X AN1)-31-1-2-3-3	78	218	109	12,4	1,226
(Eto Bco X AN1)-31-1-2-5-2	78	224	104	12,2	1,011
(Eto Bco X AN1)-31-1-2-4-4	77	222	104	12,1	0,903
(Eto Bco X AN1)-31-1-2-2-7	78	220	101	11,8	0,768
(Eto Bco X AN1)-31-1-2-4-3	78	223	109	11,8	0,602
AN1 original	77	222	111	10,1	-1,080
Combinado					
(BD2 x AN2)-27-5-2-4-4	79	214	107	11,6	1,343
AN2 original	76	207	92	9,8	-0,416

<sup>1/</sup> DDS= Días después de la siembra.

**Cuadro 4.** Comportamiento de híbridos triples formados con las mejores líneas recobradas para los siguientes caracteres agronómicos. México. 1989-1990.

Genealogía <sup>1/</sup>	Floración <sup>2/</sup> (DDS)	Altura (cm)		Fusarium en mazorcas		Rendimiento (T/ha) en mazorca
		Planta	Mazorca	Mazorca%	Podridas%	
Celaya						
CS1x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-1-2	78	320	164	0	0	23,1
CS1x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-5-2	78	332	140	2	0	21,9
CS2x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-4-3	77	317	128	4	4	21,9
Gómez Palacio						
CS1x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-1-1	--	213	110	0	9	13,3
CS3x(Eto BcoxAN1)-1-5-3-1-1	--	168	85	0	12	12,6
CS3x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-4-4	--	199	103	0	8	12,8
Río Bravo						
CS2x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-7-2	78	177	95	--	5	10,4
CS2x(Eto BcoxAN1)-31-1-2-5-2	78	160	76	--	5	10,2

<sup>1/</sup> CS1 = (76M X 53M), CS2 = (255-18-19X53-9-8-4-1), CS3 = (255 M X 232M)

<sup>2/</sup> DDS = Días después de la siembra.

Considerando caracteres agronómicos y aptitud combinatoria de las líneas recobradas se seleccionaron diez híbridos triples para Celaya, nueve para Gómez Palacio, once para Río Bravo y nueve en forma combinada.

La selección gamética fue eficiente, ya que permitió seleccionar quince líneas recobradas de AN1 y siete de AN2 con las que se produjeron híbridos dobles con buen rendimiento y buenos atributos agronómicos para su futura explotación en cada uno de los ambientes y a través de ellos.

## LITERATURA CITADA

- BERLANGA, P.S. 1990. Selección de líneas recobradas a partir de AN7 línea recobrada por el método de selección gamética. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- BUSTOS, R. S. 1990. Selección de líneas recobradas de AN7 mediante el uso de probadores. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- GIESBRECHT, J. 1964. Gamete selection in two early maturing corn varieties. *Crop. Sci.* 4:19-21.
- JENKINS, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. *Agron. Jour.* 26: 199-204.
- JUGENHEIMER, R.W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1a. Edición. Editorial Limosa. México, 1 D.F. P. 212-217.
- LUNA, R. M. J. DE. 1985. Eficiencia de la selección gamética en el mejoramiento de dos líneas tropicales de maíz. II. Probador: Cruza simple tropical. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- MARTINEZ, E. A. D. 1985. Eficiencia de la selección gamética en el mejoramiento de dos líneas tropicales I. Probador: Cruza simple del bajío. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah.
- PAREDES, M. R. 1985. Eficiencia de la selección gamética en el mejoramiento de dos líneas tropicales de maíz. III. Probador: Línea tropical. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- ROMERO, C. M. G. 1991. Evaluación de las líneas AN1 y AN2 tropicales de maíz (*Zea mays* L.) mejoradas por selección gamética en cruza con tres probadores. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- SOTO, S. V. J. 1990. Comportamiento de las líneas tropicales AN1 y AN2 de maíz (*Zea mays* L.) recobradas por selección gamética en cruza con cuatro probadores de reducida base genética. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- STADLER, L. J. 1944. Gamete selection in corn breeding *Agron. Jour.* 36:988-989.