

# EVALUACIÓN DE CUATRO CICLOS DE SELECCIÓN PARA RESISTENCIA AL ACHAPARRAMIENTO DEL MAÍZ EN LA POBLACIÓN 73<sup>1</sup>

A. Aguiluz<sup>2</sup>, E. Navarro<sup>3</sup>, F. Guerra<sup>4</sup>, H. Córdova<sup>5</sup>, A. Oyervides<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Evaluación de cuatro ciclos de selección para resistencia al achaparramiento del maíz en la población 73.** En dos ambientes de Centro América y uno de México, se evaluaron 12 cultivares de maíz con el propósito de determinar el progreso genético, logrado para resistencia al achaparramiento después de cuatro ciclos de selección en la población 73. En la evaluación se incluyeron los sintéticos de los ciclos 0, 1, 2, 3 y 4, compuestos de los ciclos 2, 3 y 4, tres testigos tolerantes NB-6, Santa Rosa 8073 y el híbrido H-53, y un testigo susceptible (híbrido B-833). En las tres localidades los promedios de porcentaje de plantas con achaparramiento fueron relativamente bajos (entre 10 y 20%). Sin embargo el sintético del ciclo cuatro rindió en promedio (4214 kg/ha) igual estadísticamente a los híbridos B-833 y H-53 (4288 y 4030 kg/ha, respectivamente). En porcentaje de plantas con achaparramiento el sintético ciclo cuatro presentó el menor valor 8,9%, la variedad comercial tolerante NB-6 presentó 16,2% y el híbrido susceptible B-833 (22,8%). Una regresión lineal entre rendimientos promedios y los ciclos de selección revela una ganancia promedio por ciclo 149 kg/ha (4,3% por ciclo) y una reducción por ciclo de 2% de plantas con achaparramiento (11 % de ganancia por ciclo) Se puede concluir que el procedimiento entre líneas S1 per se ha sido efectiva en mejorar el comportamiento de la población 73 en aumentar productividad en rendimiento de grano y la resistencia al achaparramiento.

## ABSTRACT

**Evaluation of four selection cycles for resistance to corn stunting of the population 73.** Twelve corn (*Zea mays* L.) cultivars were evaluated under two environments in Central America and one in Mexico in order to determine the genetic progress achieved for resistance to stunting, after four selection cycles of the population 73. The trial included the synthetics from the cycles 0, 1, 2, 3 and 4, composites from the cycles 2, 3 and 4, three tolerant controls NB-6, Santa Rosa 8073 and the hybrid H-53, and a susceptible control (hybrid B-833). The percent averages of stunted plants were relatively low (between 10 and 20 %) at the three localities. The cycle 4 synthetic yielded an average (4214 kg/ha) statistically alike to the hybrids B-833 and H-53 (4288 and 4030 kg/ha, respectively). The cycle 4 synthetic showed the lowest stunting percentage (8.9%), the commercial tolerant variety NB-6 showed 16.2% and the susceptible hybrid (B-833) 22.8%. A lineal regression between yield averages and the selection cycles reveal an average gain per cycle of 149 kg/ha (4.3 % per cycle) and a reduction per cycle of 2% of stunted plants (11 % gain/cycle). It is concluded that the proceedings among S1 lines has been effective in improving the performance of population 73, increasing productivity of grain yield and the stunting resistance.

---

## INTRODUCCIÓN

El achaparramiento es una de las enfermedades que más afecta el cultivo de maíz en los países de Centroamérica, El Caribe y algunas zonas de México. La enfermedad puede alcanzar niveles críticos en regiones donde las

condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del vector (*Dalbulus maidis* Del & W), como son: escasez de lluvia, altas temperaturas y baja humedad relativa. Cultivares resistentes a la enfermedad se han venido desarrollando desde 1975 en un programa colaborativo entre CIMMYT, Nicaragua y El Salvador. De 1976 a 1980, se

<sup>1</sup> Presentado en la XL Reunión Anual del PCCMCA en Costa Rica, América Central. 13 al 19 de marzo, 1994.

<sup>2</sup> Estudiante de Postgrado, Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

<sup>3</sup> Maestros Investigadores del Instituto Mexicano de Maíz, Saltillo, Coah, México 25315

<sup>4</sup> Investigador del Programa de Granos Básicos, CENTA, El Salvador

<sup>5</sup> Investigador del CIMMYT. México

logró considerable progreso en resistencia a la enfermedad en poblaciones y variedades de polinización libre derivadas de la población 73 (De León *et al.* 1984). Santa Rosa 8073 (NB-6), liberado en Nicaragua en 1985 (Urbina 1986).

En 1985 se reiniciaron los trabajos en un programa de selección recurrente de líneas  $S_1$  *per se* en la población 73 en búsqueda de resistencia al achaparramiento, en un proyecto colaborativo entre los programas de mejoramiento de maíz de El Salvador, Nicaragua y la Oficina Regional del CIMMYT para Centro América y El Caribe. Actualmente se cuenta con cuatro ciclos de selección (C1, C2, C3 y C4). En evaluaciones realizadas por Aguiluz *et al.* (1991), Córdova *et al.* (1992) y Urbina *et al.* (1993), reportan que el sintético C3 de la población 73 ha mostrado mayor rendimiento de grano y menor porcentaje de plantas con achaparramiento que el ciclo cero y los testigos tolerantes (BN-6 y H-53) y el híbrido susceptible B-833, lo que muestra el progreso genético logrado en resistencia al achaparramiento en la población 73.

Los objetivos del presente estudio fueron determinar las ganancias genéticas logradas en rendimiento y resistencia al achaparramiento a través de cuatro ciclos de selección en la población 73 y evaluar la adaptación de los genotipos en los diferentes ambientes contrastantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se establecieron en agosto de 1993 en tres localidades, dos en El Salvador (Santa Cruz Porrillo a 30 msnm y San Andrés a 460 msnm) y uno en Veracruz, México (El Mango a 20 msnm): Se evaluaron 12 genotipos, cuatro sintéticos de la población 73 (SC1, SC2, SC3 y SC4), cuatro compuestos generales (CCo, CC2, CC3 y CC4), tres testigos tolerantes (NB-6, Santa Rosa 8073 y el híbrido H-53) y un testigo susceptible (el híbrido B-833). El diseño utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones por localidad, en parcelas de cuatro surcos de 5,5 m. de largo y 0,8 m entre sí y dos plantas por postura cada 0,5 m. Como área útil para la toma de los datos se usa-

ron los dos surcos centrales de cada parcela experimental. El manejo agronómico de los experimentos fue el recomendado en cada localidad a excepción del uso de plaguicidas que se minimizó para no afectar las poblaciones del vector *Dalbulus maidis* para lograr una segura inoculación.

La evaluación de la sintomatología de la enfermedad en el follaje se realizó después de concluída la floración, mediante el conteo de las plantas con síntomas en cada una de las parcelas, para luego expresarse en porcentaje. Otros caracteres fueron considerados en este estudio tales como rendimiento, días a flor, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mazorcas podridas, cobertura de mazorca y aspecto de mazorca.

Se realizó un análisis de varianza individual y combinado usando todas las entradas y otro usando solamente los sintéticos. Para detectar diferencias entre ellos y evaluar tendencias se realizó la comparación de medias a través de la prueba de rango múltiple de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al nivel de 0,05 de probabilidad.

Usando los diferentes sintéticos de los ciclos mejorados se realizó análisis de regresión lineal para los diferentes caracteres para evaluar el progreso del mejoramiento genético para rendimiento y achaparramiento.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los estadísticos estimados por ambiente y comportamiento promedio de los cultivos evaluados, para los caracteres rendimiento y porcentaje de plantas con achaparramiento. El rendimiento promedio varió de 3080 kg/ha a 4451 kg/ha para el Mango, Ver. y San Andrés respectivamente. Niveles moderados de achaparramiento de 12,7% y 19,6% fueron observados para las localidades mencionadas. En las tres localidades y para ambas variables se observan diferencias estadísticas entre medias de los diferentes cultivares a excepción de rendimiento en San Andrés, lo que indica que los cultivares respondieron en forma diferente para

**Cuadro 1.** Estadísticos y medias de rendimientos y por ciento de plantas con achaparramiento de cultivares de maíz evaluados en El Salvador y México. 1993.

CULTIVARES	Sta. C. Porrillo		San Andrés		El Mango, Ver.		Media	
	Rend. kg/ha	% Achapa.	Rend. kg/ha	% Achapa	Rend. kg/ha	% Achapa.	Rend. kg/ha	% Achapa.
B-833	4058a	29,5	4957a	26,7	3848a	12,1	4288a	22,8
Sint. C4	4553a	4,8	4973a	9,1	3115	12,7	4214a	8,9
H-53	4365a	6,4	4677a	11,3	3048	11,6	4030a	9,8
Comp. C3	3824a	9,3	5162a	9,8	2862	11,9	3950a	10,3
NB-6	3945a	6,9	4627a	10,0	2983	31,8	3852a	16,2
Sint. C3	3690a	6,8	4587a	10,1	3215	18,3	3831a	11,7
Comp. C2	3951a	11,5	4271a	13,1	3239	31,0	3820a	18,5
Comp. C0	3580	15,4	4463a	12,3	3249	21,6	3764a	16,5
Comp. C4	3880a	7,2	4577a	12,8	2498	17,7	3652	12,6
Sint. C2	3518	15,5	4365a	14,6	2964	24,5	3616	18,2
Sint. C1	3286	11,6	3594	14,0	2853	22,6	3245	16,0
Sta. Rosa	2862	7,2	3153	9,0	3090	19,8	3035	12,0
X	3793	11,0	4451	12,7	3080	19,6	3775	14,4
F	*	**	NS	**	*	*	**	**
DMS	910	6,8	1213	5,8	561	12,8	526	5,1
C.V. (%)	16,67	42,91	18,95	31,74	12,67	45,40	17,19	43,37

ambos caracteres dentro de la misma localidad. Cabe destacar que en promedio el sintético del ciclo cuatro presentó un rendimiento similar a los híbridos B-833 y H-53, lo que indica que el sintético tiene alto potencial de rendimiento aún en condiciones de baja incidencia de la enfermedad. Es notable la respuesta del sintético del ciclo cuatro para reducir achaparramiento al presentar el menor valor promedio 8,9% mientras que el híbrido B-833 presentó el valor más alto 22,8%.

En el Cuadro 2 se presenta la suma de cuadrados del análisis de varianza combinado para cuatro caracteres agronómicos. La fuente de variación en localidades mostró diferencias altamente significativas para rendimiento, porcentaje de plantas con achaparramiento y porcentaje de mazorcas podridas lo que indica que los sitios fueron contrastantes. También se observó diferencias estadísticas para la fuente de variación entradas a excepción de achaparramiento, sin embargo, al separar los sintéticos de los diferentes ciclos, éstos muestran diferencias altamente significativas para porcentaje de plantas con achaparra-

miento y para rendimiento de grano. Los coeficientes de variación presentan valores que muestran la confiabilidad en el manejo de los ensayos.

En el Cuadro 3 se presentan los coeficientes de regresión (b) de nueve caracteres agronómicos. Los estadísticos muestran para rendimiento una ganancia realizada de 149 kg/ha (4,3 % por ciclo de selección) y una ganancia significativa en la reducción de 2% de plantas con achaparramiento por ciclo, el porcentaje de mazorcas podridas se reducen significativamente a razón de 0,7% por cada ciclo. En las demás características la regresión resultó no significativa principalmente en días a flor y altura de mazorca. La regresión para número de plantas cosechadas no fue significativa lo que indica que la población fue uniforme en los diferentes ciclos. Estos resultados coinciden con lo que indican Aguiluz *et al.* (1991), Córdova *et al.* (1992) y Urbina *et al.* (1993) en donde muestran la superioridad del sintético C3 de la población 73 respecto a la población parental y los testigos tolerantes comerciales. Asimismo, se corrobora lo afirmado por De León *et al.*

**Cuadro 2.** Análisis de varianza combinado de 12 cultivares de maíz evaluados en tres ambientes (dos en El Salvador y uno en México. 1993)

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados medios			
		Rendimiento	% Achaparramiento	% Mazorcas Podridas	Altura Mazorca
Loc.	2	45082990,4 **	1993,1 **	429,4 **	619,0
Rep. (Loc)	9	13326129,0	382,2	195,4	3317,4
Entradas	11	17180790,7 *	2357,5	1052,4 **	5003,9 *
Otros G.	7	11251335,7	1651,3	982,0 **	3888,8 *
Ciclos	4	5929455,0 *	706,2 **	70,4	1115,1
L	1	2649835,2 *	456,3 *	61,8 *	31,0
C	1	2330743,7	156,2	0,8	676,0
R	2	948876,1	93,7	7,8	408,1
Ent. x Loc.	22	10911031,6	2871,6 **	474,9 *	4361,3
Otros x Loc.	14	8542096,8	2760,1 **	395,4 **	2257,6
Ciclos x Loc.	8	2368934,8	111,5	79,5	2103,7 *
L x Loc.	2	1184726,4	54,6	42,4	405,0
C x Loc.	2	372862,6	25,6	19,2	139,5
R x Loc.	4	811345,8	31,3	18,1	1559,2 *
Error	99	41692983,8	3896,5	1205,2	11986,6
C.V. (%)		17,19	43,37	78,17	10,39

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

**Cuadro 3.** Coeficientes de regresión lineal para nueve caracteres agronómicos después de cuatro ciclos de selección en la Pob 73.1993.

CARACTER	COEF. REG. (B <sub>1</sub> )	C.V. (%)
Rend. (kg/ha)	149 *	21,33
% Plta. Achap.	-2 *	58,13
% Maz. Pod.	-0,7 *	97,93
Días a Flor	0,1 NS	6,06
Alt. Maz. (cm)	-0,5 NS	12,61
% Acame raíz	0,6 NS	83,14
% Mala cob.	-0,3 NS	75,46
Asp. maz.	-0,2 **	23,50
No Plta. Cosech.	0,5 NS	12,86

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

(1984) de que, la selección recurrente de líneas S<sub>1</sub> *per se* es adecuada para mejorar poblaciones en cuanto a resistencia al achaparramiento y rendimiento de grano.

En el Cuadro 4, se pueden observar los valores para los diferentes sintéticos, el híbrido B-833 y la variedad to-

lerante Sta. Rosa 8073 para ocho caracteres agronómicos. Para rendimiento de grano todos los sintéticos fueron superiores a Sta. Rosa oscilando entre un rango de 7 a 39%. En resistencia al achaparramiento, sólo lo superaron los sintéticos de los ciclos tres y cuatro. Sin embargo, el híbrido B-833 a pesar de haber sido el más afectado por la enfermedad (22,8%) presentó el más alto rendimiento de grano (4288 kg/ha), tal vez debido a la baja incidencia presentada y/o a su alto potencial de rendimiento.

## CONCLUSIONES

El sintético C4 resultó superior a la variedad Santa Rosa 8073 tanto en rendimiento como en resistencia al achaparramiento. La incidencia de la enfermedad resultó moderada, bajo estas condiciones el sintético C4 presentó rendimientos similares a los híbridos B-833 y H.53.

Para rendimiento se obtuvo una ganancia realizada de 149 kg/ha (4,3% por ciclo de selección) y una reducción de 2% de plantas con achaparramiento por ciclo (11 % de ganancia por ciclo de selección).

**Cuadro 4.** Medias de ocho caracteres agronómicos de los diferentes sintéticos de la Pob. 73 evaluados en tres ambientes. (dos en El Salvador y uno en México. 1993).

Cultivares	Rendimiento kg/ha	% sobre Sta. Rosa	Achap. %	Maíz % podrido	Días a flor	Altura ma- zorca (cms)	Acame raíz	Mala cobertura	Aspectos de mazorca
B-833	4288	141	22,8	12,3	57,8	115	14,2	7,0	3,0
Sint. C <sub>4</sub>	4214	139	8,9	2,4	54,8	111	16,0	5,6	1,9
Sint. C <sub>3</sub>	3831	126	11,7	2,7	54,8	99	17,9	4,2	2,3
Comp. C <sub>0</sub>	3764	124	16,5	5,2	54,2	109	15,6	6,6	2,7
Sint. C <sub>2</sub>	3615	119	18,2	4,6	54,7	103	17,1	6,2	2,4
Sint. C <sub>1</sub>	3244	107	16,0	4,4	54,7	107	12,3	5,7	2,6
Sta. Rosa 8073	3035	100	12,0	3,9	55,9	100	13,7	12,9	2,6

### LITERATURA CITADA

AGUILUZ, A; URBINA, R; CELADO, R.; CORDOVA, H. 1991. Efecto del mejoramiento para resistencia al achaparramiento sobre el rendimiento de cultivares de maíz evaluados en siete ambientes de Centro América y El Caribe. *In.* XXXVII Reunión Anual del PCCMCA Panamá, Panamá.

CORDOVA, H.S.; AGUILUZ, A; URBINA, R 1992. Removing the menace of maize diseases through breeding: the case of corn stunt in Central América and the Caribbean. *Agro-nomy Abstracts.* p. 67.

DE LEÓN, C.; PINEDA, L.; RODRÍGUEZ, R 1984. Resistencia genética: una alternativa contra el achaparramiento del maíz. *In.* XXX Reunión Anual del PCCMCA Managua, Nicaragua.

URBINA, R 1986. Estabilidad del rendimiento de variedades de maíz resistentes al achaparramiento. *In.* XXXII Reunión Anual del PCCMCA San Salvador, El Salvador.

URBINA, R.; OBANDO, M.; AGUILUZ, A.; ALVARADO, A. 1993. Estabilidad y reacción al achaparramiento de cultivares de maíz a través de seis ambientes de Centro América. P. 67-72 en *Síntesis de Resultados Experimentales 1992.* PRM. Vol. 4, CIMMYT, Guatemala.