

Evaluación de Líneas S₁ Derivadas de la Población 73 del Tercer Ciclo de Mejoramiento para Resistencia al Achaparramiento¹

Roger Urbina A.², Marvin Obando³, Adán Aguiluz⁴, Hugo Córdova⁵

COMPENDIO

La presencia del achaparramiento del maíz en forma endofítica en la faja del Pacífico de Nicaragua y en las zonas secas del Interior del país, representa una constante amenaza a la producción de grano. Para reducir los riesgos de pérdidas y asegurar una producción sostenida en ésta extensa región agrícola se deben sembrar cultivares tolerantes a dicha enfermedad. Con el propósito de identificar y seleccionar germoplasma con resistencia genética, se evaluaron en la época de mayor incidencia de la enfermedad (agosto-diciembre), 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73 del tercer ciclo de Selección Recurrente. El ensayo se sembró en la estación experimental del Centro Nacional de Granos Básicos de Managua y se utilizó un diseño de látice 20 x 20 con dos repeticiones. El rendimiento promedio de grano de la fracción seleccionada que deberá recombinarse en el siguiente ciclo, supera a la media de la población en 58%, en sanidad presenta 52% y 64% menos plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento. Estos niveles fueron superiores a los de la variedad tolerante NB-6, la cual se utilizó como testigo. Los resultados obtenidos indican que se ha logrado un avance significativo en el mejoramiento de la resistencia.

Palabras claves: maíz, *Zea mays* L., enfermedades.

INTRODUCCIÓN

El achaparramiento del maíz es el principal factor que afecta la producción de grano en la planicie del Pacífico de Nicaragua y en las zonas secas del interior del país.

Las siembras continuas realizadas durante todo el año, permitieron que la enfermedad evolucionara gradualmente hasta alcanzar niveles alarmantes.

La presencia del hospedero preferencial todo el tiempo en los campos no permitió el rompimiento de la relación patógeno- vector. Esto trajo como consecuencia un desbalance ecológico que favoreció a los organismos portadores e inductores del achaparramiento.

La situación anterior permitió que la enfermedad alcanzará altos niveles de virulencia en la principal época de siembra, específicamente cuando se presentan condiciones favorables para el desarrollo del vector de la enfermedad (Sequía).

Los efectos del achaparramiento en las plantaciones comerciales de maíz se cuantificaron por primera vez en Nica-

ABSTRACT⁶

The presence of endophytic maize stunt in the pacific coastal plain and other drier parts of Nicaragua, represents a major problem relative to maize grain production. To reduce the risk of losses and to secure sustainable production for maize in this extensive production region, the development of cultivars with resistance to this disease is necessary. With the objective of identifying and selecting germplasm with genetic resistance to this disease, 400 S₁ lines were evaluated during the cycle where the disease is more prevalent (August through December). These lines were derived from population 73 out of the third cycle of recurrent selection. The trial was planted at the experiment station of the Centro Nacional de Granos Basicos at Managua, Nicaragua, where a 20 x 20 lattice design was used with two replications. The selected fraction to be recombined for the second cycle outyielded the population mean yield by 58%, in stunt free plants by 52 %, and stunt free ears by 64 %. These observed levels were superior to the local check, the tolerant variety NB-6. The results obtained indicate that significant advances have been obtained in breeding efforts for resistance to corn stunt.

ragua en 1986. En ese año la superficie pérdida y afectada parcialmente totalizó 27,682 has., por lo tanto en esta área se dejaron de producir 29,445 toneladas de grano, lo que significó una pérdida de 5,005,700 miles de dólares. El impacto social se reflejó en una población de 420,600 habitantes desprovista de maíz (DGB-MIDINRA 1986). En las regiones donde el achaparramiento se presenta en forma endofítica, los riesgos de pérdidas aumentan cuando los agricultores retrasan sus siembras por causa del establecimiento irregular de las lluvias. Por lo tanto para contrarrestar el efecto detrimental de la enfermedad y asegurar una producción sostenida, se deben sembrar en estas localidades cultivares con altos niveles de resistencia a la enfermedad.

El germoplasma con las características antes señaladas, se pretende obtener a través del Programa Regional de Me-

¹ Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador, marzo de 1990.

² Coordinador Programa de Maíz, PNGB-MIDINRA, Nicaragua.

³ Investigador Programa de Maíz, PNGB-MIDINRA, Nicaragua.

⁴ Coordinador Programa de Maíz, CENTA-MAG, El Salvador.

⁵ Coordinador Programa Regional de Maíz, CIMMYT, Centro América y El Caribe.

⁶ El abstract es traducción del compendio.

Publicado en Agronomía Mesoamericana, Vol. 2 (1991).

joramiento Genético, diseñado por tal fm y en el que están participando El Salvador, República Dominicana y Nicaragua, bajo la coordinación del Programa Regional de Maíz del CIMMYT para Centro América y El Caribe.

Bajo el esquema de responsabilidad compartida, a Nicaragua le correspondió evaluar en condiciones naturales de alta incidencia de la enfermedad, 400 líneas S₁ generadas en el tercer ciclo de selección, siendo el propósito fundamental la identificación y selección de las líneas que presenten mayores niveles de resistencia, rendimiento de grano y características agronómicas sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Siembra

En la época de postrera (agosto-diciembre de 1989) se sembró el experimento en el campo experimental del Centro Nacional de Granos Básicos, localizado en Managua a 49 msnm

Germoplasma

El material genético evaluado estuvo constituido por 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73 (TLWD) del tercer ciclo de selección recurrente para resistencia al achaparramiento.

Diseño experimental

Las 400 líneas se evaluaron en un diseño de Láttice Simple 20 x 20 con dos repeticiones. Entre cada grupo de 20 líneas se sembraron dos testigos sistemáticos, siendo uno la variedad tolerante NB-6 y el otro el híbrido susceptible HS-3G1.

Cada línea se sembró en un surco de 5 m. de largo, espaciados a 0.76 m. y dentro del surco se establecieron golpes con dos plantas espaciadas a 0.5 m

Manejo del experimento

El experimento se fertilizó con la fórmula 104-39-13 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O; al momento de la siembra se aplicó en el fondo del surco 25 kg/ha de Carbofuran 5%, para prevenir el daño de las plagas del suelo. Las malezas se controlaron mecánicamente y el control de las plagas del follaje se inició cuando las plantas tenían 35 días después de emergidas. Esta labor se realizó en esa época con el propósito de que durante los primeros 30 días las plantas estuviesen expuestas a la mayor cantidad de *Dalbulus maidis*, para lograr una segura inoculación de los patógenos causantes del achaparramiento.

La evaluación de la sintomatología de la enfermedad en el follaje se realizó a los 76 días después de la siembra, mediante un conteo de las plantas enfermas en cada una de las líneas y los testigos. Al momento de la cosecha se contabilizó en cada línea el número de mazorcas afectadas por la enfermedad.

Variables estudiadas

Días a flor, altura de planta y mazorca, rendimiento de grano, número de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento.

Análisis estadístico

Con cada una de las variables se realizó un análisis de varianza. Los números de plantas y mazorcas enfermas de cada línea se transformaron a porcentajes y éstas a su vez a \sqrt{X} y $\sqrt{X+0.5}$ respectivamente. Esta transformación se hizo con el propósito de normalizar los datos antes de efectuar los análisis estadísticos.

Con los datos de las variables rendimiento de grano y porcentaje de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento se elaboró una tabla de distribución de frecuencias, se calculó la media ponderada y la moda, también se efectuó un estudio de correlación simple con las variables antes señaladas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1, 2, y 3 se presentan las tablas de distribución de frecuencia de las 400 líneas, para las variables rendimiento de grano, porcentajes de plantas y mazorcas afectadas por el achaparramiento.

Cuadro 1 Distribución de frecuencias del rendimiento de grano de 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73, Ciclo-3. CNIGB, Nicaragua 1989 B.

Rango	Media	Frecuencia	Porcentaje de Frecuencia
289.7 - 688.4	489.0	9	2.25
688.5 - 1087.1	887.8	36	9.00
1087.2 - 1485.8	1286.6	100	25.00
1485.9 - 1884.5	1685.2	116	29.00
1884.6 - 2283.2	2083.9	83	20.75
2283.3 - 2681.9	2482.6	41	10.25
2682.0 - 3080.6	2881.3	6	1.50
3080.7 - 3479.3	3280.0	6	1.50
3479.4 - 3878.0	3678.7	2	0.50
3878.1 - 4276.7	4077.4	1	0.25
Suma		400	100.00
Media Ponderada	1709.1		
Moda	1685.2		

¹Rendimiento de grano en Kg/ha al 15% de humedad

Cuadro 2 Distribución de frecuencias de porcentajes de plantas afectadas por achaparramiento de 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73, Ciclo-3. CNIGB, Nicaragua 1989 B

Clases de Daño		Media	Frecuencia	Porcentaje de Frecuencia
2.0	9.7	5.8	19	4.75
9.8	17.4	13.6	47	11.75
17.5	25.1	21.3	81	20.25
25.2	32.8	29.0	85	21.25
32.9	40.5	36.7	65	16.25
40.6	48.2	44.4	46	11.50
48.3	55.9	52.1	25	6.25
56.0	63.6	59.8	17	4.25
63.7	71.3	67.5	10	2.50
71.4	79.2	75.2	5	1.25
Suma			400	100.00
Media Ponderada		31.8		
Moda		29.0		

Cuadro 3 Distribución de frecuencias del porcentaje de mazorcas afectadas por achaparramiento de 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73, Ciclo-3 CNIGB, Nicaragua 1989 B.

Clases de Daño		Media	Frecuencia	Porcentaje de Frecuencia
0.0	9.3	4.6	79	19.75
9.4	18.6	14.0	106	26.50
18.7	27.9	23.3	68	17.00
28.0	37.2	32.6	58	14.50
37.3	46.5	41.9	33	8.25
46.6	55.8	51.2	27	6.75
55.9	65.1	60.5	17	4.25
65.2	74.4	69.8	5	1.25
74.5	83.7	79.1	5	1.25
83.8	93.0	88.4	2	0.50
Suma			400	100.00
Media Ponderada		25.1		
Moda		14		

El rendimiento de 183 líneas (45.75%) superó al rendimiento promedio de las 400 líneas.

En esta evaluación se observa una frecuencia alta de líneas (224 y 232) con porcentajes de plantas y mazorcas afectadas inferior a la media de la población (31.8 y 25.1% respectivamente).

Independientemente del índice de virulencia de la enfermedad al comparar la frecuencia de líneas con porcentaje inferior de plantas afectadas, a la media de la población, se nota que el número de líneas por debajo de la media fue mayor en el tercer ciclo (56%), en comparación a las del segundo (25%). Los resultados obtenidos indican que se están capitalizando eficientemente los genes condicionadores de la resistencia, por medio de la aditividad.

Cuadro 4 Promedios de rendimiento, reacción al achaparramiento y características agronómicas de 400 líneas S₁ derivadas de la Población 73, Ciclo-3. CNIGB, Nicaragua 1989 B.

	Rend. Kg/ha	Achaparramiento		Días Flor	Altura (cm)	
		%Ptas.Af.	%Maz.Af.		Pta.	Maz.
Media 400 Líneas	1709	31.8	25.1	59	157	76
Media Selecciones	2695	15.3	8.9	58	163	80
Media Var. Exp.	2967	9.1	6.1	58	164	84
Difer. Selec. (%)	158	152.0	164.0			
Moda	1685	29.0	14.0			
Valor Máximo	4276	79.2	93.2	64	232	107
Valor Mínimo	290	2.3	0.0	55	115	47
Testigos						
Media NB-6	3235	26.1	25.8	56	175	88
Media Hs-3G1	1930	61.7	56.4	60	173	87

Cuadro 5 Estadísticos estimados para seis características agronómicas de 400 líneas S₁ derivadas de la población 73, Ciclo-3. CNIGB, Nicaragua 1989 B.

Estadísticos	Rend. Kg/ha	Achaparramiento ¹		Día Flor	Altura (cm)	
		%Ptas.Af.	%Maz.Af.		Pta.	Mca.
Media Pond.	1709.0	31.8	25.1	59.0	157.0	76.0
Fcal. (Trat.Ajust)	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	24.1	19.9	32.9	2.1	8.3	11.9
DMS (0.01)	1066.0	2.8	3.9	3.2	33.5	23.5

¹ Los porcentajes de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento se transformaron a \sqrt{X} y a $\sqrt{X+0.5}$, respectivamente.

Las líneas que deberán recombinarse en el siguiente ciclo se seleccionaron en la fracción superior de cada característica y dentro de éste grupo de líneas se escogieron las mejores para formar una variedad experimental. Los promedios de las diferentes fracciones se presentan en los Cuadros 4 y 5 y en las Figuras 1, 2 y 3.

Los promedios de plantas y mazorcas afectadas de 9 líneas que formarán la variedad experimental (9.1 % y 6.1 %) y las 38 líneas de la fracción seleccionada (15.2% y 8.9%) son inferiores a las medias del testigo tolerante NB-6 (26.1% y 25.8%) y a la del testigo susceptible HS-3G1 (61.7% y 56.4%).

El testigo NB-6, sembrado en grandes extensiones en Nicaragua por el grado de resistencia al achaparramiento que posee; es un excelente indicador del nivel de sanidad de las líneas seleccionadas y también se asume, por el avance

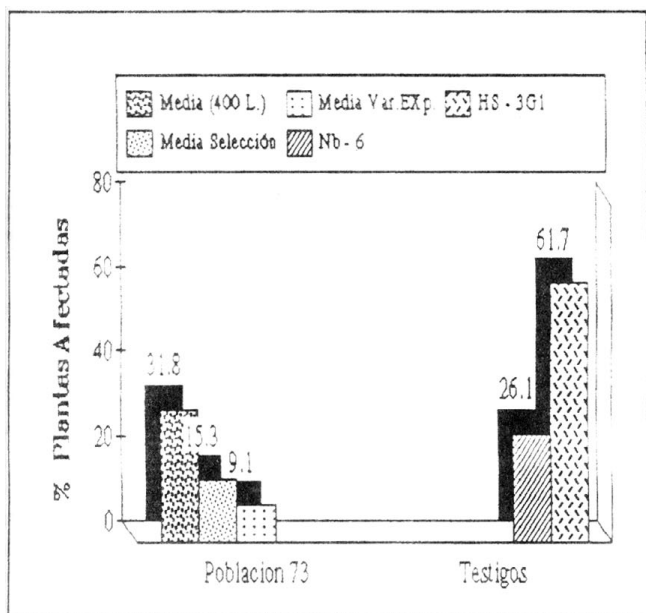


Figura 1 El Porciento de plantas afectadas del ensayo de líneas del programa de achaparramiento, CNIGB, Nicaragua, 1989 B.

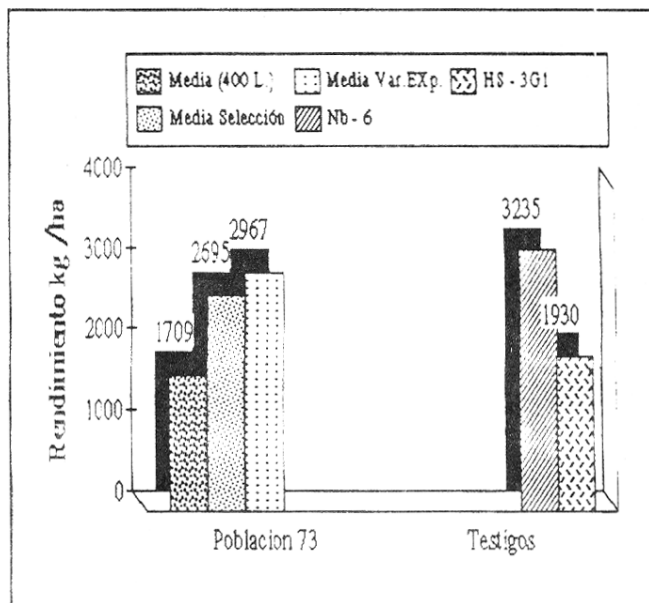


Figura 3 El rendimiento del ensayo de líneas del programa de achaparramiento, CNIGB, Nicaragua, 1989 B.

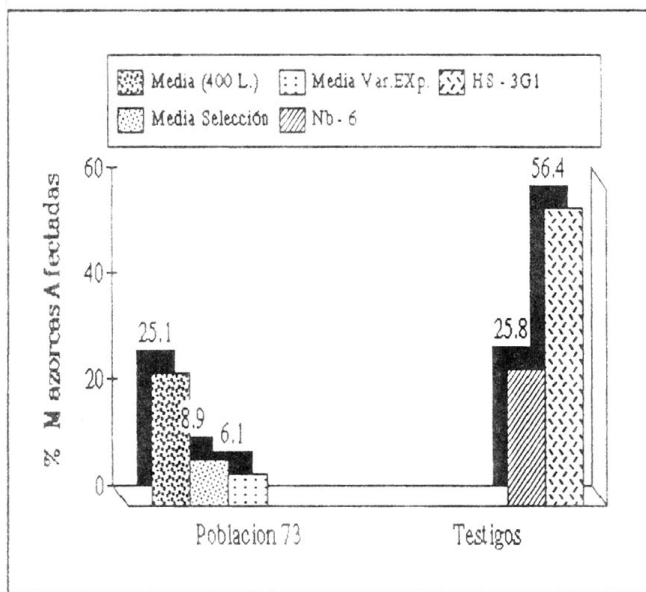


Figura 2. Porcentaje de mazorcas afectadas del ensayo de líneas del programa de achaparramiento. CNIGB, Nicaragua, 1989 B.

Cuadro 6 Coeficiente de correlación de Pearson estimados entre rendimiento de grano y porcentajes de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento. CNIGB, Nicaragua 1989 B.

	Achaparramiento ¹	
	% Ptas.Af.	% Mcas.Af.
Rendimiento	-0.474**	-0.231**
% Mazorcas Afectadas	0.384**	

¹ Los porcentajes de plantas y mazorcas afectadas por el chaparramiento se transformaron a \sqrt{X} y a $\sqrt{X+0.5}$, respectivamente.
 ** Excede el nivel de significancia al 1%= 0.128.

logrado, que la metodología de mejoramiento utilizada es eficiente.

En general se observa mayores ganancias en el aspecto sanitario en comparación con el rendimiento de grano. El promedio de los dos grupos de líneas seleccionadas (2,695 y 2,967 kg/ha) es ligeramente inferior al de la variedad más rendidora, NB-6 (3235 kg/ha). Sin embargo hay que considerar que el rendimiento tiende a elevarse después de la re-

combinación debido a los efectos heterólicos.

En todas las características estudiadas, las líneas presentaron comportamiento diferencial (Cuadro 5), por lo tanto se considera que la variabilidad existente en la población se está aprovechando para seleccionar genotipos superiores.

Se determinaron correlaciones negativas y altamente significativas entre el rendimiento de grano y el porcentaje de plantas y mazorcas afectadas por achaparramiento (-0.474** y - 0.231 ** respectivamente), por el contrario el daño ocasionado en la planta y en la mazorca (0.384**) está correlacionado positivamente (Cuadro 6), similares resultados encontró Urbina A.,R. 1986 al hacer el mismo estudio con los conteos de plantas y mazorcas afectadas y el rendimiento de grano.

CONCLUSIONES

- Se ha capitalizado más rápidamente en la población, la resistencia a la enfermedad en comparación al rendimiento de grano; lo cual indica que se priorizó la construcción de la resistencia en los anteriores ciclos de mejoramiento.

- Al seleccionar genotipos tolerantes se mejora el rendimiento de grano en la población, puesto que ambas variables están correlacionadas negativamente (menor achaparramiento, mayor rendimiento de grano).

RECOMENDACIONES

En el proceso selectivo se debe halanear la sanidad con la productividad.

BIBLIOGRAFÍA

ANONIMO 1986. Incidencia del achaparramiento en el cultivo del maíz y su impacto en el país. DGB-MIDINRA. Managua, Nicaragua. 13 p.

_____ 1988. Reunión Anual de los coordinadores del programa de maíz de Centroamérica, Panamá y El Caribe. Memoria, CIMMYT. Guatemala. 225 p.

URBINA, A.R. 1986. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz (*Zea mays* L.) seleccionada para resistencia al achaparramiento. XXXII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador. 15 p.

URBINA, A.R. 1989. Evaluación y selección de líneas S1 derivadas de las poblaciones 22 y 73 del segundo ciclo de mejoramiento para resistencia al achaparramiento. Informe Anual. CNIGB-MIDINRA. Managua. Nicaragua 11p.