

# FORMACIÓN DE VARIEDADES SINTÉTICAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) A PARTIR DE LÍNEAS S<sub>1</sub> TOLERANTES A LA PUDRICIÓN DE LA MAZORCA COSTA RICA. 1990

Kenneth Jiménez M.\*  
Carlos A. Salas F.\*

## RESUMEN

**Formación de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays* L.) a partir de líneas S<sub>1</sub> tolerantes a la pudrición de la mazorca. Costa Rica. 1990.** Mediante un ensayo látice simple, se evaluaron 200 líneas de maíz de la población Diamantes 8043 y 200 líneas de la población RPM x Tuxpeño C17. El experimento fue sembrado en la localidad de Guápiles, Provincia de Limón en Costa Rica, en las dos épocas de siembra establecidas para este cultivo (enero-febrero y julio-agosto de 1990).

Con base en el análisis combinado de ambas épocas de siembra, se formaron dos variedades sintéticas, una de cada población bajo estudio.

Las variedades experimentales (mejores 40 líneas S1) de Diamantes 8043 y RPM x Tuxpeño C17, mostraron un diferencial de selección para pudrición de mazorca de 140,8 y 139,0 por ciento respectivamente, comparado con las poblaciones (200 líneas S1) respectivas. La variedad experimental (mejores 40 líneas S1) RPM x Tuxpeño C17 superó en 15,9 porciento a la población (200 líneas S1) RPM x Tuxpeño C17.

## ABSTRACT

**Development of synthetic corn (*Zea mays* L.) varieties from ear-rot tolerant S<sub>1</sub> lines in Costa Rica.** The experiment was conducted in Guapiles- Limon, Costa Rica during the two established planting dates for this crop (January-February and July- August, 1990). Two hundred corn lines from The Diamantes 8043 population and 200 lines from The RPM x Tuxpeño C-17 population were tested using a simple lattice design.

Two synthetic varieties were developed, one from each studied population, based on the combined analysis of both planting dates.

The experimental varieties (best 40 S-1 lines) from Diamantes 8043 and RPM x Tuxpeño C-17 showed an ear-rot selection differential of 140.8 and 139.0 percent, respectively, compared to their respective populations (200 S-1 lines).

The experimental variety (best 40 S-1 lines) RPM x Tuxpeño C-17 out-yielded the population (200 S-1 lines) RPM x Tuxpeño C-17 by 15.9%.

---

## INTRODUCCION

En las principales zonas maiceras de Costa Rica, donde se cultiva cerca del 75 % del maíz y la precipitación varía entre 3000 y 4000 mm/año, la pudrición de la mazorca constituye un factor limitante en la producción de este cereal (Schmock y Jiménez 1989).

La cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye grandemente en las pérdidas posproducción y poscosecha, y en el deterioro de campo ocasionado por insectos y enfermedades fungosas, en áreas de alta precipitación pluvial donde el agricultor deja su cultivo en el campo por periodos prolongados. En la adopción de nuevos cultivares de maíz es importante que éstos posean buena cobertura y sanidad de mazorca (Córdoba 1986).

Colecciones de maíces criollos provenientes de áreas con alta precipitación pluvial en Costa Rica, poseen un grado aceptable de resistencia a pudrición de la mazorca causada principalmente por *Diplodia maydis* y *Fusarium* sp. Estas colecciones tienen plantas con una excelente cobertura de mazorca, pero son de bajo rendimiento y alta susceptibilidad al acame de raíz y tallo (Villena 1983).

Cole *et al.* (1973), Marasas *et al.* (1979) y Wilson *et al.* (1975) señalan la importancia del daño ocasionado por *Diplodia* spp. y *Fusarium* moniliforme, no sólo porque reducen el rendimiento de grano, sino también, debido a que estos hongos afectan la calidad del grano y su valor alimenticio, ya que son capaces de producir mico toxinas (sustancias tóxicas que constituyen un riesgo potencial para la salud humana y animal).

---

\* Ings. Agrs. Programa de Cereales, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Apartado 183-4050 Alajuela, Costa Rica.

El objetivo de esta investigación fue el de seleccionar líneas de alto rendimiento y buena cobertura y sanidad de mazorca en dos poblaciones de maíz, para la formación de variedades sintéticas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Genético

Como material experimental se usaron 200 líneas S1 (primera auto fecundación de una planta So) de maíz de la población RPM x Tuxpeño C17 (resistencia a pudrición de mazorca por Tuxpeño C17) y 200 líneas derivadas de la variedad Diamantes 8043 (Población La Posta).

### Metodología de Mejoramiento

El método usado fue "selección recurrente de líneas S1" en el cual la unidad de selección fueron las líneas S1. La media de la población de líneas S1 se comparó con la media de la población de líneas S1 evaluadas. Se aplicó una presión de selección del 20 % (80 líneas) para continuar con el proceso de mejoramiento y una presión de selección de 2 %, en cada grupo de líneas de las dos poblaciones usadas para formar así variedades sintéticas.

### Diseño y Parcela Experimental

Para la prueba de rendimiento de las líneas S1 se usó un diseño experimental látice simple 20 x 20. Se usó un surco de 4 m de largo, espaciados a 0,80 m, con distancia de siembra entre golpes de 0,25 m con dos granos por sitio de siembra. Se raleó a una planta por sitio 15 días después de la emergencia, para una densidad de población de 53.000 plantas por hectárea.

### Localización

Los ensayos de rendimiento se sembraron en la Estación Experimental Los Diamantes ubicada en el distrito Guápiles, cantón de Pococí, Provincia de Limón, a 10° 13' latitud norte y 84° 46' longitud oeste con una altura de 300 msnm. El experimento se sembró en cada una de las dos épocas de siembra de maíz establecidas en esta zona.

Los datos de precipitación y temperatura durante los meses del ciclo del cultivo, para ambas épocas, se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Temperatura y precipitación registrada durante el periodo experimental. Limón, Costa Rica. 1990.

Fecha	Temperatura °C	Precipitación (mm)
<b>PRIMERA EPOCA DE SIEMBRA</b>		
8 feb. - 7 mar.	23,12	11,8
8 mar. - 7 abr.	24,03	426,7
8 abr. - 7 may.	24,38	235,3
8 may. - 7 jun.	24,31	727,9
PROMEDIO	24,21	TOTAL 1.507,9
<b>SEGUNDA EPOCA DE SIEMBRA</b>		
16 jul. - 15 ago.	24,85	440,0
16 ago. - 15 set.	25,10	456,3
16 set. - 15 oct.	25,17	298,5
16 oct. - 7 nov.	25,01	191,9
PROMEDIO	25,03	TOTAL 1.336,7

### Epoca de Siembra y Cosecha

El primer ensayo se sembró el 8 de febrero y se cosechó el 6 y 7 de julio de 1990, mientras que el segundo ensayo se plantó el 16 de julio y se cosechó el 6 y 7 de noviembre del mismo año.

### Variables a evaluar

Las variables a evaluar en este experimento se detallan a continuación: porcentaje de plantas establecidas, días a floración femenina, altura de planta y mazorca (cm), enfermedades del follaje (escala de 1 a 5 donde 1 = libre de enfermedades y 5 = aunque severo), porcentaje de acame de raíz y tallo, cobertura de mazorca (escala de 1 a 5 donde 1 = excelente, las brácteas cubren bien la punta de la mazorca, y 5 = punta de la mazorca está descubierta), plantas cosechadas, número total de mazorcas, porcentaje de mazorcas podridas, aspecto de mazorca (escala de 1 a 5, donde 1 = deseable o excelente y 5 = mala), porcentaje de grano, rendimiento (kg/ha) y longitud de brácteas (cm).

### Diferencial de Selección

Para la estimación del diferencial de selección se asumió los valores de rendimiento y pudrición de la

mazorca de las poblaciones RPM x Tuxpeño C17 y Diamantes 8043, como un cien porciento. La diferencia de esos valores con respecto a los valores de las variedades experimentales, dividido entre el valor de la población y multiplicado por cien, corresponde al diferencial de selección.

**Heredabilidad**

La estimación de heredabilidad en el sentido amplio se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$H^2 = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 \frac{f}{r} + \sigma^2 * g} = \frac{(CMT - CME)/r}{(CME/r) + (CMT - CME)/r}$$

- H<sup>2</sup> = Heredabilidad
- σ<sup>2</sup>g = Variancia genotípica
- σ<sup>2</sup>f = Variancia fenotípica
- CME = Cuadrado medio del error
- CMT = Cuadrado medio total
- r = Repeticiones

**RESULTADOS Y DISCUSION**

De acuerdo al análisis combinado de los dos experimentos, para las líneas de la población Diamantes 8043, se observaron diferencias altamente significativas para las variables pudrición de mazorca, altura de planta y días a floración; no así para las variables rendimiento y mazorcas descubiertas, en las que no se observaron diferencias significativas. El rendimiento de las líneas seleccionadas para formar la variedad experimental, el de las mejores 40 líneas para continuar el mejoramiento y el de la población (200 líneas), fue similar (5321, 5478 y 5359 kg/ha respectivamente), Figura 1.

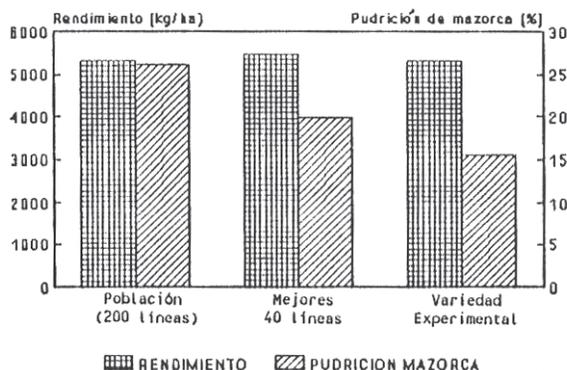


Figura 1. Rendimiento y pudrición en la población de maíz Diamantes 8043. Limón, Costa Rica. 1990.

Los rendimientos experimentales antes mencionados se consideran altos; no obstante de que provienen de líneas S1, en las cuales ha ocurrido un proceso de endogamia que trae consigo una disminución en el rendimiento (Córdova 1986). La variedad experimental mostró una pudrición de 15,5 % comparado con 26 % que fue la media poblacional para este carácter (Cuadro 2, Figura 1), lo cual indica que existe en la población suficiente variabilidad genética para lograr progreso en la selección de individuos superiores. Lo anterior también es un indicativo de la eficiencia del método de Selección Recurrente propuesto por Hallauer; Miranda (1981) y Villena (1982).

Las líneas de la población RPM x Tuxpeño C17 mostraron diferencias altamente significativas para todas las variables bajo estudio. El rendimiento de la variedad experimental superó en 829 kg a la población y mostró un 11,1 % menos para la pudrición de mazorca (Cuadro 3 y Figura 2).

Cuadro 2. Características agronómicas de las líneas de Diamantes 8043 que conforman la variedad sintética #1. Análisis combinado de dos épocas de siembra. Costa Rica, 1990.

# entrada (línea)	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición de mazorca (%)	Mazorca descubierta (%)	Altura de planta (cm)	Días a floración
205	5872	18,3	3,5	212	60
223	4453	10,4	6,8	247	61
252	5670	14,7	4,0	231	61
341	5452	14,3	4,0	198	60
366	5396	17,7	5,0	253	60
277	6216	19,0	22,3	251	62
398	4189	14,1	9,8	220	62
$\bar{x}$ Variedad Experimental	5321	15,5	7,9	234	61
$\bar{x}$ Mejores 40 líneas	5478	19,9	9,5	222	61
$\bar{x}$ Población (200 líneas)	5359	26,2	9,4	225	60
Coefficiente de Variación Poblacional	27,1	51,0	108,0	9,4	3,4

Cuadro 3. Características agronómicas de las líneas de RPM x Tuxpeño C17 que conforman la variedad sintética #2. Análisis combinado de dos épocas de siembra. Costa Rica. 1990.

# entrada (línea)	Rendimiento (kg/ha)	Pudrición de mazorca (%)	Mazorca descubierta (%)	Altura de planta (cm)	Días a floración
20	5040	19,0	5,4	211	58
96	5435	22,9	6,1	235	59
172	6771	7,3	5,6	241	60
199	5498	23,6	19,7	213	60
159	5709	23,9	12,4	200	59
167	7403	21,4	11,4	243	59
178	6434	22,6	16,2	196	60
x Variedad Experimental	6041	17,3	10,9	219	59
x Mejores 40 líneas	5485	21,5	8,6	210	59
x Población (200 líneas)	5212	28,4	9,4	211	59
Coefficiente de Variación Poblacional	24,0	55,7	86,6	10,0	5,2

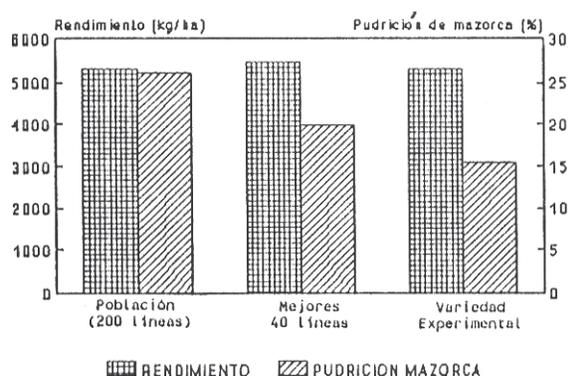


Figura 2. Rendimiento y pudrición en la población de maíz RPM x Tuxpeño C17. Limón Costa Rica. 1990.

Aunque la población RPM x Tuxpeño C17 ha sido sometida a más ciclos de mejoramiento que la población Diamantes 8043, los porcentajes de pudrición de mazorca tanto para la variedad experimental, las mejores 40 líneas y la población, fueron muy similares, al igual

que sus respectivos rendimientos, lo cual indica que la población Diamantes 8043 tiene un gran potencial de rendimiento y que está constituida por plantas genéticamente bien adaptadas a las condiciones del trópico. El rendimiento de la variedad experimental de la población RPM x Tuxpeño C17 superó en 720 kg a la variedad experimental de la población Diamantes 8043.

Se observó un diferencial de selección para el carácter pudrición de mazorca de la población RPM x Tuxpeño C17 de 139 %, comparado con la población (100 %), lo cual indica una ganancia en la acumulación de genes favorables para este carácter en la variedad experimental (Cuadro 4).

Para la población Diamantes 8043 el diferencial observado para este mismo carácter fue de 140,8 %. Los valores de heredabilidad para el carácter cobertura de mazorca fueron de 0,08 y 0,46 (Cuadro 5), los cuales se consideran bajos si se comparan con los obtenidos por Lothrop (1985), quien encontró valores del orden de 0,82 y 0,85 respectivamente.

Cuadro 4. Diferencial de selección para rendimiento y pudrición de mazorca en las poblaciones RPM x Tuxpeño. C17 y Diamantes 8043. Análisis combinado de dos épocas de siembra. Limón, Costa Rica, 1990.

Genotipo	Rendimiento kg/ha 14% humedad	Diferencial de selección (%)	Pudrición de mazorca (%)	Diferencial de selección (%)
Población RPM x Tuxpeño C17	5212	100,0	28,4	100,0
Variedad experimental (Población RPM x Tuxpeño C17)	6041	115,9	17,3	139,0
Población Diamantes 8043	5359	100,0	26,2	100,0
Variedad Experimental (Población Diamantes 8043)	5321	99,3	15,5	140,8

Cuadro 5. Estimación de heredabilidad (en el sentido amplio), de los principales caracteres bajo estudio. Análisis combinado de dos épocas de siembra. Costa Rica, 1990.

Característica/ Población	Rendimiento (kg/ha)	Días a floración	Pudrición de mazorca	Cobertura de mazorca	Altura de planta
Diamantes 8043	0,51	0,51	0,41	0,08	0,62
RPM x Tuxpeño C17	0,50	0,28	0,37	0,46	0,42

Cuadro 6. Coeficientes de correlación 1/ entre las principales características bajo estudio. Limón, Costa Rica. 1990.

	Rendimiento (kg/ha)	Floración	Pudrición de mazorca	Mazorca descubierta	Altura de mazorca
Rendimiento (kg/ha)					
Floración	0,15**				
Pudrición de mazorca	-0,22**	-0,01*			
Mazorca descubierta	-0,11**	0,13**	0,13**		
Altura de mazorca	0,22**	0,32**	-0,07*	-0,05	ns

1/ n =400. \*) P<=0,05. P<=0,01.

Se observó una correlación negativa de -0,22 entre el rendimiento y la pudrición de mazorca (Cuadro 6), lo cual coincide con los resultados obtenidos por Córdova (1986). La correlación entre las variables pudrición de mazorca y mazorca descubierta resultó ser altamente significativa. A este respecto, este autor indica que una mala cobertura de mazorca produce un mayor deterioro de campo, ocasionando posteriormente pérdidas en el rendimiento de grano.

## CONCLUSIONES

1. El método de Selección Recurrente permite eliminar los genes recesivos deletéreos que limitan el progreso en la selección de caracteres de baja heredabilidad.

2. Existe variabilidad para resistencia a pudrición de mazorca y rendimiento para lograr un progreso sostenido en ambas poblaciones.

3. Se formaron dos variedades sintéticas que junto con las ya formadas en el ciclo anterior de mejoramiento, serán evaluadas en los campos de los agricultores.

## LITERATURA CITADA

COLE, R.J.; KIRKSEY, I.W.; CUTLER, H.G.; DOUPNIK, B.L.; PECKHAN, J.C. 1973. Toxin from *Fusarium*

moniliforme: Effects on plants and animals. Science 179: 1324-1326.

CORDOBA, H.S. 1986. Mejoramiento integral para cobertura, pudrición de y mazorca, tallo y rendimiento en los complejos germoplásmicos de maíz. In XXXII Reunión Anual del PCCMCA (1986, El Salvador). San Salvador, El Salvador. s.p.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA, T.B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding, Selection Theory. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 468 p.

LOTHROP, I. 1985. Breeding for improved husk cover in tropical maize. CIMMYT Highlights. sp.

MARASAS, W.F.; KRIEK, N.P.; WIGGINS, V.M.; STEYN, P.S.; TOWERS, D.K.; HASTIE, T.J. 1979. Incidence, geographic distribution, and toxigenicity of *Fusarium moniliforme* in the seed. Seed Science Technical. 3: 683-6!19.

SMOOCK, W.; JIMENEZ, K. 1989. Perfil de maíz, Costa Rica, sus implicaciones en el establecimiento de prioridades de investigación. Guatemala. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 52 p.

VILLENA, W. 1982. Selección recurrente alternada entre líneas S1 seguido de selección entre y dentro de familias de medios hermanos. In XXVIII Reunión Anual del PCCMCA (1982, Costa Rica). San José, Costa Rica. s.p.

\_\_\_\_\_; CORDOVA, H. 1983. Evaluación de variedades experimentales nuevas para Centroamérica y El Salvador. In XXIX Reunión Anual del PCCMCA (1983, Panamá). Panamá. s.p.

WILSON, D.M.; HUANG, L.H.; JAY, E. 1975. Survival of *Aspergillus flavus* and *Fusarium moniliforme* in high moisture corn stored undermodified atmospheres. Application Microbiology. 30: 592-595.