

**IDENTIFICACION DE LINEAS S<sub>1</sub> DE MAIZ (*Zea mays* L.) TOLERANTES A LA  
PUDRICION DE LA MAZORCA, PARA LA FORMACION DE  
VARIETADES SINTETICAS. COSTA RICA. 1988.<sup>1</sup>**

Gonzalo Sánchez  
Kenneth Jiménez<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Identificación de líneas S<sub>1</sub> de maíz tolerantes a la pudrición de la mazorca, para la formación de variedades sintéticas. Costa Rica. Doscientas líneas S<sub>1</sub> de la población de maíz RPM x Tuxpeño C17 y doscientas líneas de la población Diamantes 8043 tolerantes a la pudrición de la mazorca fueron evaluadas en un diseño látice simple 20 x 20, en dos localidades: Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela y Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles. Las fechas de siembra y cosecha fueron 14 de junio y 4 de noviembre; 21 de julio y 4 de noviembre, para cada localidad respectivamente.

Como resultado de esta investigación se formaron dos variedades sintéticas, una formada por las 7 mejores líneas de la población RPM x Tuxpeño C17, la cual mostró un promedio de 4715 kg/ha y 5,5% de pudrición de mazorca. La segunda variedad sintética correspondiente a la población Diamantes 8043 se formó con base en las 8 mejores líneas, los cuales mostraron un rendimiento promedio de 4840 kg/ha y una pudrición de mazorca de 9,8%. Se obtuvieron "diferenciales de selección" altos para rendimiento y pudrición de mazorca en las dos poblaciones

**ABSTRACT**

Identification of ear-rot tolerant S<sub>1</sub> corn (*Zea mays* L.) lines for the production of synthetic varieties in Costa Rica. Two hundred S<sub>1</sub> lines from the RPM x Tuxpeño C-17 corn population and two hundred lines from the ear-rot tolerant Diamantes 8043 population were evaluated at two localities: The Fabio Baudrit Experiment Station in Alajuela and Los Diamantes Experiment Station in Limon, Costa Rica. The planting and harvesting dates, for each locality, were: June 14th and November 4th, July 21th and November 4th, respectively. A simple lattice 20 x 20 experimental design was used. Corn ears affected by *Diploidia maydis* and *Fusarium moniliforme* were collected. The inoculum was isolated and reproduced in the laboratory and, ten days after blooming, it was inoculated to half of the plants of each row in both replications, by introducing the needle of a syringe into the stigmas.

Two synthetic varieties were developed from this trial, based on the seven and eight best lines of the RPM x Tuxpeño C17 and Diamantes 8043 populations. They showed an average yield and ear rot percentage of 4715 kg/ha and 5.5%, and 4840 kg/ha and 9.8%,

---

<sup>1</sup> Parte de Tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Ing. Agr. Programa de Cereales. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Apartado 183, 4050 Alajuela, Costa Rica.

estudiadas, lo que permitió hacer la selección de líneas tolerantes y posterior formación de las variedades sintéticas. Las mazorcas no inoculadas mostraron porcentajes de pudrición similar a las mazorcas inoculadas lo que hace suponer que el inóculo natural existente fue suficiente para el desarrollo y evaluación de la enfermedad.

respectively. There were high "selection differentials" for yield and ear rot for the two studied populations, which allowed the selection of tolerant lines and later on, to produce the synthetic varieties. The non-inoculated ears showed rot percentages similar to the inoculated ears, which leads to suppose that the amount of the naturally existing inoculum was enough for the development and evaluation of the disease.

---

### INTRODUCCION

Costa Rica es un país de alta precipitación pluvial, donde las costas del Pacífico Sur y Zona Atlántica reciben una precipitación anual promedio que varía entre 3000 y 4000 mm. En dichas zonas se siembra más del 75% del maíz que se cultiva en este país.

La pudrición de mazorca se ha atribuido a un complejo de enfermedades entre los cuales están: hongos del género *Diplodia*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Aspergillus* y *Penicillium* siendo los dos primeros los de mayor importancia debido a que pueden afectar granos, hojas, raíces y plántulas (Castaño, 1987).

Es importante mejorar los maíces locales ya que, constituyen plantas bien adaptadas a nuestras condiciones, por lo general son cultivares de buen potencial de rendimiento y tolerantes a las principales enfer-

medades (Salas y Jiménez, 1983).

La pudrición de mazorca en maíz puede ser nociva para la salud humana, debido a la producción de micotoxinas de algunos hongos. Dichos patógenos pueden permanecer en residuos de cosecha o en la semilla, convirtiéndose así en fuente de inóculo primario, aunado a la alta capacidad de dispersión por la lluvia, viento, insectos y otros agentes (American Phytopathological Society 1980; Castaño 1987; De León 1978).

La selección recurrente para mejoramiento de las plantas fue sugerida por Hayes y Garber (1919), constituye un método apropiado para la selección de líneas y se fundamenta en la recombinación de líneas seleccionadas para rendimiento y otras características agronómicas en forma cíclica. Es de suma importancia la utilización de endogamia en procesos de selección, particularmente cuando deseen mejorar caracteres

de baja heredabilidad (Córdova 1986, Hallauer y Miranda 1981, y Villena 1982), razón por la cual se utilizan líneas  $S_1$  en este estudio.

Los objetivos de la presente investigación fueron:

1. Reducir o eliminar los problemas de mala cobertura en un ciclo avanzado de selección de la población RPM x Tuxpeño C17 (Resistencia a Pudrición de Mazorca x Tuxpeño Ciclo 17) y en un grupo de líneas derivadas del cultivar Diamantes 8043.
2. Incrementar la frecuencia de alelos favorables involucrados en resistencia a pudrición de tallo y mazorca, mediante la selección y recombinación de líneas superiores.
3. Identificar líneas superiores para desarrollar dos va-

riedades sintéticas de buena cobertura y resistencia a pudrición de tallo y mazorca.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización

Los ensayos de rendimiento se sembraron en dos localidades: (a) Estación Experimental Fabio Baudrit, localizada en la provincia de Alajuela, a 10 latitud norte y 84 longitud este, con una altura media de 843 msnm; (b) Estación Experimental Los Diamantes localizada en Guápiles, Pococí, Provincia de Limón, a 10 13' latitud norte y 84 46' longitud oeste con una altura de 300 msnm. Los datos de precipitación y temperatura durante los meses del ciclo del cultivo para ambas localidades se observan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Precipitación y temperatura promedio mensual para dos localidades durante el período de ejecución del experimento. Costa Rica. 1988.

Meses	Alajuela 1/		Guápiles 2/	
	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Temperatura. (°C)
Junio	241,4	21,4	332,2	25,5
Julio	147,8	21,9	335,1	24,8
Agosto	301,0	21,0	453,0	25,1
Setiembre	568,2	20,8	271,7	25,2
Octubre	449,3	20,8	425,3	24,5
Noviembre	104,8	21,5	513,3	24,2
<b>Total</b>	1812,5	21,2	2334,5	24,9

Fuente: 1/ Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno  
2/ Estación Experimental Los Diamantes

### Material genético

Como material experimental de maíz se usaron 200 líneas  $S_1$  (primera autofecundación de una planta alógama) de la población RPM x 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  $S_1$ " en el cual la unidad de selección fueron las líneas  $S_1$ . La media de la población de líneas  $S_1$  se comparó con la media de la población de líneas  $S_1$  evaluadas. Se aplicó una presión de selección del 20% (40 líneas) para continuar con el proceso de mejoramiento y una presión de selección de 2% (15 mejores líneas) en cada grupo de líneas de las dos poblaciones usadas para formar así dos variedades sintéticas.

### Diseño y parcela experimental

Para la prueba de rendimiento de las líneas  $S_1$  se usó un diseño experimental látice simple 20x20. La parcela experimental consistió de una hilera de 5 m de largo, espaciadas a 0,75 m, y una distancia entre sitios de siembra de 0,20 m. Se sembraron dos semillas por sitio y se raleó a una planta, 15 días después de la emergencia, con lo cual se obtuvo una densidad de población de 40.000 plantas/ha.

### Epocas de siembra y cosecha

El experimento ubicado en la localidad de Guápiles se sembró el 21 de julio y se cosechó el 4 de noviembre de 1988. En la localidad de Alajuela la siembra y cosecha del experimento se realizó el 14 de junio y 4 de noviembre respectivamente.

### Inoculación artificial

Se colectaron mazorcas afectadas por *Diplodia maydis* y *Fusarium moniliforme* en las zonas donde se localizó la investigación, posteriormente se aisló e incrementó el inóculo en el laboratorio de fitopatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería; 10 días después de la floración se inoculó la mitad de cada surco de ambas repeticiones con una jeringa especialmente diseñada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Esta inoculación se hizo con una aguja introducida en los estigmas de la mazorca.

### Variables a evaluar

Las variables a evaluar en este experimento se detallan a continuación: 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= ataque severo), acame de raíz y tallo (%), cobertura de mazorca (esca-

la de 1 a 5, donde 1= excelente, las brácteas cubren bien la punta de la mazorca y 5= punta de la mazorca esta descubierta), plantas cosechadas, número total de mazorcas, mazorcas podridas (%), aspecto de mazorca (escala de 1 a 5, donde 1= deseable o excelente y 5 = mala), porcentaje de desgrane (%), rendimiento (kg/ha) y longitud de brácteas (cm).

### RESULTADOS

El rendimiento y otras características agronómicas de

las líneas  $S_1$  seleccionadas en ambas poblaciones (RPM x Tuxpeño C17, y Diamantes 8043) para las localidades de Alajuela y Guápiles se observan en los Cuadros 2 y 3 respectivamente. Para la localidad de Alajuela, la media de rendimiento de la población RPM x C17 fue alta (3660 kg/ha) comparado con la media de la población Diamantes 8043 (3075 kg/ha). Para la localidad de Guápiles ambas medias fueron similares. Los valores de pudrición de mazorca fueron altos en Alajuela

**Cuadro 2.** Líneas  $S_1$  de maíz (*Zea mays* L.) seleccionadas en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. 1988.

Número de línea	Rendimiento (kg/ha)	Días a Floración	Mazorcas Podridas (%)	Aspecto mazorca	Mazorca Descubierta (%)	Longitud mazorca (cm)
Población RPM x TUXPE80 C-17						
172	5237,8	66	9,72	3,0	15,00	5,90
167	5237,8	69	20,47	3,0	7,69	7,40
87	4107,9	71	19,20	3,5	8,00	6,75
114	4005,0	68	17,63	3,0	18,75	5,75
$\bar{X}$ 200 líneas	3659,8	68	37,12	3,5	7,05	6,31
Población Diamantes 8043						
299	5166,0	73	28,85	2,8	11,54	4,05
400	4788,5	68	22,70	3,0	0,00	5,55
303	4728,4	72	15,52	3,0	0,00	7,05
363	3695,9	72	24,44	3,0	0,00	8,20
$\bar{X}$ 200 líneas	3075,1	75	47,84	4,0	1,00	6,97
RMS*/	2156,6	—	38,20	—	—	4,08

\*/ RMS: Rango Mínimo Significativo, Tukey 5%

**Cuadro 3.** Líneas S<sub>1</sub> de maiz (*Zea mays* L.) seleccionadas en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Costa Rica. 1988.

Número de línea	Rendimiento (kg/ha)	Días a Floración	Mazorca Podridas (%)	Aspecto mazorca (%)	Mazorca Descubierta	Longitud de mazorca (%)
Población RPM x TUXPE80 C-17						
121	6610,47	56	5,00	1,75	0,00	5,70
41	5560,47	59	20,00	2,50	0,00	4,90
57	5152,21	56	7,69	2,00	14,29	4,50
181	4720,93	59	18,20	2,25	0,00	5,60
59	4169,30	58	3,57	2,25	0,00	4,60
196	4066,05	56	3,57	2,25	0,00	3,40
199	4044,42	57	5,00	2,50	8,33	2,40
180	3725,00	61	3,57	2,50	0,00	4,60
$\bar{X}$ 200 líneas	3345,95	59	21,91	3,00	4,98	5,17
Población Diamantes 8043						
302	6852,33	62	20,19	2,25	6,25	4,80
277	5396,51	61	7,70	3,50	0,00	6,80
280	5010,93	63	14,05	2,75	0,00	6,00
226	5004,07	62	16,35	2,50	15,38	8,10
224	4694,19	59	15,11	2,50	15,38	4,10
391	4241,81	60	3,85	2,25	0,00	3,90
232	4136,51	62	16,23	2,25	9,09	4,10
235	3745,12	62	19,23	2,75	0,00	4,60
$\bar{X}$ 200 líneas	3445,28	62	19,95	3,32	4,63	5,55

comparado con guápiles para ambas poblaciones de maiz.

En el Cuadro 4, se observa el comportamiento agronómico de las líneas con base en los resultados promedios de las dos localidades estudiadas.

El rendimiento y porcentaje de pudrición promedio de las siete mejores líneas de la población RPM x Tuxpeño C17

seleccionadas para formar la variedad sintética fueron de 4740 kg/ha y 5,5% respectivamente. Para la población Diamantes 8043 dichos valores fueron de 4840 kg/ha y 9,8% (Figuras 1 y 2).

Para la localidad de Alajuela, las líneas seleccionadas de las poblaciones RPM x Tuxpeño C17 y Diamantes 8043, para formar las variedades sintéticas, mostraron un diferencial de selección

**Cuadro 4.** Líneas S<sub>1</sub> de maíz (*Zea mays* L.) seleccionadas con base en dos localidades. Alajuela-Guápiles, 1988.

Número de línea	Rendimiento (kg/ha)	Días a Floración	Mazorca Podridas (%)	Aspecto mazorca (%)	Mazorca Descubierta	Longitud de mazorca 20 (cm)
Población RPM x TUXPE80 C-17						
189	4961,2	62	17,60	2,6	0,00	6,40
200	4638,7	63	24,70	2,6	0,00	4,20
51	4453,4	62	17,60	2,5	1,78	3,80
140	4045,9	64	18,00	2,6	6,50	3,80
43	3914,0	63	12,10	2,5	0,00	4,40
103	2553,4	65	11,30	2,7	0,00	6,50
$\bar{X}$ 200 Líneas	3492,6	64	29,50	3,0	6,00	5,72
Población Diamantes 8043						
319	5688,9	67	7,90	2,5	0,00	3,20
230	5084,2	67	18,80	2,7	3,30	4,60
$\bar{X}$ 200 líneas	3271,5	69	33,97	3,0	5,48	6,27

para rendimiento de 127,0 y 149,4%, y 155,0 y 152,1% para pudrición de mazorca, respectivamente (Cuadro 5). Para la localidad de Guápiles, los diferenciales de selección para dichas poblaciones fueron de 142,0 y 141,8% para rendimiento y 159,5 y 125,0% para pudrición de mazorca (Cuadro 6).

No se observó diferencias significativas entre plantas inoculadas y no inoculadas.

## DISCUSION

Los rendimientos observados para las líneas seleccionadas fueron altos, (comparados con el rendimiento de variedades comerciales) si se considera que son plantas que han tenido un proceso de endogamia lo cual reduce su capacidad productiva, siendo éstos ligeramente superiores en la población RPM x Tuxpeño C17. Lo anterior se debe a que la población RPM x

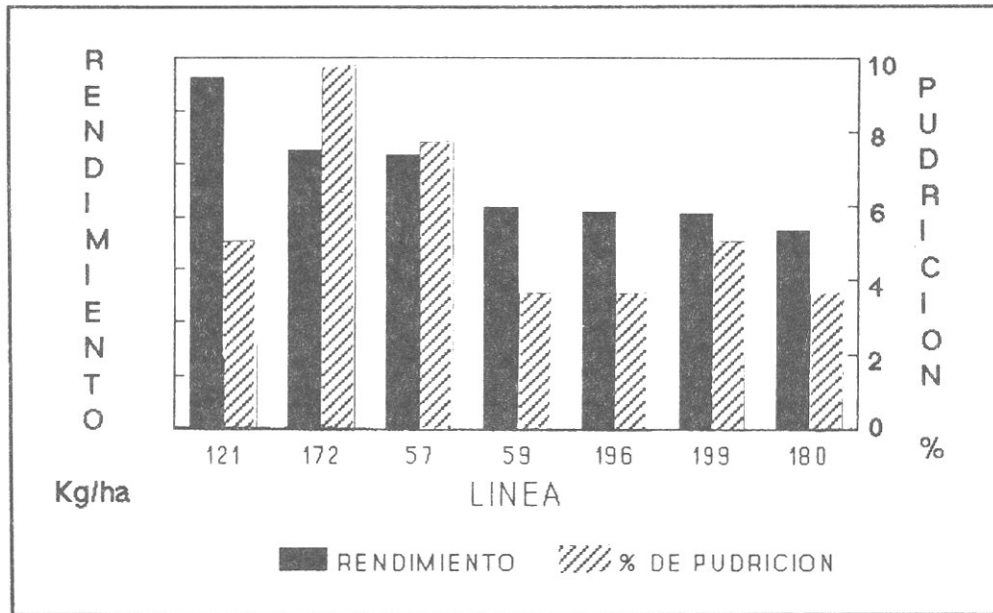


Figura 1. Líneas  $S_1$  de maíz de la población RPM x Tuxpeño C-17 seleccionadas para formar la variedad sintética.

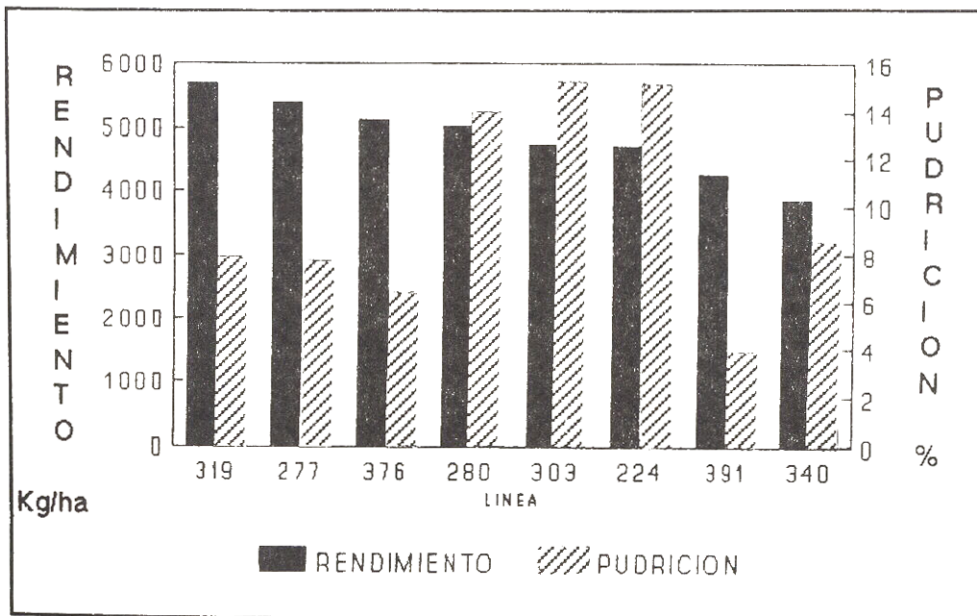


Figura 2. Líneas  $S_1$  de maíz de la población Diamantes 8043, seleccionadas para formar la variedad sintética.



**Cuadro 5.** Diferenciales de selección y ganancia contenida para algunos caracteres en las poblaciones RPM x Tuxpeño C-17 y Diamantes 8043. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. 1988.

Caracteres	Promedio 200 líneas RPM x Tuxpeño C-17	Promedio líneas seleccionadas RPM x Tuxpeño C-17	Promedio 200 líneas Diamantes 8043	Promedio líneas seleccionadas Diamantes 8043
Rendimiento				
(Kg/ha)	3.659,8	4.647,1	3.075,1	4.594,7
Dif. de selección*				
(%)	100,0	127,0	100,0	149,4
Altura de planta				
(cm)	199,1	209,6	224,3	222,4
Dif. de selección				
(%)	100,0	105,3	100,0	101,0
Altura de mazorca				
(cm)	106,4	111,0	127,2	126,7
Dif. de selección				
(%)	100,0	104,3	100,0	100,4
Mazorca descubierta				
(%)	7,1	10,4	6,3	2,9
Dif. de selección				
(%)	100,0	146,5	100,0	154,0
Pudrición mazorca				
(%)	37,1	16,7	47,8	22,9
Dif. de selección				
(%)	100,0	155,0	100,0	152,1

\*/ Diferencial de selección

**Cuadro 6.** Diferenciales de selección y ganancia obtenida para algunos caracteres en las poblaciones RPM x Tuxpeño C-17 y Diamantes 8043. Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Costa Rica. 1988.

Caracteres	Promedio población RPM x Tuxpeño C-17	Promedio líneas seleccionadas RPM x Tuxpeño C-17	Promedio población Diamantes 8043	Promedio líneas seleccionadas Diamantes 8043
Rendimiento				
(kg/ha)	3.346,0	4.756,1	3.445,3	4.885,2
Dif. de selección <sup>*/</sup>				
(%)	100,0	142,0	100,0	141,8
Altura de planta				
(cm)	215,0	217,4	247,4	257,9
Dif. de selección				
(%)	100,0	101,1	100,0	104,2
Altura de mazorca				
(cm)	115,6	118,1	141,4	145,4
Dif. de selección				
(%)	100,0	102,2	100,0	102,8
Mazorca descubierta				
(%)	5,0	2,8	4,6	5,8
Dif. de Selección				
(%)	100,0	144,0	100,0	126,0
Pudrición mazorca				
(%)	20,0	8,3	18,2	14,1
Dif. de selección				
(%)	100,0	159,5	100,0	125,0

<sup>\*/</sup> Diferencial de selección

Tuxpeño C17 ha sido mejorada a través de varios ciclos de selección recurrente a diferencia de la población diamante 8043, la cual se encuentra en su primer ciclo de mejoramiento (Villena, *et al.* 1982).

Los valores de pudrición de mazorca fueron más altos para la localidad de Alajuela, donde normalmente los problemas de pudrición no son tan graves como en la zona de Guápiles. Esto se atribuye en parte a que el experimento de Alajuela se dejó tres semanas más en el campo, práctica que es bastante usual entre los agricultores de esta zona, quienes siembran el maíz, posteriormente frijol y luego cosechan ambos cultivos en forma simultánea. Además de lo anterior, fue un año con una precipitación muy alta.

No se observó correlación entre pudrición y cobertura de mazorca, en algunos casos se observaron porcentajes de pudrición de más del 20% con valores de cobertura de 0,0%. Resultados semejantes han sido observados por otros investigadores (López, C. *et al* 1988). Lo anterior indica que la selección para resistencia a pudrición de mazorca basada únicamente en cobertura de mazorca es ineficiente; la adhesión de las brácteas a la tuza es importante

de considerar debido a que una mazorca podría estar bien cubierta pero con brácteas muy flojas lo que permite la fácil penetración de los patógenos.

Para la formación de variedades sintéticas se seleccionaron líneas que mostraron porcentajes de pudrición menores del 10% en el caso de la población RPM x Tuxpeño C17 y menores del 15% en el caso de Diamantes 8043 con rendimientos superiores a la media de la población. El número de líneas seleccionadas (ocho) para formar las variedades sintéticas concuerda con las recomendaciones de otros investigadores (Córdova, 1986).

Los diferenciales de selección observados para rendimiento y pudrición de mazorca en ambas poblaciones indican que son diferencias considerables que permiten hacer una selección de líneas y posterior formación de variedades experimentales.

Las mazorcas no inoculadas mostraron porcentajes de pudrición similar a las mazorcas inoculadas, lo que hace suponer que bajo las condiciones en que se llevó a cabo esta investigación el inóculo natural es suficiente para el desarrollo de la enfermedad, lo cual permite a su vez, hacer la selección de líneas tolerantes.

**LITERATURA CITADA**

- AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 1980. Compendium of corn diseases. Second Ed., Minn. USA. 105 p.
- CASTAÑO, J. 1987. In Reunión sobre "Maíz Muerto". Secretaría de Recursos Naturales, Danli, El Paraíso, Honduras. 3 p.
- CORDOVA, H.S. 1986. Mejoramiento integral para cobertura, pudrición de mazorca y tallo y rendimiento en los complejos germoplásmicos de maiz (*Zea mays* L.) de CIMMYT. CIMMYT, México. p. 20.
- LEON, C. 1984. Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), 3ra Edición, México. 114 p.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA, T.B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Selection theory. Iowa State University Press, Ames, IA. 468 p.
- SALAS, C.; JIMENEZ, K. 1983. Día de Demostración de maiz, Programa de Investigación en Cereales. Guía de producción en Maiz, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. 8 p.
- VILLENNA, W., 1982. Selección Recurrente alternada entre Líneas  $S_1$  seguido de selección entre y dentro de familias de medios hermanos. Reunión Anual del PCCMCA XXVIII, 1982, Costa Rica. San José, Costa Rica. s.p.