

Copyright © 1999 Fundación para la Investigación Agrícola DANAC  
pp 1996602YA818  
ISSN 1317-2042

GRATEROL M., EDUARDO J.<sup>2</sup>; GUIMARÃES, ELCIO P.<sup>3</sup>; BORGES F., ORANGEL L.<sup>2</sup>. 1999. Evaluación de estrategias de selección para resistencia a *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. en arroz. **Investigación Agrícola 4: 1**. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen4/art1/index.html>

---

*Contribución*

## EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN PARA RESISTENCIA A *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. EN ARROZ<sup>1</sup>

*Eduardo J. Graterol M., Elcio P. Guimarães, Orangel L. Borges F.*

---

Fundación para la Investigación Agrícola DANAC. Apartado 182. San Felipe 3210, Estado Yaracuy, Venezuela.

---

### RESUMEN

GRATEROL M., EDUARDO J.<sup>2</sup>; GUIMARÃES, ELCIO P.<sup>3</sup>; BORGES F., ORANGEL L.<sup>2</sup>. 1999. Evaluación de estrategias de selección para resistencia a *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. en arroz. **Investigación Agrícola 4: 1**. Disponible en Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/vol4/egraterol.html>

La piricularia (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.) es la enfermedad más importante del arroz en el mundo. El hongo produce manchas foliares y pudrición en el cuello de la panícula. La resistencia completa de las variedades no ha sido duradera debido a la alta variabilidad del patógeno. Desde 1984, el programa de arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) realiza la selección de líneas en la Estación Experimental Santa Rosa (EESR), Villavicencio, Colombia, donde existe alta presión y variabilidad de piricularia. Sin embargo, los investigadores del CIAT no conocían las ventajas de aplicar distintas alternativas de selección para resistencia a piricularia. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar algunas estrategias de selección para resistencia a *P. grisea* que contemplaron selección masal, pedigrí o una combinación de ambas, aplicadas desde la F<sub>2</sub> en distintas localidades y épocas de siembra. La investigación se realizó en la EESR, mediante un ensayo en bloques al azar con 410 tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó la reacción ante piricularia hoja (BI) y piricularia cuello (NBI) de líneas provenientes de ocho cruces entre padres resistentes y susceptibles, aplicando las respectivas escalas del IRRI. Los resultados indicaron que la eficiencia de las estrategias medida como número y proporción de líneas resistentes seleccionadas estuvo influenciada por los cruces. La evaluación de BI fue mejor diferenciadora de las líneas que la de NBI. Las estrategias donde se aplicó pedigrí desde la F<sub>2</sub>, fueron tan eficientes como aquellas donde se combinó masal-pedigrí. Igualmente, hubo diferencias entre cruces debido a la efectividad de los genes de resistencia aportados por los padres. De acuerdo a estos resultados, los mejoradores en el CIAT pueden aplicar distintas estrategias de selección, bajo alta presión de infestación y con cruzamientos entre progenitores con una adecuada base genética para resistencia a piricularia.

**Palabras claves:** Arroz, *Pyricularia*, resistencia, selección, mejoramiento

---

## INTRODUCCIÓN

La piricularia (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.) se considera la enfermedad de mayor importancia en el arroz en todo el mundo, debido a su amplia distribución y a su capacidad destructiva bajo condiciones favorables (Ou, 1985). Más que ningún otro factor, *P. grisea* ocasiona las mayores pérdidas de rendimiento del arroz en América Latina (Martínez, 1985). El hongo produce síntomas tanto en las hojas como en el cuello de la panícula. En las hojas, las manchas típicas son elípticas, de color gris o blanquecino en el centro y bordes marrón a rojizo. Las lesiones pueden unirse dependiendo de las condiciones ambientales y de la susceptibilidad del cultivar, reduciéndose el área fotosintética y por tanto los rendimientos (Ou, 1985). En el cuello de la panícula, las áreas atacadas producen pudrición, lo que provoca muchas veces su caída. Cuando el hongo coloniza el cuello de la panícula y los tejidos adyacentes, se inhibe el flujo de fotosintetizados hacia los granos que se están formando, originando granos livianos o panículas vacías (Ou, 1985).

El desarrollo de variedades de arroz con resistencia efectiva y duradera a la piricularia es la vía económicamente más factible y con menor impacto en el ambiente para la mayoría de los ecosistemas de arroz favorables a la enfermedad (Ahn, 1994). Sin embargo, una de las mayores limitantes en el mejoramiento genético para resistencia a la piricularia ha sido la gran capacidad de variabilidad patogénica que presenta el hongo (Ling y Ou, 1969).

La resistencia completa de las variedades a la piricularia es bien conocida, pero está asociada a un rápido rompimiento ante altas presiones del hongo. Este tipo de resistencia generalmente es efectiva por uno o dos años en ambientes favorables para la enfermedad (Bonman, 1992). El rompimiento de la resistencia a la piricularia ha sido atribuido a la extrema heterogeneidad y/o variabilidad de la virulencia del patógeno, inadecuados métodos de evaluación para resistencia, uso inadecuado de genes de resistencia o una combinación de todos estos aspectos (Zeigler *et al.*, 1994).

El programa de mejoramiento de arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), desde su inicio en 1967 en su sede de Palmira, Colombia, ha desarrollado líneas de arroz para los diferentes sistemas de producción de América Latina. A partir de 1984, buscando un sitio de mayor presión de enfermedades predominantes en la región, CIAT escogió la Estación Experimental Santa Rosa (EESR) ubicada en Villavicencio, Colombia, como sitio apropiado para la evaluación y selección del germoplasma, esperando así que los materiales seleccionados presentasen un mayor nivel de resistencia a las enfermedades, principalmente a la piricularia (Guimarães y Ospina, 1992). Las líneas que son seleccionadas en la EESR son enviadas a los países de América Latina y el Caribe a través de los viveros internacionales de observación para evaluación genética de germoplasma (VIOAL).

En las plantas autógamias existen muchos procedimientos disponibles para seleccionar y avanzar generaciones en poblaciones segregantes. Sin embargo, no siempre se conoce la eficiencia relativa de cada uno de esos procedimientos de selección (Pathirana, 1995). En el caso de piricularia, se desconoce la eficiencia de seleccionar en distintas épocas y generaciones de autofecundación y con diferentes procedimientos de selección. Con base en ello y a la importancia que tiene el mejoramiento para resistencia a esta enfermedad, el

presente trabajo se planteó como objetivo evaluar algunas estrategias de selección para resistencia a piricularia, que contemplaron selección masal, pedigrí o una combinación de ambas a partir de la  $F_2$  en distintas localidades y épocas de siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Estrategias de selección

En el CIAT se desarrollaron seis estrategias de selección en las cuales se combinó selección masal y por pedigrí (individual), a partir de la  $F_2$ , con localidades y épocas de siembra (Cuadro 1). La selección se inició a partir de las ocho poblaciones  $F_2$  obtenidas de los cruces simples entre seis padres resistentes y dos susceptibles (Cuadro 2). La selección de las líneas hasta la generación  $F_4$  (semilla  $F_5$ ) la realizó el Programa Arroz del CIAT entre 1990 y 1992, con el criterio único de resistencia a piricularia tanto en hoja como en cuello, con el fin de evitar un sesgo hacia otras características que pudieran interferir la interpretación de los resultados de esta investigación. Posteriormente, cada línea seleccionada se avanzó en forma masal hasta la generación  $F_6$ , con la cual se realizó el ensayo.

En la EESR existen dos semestres de siembra durante el año. El semestre A, que va desde abril hasta septiembre, en el cual ocurre la máxima precipitación y donde se realizan las mayores siembras comerciales de arroz en la región y el semestre B, que va desde octubre hasta marzo, con menor precipitación que el anterior. En el semestre A, el CIAT realiza mayormente la selección de las líneas debido a que la incidencia de piricularia es mayor que en el semestre B. En algunos casos, el avance de generaciones durante el proceso de selección se realiza en la sede del CIAT en Palmira, Departamento del Valle del Cauca, Colombia, el cual es un sitio libre de piricularia, pero es el lugar donde está concentrada la mayor infraestructura y personal del Programa arroz del CIAT. Con la utilización del CIAT-Palmira como alternativa para las estrategias de selección se pretendió conocer el efecto de realizar selección para resistencia en condiciones contrastantes en cuanto a presión de infestación de *P. grisea*.

Para la comparación de las estrategias se consideraron los criterios establecidos por Vega (1988) para comparar métodos de selección en plantas autógamias. Estos son: a) comportamiento de las líneas seleccionadas, b) proporción de líneas superiores obtenidas por cada método y c) costo, tiempo y labor en la obtención de líneas superiores.

**Estrategia 1:** Selección por pedigrí desde  $F_2$  hasta  $F_4$ . La  $F_2$  se evaluó en la EESR en el semestre A de 1990. La semilla  $F_3$  se dividió en dos lotes para cada familia, uno se sembró primero en la EESR en octubre de 1990 y el otro en la sede del CIAT en Palmira 45 días después. En la EESR se identificaron las familias resistentes y en Palmira se realizó la selección individual con base en otras características fenotípicas dentro de las familias correspondientes a las identificadas como resistentes en la EESR. La familia  $F_4$  se evaluó y seleccionó en la EESR. El fundamento de esta estrategia fue conocer el efecto que tiene utilizar la EESR sólo para la evaluación de piricularia, permitiendo realizar, simultáneamente, evaluaciones para características de alta heredabilidad en Palmira, aun cuando en la  $F_3$  exista una alta segregación. Todo este proceso requiere año y medio para generar líneas  $F_5$ , pero deben realizarse dos siembras y utilizar dos localidades para la  $F_3$ .

**Estrategia 2:** Selección por pedigrí desde  $F_2$  hasta  $F_4$  sólo en la EESR. La  $F_2$  se seleccionó en el semestre A de 1990, la  $F_3$  en el semestre B del mismo año y la  $F_4$  en el semestre A de 1991. La obtención de líneas  $F_5$ , desde la evaluación de la  $F_2$ , tomó un año y medio, aprovechando el semestre B para avanzar la selección individual con base en características fenotípicas.

**Estrategia 3:** Selección por pedigrí desde  $F_2$  hasta  $F_4$  en la EESR, sólo en los semestres A de cada año. La semilla  $F_5$  se obtuvo aproximadamente en dos años y medio después de la siembra de la  $F_2$ . Con esta estrategia se evaluó la efectividad de la selección por pedigrí sólo en los semestres A de cada año.

**Estrategia 4:** La población  $F_2$  se avanzó en forma masal durante el semestre A de 1990. Luego, a partir de la  $F_3$ , se inició la selección por pedigrí, siempre en los semestres A. A diferencia de las estrategias anteriores, no se hizo selección individual en la  $F_2$ , lo que permitió un ahorro de esfuerzo. Sin embargo, no ocurrió un ahorro de tiempo, tal como en las estrategias 1 y 2.

**Estrategia 5:** La  $F_2$  se avanzó en forma masal en el semestre A de 1990, al igual que la  $F_3$  en el semestre A de 1991. La selección individual se inició en la  $F_4$  durante el semestre A de 1992. En esta estrategia se ahorró esfuerzo en comparación a las anteriores, ya que se aprovechó la influencia de la selección natural con alta presión de piricularia durante las dos primeras generaciones segregantes.

**Estrategia 6:** Se realizó el avance masal de la  $F_2$  y la  $F_3$ , pero a diferencia de la estrategia 5, estas poblaciones se avanzaron en Palmira en ausencia de la enfermedad. A partir de la  $F_4$  se inició la selección individual bajo las condiciones del semestre A en la EESR. Con esto se avanzó más rápido en el proceso de obtención de líneas, pero no se aprovechó la influencia de la selección natural bajo alta presión del hongo.

### **Incremento de semilla de los cultivares**

Para incrementar la semilla de cada uno de los ciclos de ambas poblaciones se utilizó semilla remanente o incrementos anteriores que se encontraban conservadas en el banco de germoplasma; esto con la finalidad de disponer de mayor cantidad de semilla para las evaluaciones y garantizar que no existieran diferencias en la germinación debido a la edad de las mismas. En enero de 1996 se realizaron polinizaciones manuales planta a planta en 9 bloques de cruzamiento; en cada bloque se incrementó la semilla de un ciclo de selección, representado por 400 plantas cada uno. En la cosecha se seleccionaron 100 mazorcas de cada bloque, se tomó igual número de granos de la base de cada mazorca y se procedió a su mezcla para obtener la representación de cada ciclo.

### **Evaluación de los ciclos de selección**

En el período comprendido entre el 04/06/96 al 02/10/96 se evaluaron los ciclos de selección recurrente de las poblaciones FPX-01B y FPX-03B en la localidad de San Javier, estado Yaracuy, mientras que en El Sombrero, estado Guárico se realizó la evaluación entre el

27/06/96 al 29/10/96. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones y 14 tratamientos. En el Cuadro 1 se describen los tratamientos evaluados, constituidos por los 9 ciclos de selección de ambas poblaciones y 5 testigos comerciales.

**Cuadro 1.** Estrategias de selección para resistencia *P. grisea* desarrolladas por el CIAT

Estrategia	Generación	Localidad	Selección	Método	Mes/año (siembra)
1	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	EESR EESR/Palmira EESR	Si Si Si	Pedigrí Pedigrí Pedigrí	Abril 1990 Octubre 1990 Abril 1991
2	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	EESR EESR EESR	Si Si Si	Pedigrí Pedigrí Pedigrí	Abril 1990 Octubre 1990 Abril 1991
3	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	EESR EESR EESR	Si Si Si	Pedigrí Pedigrí Pedigrí	Abril 1990 Abril 1991 Abril 1992
4	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	EESR EESR EESR	No Si Si	Masal Pedigrí Pedigrí	Abril 1990 Abril 1991 Abril 1992
5	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	EESR EESR EESR	No No Si	Masal Masal Pedigrí	Abril 1990 Abril 1991 Abril 1992
6	F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>	CIAT-Palmira CIAT-Palmira EESR	No No Si	Masal Masal Pedigrí	Abril 1990 Octubre 1990 Abril 1991

EESR: Estación Experimental Santa Rosa

**Cuadro 2.** Identificación de los cruces realizados en el CIAT para la evaluación de estrategias de selección para resistencia a *P. grisea*

Identificación del cruce	Combinación	Progenitores
CT10905	R x R	CT7244-9-2-1-18-2 / CT6743-46-6-CA-14
CT5883	R x R	TOx1011-4-1 / IRAT 13
CT5782	R x S	IRAT 13 / Fanny
CT5784	R x S	TOx1011-4-1 / Cica 4
CT8813	S x R	Fanny / TOx1011-4-1
CT8816	S x R	Fanny / OS6
CT8818	S x R	Fanny / Carreon
CT5780	S x S	Fanny / Cica 4

R: resistente, S: susceptible

## Descripción del ensayo

El ensayo se realizó entre los meses de abril y septiembre de 1995 en la EESR del CIAT, ubicada en Villavicencio, Departamento del Meta, Colombia, con una ubicación geográfica de 4° 3' latitud norte y 73 ° 40' de longitud oeste. La EESR se encuentra a 333 msnm, con temperaturas promedios máximas de 30° C y mínimas de 21° C y una precipitación promedio anual de 2.700 mm, distribuidos principalmente entre los meses de abril y octubre.

En el ensayo se evaluaron 405 líneas (Cuadro 3) seleccionadas mediante seis estrategias de selección con cinco testigos, que fueron: Oryzica Llanos 5 (resistente), Cica 8, Oryzica 1, Línea 2 y Cica 9 (susceptibles), para un total de 410 materiales. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 410 tratamientos y cuatro repeticiones. Dada la alta y uniforme presión de piricularia en la EESR (Correa-Victoria y Zeigler, 1993) se utilizó el diseño en bloques al azar con el fin de distribuir aleatoriamente las líneas en cada repetición y así garantizar que estuviesen sometidas a condiciones similares de exposición al hongo, sin el riesgo de sesgar las evaluaciones hacia alguna estrategia en particular.

**Cuadro 3.** Número y procedencia de las líneas por cruce y estrategia de selección

Cruce	Estrategia					Total
	1	2	3	4	5	