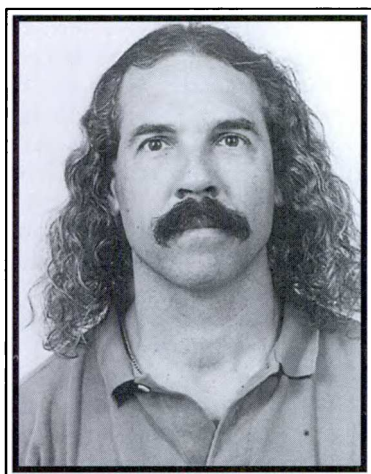


## **Utilización de la Selección Recurrente para Desarrollar Resistencia a *Pyricularia grisea* Sacc. en Arroz**



*Elcio P. Guimarães*

---

*Elcio P. Guimarães<sup>1</sup> y  
Fernando Correa-Victoria<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup>Investigador del Programa de Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia (actualmente en EMBRAPA-CNPAP, Brasil); <sup>2</sup>Investigador del Programa de Arroz del CIAT

### *Contenido*

Introducción

Selección de Progenitores y Creación del Acervo Genético

Etapas de Evaluación, Selección y Recombinación

Evaluación del Progreso

Evaluación en la Estación Experimental Santa Rosa

Evaluación en la Estación Experimental La Libertad

Evaluación en la finca La Consulta

Evaluación en la Estación Experimental de Izabal

Conclusiones

Agradecimientos

Referencias

## Introducción

El añublo del arroz, causado por el hongo *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., estado anamorfo de *Magnaporthe grisea* (T. T. Hebert) Yaegashi y Udagawa, es el factor biótico que más pérdidas ocasiona al arroz en Colombia y en la mayoría de los países latinoamericanos. Para contrarrestar esta enfermedad, la alternativa que buscan casi todos los programas de investigación en la región se basa en el desarrollo de resistencia genética (Aceves, 1989; Arlei et al., 1989; Hernández-Leyton, 1989; Handal, 1988).

Desde su inicio en 1967, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) trabaja en el mejoramiento genético del arroz. Uno de sus objetivos principales ha sido la producción de líneas con resistencia al añublo de esta especie. En las etapas iniciales, el programa se basó en la introducción de materiales del International Rice Research Institute (IRRI) y en la obtención de líneas derivadas de las poblaciones segregantes introducidas de ese instituto y de cruzamientos que realizaron el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT (Rosero, 1979).

El objetivo principal del trabajo, desde 1969 hasta 1975, fue el desarrollo de germoplasma de alto rendimiento con resistencia a *P. grisea*, para lo cual se utilizaron varias fuentes de resistencia. Sin embargo, las resistencias de las variedades obtenidas (CICA 6, CICA 9 y CICA 7) se rompían después de 1 ó 2 años de cultivo en el campo de los agricultores (Rosero, 1979).

Debido al limitado éxito de la estrategia de incorporación de genes de resistencia individuales, a partir de 1975 se empezó a trabajar con dos ideas: piramidar varios genes de resistencia en un solo germoplasma y

producir multilíneas (Rosero, 1979). El alcance de esas alternativas estuvo limitado por falta de información sobre los genes de resistencia de las fuentes utilizadas, y por una metodología que no permitía identificar los genes presentes en cada línea (Weeraratne et al., 1981).

En el año 1979 se hicieron varios cruces buscando combinar el 'progreso lento de la enfermedad' de variedades de orígenes diversos, con líneas de alto rendimiento y con genes mayores de resistencia (Weeraratne et al., 1981). Aunque, en general, el programa haya generado líneas cada vez más resistentes, en promedio, como muestra el trabajo conducido por Guimarães y Ospina (1992), la estabilidad de esa resistencia continuó siendo un punto cuestionable. Weeraratne et al. (1981) informaron que la principal razón para que las estrategias anteriores no produjeran materiales resistentes y estables era la falta de información sobre cómo se expresa ese tipo de resistencia.

Dichos autores mencionan que, por falta de un gametocida eficiente para facilitar los cruzamientos, no se había iniciado un proyecto de cruces recurrentes. Ellos recomendaron que, para incrementar la presión de la enfermedad, en el futuro las poblaciones segregantes se deberían sembrar en condiciones de secano. Eso pasó a ser parte de la estrategia del Programa de Arroz del CIAT, desde 1985 (CIAT, 1991).

La selección recurrente solamente empezó a hacer parte de los planes de mejoramiento del programa de arroz del CIAT a partir de 1989 (Guimarães et al., 1995). Eso fue posible debido a la técnica de cruzamiento adaptada por Sarkarung (1991), la cual permite

hacer centenares de cruzamientos de manera sencilla y rápida.

En la literatura se mencionan ejemplos que indican que el control genético de la piricularia se debe a bloques de genes de efectos pequeños (Wang et al., 1989; Lin, 1986) o a genes dominantes de efectos mayores (Kiyosawa et al., 1986; Hsieh et al., 1967). Sin embargo, por la complejidad del patógeno, que presenta numerosas razas (Ling y Ou, 1969), el desarrollo de resistencia genética a la enfermedad se puede abordar desde el punto de vista de una característica cuantitativa.

Las tres etapas fundamentales del proceso de selección recurrente (evaluación, selección y recombinación), ya descritas en varios trabajos anteriores, hacen parte de la metodología de mejoramiento que permite acumular, de manera gradual y continua, genes con efectos considerados pequeños o grandes.

La eficiencia de la metodología está directamente relacionada con la capacidad del fitomejorador para: a) escoger los progenitores adecuados para crear la población base para el trabajo; b) asegurar que en el campo experimental los materiales se expongan a las razas del patógeno, y que las reacciones de esos materiales se identifiquen correctamente; y c) recombinar el germoplasma seleccionado, de modo que los genes escogidos tengan oportunidades para encontrarse con otros genes presentes en la población.

Este capítulo tiene el objetivo de describir la metodología que está utilizando el Programa de Arroz del CIAT para desarrollar poblaciones resistentes a *P. grisea*, mediante el mejoramiento poblacional utilizando la metodología de selección recurrente.

## Selección de Progenitores y Creación del Acervo Genético

Esta etapa se puede considerar la más importante en todo el proceso de mejoramiento poblacional, pues una vez escogidos los progenitores, solamente los genes de éstos formarán parte del germoplasma. Ningún gen nuevo será generado por la metodología de selección recurrente, ya que el proceso cíclico de evaluación, selección y recombinación solamente posibilitará la reorganización del material genético presente en los diferentes progenitores.

En el presente capítulo se describirá el desarrollo de poblaciones con diferentes niveles de resistencia a piricularia, pero con una base genética más amplia que la presentada por las variedades comerciales para riego (Cuevas-Pérez et al., 1992) o secano (Guimarães, 1993) de América Latina.

Durante un período de ocho semestres de siembra en la Estación Experimental Santa Rosa, Villavicencio, se evaluó un gran número de líneas bajo condiciones de alta y diversificada presión de la enfermedad (Correa-Victoria y Zeigler, 1993). Entre esos materiales se identificaron 30 líneas que presentaron reacción estable a piricularia, la mayoría de ellas resistentes (Cuadro 1).

Sin embargo, como al iniciar este trabajo, en 1989, aún no se conocía el concepto de linajes genéticos del patógeno (Levy et al., 1993), la selección de los progenitores se realizó solamente con base en la resistencia de campo (grado y estabilidad).

La variabilidad genética de los 30 progenitores se comparó con la base genética del arroz de riego

Cuadro 1. Reacción a piricularia en la hoja de 30 progenitores utilizados en el proyecto de selección recurrente para crear la población GC-91.

Progenitores	Susceptibilidad en invernadero (linajes) <sup>a</sup>	Resistencia en el campo (nivel) <sup>b</sup>	Clasificación morfológica (tipo) <sup>c</sup>
P 5589-1-1-3P-4-MP	6	Completa	Japónica*
CT6196-33-11-1-3-M	6	Completa	Japónica
CT6261-5-7-2P-5-1P	Ninguno	Completa	Japónica*
CT7242-16-9-2-M	Ninguno	Completa	Japónica
Ceysvoni	6	Parcial	Japónica*
Ecia 122-J8-1-2-1	6	Parcial	Índica
Ecia 24	Ninguno	Parcial	Índica
C 48CU76-3-2-1-4-5M	6	Parcial	Índica
P 4076-F3-2-2-4	6	Parcial	Índica
P 2851F4-145-9-58-1B-10	2	Parcial	Índica
P 3055F4-3-4P-1P-1B	Ninguno	Parcial	Índica
P 4725F2-9-6-1X	5, 6	Parcial	Índica
TOx 1859-102-6M-3	6	Parcial	Japónica
P 4743F2-80-2-1X	5, 6	Parcial	Índica
CT6278-3-7-4P-1	6	Parcial	Índica
CT6393-M-9-2-5-M	5	Parcial	Índica
P 3621F2-1-2-8-1	Ninguno	Parcial	Índica
Araguaia	Ninguno	Completa	Japónica
IRAT 144	Ninguno	Completa	Japónica
IRAT 146	6	Completa	Japónica
IR35353-94-2-1-3	5, 6	Completa	Índica
IR35410-10-16-3-2-2-2-2	6	Completa	Índica
TOx 340-1-2-1	5, 6	Completa	Japónica
CICA 9	1, 2	Susceptible	Índica
Oryzica 2	5, 6	Susceptible	Índica
CT6113-8-9-7-M	6	Completa	Índica
CT6458-9-3-6-M	Ninguno	Completa	Índica
CT5756-3-5-1-M	Ninguno	Completa	Índica
P 5446-9-4-4-M	6	Completa	Índica
CT6240-12-2-2-1-1P	6	Completa	Japónica

a. Susceptibilidad bajo condiciones de invernadero, previa inoculación con aislamientos de *P. grisea* que representan diferentes grupos genéticos (Levy et al., 1993) de la Estación Experimental Santa Rosa, en Colombia.

b. Resistencia de campo en la Estación Experimental Santa Rosa, en Colombia, y estabilidad durante ocho o más semestres: completa = sin síntomas o con lesión presente pero sin esporulación; parcial = presencia de lesión típica de susceptibilidad que cubre menos del 10% del área foliar, o piricularia en el cuello con reacción  $\leq 5$  según el Sistema de Evaluación Estándar de Arroz (IRRI, 1988).

c. La clasificación de los subgrupos de *Oryza sativa* señalados con asterisco se obtuvo mediante análisis con isoenzimas.

latinoamericano descrita por Cuevas-Pérez et al., (1992), y se observó que hay un aporte de 22.4% de germoplasma africano a dicha base. También se buscó combinar los subgrupos índica y japónica, los cuales contribuyeron con 63.3% y 36.7%, respectivamente. Mayores detalles sobre los progenitores presentan Guimarães et al. (1995).

Una vez escogidos los progenitores, se combinaron entre sí, de tal manera que cada uno se cruzara con otros cinco de ellos; en este proceso se originaron 150  $F_1$ . Para ampliar las posibilidades de recombinación entre los genes de los 30 progenitores, se realizó una segunda ronda de cruces. Cada  $F_1$  se combinó con otras tres  $F_1$ , totalizando

así 417 cruces dobles de los 450 posibles. Las semillas de cada combinación se mezclaron en igual proporción, lo que dio origen al acervo genético GC-91 o sea, la población COPO. Además, de cada uno de los cruzamientos se sembraron semillas separadamente, con el objetivo de conocer el aporte de cada progenitor después de la selección.

## **Etapas de Evaluación, Selección y Recombinación**

Una vez creado el acervo genético GC-91, las etapas siguientes del proceso de mejoramiento poblacional mediante la selección recurrente son la determinación de la estrategia de evaluación y de selección que se utilizará, y la forma como los materiales escogidos se recombinarán para formar la población básica para el próximo ciclo.

Con el objetivo de obtener dos poblaciones probablemente con dos tipos de acción génica, se utilizaron los siguientes criterios de selección: a) para el Ciclo 1 de la Población 1 (C1P1), la reacción a piricularia en las hojas (Bl) y en el cuello de la panícula (NBl) de todos los materiales debe tener un grado menor o igual que 3 en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988); y b) para el Ciclo 1 de la Población 3 (C1P3), seleccionar aquellos materiales con Bl y NBl menores o iguales que 5. La intención es acumular genes con efectos mayores en el primer caso, y combinar esos genes con otros de efectos menores en el segundo.

La metodología utilizada fue la siembra de las semillas  $S_0$  en la Estación Experimental del CIAT en Palmira (EEP), donde no hay presión para la enfermedad. La selección se basó en características de fácil identificación, o sea, tipo del grano y

ciclo y altura de la planta. Las plantas se cosecharon individualmente para la siembra siguiente.

Se generaron 10,450 plantas  $S_1$  y 450 líneas  $S_2$ , las cuales se sembraron en la Estación Experimental Santa Rosa (EESR), un sitio donde la enfermedad es endémica, hay alta presión del patógeno y éste presenta una alta diversidad (Correa-Victoria y Zeigler, 1993). Para incrementar y uniformizar la presencia del patógeno, las semillas  $S_1$  cosechadas en la EEP se sembraron en surcos de 2.0 m y en los bordes se sembraron mezclas de semillas de cultivares susceptibles (esparcidores), siguiendo la metodología descrita por Correa et al. (1989).

Cada ciclo de recurrencia está basado en la selección y recombinación de familias  $S_2$ . Para eso se identificó cada planta  $S_1$ , y en cada una de ellas se colectaron tres datos de Bl (a los 25, 32 y 39 días después de la siembra) y dos de NBl (a los 28 y 35 días después de la floración).

Una vez obtenidas las evaluaciones para piricularia se emplearon los criterios de selección mencionados anteriormente. Para mantener las poblaciones útiles desde el punto de vista de atributos agronómicos, en las plantas que mostraron reacción compatible para pertenecer a una u otra población, se hizo una selección para características agronómicas como tipo de grano y de planta, ciclo, reacción a otras enfermedades, etc.

Finalizado el proceso de selección se escogieron 58 líneas  $S_2$  para cada estrategia. Para ganar tiempo en la ejecución del trabajo de selección recurrente, las 450 líneas  $S_2$  se sembraron en la EEP, 60 días después de la siembra de la EESR. Una vez escogidas en la EESR las líneas con las calificaciones requeridas para Bl y NBl, en la EEP se hicieron los

cruzamientos utilizando esos materiales.

La etapa de recombinación involucró 58 líneas para C1P1 y el mismo número para C1P3. Los cruces se realizaron combinando cada línea con otras tres, pero utilizando para cada combinación tres plantas de cada línea, para explorar la variabilidad dentro de las líneas (aún son plantas  $S_2$ , con considerable grado de heterocigosis). Para iniciar el nuevo ciclo de recurrencia, las semillas híbridas ( $S_0$ ) cosechadas de esos cruzamientos se sembraron en la EEP, de manera individualizada, según el cruce a que pertenecían, para que fuera posible conocer la contribución de cada progenitor original.

Cabe mencionar que el proyecto de selección recurrente para piricularia, además de buscar una mejoría en el nivel general de resistencia a la enfermedad en la población, ofrece una alternativa a la continua obtención de líneas mejoradas para el desarrollo de variedades, por parte de los programas nacionales. La Figura 1 muestra la secuencia de las generaciones dentro del trabajo de evaluación y selección.

### Evaluación del Progreso

Para comparar las líneas obtenidas en el primer ciclo de selección con los progenitores originales, se planeó un ensayo con los 30 padres de la población original (COP0) y los 58 de C1P1 y C1P3. Los materiales se sembraron en bloques completos al azar con tres repeticiones, en las siguientes localidades: la EESR y la Estación Experimental La Libertad, ambas en Villavicencio (Colombia); la finca La Consulta, en las sabanas de la altillanura colombiana, e Izabal en Guatemala.

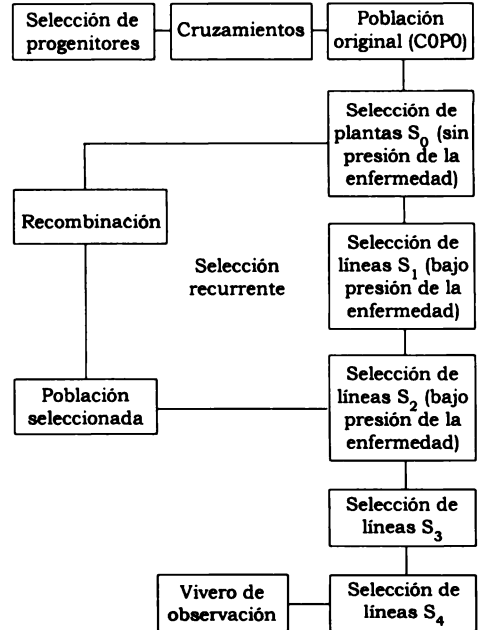


Figura 1. Flujo de materiales en el esquema de selección recurrente propuesto para desarrollar poblaciones y líneas con resistencia a *Pyricularia grisea* Sacc.

### Evaluación en la Estación Experimental Santa Rosa (EESR)

El acervo genético GC-91 se desarrolló en la EESR, y en ese mismo sitio se sometió a evaluación y selección para la obtención de las poblaciones C1P1 y C1P3. De esa manera, Santa Rosa fue la localidad donde se buscó conocer mejor el comportamiento de las líneas derivadas de ese material, que se utilizaron como progenitores para el próximo ciclo de recurrencia.

Bueno-Marin (1994) condujo un ensayo para evaluar el progreso de las dos estrategias empleadas. Se evaluaron los progenitores de las dos poblaciones y los 30 originales en dos épocas de siembra. En el Cuadro 2, que presenta los resultados para Bl,

se observa que las dos poblaciones tienen un mayor porcentaje de líneas en las clases resistente e intermedia que el acervo genético (COP0). Eso quiere decir que hubo un pequeño incremento en el número de mejores materiales en las dos poblaciones, o sea, que se logró un progreso después de completado un ciclo de selección. Entre las dos estrategias no hay diferencias.

Para NBI, los resultados fueron más significativos, ya que las dos poblaciones presentaron mayor porcentaje de líneas en la clase resistente que la COP0 (Cuadro 3);

Cuadro 2. Reacción a piricularia en las hojas en las poblaciones original (COP0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la Estación Experimental Santa Rosa, Villavicencio, Colombia.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	COP0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	5.6	8.1	8.9
I (4 - 5)	48.3	58.6	56.9
S (6 - 9)	46.1	33.3	34.2

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

Cuadro 3. Reacción a piricularia en el cuello de la panícula en las poblaciones original (COP0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la Estación Experimental Santa Rosa, Villavicencio, Colombia.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	COP0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	21.1	36.8	28.7
I (4 - 5)	8.9	8.3	14.7
S (6 - 9)	70.0	54.9	56.6

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

eso indica que se alcanzó mayor progreso para esa característica que para la reacción en las hojas. Por otra parte, para NBI se detectaron diferencias entre las dos estrategias; así, la población C1P1 tuvo 36.8% de líneas resistentes, mientras que la C1P3 tuvo solamente 28.7%, pero en la clase intermedia la ventaja fue para la C1P3 con 14.7%, contra 8.3% de la C1P1. Ese comportamiento refleja los objetivos de cada estrategia, que en el primer caso era la obtención de líneas con genes mayores (plantas con grado  $\leq 3$ ) y en el segundo la combinación de genes mayores y menores (plantas con grado  $\leq 5$ ).

### Evaluación en la Estación Experimental La Libertad (EELL)

En la EELL, el comportamiento general de los materiales indicó que la presión de piricularia al nivel de hojas y también del cuello de las paniculas era más baja, aunque esa estación está ubicada a pocos kilómetros de distancia de la EESR. La principal diferencia entre las dos estaciones es que en La Libertad los materiales se siembran bajo el sistema de secano en suelos ácidos; sin embargo, la composición de los linajes es similar entre los dos sitios.

Los resultados para BI y NBI fueron similares (Cuadros 4 y 5), y en ambos casos las dos poblaciones mejoradas presentaron significativamente más líneas resistentes que la COP0. También se observó que la estrategia utilizada para desarrollar la población C1P1 fue más eficiente en la producción de líneas resistentes que la C1P3, resultado ya esperado teniendo en cuenta los criterios de selección que se emplearon para desarrollar los materiales. Para los tres grupos de germoplasma, y tanto para BI como

Cuadro 4. Reacción a piricularia en las hojas en las poblaciones original (C0P0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la Estación Experimental La Libertad, Villavicencio, Colombia.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	C0P0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	52.2	82.2	71.3
I (4 - 5)	44.4	17.2	28.2
S (6 - 9)	3.3	0.6	0.6

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

Cuadro 5. Reacción a piricularia en el cuello de la panícula en las poblaciones original (C0P0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la Estación Experimental La Libertad, Villavicencio, Colombia.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	C0P0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	53.3	85.0	71.8
I (4 - 5)	32.2	14.3	23.5
S (6 - 9)	14.4	2.2	2.8

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

para NBI, hubo muy pocas líneas en la clase susceptible, reflejo de la baja presión de la enfermedad.

### Evaluación en la finca La Consulta

La finca La Consulta, ubicada en la altillanura colombiana, está localizada a 100 km de la EESR, donde se desarrolló el proyecto. El cultivo de arroz se inició en esa área hace solamente 3 años. Por lo tanto, la presión para piricularia aún no es muy fuerte y la composición de los linajes es diferente; en este sitio hay un predominio del linaje ALL-7,

mientras que en la EESR el más importante es SRL-6 (Correa-Victoria et al., 1994).

El comportamiento de los tres germoplasmas fue similar para BI, y más del 95% de las líneas mostraron reacción entre el grado 0 y el 3 (Cuadro 6). Eso indica que las líneas desarrolladas en la EESR fueron resistentes bajo las condiciones de elevada acidez de la altillanura (más del 90% de saturación de aluminio). Para NBI se observaron diferencias de alrededor de 15% y de 11% entre los porcentajes de líneas resistentes, respectivamente, de las poblaciones C1P1 y C1P3 comparadas con la población original (Cuadro 7).

Cuadro 6. Reacción a piricularia en las hojas en las poblaciones original (C0P0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la finca La Consulta, altillanura colombiana.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	C0P0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	95.6	96.6	98.9
I (4 - 5)	4.4	3.4	1.1
S (6 - 9)	0	0	0

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

Cuadro 7. Reacción a piricularia en el cuello de la panícula en las poblaciones original (C0P0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la finca La Consulta, altillanura colombiana.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	C0P0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	83.1	98.9	94.8
I (4 - 5)	12.4	1.1	5.2
S (6 - 9)	4.5	0	0

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).



## Evaluación en la Estación Experimental de Izabal

Para el ensayo sembrado en Izabal, en Guatemala, solamente están disponibles las informaciones relacionadas con Bl. Ese sitio presentó una presión relativamente baja del patógeno en las hojas. Los datos disponibles sobre la población del patógeno son insuficientes para permitir compararlos con los obtenidos en Colombia.

Los resultados en el Cuadro 8 muestran un incremento en el número de líneas resistentes en las dos poblaciones mejoradas, al compararlas con la original. La C1P1 presentó 4.5% más líneas en la clase R que la C1P3, consecuencia de la estrategia de selección utilizada, pero ninguna de las dos poblaciones presentó líneas en la clase de las susceptibles.

Cuadro 8. Reacción a piricularia en las hojas en las poblaciones original (COP0) y mejoradas (C1P1 y C1P3), evaluadas en la Estación Experimental de Izabal, Guatemala.

Reacción <sup>a</sup>	Líneas por población (%)		
	COP0	C1P1	C1P3
R (0 - 3)	81.6	95.8	91.3
I (4 - 5)	17.2	4.2	8.7
S (6 - 9)	1.2	0	0

a. R = resistente; I = intermedia; y S = susceptible. Los parámetros indican los grados en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (IRRI, 1988).

## Conclusiones

Los resultados observados en las tres localidades de Colombia, bajo contrastantes sistemas de cultivo, y en Guatemala bajo condiciones de secano favorecido, mostraron una tendencia similar. Las poblaciones mejoradas tuvieron más líneas en la clase resistente que el acervo genético

GC-91(COP0), tanto para Bl como para NBl.

Al comparar las dos estrategias de selección utilizadas para desarrollar la C1P1 y la C1P3, se observó que para la característica Bl solamente los datos de la EELL mostraron diferencias favorables a la población C1P1 (mayor número de líneas en la clase R); los demás sitios fueron similares o presentaron diferencias pequeñas. Sin embargo, para NBl todos los sitios mostraron un comportamiento diferencial favorable a la población C1P1.

Estos resultados de un año de evaluación en cuatro sitios, mostraron que con solamente un ciclo de selección para piricularia se logró incrementar el número de materiales resistentes en las poblaciones desarrolladas a partir de la GC-91, o sea, se han obtenido ganancias con el primer ciclo de selección. Se espera que con la continuidad del proceso de selección recurrente se incremente cada vez más el número de líneas resistentes presentes en las poblaciones C1P1 y C1P3, por la acumulación de genes de resistencia presentes en los progenitores originales. Una vez logrado ese objetivo, los programas nacionales de América Latina tendrán mayor posibilidad de obtener líneas resistentes a la enfermedad y con una amplia base genética, cuando seleccionen materiales adaptados a las condiciones locales de cada país partiendo de estas poblaciones.

El proyecto de selección recurrente continúa con el objetivo de completar, por lo menos, dos ciclos más de selección y recombinación, así como también continúan las evaluaciones del progreso en la selección. Sin embargo, para evaluar la estabilidad de las líneas generadas por las dos estrategias serán necesarios aún más años de continua evaluación.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos a los Ingenieros Walter Ramiro Pazos, ICTA, Guatemala, y Edgar Tulande, CIAT, Colombia, por la colaboración en la colección de los datos presentados en este trabajo.

## Referencias

- Aceves, J. S. 1989. Mejoramiento genético del arroz en la región central de México. En: Resultados de los viveros de arroz para América Latina distribuidos en 1988: Segundo semestre. (Incluye panel sobre generación de variabilidad genética del arroz en el Cono Sur.) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 83-96.
- Arlei, L. T.; Galli, J.; Ribeiro, A. S.; Peters, J. A.; Machado, M. O.; y Martins, J. F. 1989. Variabilidad genética en el programa de arroz de riego de CPATB/EMBRAPA-RS, Brasil. En: Resultados de los viveros de arroz para América Latina distribuidos en 1988: Segundo semestre. (Incluye panel sobre generación de variabilidad genética del arroz en el Cono Sur.) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 41-63.
- Bueno-Marín, J. M. 1994. Evaluación del progreso genético para la resistencia a *Pyricularia grisea* Sacc. en un ciclo de selección recurrente en la población de arroz (*Oryza sativa* L.) GC-91. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. 1986-1989 Report Rice Program. Documento de trabajo no. 92. Cali, Colombia. 404 p.
- Correa, F.; Zeigler, R. S.; Weber, G.; y Sarkarung, S. 1989. Metodologías desarrolladas por el Programa de Arroz del CIAT para caracterización de germoplasma. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la VII Conferencia del IRTP para América Latina, Cali, Colombia, Agosto 11-13, 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 76-87.
- Correa-Victoria, F. J. y Zeigler, R. S. 1993. Pathogenic variability in *Pyricularia grisea* at a rice blast "hot spot" breeding site in eastern Colombia. Plant Dis. 77:1029-1035.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; y Levy, M. 1994. Virulence characteristics of genetic families of *Pyricularia grisea* in Colombia. En: Zeigler, R. S.; Leong, S. A.; y Teng, P. S. (eds.). Rice blast disease. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas. p. 211-229.
- Cuevas-Pérez, F. E.; Guimarães, E. P.; Berrio, L. E.; y González, D. I. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean. Crop Sci. 32(4):1054-1059.
- Guimarães, E. P. 1993. Genealogy of Brazilian upland rice varieties. Int. Rice Res. Notes 18(1):6.
- \_\_\_\_\_; y Ospina-R., Y. 1992. Evaluación del progreso en la selección de líneas resistentes al añublo del arroz (*Pyricularia oryzae* Cav.) en viveros internacionales. Fitopatol. Venez. 5(2):37-38.
- \_\_\_\_\_; Correa-Victoria, F. J.; y Tulande, E. 1995. GC-91, a broad-based rice synthetic population for blast (*Pyricularia grisea* Sacc.) resistance. Rev. Bras. Gen. 18(4):553-561.
- Handal, E. S. 1988. Utilización del germoplasma introducido en los viveros de observación del IRTP en Honduras, 1984-1987. En: Resultados de los viveros de arroz distribuidos en 1987. (Incluye utilización del germoplasma de los viveros de observación en América Central y México.) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 68-80.
- Hernández-Leyton, J. 1989. Utilización en el Perú de los recursos genéticos de arroz desarrollados por los centros internacionales. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la VII Conferencia del IRTP para América Latina, Cali, Colombia, agosto 11-13, 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 234-247.

- Hsieh, S. C.; Lin, M. H.; Yen, S. T.; y Lian, H. L. 1967. Inheritance of resistance to different races of *Pyricularia oryzae*. En: Studies of the physiologic races of rice blast fungus *Pyricularia oryzae* Cav. Informe técnico final del Proyecto U.S. PL-480, USDA Coop. Res. Proj. Grant No. FG-Ta-107. Taipei, Taiwan. p. 47-63.
- IRRI (International Rice Research Institute). 1988. Standard evaluation system for rice. 3a. ed. Los Baños, Filipinas. 54 p.
- Kiyosawa, S.; Mackill, D. J.; Bonman, N. N.; Tanaka, Y.; y Ling, Z. Z. 1986. An attempt of classification of world's rice varieties based on reaction pattern to blast fungus strains. Bull. Natl. Inst. Agrobiol. Resour. 2:13-39.
- Levy, M.; Correa-Victoria, F. J.; Zeigler, R. S.; Xu, S.; y Hamer, J. E. 1993. Genetic diversity of the rice blast fungus in a disease nursery in Colombia. *Phytopathology* 83:1427-1433.
- Lin, S. C. 1986. Genetic analysis of minor gene resistance to blast in *japonica* rice. En: Rice genetics. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas. p. 451-469.
- Ling, K. C. y Ou, S. H. 1969. Standardization of the international race numbers of *Pyricularia oryzae*. *Phytopathology* 59:339-342.
- Rosero, M. J. 1979. Breeding for blast resistance at CIAT. En: Proceedings of the Rice Blast Workshop. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas. p. 63-67.
- Sarkarung, S. 1991. A simplified crossing method for rice breeding: A manual. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 32 p.
- Wang, Z.; Mackill, D. J.; y Bonman, J. M. 1989. Inheritance of partial resistance to blast in indica rice cultivars. *Crop Sci.* 29:848-853.
- Weeraratne, H.; Martinez, C.; y Jennings, P. R. 1981. Genetic strategies in breeding for resistance to rice blast *Pyricularia oryzae* in Colombia. En: Proceedings of the Symposium on Rice Resistance to Blast. Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT), Montpellier, Francia. p. 305-311.

