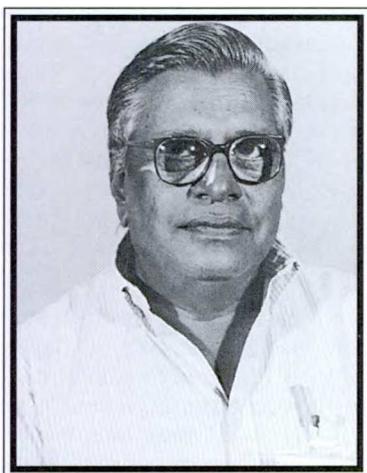


## **Vivero Nacional de Piricularia: Progreso, Perspectivas y Utilización como Fuente de Progenitores para la Selección Recurrente**



*Anne S. Prabhu*

---

*Anne S. Prabhu<sup>1</sup>, Alceu S. Ribeiro<sup>2</sup>,  
Jaciro Soave<sup>3</sup>, Napoleão S. Souza<sup>4</sup>,  
Dittier Kempf<sup>5</sup>, Marta C. Filippi<sup>1</sup>,  
Paulo Hideo N. Rangel<sup>1</sup> y  
Francisco J. P. Zimmermann<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Investigadores del Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); <sup>2</sup>Investigador del Centro de Pesquisa de Terras Baixas de Clima Temperado (EMBRAPA-CPACT); <sup>3</sup>Investigador del Instituto Agronômico de Campinas (IAC); <sup>4</sup>Investigador de la Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A (EMPAER-MT); <sup>5</sup>Investigador del Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), Brasil

### *Contenido*

Introducción

Método de Evaluación por Resistencia a Piricularia

Vivero Nacional de Piricularia (VNB)

Utilización del VNB en la Elección de Progenitores para la Selección Recurrente

Observaciones Generales

Agradecimientos

Referencias

## Introducción

La resistencia a la piricularia del arroz, *Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo, es una característica compleja, y los criterios para la selección en el campo son difíciles de definir. En los países en desarrollo, los fitomejoradores han obtenido considerables progresos en la obtención de cultivares resistentes; sin embargo, esto se ha logrado sin ningún conocimiento en cuanto a la identidad del patógeno (Robinson, 1976).

El mejoramiento para buscar resistencia vertical (RV) es una buena alternativa; además, sigue siendo la estrategia más utilizada por los fitomejoradores, y lo seguirá siendo mientras la variación genética que existe dentro del germoplasma no haya sido explorada en su totalidad. Combinaciones de diversos genes de RV posiblemente aumenten el grado de la resistencia, de manera tal que los patotipos combinados con los genes del hospedante no posean capacidad para causar epidemia.

Ese tipo de RV puede ser permanente, y la literatura presenta varios ejemplos en lo que se refiere a los cereales (Van der Plank, 1968). Estudios recientes en arroz, realizados en Colombia, han demostrado un alto grado de resistencia en los cultivares recientemente desarrollados, como son los casos de *Oryzica* Llanos 4 y *Oryzica* Llanos 5. No se ha encontrado ningún aislamiento de *P. grisea* compatible con los genes de resistencia presentes en estos cultivares (Correa-Victoria y Zeigler, 1993).

En Brasil hay disponibles unos pocos cultivares de arroz como Tres Mariás, con genes mayores que ofrecen resistencia amplia contra todas las razas fisiológicas del patógeno. En general, la RV conferida por los genes mayores presenta

resistencia para uno o para pocos patotipos del hongo y no es durable. Por otro lado, los cultivares con resistencia parcial (RP), conferida por genes menores, ofrecen un cierto grado de resistencia contra todos los patotipos del hongo y se considera durable. Según Van der Plank (1968), esta resistencia se considera generalmente como sinónimo de resistencia horizontal.

La RP reduce los niveles de la enfermedad y se caracteriza por un tipo de infección susceptible (Parlevliet y Zadoks, 1977). La naturaleza genética de la RV es cualitativa, mientras que la RP es, en la mayoría de los casos, cuantitativa. La RP en algunos cultivares es específica y controlada por genes mayores u oligogénicos (Bonman et al., 1989; Parlevliet, 1983; Ikehashi y Kiyosawa, 1981).

La evaluación de la RP es complicada, debido a la coexistencia de RP y RV en el mismo cultivar. La variación continua, o sea, la reacción no diferencial, usualmente es referida como resistencia poligénica o RP. El lento progreso de la enfermedad es una de las características que puede ser producida por RP o RV incompleta. La RV incompleta no confiere resistencia durable y se suele confundir con la RP (Robinson, 1976).

En Brasil se están adoptando diversas estrategias de mejoramiento para la obtención de cultivares de arroz con resistencia a la piricularia. Estas estrategias incluyen liberación secuencial de cultivares, desarrollo de cultivares con mezcla de líneas isogénicas, acumulación de genes de resistencia con cruzamientos múltiples y selección recurrente (Prabhu y Guimarães, 1990). La búsqueda de fuentes de resistencia y la evaluación de líneas élite constituyen requisitos para el éxito de todas las estrategias de mejoramiento.

La identificación del gen de androesterilidad en el arroz y su utilización para el desarrollo de poblaciones permitió el uso del mejoramiento de la población en el cultivo. Por lo tanto, la posibilidad de emplear la estrategia de selección recurrente trajo una nueva perspectiva para la búsqueda de cultivares con resistencia amplia y duradera. Sin embargo, esa metodología exige un mayor énfasis en la selección de los progenitores y permite la inclusión de germoplasma nativo y exótico. Con la selección recurrente es posible producir poblaciones con elevado nivel de resistencia a piricularia y paralelamente incorporar las características agronómicas deseables. Este germoplasma sirve como base para la extracción de líneas y la producción de cultivares comerciales.

## **Método de Evaluación por Resistencia a Piricularia**

En 1963 se propuso la estandarización de un método de evaluación de germoplasma, por medio del vivero uniforme de piricularia, en un simposio de arroz realizado en Filipinas, bajo la coordinación del International Rice Research Institute, IRRI (Ou, 1963).

En 1975 se propuso el Vivero Internacional de Piricularia del Arroz (IRBN), que forma parte del Programa Internacional de Pruebas de Arroz (IRTP), hoy Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER).

Desde su establecimiento, el IRBN se ha desarrollado en Brasil, en varios estados como Rio Grande do Sul, São Paulo y, posteriormente, en Goiás (Prabhu et al., 1982; Soave y Azzini, 1978; Soave et al., 1975, 1976; Ribeiro, 1974, 1975; Ribeiro e Ishy, 1974).

El método consiste en evaluar los genotipos en camas de 1.5 m de ancho y de 15 a 20 m de largo, en las cuales se siembran los materiales en líneas de 0.5 m de largo y a espacios de 0.1 m; los testigos resistentes y susceptibles se intercalan cada 50 líneas del material bajo evaluación. Generalmente, en los dos lados y en las cabeceras de las camas se establece una franja de tres a cuatro surcos con mezclas de cultivares susceptibles. Para propiciar una infección uniforme y alta, se aplica una fertilización nitrogenada (120 kg/ha de N o más, utilizando sulfato de amonio) y cantidades adecuadas de fósforo, potasio y sulfato de zinc.

En general, en condiciones naturales de campo, las esporas del patógeno son suficientes para iniciar la infección; sin embargo, en algunas localidades el inóculo se puede iniciar o incrementar recolectando hojas enfermas y cortándolas en trocitos que se distribuyen luego sobre los materiales esparcidores.

Los criterios que se utilizan para determinar el grado de resistencia son: a) tipo de la lesión o infección, b) número de lesiones o porcentaje del área foliar infectada por la enfermedad, y c) combinación de los dos criterios.

Los grados de la enfermedad en cada genotipo varían de 0 hasta 9, y se asignan de acuerdo con el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz, propuesto por el IRRI (1976). El Grado 0 indica ausencia de infección; los grados 1 a 4 expresan el tipo de lesión, siendo el 4 indicativo de susceptibilidad; del grado 5 al 9 representan incrementos en el porcentaje del área foliar afectada por las lesiones.

En las condiciones brasileñas, los resultados de los IRBN han permitido identificar fuentes de resistencia

originarias de materiales introducidos de diversos países. Algunos materiales, comúnmente utilizados en otros países y por los centros internacionales como fuentes de resistencia, resultaron susceptibles cuando se sembraron en Brasil, en esas camaras.

Para la obtención de cultivares resistentes para las condiciones de secano y de riego, los programas nacionales han utilizado ampliamente, en diversos cruzamientos, los siguientes genotipos, entre otros: Tres Marias, Basmati-370, Carreon, Tetep, H-5, Ta-Poo-Cho-Z, Huan-Sen-Goo, Ramtulasi, Ramagarh, Jhum Paddy, Pusur y T-23.

## Vivero Nacional de Piricularia (VNB)

En un grupo de trabajo formado durante la 'Segunda Reunión Nacional de Pesquisa de Arroz', realizada en 1980, se llamó la atención para realizar un trabajo cooperativo a nivel nacional, considerando prioritaria la creación de un Vivero Nacional de Piricularia (VNB).

El primer VNB se organizó en 1982, como parte del Programa Nacional de Pesquisa de Arroz, con los siguientes objetivos: intercambiar y evaluar materiales promisorios de los diferentes programas de mejoramiento existentes en el país; identificar donantes apropiados para resistencia a la piricularia; evaluar la estabilidad de esos materiales en diferentes localidades y años y estudiar la variación genética del patógeno por medio de reacciones diferenciales de los genotipos.

Hasta el momento se han realizado 12 VNB que incluyen entre seis y nueve sitios de evaluación. En el presente capítulo se resumen los principales resultados obtenidos en

los VNB que se condujeron entre los años de 1982 y 1994, y se discuten los criterios para su evaluación y su utilización como fuentes de progenitores para los programas de mejoramiento, enfocando este trabajo hacia la selección recurrente.

El VNB está compuesto por:

- a) fuentes de resistencia comúnmente utilizadas en los programas de mejoramiento, para estudiar su estabilidad y espectro de resistencia;
  - b) diferenciales internacionales, para verificar la variabilidad del patógeno; y
  - c) líneas nombradas por los programas estatales de mejoramiento.
- El número de materiales evaluados y los sitios de evaluación de los VNB sembrados entre 1982 y 1994 se presentan en el Cuadro 1.

El análisis de los datos obtenidos en ese periodo indicó que Tres Marias y Carreon presentan reacción del tipo resistente (grado entre 0 y 3, en el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz) en todos los años de las pruebas. Por lo tanto, se pueden utilizar como progenitores y fuentes de resistencia, en programas de selección recurrente.

Cuadro 1. Número total de entradas que hicieron parte del VNB en diferentes años y localidades de evaluación, en el periodo de 1982 a 1994.

Año	No. de entradas	No. de localidades de evaluación
1982	300	7
1983	358	6
1984	459	6
1985	498	6
1986	493	5
1987	446	5
1988	574	8
1989	583	9
1990	430	7
1991	481	6
1992	456	8
1993	510	8
1994	500	9

La siembra de estos viveros en diferentes localidades indicó la presencia de interacciones del tipo genotipo x ambiente, ya que se observaron diferentes reacciones de un mismo material según el sitio donde estuvo sembrado. Como ejemplo se puede mencionar el caso de Pindorama y Pindamonhangaba, sitios localizados en el Estado de São Paulo, donde las reacciones de la mayoría de las entradas fueron distintas. Ese comportamiento se debe probablemente a diferencias en la frecuencia de las razas del patógeno en estas localidades.

El análisis conjunto de los resultados de los 8 años de pruebas, en los cuales fueron utilizados genotipos provenientes de ensayos avanzados de rendimiento de programa de mejoramiento de EMBRAPA-CNPAF, sirvió para evaluar el progreso alcanzado por ese programa. Los resultados presentaron diferencias significativas entre años, localidades y líneas; en el Cuadro 2 se presentan los promedios de las reacciones de las líneas mejoradas, obtenidos en diferentes años. Se observa que, en general, los promedios de las reacciones a piricularia de las líneas de arroz de riego fueron

mayores que los del testigo CICA 8 e inferiores a los de los testigos BR-IRGA 409 y Metica 1.

En cuanto a la severidad, el análisis conjunto de los resultados de 8 años de pruebas realizadas en cuatro localidades, utilizando BR-IRGA 409, CICA 8 y Metica 1 como testigos, mostró que la presión de la enfermedad fue significativamente mayor en Pindamonhangaba (São Paulo), seguida de Goiânia (Goiás) y Pelotas (Rio Grande do Sul), y por último estuvo Pindorama (São Paulo). En promedio, los grados fueron, respectivamente, de 5.0, 4.0, 4.0 y 3.5.

En los 2 últimos años de evaluaciones del VNB (1992 y 1993) se verificó, en los materiales desarrollados por EMBRAPA-CPACT y el IRGA, una tendencia al aumento en el grado de resistencia de las entradas, en relación con el observado en 1991 y en los testigos, en ambos programas. Por otra parte, el grado promedio y la amplitud de la mejor entrada fueron inferiores (datos no presentados), lo que indica progreso en la obtención de líneas con mayor grado de resistencia. De esa manera, el VNB se puede utilizar para evaluar el progreso del mejoramiento para la enfermedad.

Cuadro 2. Promedios<sup>a</sup> de las reacciones a piricularia de las líneas provenientes de ensayos avanzados de rendimiento de arroz de riego, y de los tres testigos utilizados para comparación. Evaluaciones realizadas en los VNB, de 1983 a 1991.

Año	Líneas avanzadas	CICA 8	BR-IRGA 409	Metica 1
1983	3.55	1.67	5.00	3.50
1984	3.81	1.16	4.83	4.33
1985	4.33	2.67	8.00	4.83
1986	3.35	3.40	4.20	3.80
1987	3.27	3.00	4.20	3.80
1989	5.02	4.00	6.00	4.80
1990	3.68	3.48	5.71	5.42
1991	2.98	3.28	4.71	6.00
Promedio	3.74	2.83	5.33	4.56

a. Promedios de cinco y siete localidades, y con un total de entradas que varió entre 84 y 189 por año.

## Utilización del VNB en la Elección de Progenitores para la Selección Recurrente

Una de las principales dificultades en la interpretación y utilización de datos del VNB es la naturaleza de la resistencia de las plantas seleccionadas. La diversidad de la población del patógeno entre las diferentes localidades de evaluación, y la interacción diferencial de la reacción de los genotipos permiten la selección de aquellos materiales con resistencia; aun con la presencia de genes mayores, existe la tendencia de selección simultánea para RP (Parlevliet, 1983).

En un proyecto de selección recurrente, donde la resistencia a piricularia es una de las prioridades, la elección de progenitores con resistencia adecuada y originaria de diferentes fuentes es el primer paso para la constitución de una población inicial con potencial para producir los resultados esperados.

La evaluación e identificación de fuentes apropiadas en el VNB es una medida práctica y segura, aunque no exista un sistema modelo para la elección de progenitores. En general, los grados bajos de infección representan resistencia específica, o sea, RV (1 y 2) y los grados más altos de infección indican resistencia no específica (4 a 9), en la escala del IRRI (1976). La reacción Tipo 3 representa resistencia intermedia (Ou, 1979), que posiblemente es controlada por genes mayores (Leung et al., 1988).

Según Prabhu y Morais (1988), en el germoplasma nativo utilizado en los VNB se pudieron identificar dos tipos de resistencia, los cuales fueron nombrados como Tipo Paga Divida y Tipo Amarelão. El Tipo Paga Divida

se caracteriza por reacciones que varían entre los grados 4 y 5 en el VNB, lento progreso de piricularia en las hojas, baja tasa aparente de infección, lento progreso horizontal a partir de la fuente del inóculo y menor número de lesiones abiertas, lo cual indica resistencia, y proporciones ínfimas de piricularia en las panículas. Este tipo de resistencia, que no se altera con alta presión de infección o con condiciones ambientales favorables como la fertilización nitrogenada, se encuentra en cultivares nativos como Chatão (Figura 1) y mejorados como Araguaia.

El tipo de resistencia de Amarelão se caracteriza por reacción susceptible (grado 6 a 9) en los VNB y, en condiciones de alta presión de infección de piricularia en el campo, lento progreso de la enfermedad en las hojas y panículas en ausencia de aloinfección en las pruebas realizadas en parcelas grandes. Este tipo de resistencia, de naturaleza poligénica, que se hace evidente sólo bajo condiciones de baja presión del inóculo, se encontró en los cultivares IRAT 13, Moroberekan, IRAT 104, Iguape Redondo y Cateto (Prabhu y Ferreira, 1991).

Los cultivares que presentan resistencia del tipo Paga Divida (Figura 2) en todas las localidades de evaluación de los VNB, con pocas lesiones esporulativas en las hojas inferiores, pueden tener mayor valor como progenitores en proyectos de selección recurrente.

El grado de resistencia a la piricularia de las líneas en las camas de infección no siempre corresponde a su comportamiento en el campo. Líneas con grado entre 7 y 9, y entre 0 y 3, en las camas permanecen, respectivamente, susceptibles y resistentes en el campo; mientras tanto se puede esperar que, con el tiempo, se rompa la resistencia de las

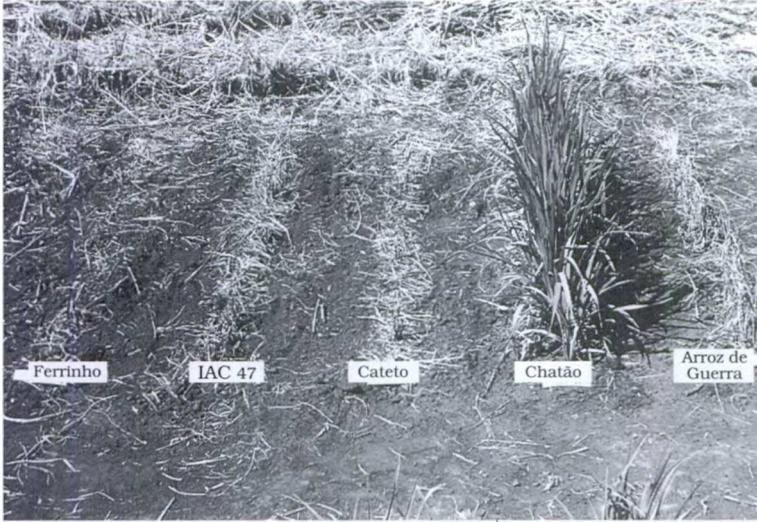


Figura 1.  
Ruptura de la resistencia del tipo Amarelão en los cultivares Cateto y Arroz de Guerra, en comparación con Chatão, bajo condiciones de alta presión de infección en el campo, en Goiânia, 1995.

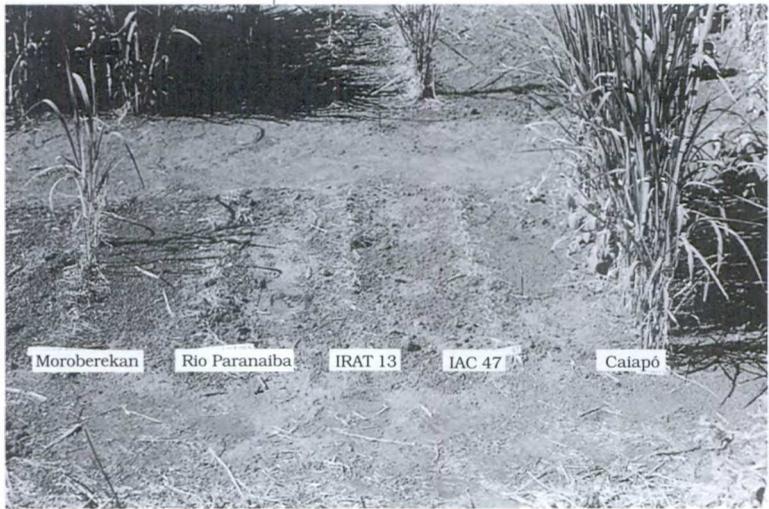


Figura 2.  
Resistencia de tipo Paga Divida en el cultivar Caiapó, comparada con las de Moroberekan e IRAT 13 (testigos mundiales para resistencia parcial), bajo condiciones de alta presión de infección en el campo, en Goiânia, 1995.

últimas en el campo. La mayoría de las líneas que presentan reacción con grado 4 (pocas lesiones esporulativas en las hojas inferiores) tienen mayor valor como exponentes de un nivel de resistencia intermedia.

En los últimos años se está usando el índice de severidad de la piricularia (ISD) como criterio de selección de líneas, como una medida de RP (IRRI, 1989). Este parámetro se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$ISD = \frac{\sum \text{Reacción compatible (grados 4 a 9)}}{\text{Total de pruebas con reacciones compatibles}}$$

Los grados 4 a 9 representan reacciones de compatibilidad, o sea, de susceptibilidad. La selección de líneas sobre la base de la frecuencia de pruebas con calificación menor que 3 indica alto grado de RV. El Cuadro 3 muestra el grado promedio, la frecuencia de reacción incompatible

Cuadro 3. Grado medio de infección (GM), frecuencia de pruebas con reacción incompatible (FRI) e índice de severidad de la enfermedad (ISD) con reacciones compatibles (grados 4-6 y 4-9) de 26 entradas del IRBN de 1989.

Entrada	GM <sup>a</sup> (0-9)	FRI (0-3)	ISD (4-6)	ISD (4-9)
Dular	3.1	65	5.0	5.4
Kanto-51	4.6	31	5.0	5.6
BG367-4	2.0	81	4.6	4.6
B 5592-F	2.2	79	4.8	4.7
Carreon	1.8	86	4.2	4.6
Cheolweon	2.8	67	4.6	4.7
Tetep	1.8	86	4.3	4.3
IR1847-6-86-3-3	4.9	29	5.0	5.8
IR22082-41-2	3.3	35	4.7	5.7
IR28228	2.3	79	5.0	5.2
IR32429	2.1	77	4.2	4.5
IR36	2.9	65	4.7	5.1
IR39326	1.7	91	4.6	5.5
IR50	4.3	53	4.9	6.2
Jinbu 8	3.5	60	5.0	6.1
KNP 34	3.9	39	4.7	5.1
MW10	4.3	36	5.1	5.7
PAU 50	4.5	33	4.9	5.7
PY2	5.3	20	4.9	6.0
RP2243-12-5	3.9	48	4.9	5.8
Suweon 352	2.7	68	4.8	4.8
Ta-Poo-Cho-Z	1.5	91	4.3	5.7
Tanu 831358	3.9	41	4.4	5.7
Unbong	2.0	83	5.0	5.6
Aichi Asahi	6.6	30	4.6	6.6
CR156-5021-207	5.4	25	5.1	6.5

a.  $\bar{X}$ : las medias se basaron en 42 localidades de prueba.  
FUENTE: IIRI, 1989.

(0-3) y el índice de severidad de piricularia con reacción compatible (4-6 y 4-9) de 26 entradas, evaluadas en 42 localidades de diferentes países, en el IRBN de 1989. Se observó que la identificación de las mejores entradas depende del criterio utilizado y de los valores fijados como límites.

Mientras tanto, los coeficientes de las correlaciones entre los diferentes criterios utilizados fueron significativos, según el Cuadro 4. La correlación entre la frecuencia de reacción incompatible (0-3) y el índice de severidad de la enfermedad con reacción compatible fue negativa

( $r = -0.69^{**}$ ), indicando que cuanto mayor es el grado de RV, mayor será la RP, aunque existan excepciones (Figura 3). Las entradas IR39326, Ta-Poo-Cho-Z y Unbong, con altas frecuencias de reacciones incompatibles, presentan valores de ISD mayores que 5. Por otro lado, los genotipos BG367-4, Carreon y Tetep, con mayores frecuencias de reacción incompatible, mostraron valores de ISD menores que 4.7 (Cuadro 3). Este tipo de resistencia, si se utiliza como progenitor en proyectos de selección recurrente, puede ser durable.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre los criterios de selección de líneas<sup>a</sup>. GM = grado promedio de infección por piricularia (escala 0-9); FRI = frecuencia de pruebas con reacciones incompatibles (escala 0-3); ISD = índices de severidad de piricularia (grados 4-6 y 4-9, ver fórmula en el texto).

Criterio	FRI (0-3)	ISD (4-6)	ISD (4-9)
GM ( $\bar{X}$ )	-0.97*	0.47*	0.75*
FRI (0-3)		-0.44*	-0.69**
ISD (4-6)			0.53*

a. n = 26.

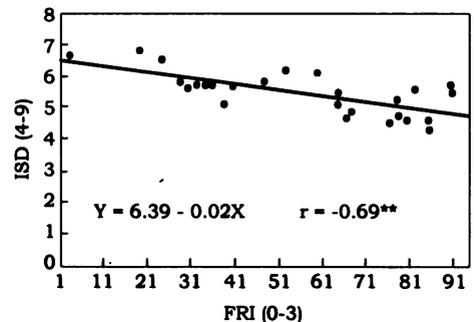


Figura 3. Relación entre la frecuencia de pruebas con reacción incompatible (FRI) y el índice de severidad de la enfermedad con reacción compatible (ISD). El n fue igual a 26.

En las entradas del VNB de 1989, seleccionadas al azar, la correlación entre el grado promedio de líneas  $\bar{X}$  y el ISD es positiva y altamente significativa ( $r = 0.75^{**}$ ,  $n = 76$ ). El grado promedio de reacción en diferentes localidades de evaluación es el límite máximo de la calificación de 4; un valor de ISD menor que 4 representa alto grado de resistencia sin ninguna caracterización genética.

Por tanto, el criterio de selección se debe determinar considerando el nivel y el tipo de la resistencia deseada para cada programa de mejoramiento o proyecto de selección recurrente. Las líneas, principalmente aquellas que presentan grado 4 en las camas, se deben evaluar en el campo en cuanto a piricularia en la panícula, antes de que sean utilizadas como progenitores.

## Observaciones Generales

De los resultados obtenidos con los VNB y el análisis de los mismos se pueden destacar los siguientes puntos y conclusiones:

1. Se identificaron diversas fuentes con amplio espectro de resistencia y se utilizaron en programas de mejoramiento en Brasil.
2. Se liberaron cultivares con diferentes grados de resistencia, entre los cuales se destaca el cultivar Javaé, recomendado para el Estado de Tocantins.
3. Hubo considerable progreso (incremento en el nivel de la resistencia) en la obtención de líneas avanzadas en todos los programas de mejoramiento, en los cuales se utilizó el método del pedigrí.
4. Aunque se hayan identificado varias fuentes de resistencia mediante los VNB, hay necesidad de seguir buscando nuevas fuentes de resistencia en los IRBN.

5. La mayoría de los estudios en que se utilizaron los VNB se han orientado a conocer la reacción del hospedante; es necesario, en el futuro, desarrollar trabajos para caracterizar las poblaciones del patógeno en las diferentes localidades de evaluación.
6. Los VNB permitieron identificar progenitores para los trabajos de mejoramiento poblacional, mediante la selección recurrente.
7. Con los VNB se reduce la probabilidad de que genotipos con alto grado de susceptibilidad sean utilizados como progenitores, en los trabajos de selección recurrente, y se amplía la cobertura del proyecto por las evaluaciones multilocales.
8. El vivero permite evaluar continuamente las líneas homocigóticas extraídas gradualmente en los diferentes ciclos de selección recurrente, y determinar el progreso de la selección.

## Agradecimientos

A todas las personas que contribuyeron para la composición del Vivero Nacional de Piricularia a lo largo de los años.

## Referencias

- Bonman, J. M.; Bandong, J. M.; Lee, Y. H.; Lee, E. J.; y Valent, B. 1989. Race specific partial resistance to blast in temperate japonica rice cultivars. *Plant Dis.* 73:496-499.
- Correa-Victoria, F. J.; y Zeigler, R. S. 1993. Pathogenic variability in *Piricularia grisea* at a rice blast "hot spot" breeding site in Eastern Colombia. *Plant Dis.* 77:1029-1035.
- Ikehashi, H. y Kliysowa, S. 1981. Strain specific reaction of field resistance of japonese rice varieties evaluated with Philippine strains of rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav. *Jpn. J. Breed.* 31:293-301.

- IRRI (International Rice Research Institute). 1976. Standard evaluation system for rice. 2 ed. Manila, Filipinas. 64 p.
- \_\_\_\_\_. 1989. Final report on the Eighteenth International Rice Blast Nursery, Manila, Filipinas. p. 45.
- Leung, H.; Borromeo, E. S.; Bernardo, M. A.; y Notteghem, J. L. 1988. Genetic analysis of virulence in the rice blast fungus *Magnaporthe grisea*. *Phytopathology* 78:1227-1233.
- Ou, S. H. 1963. A proposal for an international program of research on the rice blast disease. En: *The Rice blast disease*. Johns Hopkins, Maryland, E. U. p. 441-446.
- \_\_\_\_\_. 1979. Breeding rice for resistance to blast: A critical review. En: *Rice Blast Workshop, 1979, Los Baños. Memorias*. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Filipinas. p. 81-137.
- Parlevliet, J. E. 1983. Durable resistance in self-fertilization annuals. En: *Lamberti, F.; Waller, J. M.; Graff, N. A.; y Van der (eds.). Durable resistance in crops*. Plenum, Nueva York. p. 347-362.
- \_\_\_\_\_. y Zadoks, J. C. 1977. The integrated concept of disease resistance: A new view including horizontal and vertical resistance in plants. *Euphytica* 26:57-73.
- Prabhu, A. S.; Bedendo, I. P.; Faria, J. C.; Souza, D. M. de; Soave, J.; y Amaral, R. E. M. 1982. Fontes de resistência vertical a *Pyricularia oryzae* em arroz. *Summa Phytopathol.* 8:78-90.
- \_\_\_\_\_. y Morais, O. P. 1988. Blast disease management in upland rice in Brazil. En: *Progress in upland rice research*. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Filipinas. p. 383-392.
- \_\_\_\_\_. y Guimarães, E. P. 1990. Estratégia de controle de piricularia em arroz de sequeiro. *Summa Phytopathol.* 16(1):47-56.
- \_\_\_\_\_. y Ferreira, R. P. 1991. Avaliação e seleção no melhoramento de arroz visando resistência a piricularia e mancha parda. En: *Reunião sobre Mejoramiento de Arroz en el Cono Sur 1989, Goiânia. Trabajos*. IICA-PROCISUR. Diálogo 33. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Montevideo. p. 75-85.
- Ribeiro, A. S. 1974. Testes de resistência à piricularia do arroz. *Lavoura Arrozeira* 27(282):33-38.
- \_\_\_\_\_. 1975. Testes de fontes de resistência à piricularia. *Lavoura Arrozeira* 28(284):52-56.
- \_\_\_\_\_. e Ishiy, J. 1974. Reações de variedades de arroz à piricularia. *Lavoura Arrozeira* 27(280):33-43.
- Robinson, R. A. 1976. *Plant pathosystems*. Springer-Verlag, Nueva York. 175 p.
- Soave, J.; Azzini, L. E.; Banzatto, N. V.; y Rocha, T. R. 1975. Comportamento de cultivares de arroz quanto à suscetibilidade a *Pyricularia oryzae* Cav. em quatro localidades do Estado de São Paulo, em 1971/72. *Summa Phytopathol.* 1:87-91.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Schmidt, N. C.; y Alojji-Sobrinho, J. 1976. Reação comparativa dos principais cultivares paulistas de arroz (*Oryza sativa* L.) a *Pyricularia oryzae* Cav. em seis localidades do Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1972/73 e 1973/74. *Summa Phytopathol.* 2:109-114.
- \_\_\_\_\_. y \_\_\_\_\_. 1978. Pesquisa sobre fontes de resistência do arroz (*Oryza sativa* L.) à piricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) na folha para as condições do Estado de São Paulo. *Summa Phytopathol.* 4:76-82.
- Van der Plank, J. E. 1968. *Disease resistance in plants*. Academic Press, Nueva York. p. 206.