

VARIETADES CUBANAS DE ARROZ (*Oryza sativa* Lin.) PROMISORIAS PARA LA PROVINCIA DE PINAR DE RÍO TOLERANTES AL TIZÓN DE LA HOJA (*Pyricularia grisea*)

Regla M. Cárdenas[✉], Elizabeth Cristo y Noraida Pérez

ABSTRACT. Performance against leaf blast (*Pyricularia grisea* Sacc) was studied over three years (1998, 1999 and 2000) in five rice varieties (*Oryza sativa* L.) from "Los Palacios" Rice Research Station: INCA LP-1, INCA LP-2, INCA LP-4, INCA LP-5 and INCA LP-7, besides a commercial control variety J-104. Then, 9-m²-plots were arranged in a randomized block design with four replicates, on a Gley Nodular Ferralitic Concretionary Soil, where there was a high genetic diversity of the pathogen. Results proved that, despite there was not any resistant variety, all of them showed better tolerance levels to leaf blast disease. A GxE interaction was recorded for disease severity.

Key words: plant diseases, *Pyricularia grisea*, *Magnaporthe grisea*, disease resistance, rice, varieties, genotype-environment interaction

RESUMEN. Durante los años 1998, 1999 y 2000, se estudió el comportamiento ante la piriculariosis (*Pyricularia grisea*) de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* Lin.) obtenidas en la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios": INCA LP-1, INCA LP-2, INCA LP-4, INCA LP-5 e INCA LP-7 y un testigo comercial J-104. Las parcelas de 9 m² se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, sobre un suelo Gley Nodular Ferralítico Concrecionario, en un sitio donde existe una alta diversidad genética del patógeno. Los resultados mostraron que, aunque ninguna de las variedades estudiadas fue resistente, todas desarrollaron mejores niveles de tolerancia a la enfermedad en la hoja en comparación con el testigo. Se encontró interacción genotipo-ambiente para la severidad de la enfermedad.

Palabras clave: enfermedades de las plantas, *Pyricularia grisea*, *Magnaporthe grisea*, resistencia a la enfermedad, arroz, variedades, interacción genotipo-ambiente

INTRODUCCION:

La Piriculariosis causada por el hongo *Pyricularia grisea* (teleomórfico: *Magnaporthe grisea*) es una de las mayores limitantes en la producción arroceras a escala mundial. En regiones donde las condiciones son favorables es frecuente observar cultivos totalmente destruidos por la enfermedad, siendo en la etapa de plántula donde se presenta con la mayor intensidad, que obliga a la realización de aplicaciones químicas altamente costosas y contaminantes del ambiente. Las pérdidas regularmente oscilan entre un 10-30 %, pero en condiciones favorables pueden llegar a 80 % (1), constituyendo un problema patológico para la provincia de Pinar del Río.

El clima tropical caracterizado por condiciones de mayor humedad relativa y precipitaciones, así como elevadas temperaturas y la carencia de variedades comerciales con resistencia horizontal, conjuntamente con el

uso continuo de la variedad J-104 en la producción arroceras nacional, son factores que han favorecido el desarrollo de la enfermedad en Cuba.

El empleo de variedades de arroz resistentes ha sido uno de los métodos más económicos para su control; sin embargo, la resistencia ha sido de poca duración (2), debido al surgimiento de nuevos patotipos del hongo compatibles con los genes de resistencia liberados (3). Según el criterio de algunos investigadores (4), seleccionando las líneas en sitios denominados internacionalmente como *Hot Spot* y plantándolas en otras localidades dentro de la región, estos materiales pueden expresar resistencia durable.

Teniendo en cuenta el resultado de estudios genéticos realizados en Cuba (5), se determinó que la Granja Caribe perteneciente al Complejo Agroindustrial Arroceras «Los Palacios» se identifica como *Hot spot* para la evaluación de la enfermedad (3). Allí conjuntamente con los estudios de líneas y variedades en camas de infección, se llevan a cabo ensayos de regionalización de variedades que permiten contar con una mayor confiabilidad a la hora de recomendarlas. En este trabajo se estudiaron durante tres años cinco variedades obtenidas en la Estación Experimental del Arroz «Los Palacios», con el objetivo de evaluar su comportamiento ante la piriculariosis.

Ms.C. Regla M. Cárdenas, Investigador Agregado; Elizabeth Cristo, Investigadora y Noraida Pérez, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700

✉ palacios@inca.edu.cu

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se sembró en el mes de marzo correspondiente a los años 1998, 1999 y 2000, coincidentes con las siembras que presentan mayores afectaciones por la Piriculariosis (*Pyricularia grisea*), en la Granja Caribe (perteneciente al Complejo Agroindustrial Arroceros «Los Palacios»), ubicada al sur del municipio de Consolación del Sur en la provincia de Pinar del Río y sobre un suelo Gley Nodular Ferralítico Concrecionario (6). Se empleó como testigo la variedad comercial J-104 muy productiva pero susceptible a la Piriculariosis. La densidad de siembra fue de 110 kg.ha⁻¹ de semilla. Se hicieron todas las actividades recomendadas en los Instructivos técnicos para el arroz (7, 8), excepto las aplicaciones de fungicidas para evaluar el comportamiento de las variedades sin protección.

Las evaluaciones se realizaron en los estados de desarrollo del cultivo: 2-3 (plántula-ahijamiento) de acuerdo con la escala de 9 grados propuesta por IRRI (9) basada en el tipo de lesión, donde 0 representa ninguna lesión y 9 muchas lesiones, considerándose los grados 0-3 como resistentes y 5-9 como susceptibles.

La severidad expresada como porcentaje de área foliar afectada (% AFA) se estimó según el esquema que representa esta afectación por *Pyricularia grisea* en hoja. Se calculó el rendimiento en t.ha⁻¹.

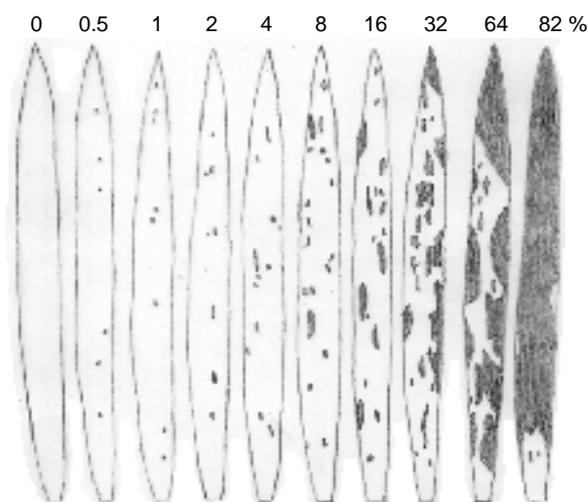


Figura 1. Esquema que representa el porcentaje de área foliar afectada por *P. grisea*

Las parcelas de 3x3 m (9 m²) se distribuyeron en un diseño de Bloques al Azar con cuatro réplicas. Teniendo en cuenta el criterio de algunos investigadores (4), se estimó la presión de la enfermedad como la media de la severidad para cada año sobre las seis variedades. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble con arreglo factorial (6 x 3), donde los factores fueron genotipos y ambientes, considerándose como ambientes los años.

Se analizaron las correlaciones existentes entre el rendimiento y la severidad. Se estudió el comportamiento de las variables climáticas (CITMA, Pinar del Río) relacionadas con el desarrollo de la enfermedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se observa el comportamiento de las variedades ante la infección en la hoja; en ella se aprecia claramente que fue similar para todos los cultivares INCA LP, siendo susceptibles en 1998 y 2000. Estos resultados pueden ser explicados a través de la existencia en la localidad de experimentación de una alta diversidad genética del patógeno (5), que unida a la falta de protección al cultivo permitió la infección de las variedades; además, esto confirma el planteamiento acerca de que las plantas de arroz independientemente de su tipo de resistencia, son susceptibles a la enfermedad durante los estados de plántula y ahijamiento (3).

Tabla I. Comportamiento varietal según los grados de la escala. Estado de desarrollo plántula-ahijamiento

Variedad	Grados de la escala en hojas		
	1998	1999	2000
INCA LP-1	5	3	5
INCA LP-2	5	3	5
INCA LP-4	5	3	5
INCA LP-5	5	3	5
INCA LP-7	5	3	5
J-104	7	5	7

Las variedades INCA LP exhibieron mejor comportamiento anual que el testigo (J-104), destacándose en 1999 en que se clasificaron como resistentes; sin embargo, considerando el resultado obtenido en 1998 y 2000 (grado 5), en los que se ubican lesiones consideradas como susceptibles, no necesariamente pueden ser catalogadas como resistentes. Esto corrobora resultados obtenidos en camas de infección para esos genotipos (3) aunque las INCA LP no resultaron resistentes, pero fueron capaces de expresar menores afectaciones, en comparación con el testigo.

Si se tiene en cuenta que entre otras causas una lesión típica de la enfermedad puede producir de 2 000 a 6 000 conidios por noche, llegándose a depositar en condiciones extremas 15 millones de conidios por metro cuadrado, los cuales son fácilmente dispersados por el viento y la lluvia (1), se entiende que la presencia de lesiones típicas de la enfermedad sobre una variedad constituye un problema para el cultivo. Este tipo de sintomatología se refleja en los grados 5 al 9 de la escala, considerándose además el porcentaje de AFA.

El número de lesiones susceptibles que se desarrolla sobre una variedad, depende de la población de conidios de las razas patógenas, siendo la distribución de estos no uniforme en cada raza. En un momento dado muchas lesiones pueden encontrarse sobre una variedad resis-

tente cuando la población de conidios de una o más razas patogénicas sea alta; sin embargo, si estas razas tienden a ser sustituidas continuamente por otras, la población de razas patogénicas en cada generación no aumentará tan rápidamente (10). Así, hasta tanto no se desarrollen razas más patogénicas o aumente la población de las ya existentes, estas variedades seguirán presentando la misma reacción a la enfermedad durante su fase vegetativa.

En la Tabla II se pueden apreciar los porcentajes de AFA y el rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$). Se destaca la variedad J-104 que obtuvo rendimientos iguales o superiores a la media, siendo los porcentajes de AFA superiores en todos los casos; esto confirma la alta productividad combinada con elevada susceptibilidad a la enfermedad en esta variedad, lo que constituye un peligro potencial para la producción arrocera, pues en un momento dado pueden existir condiciones favorables al desarrollo del patógeno y convertirse en una epidemia con resultados desastrosos, por lo que urge realizar la sustitución gradual de esta variedad en la producción por otros genotipos más resistentes.

Tabla II. Severidad y rendimiento obtenido en las variedades estudiadas

Variedad	1998		1999		2000	
	AFA (%)	Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$)	AFA (%)	Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$)	AFA (%)	Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$)
INCALP-1	7.25	3.5	2.25	4.4	7.0	3.5
INCALP-2	15.0	2.5	2.5	4.1	12.25	2.5
INCALP-4	12.25	2.9	2.5	4.5	12.0	2.7
INCALP-5	7.25	3.4	2.0	5.3	6.5	3.6
INCALP-7	8.25	3.3	1.75	4.6	10.0	3.1
J-104	39.25	3.1	10.0	5.2	43.5	3.6
Media	14.87	3.1	3.5	4.7	10.4	3.2

La presión de la enfermedad en este experimento, estimada como la media de la severidad de las seis variedades estudiadas, se comportó como sigue:

Año	Presión de la enfermedad
1998	14.87
1999	3.50
2000	10.49

Se debe aclarar que en realidad en ese sitio existe una presión de la enfermedad más alta, como lo demuestran la reacción mostrada por el testigo (Tabla II) y los resultados obtenidos con anterioridad (3), pero al evaluarse en este experimento, mayormente los materiales mejorados mostraron menores afectaciones.

Se apreció que en 1999 la presión de la enfermedad fue menor que en 1998 y 2000, coincidiendo este resultado con el rendimiento mayor ($4.67 t\cdot ha^{-1}$) y los menores (3.17 y $3.18 t\cdot ha^{-1}$) respectivamente. Estas diferencias representaron un promedio equivalente a $1.5 t\cdot ha^{-1}$ menos correspondiente a un 32 % de pérdidas, en comparación con el rendimiento obtenido en 1999.

Cabe destacar que las pérdidas causadas por la enfermedad dependen de factores tales como: resistencia de la variedad, estado de desarrollo de la planta, época

en que se inicia la infección y condiciones ambientales, por lo que una estimación precisa de las pérdidas, calculadas sobre la base del porcentaje de AFA, es bastante difícil (3).

Se ha estimado que infecciones superiores a 5 % de AFA durante el estado de plántula, pueden causar pérdidas importantes en la producción, lo que corrobora los resultados obtenidos en este estudio. Se considera este valor de severidad (AFA en la población del hospedante) como umbral económico para realizar las aplicaciones químicas (8).

Los resultados del análisis de varianza para la severidad en los tres años (Tabla III) muestran la existencia de diferencias altamente significativas entre los genotipos, años y la interacción genotipos x año. La existencia de interacción evidencia el comportamiento diferencial de los genotipos en los diferentes años y pone de manifiesto la gran influencia que el ambiente ejerce sobre la manifestación de la enfermedad en este cultivo.

Tabla III. Análisis de varianza para la severidad por variedad en los tres años

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medio de la severidad
Réplicas	3	1.389 ns
Genotipos (G)	5	687.25***
Años (A)	2	1057.51***
G x A	10	42.55***
Error	51	7.56
Media		17.79
ES \bar{X}		0.79

Se ha señalado que la expresión de muchos caracteres cuantitativos está fuertemente influida por la interacción entre genotipos y ambientes (11). El rendimiento al ser un carácter cuantitativo, no queda exento de esta influencia. La existencia de correlaciones no significativas entre la severidad y el rendimiento en todas las variedades estudiadas indica que la expresión de estos caracteres (aunque está bajo control genético) es independiente genéticamente para cada uno de ellos.

Como no es posible mantener un medio ambiente constante para la producción (11), los rendimientos así como la respuesta a la enfermedad varían de un año a otro.

Además, se conoce que la estabilidad del rendimiento en el cultivo del arroz es conferida por una mayor estabilidad en las fases tardías del desarrollo (12) relativas a la paniculación.

En 1999 todas las variedades excluyendo el testigo, se comportaron como resistentes; en este sentido, la medición de las variables del clima durante la etapa de plántula (Tabla IV) reflejó para ese año un descenso en la velocidad del viento, así como en las precipitaciones, siendo los principales agentes climáticos que favorecen el desarrollo del patógeno: temperatura [$22-28^{\circ}C$] y humedad relativa [$> 92\%$] (1), estando las temperaturas máximas y medias dentro de los parámetros favorables al desarrollo del patógeno en los tres años.

Tabla IV. Valores de las variables del clima analizadas durante la etapa de plántula

Años	Temperatura del aire (°C)			Velocidad del viento (m.s ⁻¹)	Precipitaciones (mm)	Humedad Relativa (%)
	Minima	Máxima	Media			
1998	17.8	27.9	22.3	9.7	90.2	79.3
1999	17.3	29.6	22.6	5.3	19.5	83.3
2000	18.9	29.6	23.7	6.2	66.9	80.0

Resultados obtenidos por otros investigadores (13) han demostrado que la permanencia de bajas temperaturas (20°C) durante cinco días o más inhiben el desarrollo de la enfermedad. No obstante, las temperaturas mínimas en Cuba son muy variables, pues responden a la llegada de masas de aire frío procedentes del norte.

No en todos los casos se ha informado correlación entre los valores elevados de humedad relativa (HR) y la enfermedad, ya que en la India se han detectado (14) altos índices de la afección (85 %) con HR entre 40-90 %.

El viento que constituye un agente diseminador de los conidios del patógeno presentó menor velocidad (5.3 m.s⁻¹) en 1999; sin embargo, estudios realizados (15) demostraron elevados índices de diseminación conidial a velocidades del viento de 2.5 m.s⁻¹.

Se sabe que la lluvia total registrada en cualquier estación varía mucho de un año a otro y que estas variaciones son bastante irregulares, siendo este elemento del clima otro de los factores que favorecen la diseminación conidial. Su escasez en ese año pudo estar en consonancia con el bajo índice de infección, pero hay que tener en cuenta que desde el punto de vista epidemiológico, según investigaciones realizadas (16), la frecuencia de las lluvias es más importante que la cantidad.

Las observaciones meteorológicas indican que nuestro clima se ha hecho más cálido, durante las últimas cuatro décadas, debido a los cambios climáticos asociados al evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que constituye un elemento de forzamiento de la variabilidad climática, la temperatura media anual ha aumentado cerca de 0.5°C, lo que se debe a un incremento de las temperaturas mínimas cerca de 1,4°C en sus valores medio mensuales; así mismo, las precipitaciones han incrementado sus acumulados en el período poco lluvioso, con cierto decrecimiento en el lluvioso y con un aumento en la frecuencia de las sequías (17); esto pudiera explicar la inestabilidad en el comportamiento de la HR y las precipitaciones presentadas en la Tabla IV.

El análisis de las variables del clima de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad y el comportamiento varietal confirmaron la existencia de condiciones climáticas favorables al desarrollo de la enfermedad durante la época estudiada, así como la susceptibilidad general de las variedades. No obstante, las variedades mejoradas INCA LP que exhibieron mejor comportamiento, se convierten en materiales promisorios para integrar el esquema de manejo integrado de la enfermedad. Esto permitiría contar con una mayor diversidad genética, lo que ayuda a mantener el equilibrio biológico y a disminuir la contaminación ambiental (18). Estas variedades eva-

luadas durante tres años demostraron que sus genotipos están mejor adaptados para dar una buena respuesta a la infección en la hoja por el hongo *Pyricularia grisea*.

REFERENCIAS

- Cárdenas, R. M. Estudio de aislamientos de *Pyricularia grisea* Sacc., toxigenicidad de sus metabolitos y su utilización en la diferenciación de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.). [Tesis de Maestría], ISCAH, 1998.
- Prado, G. A. /et al./ Hipótesis en la exclusión de linajes: una alternativa para el desarrollo de cultivares de arroz con resistencia durable a *Pyricularia grisea* (Sacc.) en Colombia. En: Encuentro Internacional de Arroz. Resúmenes. Cuba (1:1998:La Habana), 1998.
- Cárdenas, R. M. /et al./ Utilización de una nueva metodología para la evaluación de arroz (*Oryza sativa* L.) ante la infección producida por el hongo *Pyricularia grisea*. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 1, p. 63-66.
- Guimaraes, E. P. /et al./ Determination of minimum number of growing season for assessment of disease resistance stability in rice. *Crop Sci.* 1998, no. 38, p. 67-71.
- Fuentes, J. L. /et al./ Genetic structure of Cuban populations of *Pyricularia grisea* fungus of rice. En: Encuentro Internacional de Arroz. Resúmenes (1:1998:La Habana), Palacio de las Convenciones, 1998, p. 61-133.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : AGRINFOR, 1999, 64 p.
- Cuba. MINAGRI. Instrucciones técnicas para la fertilización y el control fitosanitario. Unión CAI Arroz, 1994.
- Cuba. MINAGRI. Instructivos técnicos del arroz. Ministerio de la Agricultura. Unión CAI del Arroz., 1999, p. 25.
- IRRI. Standard evaluation system for rice. Manila : IRRI, 1996, p.17-19.
- Ou, S. H. /et al./ A type of stable resistance to Blast disease of rice. *Phytopathology*, 1970, vol. 61, no. 6, p. 703-706.
- Estévez, A. /et al./ Estudio de interacción genotipo-ambiente en clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no.2, p. 59-63.
- Deus, J. E. /et al./ Respuesta de un grupo de caracteres de importancia económica en relación con la estabilidad del rendimiento en variedades de arroz indica semiananas (*Oryza sativa*). *Cienc. Tecn. Agric. Arroz*, 1986, vol. 9, no. 1, p. 37-52.
- Mao, JianHui /et al./ A study of the effects of continuous low temperature on rice blast (*Pyricularia oryzae* Cav.). *Journal of Southwest Agricultural University*. 1997, vol. 19, p. 3.
- Fabregat, M. Aspectos bioecológicos y control de *Pyricularia oryzae* Cav. en el arroz. [Tesis de grado], ISAAC, 1984.
- Fabregat, M. Consideraciones sobre la piriculariosis del arroz (*Pyricularia oryzae*) con referencia a Cuba. La Habana : ISCAH, 1988, 53 p.
- Tripathi, S. K.; Patel, R. P. y Tiwari, K. L. Influence of weather factors on rice blast (*Pyricularia oryzae* Cav.) and its chemical control. *Advances in Plant Sciences*, 1997, vol. 10, p. 2.
- Centella, A. y Naranjo, L. Cambios climáticos: sus impactos. *Juventud Técnica*, 2001, no. 298, p. 6-8.
- Díaz, S.; Pérez, N. y Morejón, R. Evaluación del germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 55-58.

Recibido: 9 de octubre del 2001

Aceptado: 6 de diciembre del 2001