

Avances

Centro de Información y Gestión Tecnológica

Nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) resistentes a la Piriculariosis y Tagosodes, con buen comportamiento agronómico

New rice cultivars (Oryza sativa L.) Blast and Plant Hopper resistant, with good agronomic behavior

Katherin Pita Pérez^{1*}, Noraida de Jesús Pérez León² y María Caridad González Cepero³

^{1*}Ingeniera Forestal, Especialista. Unidad Científico Tecnológica de Base «Los Palacios», katherin@inca.edu.cu

²Doctora en Ciencias Agrícolas, investigadora Titular. Unidad Científico Tecnológica de Base «Los Palacios», nory@inca.edu.cu

³Doctora en Ciencias Agrícolas, investigadora Titular. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal. gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700, mcaridad@inca.edu.cu

Para citar este artículo / to reference this article / para citar este artigo

Pita, K., Pérez, N. de J. & González, M.C. (2018). Nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) resistentes a la Piriculariosis y Tagosodes, con buen comportamiento agronómico. *Avances*, 20(2), 191-200. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/347/1254>

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la obtención de nuevos cultivares de arroz resistentes a la Piriculariosis, así como producir su semilla original con base en la selección por su resistencia al insecto *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata). El trabajo fue desarrollado en la Unidad Científico Tecnológica de

Base «Los Palacios», para ello, las líneas obtenidas, se sometieron a selecciones sucesivas donde se evaluaron: el comportamiento frente al hongo *Pyricularia grisea* Sacc. en hoja y cuello de la panícula, caracteres agronómicos, y el comportamiento frente a poblaciones de *Tagosodes orizicolus* Muir

Recibido: enero 2017

Aprobado: junio 2018

(Sogata), así como la selección simultánea sobre todos los caracteres evaluados, con criterios independientes. Los resultados obtenidos mostraron dos nuevos cultivares: 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23', provenientes de los cruces 'Amistad'82' / '2077' e 'INCA LP-1' / 'Tetep' resistentes a toda la diversidad de haplotipos de *P. grisea* presentes en la localidad Caribe, además de excelente comportamiento agronómico y resistencia al insecto Tagosodes, los que fueron incluidos en las ferias de biodiversidad y se encuentra en proceso de obtención, su semilla básica, para facilitar la difusión a los productores y de esta forma contribuir a la mejora de la diversidad del cultivo.

Palabras clave: mejoramiento, hibridaciones, cultivo *in vitro*.

ABSTRACT

The present work aim was to obtain new rice cultivars resistant to Piriculariosis, as well as to produce their original seed based on the selection for their insect *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata) resistance. The work was developed in the *Unidad*

Científico Tecnológica de Base «Los Palacios», for this, the obtained lines were subjected to successive selections where the behavior against the fungus *Pyricularia grisea* Sacc. in leaf and panicle neck, agronomic characters, and the behavior in front of *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata) populations were evaluated, as well as the simultaneous selection on all the characters evaluated, with independent criteria. The results obtained showed two new cultivars: 'INCA LP-22' and 'INCA LP-23', coming from crosses 'Amistad'82' / '2077' and 'INCA LP-1' / 'Tetep' resistant to all the diversity of haplotypes of *P. grisea* present in the Caribbean location, in addition to excellent agronomic behavior, and the Tagosodes insect resistant, those that were included in the biodiversity fairs and its basic seed is in obtaining process, to facilitate the diffusion to the producers and in this way contribute to the improvement of crop diversity.

Keywords: breeding, hybridizations, *in vitro* culture.

INTRODUCCIÓN

Más del 90 % de la producción de arroz es destinada a la alimentación humana, constituyendo un producto fundamental para más de la mitad de la población en todo el mundo, sobre

todo en países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, proporciona más calorías

por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (InfoAgro, 2018). En Cuba constituye la principal fuente de carbohidratos en la alimentación de la población, pero la producción nacional solo satisface un poco más del 50 % de las necesidades, por lo que el país se ve obligado a completarlas con importaciones. El programa de mejoramiento genético del cultivo del arroz ha liberado para la producción, un elevado número de cultivares, poseedores de un alto potencial de rendimiento, el cual es limitado por los efectos negativos de factores climáticos, malas prácticas culturales, deterioro de las propiedades de los suelos, afectaciones provocadas por plagas, el predominio de un solo cultivar en grandes extensiones y la calidad de la semilla (MINAG, 2014). Entre las plagas importantes que atacan al cultivo se destaca el hongo *Pyricularia grisea* Sacc, que provoca la Piriculariosis, enfermedad considerada como una patología compleja, debido a su variabilidad patogénica (Anjos *et al.*, 2009) y su manejo, basado en cultivares resistentes, se ajusta al desarrollo de una agricultura ecológica que depende cada vez menos de los productos agroquímicos. Por su parte, el insecto *Tagosodes* es una de las máximas preocupaciones de los arroceros del continente americano por los daños económicos que ocasiona.

En Cuba, desde la década del 70 en que se produjeron grandes afectaciones, en zonas arroceras del país, el programa de mejoramiento depuró gran parte del material, aplicando la selección, para integrar las líneas de la semilla original, con solo aquellas que resultaron resistentes e intermedias a *Tagosodes* (Pérez *et al.*, 2016a).

Este trabajo tuvo como objetivo la obtención de nuevos cultivares de arroz resistentes a la Piriculariosis, así como producir su semilla original con base en la selección por su resistencia al insecto *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata).

MATERIALES Y MÉTODOS

El esquema de trabajo desarrollado para la obtención de los nuevos cultivares, resistentes a la Piriculariosis y de buen comportamiento agronómico, así como su semilla original comenzó con el procedimiento de mejoramiento desarrollado por Pérez *et al.* (2012), que incluyó dos herramientas de mejora (hibridaciones y cultivo *in vitro* de anteras). Las líneas obtenidas fueron sometidas a selecciones sucesivas donde se evaluaron: el comportamiento frente al hongo *Pyricularia grisea* Sacc. en hoja y cuello de la panícula, caracteres agronómicos, y el comportamiento frente a poblaciones de *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata), así como la

selección simultánea sobre todos los caracteres evaluados, con criterios independientes.

Para evaluar el comportamiento frente al hongo *Pyricularia grisea* Sacc. en hoja y cuello de la panícula, se sembraron los cultivares durante cuatro años en la UEBA «Caribe», localidad identificada en Cuba como «hot spot», junto a los patrones resistentes (IR 759-54-2-2, 2077, Tetep y Moroberekan) y susceptible (J-104). Se utilizó la metodología de campo propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical y validada en Cuba por Cárdenas *et al.*, (2000) y las escalas propuestas por el IRRI (2002), las cuales consideran los grados entre 0-3 como resistentes.

Para la evaluación de caracteres agronómicos los cultivares, que resultaron resistentes a la Piriculariosis, fueron sembrados junto a sus progenitores de buenos caracteres agronómicos en la UCTB «Los Palacios», en el campo de forma directa, a chorrillo, en parcelas de dos metros de largo por dos metros de ancho (4 m²), a una distancia de 15 cm entre surcos y una densidad de 100 kg de semilla por hectárea.

Las labores fitotécnicas se realizaron según el Instructivo Técnico para el Cultivo del Arroz (MINAG, 2014). Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones. Fueron evaluados el ciclo, los granos llenos por panícula, masa de 1000 granos

(g), panículas por metro cuadrado, el rendimiento agrícola (t.ha⁻¹) e industrial (% de granos enteros) en muestras de 1 kg de arroz cáscara. Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación doble y las medias comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Para evaluar el comportamiento frente a poblaciones de *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata), en la fase de canteros bajo infección natural se seleccionaron 155 panículas de cada cultivar y se procedió según la metodología modificada por Ginarte y Triana (1997) y se tuvo en cuenta la escala propuesta por el IRRI (2002), la cual considera los grados entre 0-3 como resistentes, 5 intermedio y entre 7-9 como susceptibles. A continuación se llevó a cabo el proceso de obtención de la semilla original según la metodología descrita por García *et al.* (2014) & Pérez *et al.* (2016b). En su segunda fase, las líneas resistentes a Tagosodes, se sembraron en campo y a los 20 días de germinadas se les evaluó el vigor, entre los 55 y 65 días a cada línea se le evaluó el ahijamiento, en la etapa de floración se evaluaron los días para alcanzar el 10, 50 y 90 % de esta, en la fase de maduración se evaluó el acame, desgrane y la altura final y en el momento de la cosecha, el

rendimiento agrícola e industrial. A los datos obtenidos se les determinaron los valores máximo y mínimo, la media, el error estándar y coeficiente de variación para cada carácter evaluado. Cada línea se conservó independiente conformando la semilla original de cada cultivar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación realizada en canteros de infección natural en el sitio «hot

spot» (tabla 1), los cultivares `INCA LP-22' e `INCA LP-23' provenientes de los cruces `Amistad´82'/`2077' e `INCA LP-1' / `Tetep', respectivamente, y posterior cultivo *in vitro* de anteras, se clasificaron como resistentes sin diferencias con los controles, en todos los años, para el área foliar afectada.

Tabla 1. Evaluación de los cultivares frente a la Piriculariosis según la Escala del IRRI (2002).

| Cultivares | Área foliar | | | | Cuello de la panícula | | | | |
|-----------------|-------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Años | 1ro | 2do | 3ro | 4to | 1ro | 2do | 3ro | 4to |
| 'INCA LP-22' | | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 5 | 5 | 0 |
| '8838' | | 5 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| 'INCA LP-23' | | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| '8841' | | 5 | 5 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| '8842' | | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| '8843' | | 5 | 5 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 7 |
| 'IR 759-54-2-2' | | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| 'Moroberekan' | | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 'Tetep' | | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| '2077' | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 'J-104' | | 6 | 6 | 9 | 7 | 9 | 7 | 9 | 7 |

Fuente: Evaluación de los cultivares bajo infección natural en la localidad "Caribe", años 2013, 2014, 2015 y 2016.

En cuanto al daño en el cuello de la panícula, para el cultivar `INCA LP-22', el comportamiento anual fue muy variable, apareciendo en el segundo y tercer año de evaluación las mayores afectaciones, que sobrepasaron el 10 % (grado 5 de la escala), sin embargo no mostró afectación alguna, en el primero y cuarto año. El cultivar `INCA LP-23' por su parte, mostró resistencia en los cuatro años evaluados.

Los cultivares `8838' y '8843' fueron resistentes a la Piriculariosis, para el área foliar, en el tercero y cuarto año, mientras que `8842' lo fue en los dos primeros años y `8841', sólo en el cuarto año evaluado. En cuanto a la resistencia en el cuello de la panícula, `8841' mostró resistencia en tres de los años evaluados y se destaca que `Moroberekan' (patrón resistente) fue susceptible en todas las evaluaciones efectuadas. El cultivar `J-104' mostró siempre los valores más altos de área

foliar y cuello de la panícula afectados.

En general se apreció una reacción diferente de los cultivares según los años y, dentro de un mismo año, así como no se apreció asociación entre el comportamiento frente a la enfermedad en la evaluación efectuada en la hoja en la fase de plántula y en el cuello de la panícula, lo cual evidencia que la selección, en condiciones naturales, de materiales con adecuados niveles de resistencia en la hoja no asegura el mismo nivel de resistencia en el cuello de la panícula.

En este sentido, Cárdenas *et al.* (2007) plantearon que la enfermedad no exhibe un patrón común en su expresión, lo que consideran está muy relacionado con las condiciones climáticas. La incidencia y severidad de la Piriculariosis está influenciadas por diversos factores, tales como la fertilización nitrogenada, la susceptibilidad de los materiales y el tipo de suelo, los cuales interactúan con los factores climáticos que condicionan el progreso de la enfermedad (Meneses *et al.*, 2001).

En resumen, fueron seleccionadas los cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23', obtenidos mediante un procedimiento metodológico que incluye dos herramientas de mejora (hibridaciones y cultivo *in vitro* de anteras) los que mantuvieron durante los cuatro años evaluados valores bajos, de porcentajes de área foliar y cuellos afectados, dentro de los grados cero y tres de las escalas utilizadas. Al parecer, los genes presentes en los progenitores '2077' y 'Tetep' que les confieren resistencia frente a la Piriculariosis, evaluada en hoja en la fase vegetativa y en el cuello de la panícula en la fase de floración, fueron heredados por las líneas recombinantes, regeneradas a partir del cultivo de anteras de plantas F₂.

En el análisis de varianza efectuado a los caracteres agronómicos de mayor importancia (*tabla 2*), se apreció que los nuevos cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23', mostraron superior rendimiento agrícola que sus progenitores comerciales y mayor rendimiento industrial que el cultivar 'INCA LP-1'.

Tabla 2. Comportamiento de algunos caracteres cuantitativos evaluados a los nuevos cultivares y sus progenitores comerciales, 'Amistad '82' e 'INCA LP-1'.

| Cultivares | Ciclo (días) | Rendimiento Agrícola (t.ha ⁻¹) | Panículas por m ² | Granos llenos por panícula | Masa de 1000 granos (g) | Rendimiento Industrial (% granos enteros) |
|-------------|--------------|--|------------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| INCA LP-22 | 127 b | 7,5 a | 474 a | 105 a | 28,5 ab | 57,5 a |
| INCA LP-23 | 127 b | 7,5 a | 467 ab | 108 a | 30,1 a | 58,1 a |
| Amistad '82 | 127 b | 5,1 c | 425 c | 71 c | 28,3 b | 58,2 a |
| INCA LP-1 | 142 a | 6,8 b | 436bc | 88 b | 29,2 ab | 55,5 b |
| X | 131 | 6,7 | 450,5 | 93 | 29,0 | 57,3 |
| ESx | 1,5* | 0,2* | 9,9* | 2,4* | 0,4* | 0,3* |

Fuente: Evaluación de caracteres agronómicos de los cultivares, en áreas experimentales de la UCTB "Los Palacios", año 2016.

Medias con letras en común por columna, no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según Prueba de Tukey.

Los componentes del rendimiento, panículas por metro cuadrado y granos llenos por panículas, fueron también superiores para los nuevos cultivares, lo cual evidencia que el rendimiento está asociado con la producción de granos que se obtiene, no solamente por un incremento en las panículas por metro cuadrado; también deben ser considerados los granos llenos presentes en estas panículas. La mayor masa de los granos fue obtenida por 'INCA LP-23'.

Según Montoya *et al.* (2007), los parámetros cuantitativos relacionados con calidad molinera, aspecto del grano y componentes del rendimiento fueron las características morfológicas que permitieron una mejor caracterización de los cultivares.

Los cultivares que se proponen, a pesar de mostrar un ciclo corto, fueron capaces de formar un número elevado de hijos fértiles, que le

permitieron, junto con la contribución de los componentes granos llenos por panícula y masa de 1000 granos, obtener los más altos rendimientos, superiores incluso al cultivar 'INCA LP-1', de ciclo medio.

Al evaluar los cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23' frente al insecto *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata) en condiciones controladas (Invernadero del Instituto de Investigaciones de Granos), se apreció segregación de las líneas y más del 60 %, de estas, fueron evaluados con el grado máximo (nueve), no obstante, se lograron identificar 35 líneas del cultivar 'INCA LP-22' y 43 de 'INCA LP-23', con grado 3 de la escala, las que se utilizaron para el proceso de obtención de la semilla original.

El insecto *Tagosodes* continúa siendo una de las máximas preocupaciones de los arroceros del continente americano por los daños económicos que ocasiona. En Cuba, desde la década del 70 en que se produjeron grandes afectaciones, en zonas arroceras del país, el programa de mejoramiento estableció seleccionar

para integrar las líneas de la semilla original sólo las resistentes e intermedias con lo cual se contrarresta el efecto nocivo que sobre la producción puede causar el insecto y permite mantener el manejo integrado de la plaga (Pérez *et al.*, 2016a).

En la *tabla 3* se presentan los resultados obtenidos por las líneas seleccionadas para conformar la semilla original de los cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23', las que mostraron bajos coeficientes de variación para los caracteres evaluados y coinciden con las características de cada cultivar.

Tabla 3. Caracterización de los cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23'.

| Caracteres | Cultivares | | | | | | | | | |
|--|--------------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|
| | 'INCA LP-22' | | | | | 'INCA LP-23' | | | | |
| | Min | Max | X | ESx | CV | Min | Max | X | ESx | CV |
| Rendimiento Agrícola (t.ha ⁻¹) | 6,9 | 7,6 | 7,4 | 0,17 | 4,55 | 7,0 | 7,8 | 7,5 | 0,17 | 4,62 |
| Rendimiento Industrial (% enteros) | 57,0 | 58,0 | 57,5 | 0,20 | 0,71 | 56,9 | 59,1 | 58,1 | 0,46 | 1,58 |
| Granos cristalinos (%) | 95 | 97 | 96 | 0,41 | 0,85 | 87 | 93 | 90 | 1,22 | 2,72 |
| Ciclo al 10% de floración (días) | 93 | 95 | 94 | 0,41 | 0,87 | 93 | 97 | 95 | 0,91 | 1,92 |
| Ciclo al 50% de floración (días) | 96 | 99 | 97 | 0,71 | 1,46 | 96 | 99 | 97 | 0,71 | 1,46 |
| Ciclo al 90% de floración (días) | 99 | 102 | 100 | 0,63 | 1,26 | 99 | 102 | 100 | 0,75 | 1,50 |
| Altura (cm) | 89,5 | 90,6 | 90,1 | 0,25 | 0,55 | 96,5 | 98,6 | 97,9 | 0,47 | 0,97 |
| Ahijamiento (hijos/planta) | 16 | 18 | 17 | 0,48 | 5,72 | 14 | 18 | 16 | 0,82 | 10,2 |
| Vigor | Vigorosa | | | | | Muy Vigorosa | | | | |
| Acame | Resistente | | | | | Resistente | | | | |
| Desgrane | Resistente | | | | | Resistente | | | | |

En resumen, los cultivares 'INCA LP-22' e 'INCA LP-23', provenientes de los cruces 'Amistad '82' / '2077' e 'INCA LP-1' / 'Tetep' mostraron resistencia a *P. grisea* y al insecto Tagosodes, además de excelente comportamiento agronómico,

por lo que fueron incluidos en las ferias de biodiversidad desarrolladas a través de programas de fitomejoramiento participativo y se encuentra en proceso de obtención, su semilla básica, para facilitar la difusión a los productores y de esta forma contribuir a la mejora de la diversidad del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjos, L.M., Santos, G.R., Dias-Neto, J.J. (2009). Identification of physiological races of *Magnaporthe grisea* in areas of rice irrigated in the State of Tocantins. *Tropical Plant Pathology*, 34(3), 80. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v34n3/v34n3a09.pdf>
- Cárdenas, R.M., Cordero, V., Pérez, N., Cristo, E. y Gell, I. (2000). Utilización de una nueva metodología para la evaluación de arroz ante la infección producida por el hongo *Pyricularia grisea*. *Cultivos Tropicales*, 21(1), 63-66. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232232012>
- Cárdenas, R.M., Pérez, N., Cristo, E. y Fabré, L. (2007). Análisis comparativo del comportamiento de líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* Lin) ante *Pyricularia grisea* Sacc. en dos épocas. *Cultivos Tropicales*, 28(2), 45-50. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731006>
- García, O., Pérez, N., González, M.C. (2014). Producción de semillas de arroz con alta calidad, obtenidas en Pinar del Río. *Avances*, 16(4), 327-338. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/30/90>
- Ginarte A. y Triana M. (1997). Desarrollo de una metodología única de evaluación para resistencia a daño mecánico de *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata) en arroz. En: Conferencia Internacional del Arroz (X: 1997, Acarigua, Venezuela). p. 20.
- InfoAgro (2018). El cultivo del arroz. [en línea]. Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- IRRI. (2002). Standard Evaluation System for Rice. Filipinas: International Rice Research Institute (IRRI). 56 p.
- Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G., Gómez, J., Correa-Victoria, F. y Calvert, L. (2001). Principales enfermedades del cultivo del arroz. *Pyricularia grisea*. En: Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA) de Cuba, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), de Colombia y Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR) (Ed.), Guía para el trabajo de campo

- en el manejo integrado de plagas del arroz, p. 46-48.
- MINAG. (2014). *Instructivos Técnicos para el cultivo del arroz*. Instituto de Investigaciones del Arroz. La Habana, 115 p.
- Montoya, M., Rodríguez, N.,; Pérez-Almeida, I., Cova, J. y Alemán L. (2007). Caracterización morfológica de 13 variedades de arroz venezolanas. *Agronomía tropical*, 57(4), 299-311. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/206796>
- Pérez, N., Castro, R.I., González, M.C., Aguilar, M. y García, O. (2016a). Semilla original de dos cultivares de arroz cubanos: resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata). *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 243-251. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/21104>
- Pérez, N., González, M.C., Castro, R.I., Aguilar, M. (2016b). Caracterización agronómica de tres cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidos mediante el cultivo *in vitro* de anteras. *Cultivos Tropicales*, 37(1), 110-115. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n1/ctr15116.pdf>
- Pérez, N., González, M. C., Castro, R.I., Cristo, E., Cárdenas, R.M., Díaz, H. (2012). Impacto del Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en la producción arrocería nacional. *Revista Nueva Empresa* (1), 60-63.