



# EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE ARROZ EN DIFERENTES ZONAS DE PRODUCCIÓN ARROCERA DE “LOS PALACIOS”, PINAR DEL RÍO, PARA SU UTILIZACIÓN EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO

Evaluating rice cultivars in different rice-producing areas from “Los Palacios”, Pinar del Río, to be used in breeding programs

Noraida de J. Pérez León<sup>1</sup>✉, María C. González Cepero<sup>1</sup>,  
Rodolfo I. Castro Menduiña<sup>1</sup> y Manuel Aguilar Portero<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** Rice blast is considered the most devastating disease worldwide; since it is widely distributed, it affects the aerial parts of rice plants, reducing agricultural yields significantly, besides constituting a serious constraint to production. Knowing this antecedent, this work was developed for two years, with the aim of selecting resistant rice cultivars against *Magnaporthe grisea* Barr (*Pyricularia grisea* Sacc) with good agronomic performance, to be further used as progenitors in rice breeding programs. Results showed a significant interaction among genotype, location and year of cultivars against blast and yield. The usefulness of Biplot analysis was confirmed for selecting stable cultivars according to their proximity to the origin of coordinates, as well as those responsible for the significant genotype-environment interaction. Four cultivars were classified as more stable to rice blast resistance: ‘2077’, ‘IR 759-54-2-2’, ‘Tetep’ and ‘Moroberekan’, and six cultivars for agricultural yield: ‘Amistad’82’, ‘INCA LP-1’, ‘INCA LP-6’, ‘6066’, ‘CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>’ and ‘IR 1529-430’, characteristics that let them be used as progenitors for crosses in rice breeding programs of Cuba.

**RESUMEN.** La Piriculariosis es considerada la enfermedad más devastadora a nivel mundial; debido a su amplia distribución, afecta toda la parte aérea de la planta de arroz, lo que produce una significativa disminución en los rendimientos agrícolas y se presenta como una seria limitación en la producción. Conociendo este antecedente, se desarrolló el presente trabajo durante dos años, con el objetivo de seleccionar cultivares de arroz resistentes a *Magnaporthe grisea* Barr (*Pyricularia grisea* Sacc) y de buen comportamiento agronómico, para ser utilizados como progenitores en los programas de mejoramiento genético del cultivo. Los resultados pusieron de manifiesto la existencia de interacción significativa entre genotipo, localidad y año para el comportamiento de los cultivares frente a la Piriculariosis y el rendimiento. Se pudo constatar la utilidad del análisis Biplot para conocer la estabilidad de los cultivares de acuerdo con la proximidad al origen de coordenadas, así como los cultivares responsables de la interacción significativa genotipo-ambiente. Se identificaron cuatro cultivares de comportamiento más estable por su resistencia a la Piriculariosis: ‘2077’, ‘IR 759-54-2-2’, ‘Tetep’ y ‘Moroberekan’ y seis materiales para rendimiento agrícola: ‘Amistad’82’, ‘INCA LP-1’, ‘INCA LP-6’, ‘6066’, ‘CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>’ e ‘IR 1529-430’, características por las que pueden ser utilizados como progenitores para los cruzamientos en los programas de mejora del cultivo del arroz en Cuba.

**Key words:** *Magnaporthe grisea*, breeding, *Oryza sativa*, Blast disease

**Palabras clave:** *Magnaporthe grisea*, mejoramiento genético, *Oryza sativa*, Piriculariosis

<sup>1</sup> Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) «Las Torres Tomejil», Alcalá del Río, Sevilla, España.

✉ [nory@inca.edu.cu](mailto:nory@inca.edu.cu)

## INTRODUCCIÓN

El arroz cultivado (*Oryza sativa* L.) representa una especie genéticamente diversa con amplia adaptación a distintas condiciones de cultivo y posee una elevada posición entre los cereales, al considerar su aporte

energético en calorías (1, 2), así como en proteínas; es un cereal sano, nutritivo y tiene cualidades que lo vuelven ideal en cualquier tipo de dieta o requerimiento nutricional, ya que no contiene colesterol, grasa, sodio, gluten y es sencillo de digerir.

Constituye el alimento básico para más de la mitad de la población mundial y el más importante, si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha (3). Además de su importancia como alimento, proporciona empleo al sector de la población rural de la mayor parte de Asia, aunque también es ampliamente cultivado en África y América e intensivamente en algunos puntos de Europa Meridional, sobre todo en regiones mediterráneas.

Por otra parte, unos pocos cultivares mejorados de arroz han sido adoptados para grandes áreas, lo que favorece la aparición de numerosas plagas, entre las que se puede mencionar la *Piriculariosis*, que se presenta en prácticamente todas las regiones productoras de arroz en el mundo, sumada su severidad por la aplicación de altas dosis de nitrógeno, la reducción en el espacio de siembra y el monocultivo (4). En los programas de mejoramiento para resistencia a esta enfermedad, el objetivo primordial es identificar y utilizar efectivamente una resistencia estable, que debe mantener, durante un tiempo largo, un nivel satisfactorio de resistencia contra los haplotipos diversos presentes en cada localidad (5, 6).

El conocimiento de estas premisas sugirió el desarrollo del presente trabajo, que tuvo como objetivo realizar una correcta selección de progenitores

resistentes a la *Piriculariosis* con buen comportamiento agronómico, para los programas de mejoramiento genético del cultivo mediante hibridaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se ubicaron en tres Unidades Empresariales Base Agrícola (UEBA): "Caribe", "Agrícola Vueltabajo" y "López Peña", pertenecientes al Empresa Agroindustrial de Granos "Los Palacios", Pinar del Río, y en la Unidad Científico-Tecnológica de Base "Los Palacios" (UCTB LP), perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

En cada sitio experimental se trasplantaron los 14 cultivares en estudio (Tabla I), bajo aniego, en el mes de marzo, durante dos años, siguiendo un diseño de Bloques al azar con tres repeticiones. Las parcelas disponían de siete surcos de 5 m de largo, con una distancia de 0,15 m entre surcos y entre plantas. Las labores fitotécnicas se realizaron según el Instructivo Técnico para el Cultivo del Arroz<sup>A</sup>.

Las características de fertilidad química de los suelos, por localidad, se presentan en la Tabla II y su clasificación fue Gley Nodular Ferruginoso petroférico éutrico (7, 8), con diferencias en textura y contenido de humus, o sea, loam arenoso y poco humificado en "Caribe", loam y poco humificado en la UEBA "Agrícola Vueltabajo" y la UCTB "Los Palacios" y loam y medianamente humificado en la UEBA "López Peña".

<sup>A</sup> MINAG. *Instructivos Técnicos para el cultivo del arroz*. Instituto de Investigaciones del Arroz, La Habana, Cuba, 2008, p. 115.

**Tabla I. Cultivares evaluados en las cuatro localidades del estudio**

| Número | Cultivares                     | Progenitores                        | Subespecie      | Origen    |
|--------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------|
| 1      | Victoria de Girón              | Cica 4/Victoria                     | <i>Índica</i>   | Cuba      |
| 2      | 6066                           | IR1529-430/IR 759-54-2-2            | <i>Índica</i>   | Cuba      |
| 3      | J-104                          | IR 4865-9/IR 930-16                 | <i>Índica</i>   | Perú      |
| 4      | Amistad '82                    | IR 1529-430/Vniir 3223              | <i>Índica</i>   | Cuba-URSS |
| 5      | CP <sub>1</sub> C <sub>8</sub> | Cica 4/IR 24                        | <i>Índica</i>   | Cuba      |
| 6      | 2077                           | Cica 9/BG 90 // Cica 7              | <i>Índica</i>   | Colombia  |
| 7      | IR 880-C <sub>9</sub>          | IR 8 // 81 B-25/Dawn                | <i>Índica</i>   | Filipinas |
| 8      | IR 759-54-2-2                  | IR 8/Peta 3 // Dawn                 | <i>Índica</i>   | Filipinas |
| 9      | Perla de Cuba                  | Desconocido                         | <i>Índica</i>   | Cuba      |
| 10     | Moroberekan                    | Desconocido                         | <i>Japónica</i> | Guinea    |
| 11     | Tetep                          | Desconocido                         | <i>Índica</i>   | Viet Nam  |
| 12     | IR 1529-430                    | Sigadis/TN 1 // IR 24               | <i>Índica</i>   | Filipinas |
| 13     | INCA LP-1                      | J-104/Amistad '82                   | <i>Índica</i>   | Cuba      |
| 14     | INCA LP-6                      | 2077/CP <sub>1</sub> C <sub>8</sub> | <i>Índica</i>   | Cuba      |

**Tabla II. Valores de la fertilidad química del suelo y pH en las cuatro localidades del estudio**

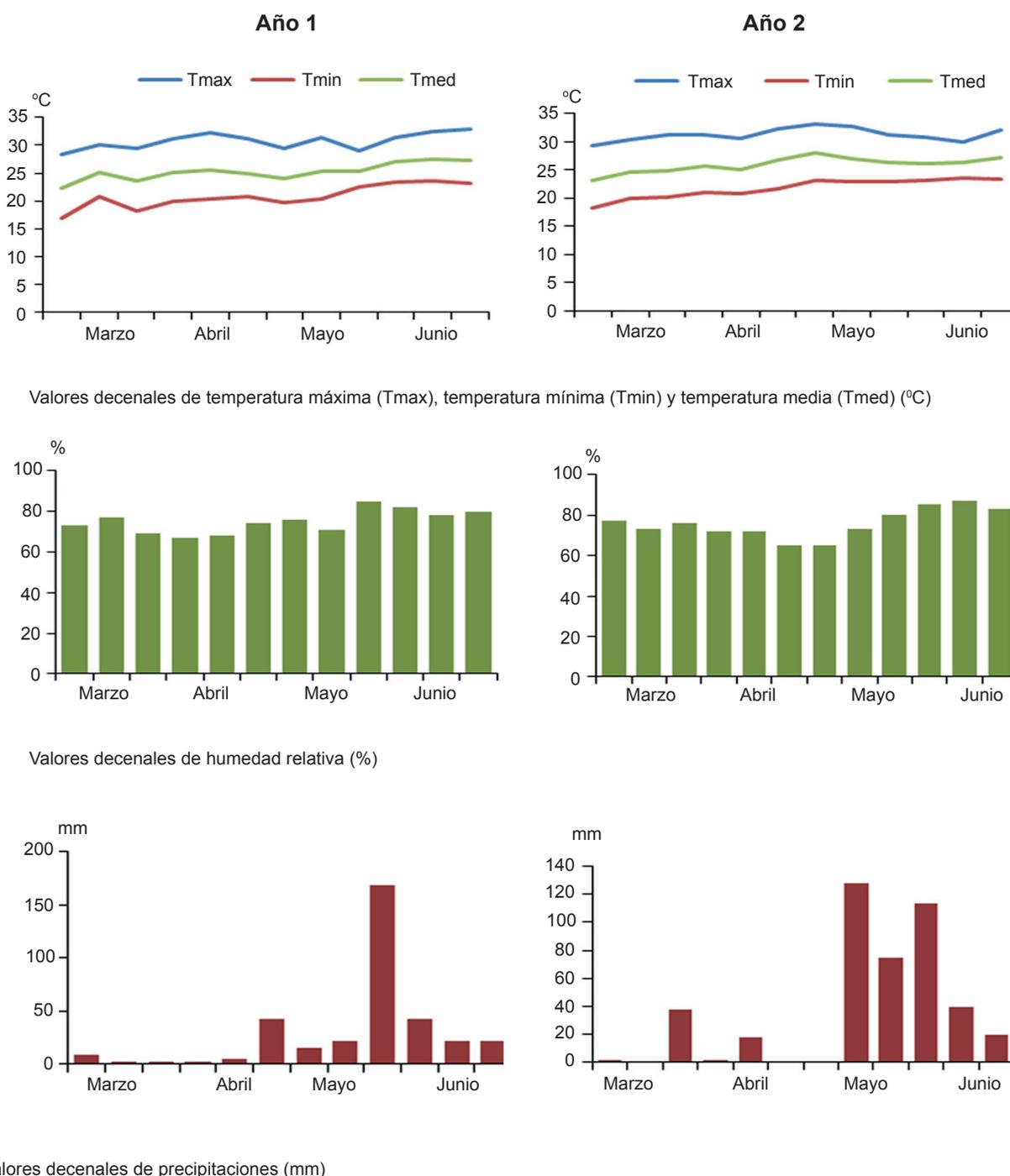
| Localidades indicadores  | UEBA* "Caribe" | UEBA "Agrícola Vueltabajo" | UEBA "López Peña" | UCTB** "Los Palacios" |
|--|----------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Materia orgánica (%)   | 1,4            | 2,6                        | 3,8               | 3,1                   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g de suelo <sup>-1</sup> ) | 8,6            | 15,2                       | 15,1              | 12,3                  |
| K <sub>2</sub> O (mg 100 g de suelo <sup>-1</sup> )              | 4,5            | 11,3                       | 11,9              | 12,3                  |
| pH (en KCl y en H <sub>2</sub> O)                                | 4,7            | 5,1                        | 5,4               | 6,3                   |

\*UEBA - Unidad Empresarial Base Agrícola

\*\*UCTB - Unidad Científico Tecnológica de Base

Los datos climatológicos de las temperaturas máxima, mínima y media, así como las precipitaciones y humedad relativa de la época en que se desarrollaron los ensayos (Figura 1) se obtuvieron en la Estación Meteorológica "Paso Real" de San Diego "Los Palacios" y se procesaron en el Centro Meteorológico Provincial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Pinar del Río.

Se calculó el rendimiento agrícola en un área de 2,4 m<sup>2</sup> por parcela y la respuesta frente a la Piriculariosis, por infección natural en el campo, se evaluó en el cuello de la panícula en la fase reproductiva, de acuerdo con la escala propuesta por el IIRRI (9), la cual considera entre cero y tres grados como resistentes y entre cinco y nueve como susceptibles (Tabla III). Los datos de porcentaje de cuellos afectados fueron transformados a  $\arcsen \sqrt{\%}$ , para su posterior análisis estadístico.



**Figura 1. Condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) para los meses en que se desarrolló el estudio durante dos años**

**Tabla III. Escala de nueve grados para la evaluación de la Piriculariosis en el cuello de la panícula de cultivares de arroz (9)**

| Grado | Incidencia                        |
|-------|-----------------------------------|
| 0     | No-incidencia                     |
| 1     | Menos de 5 % de cuellos afectados |
| 3     | 5-10 % de cuellos afectados       |
| 5     | 11-25 % de cuellos afectados      |
| 7     | 26-50 % de cuellos afectados      |
| 9     | Más de 50 % de cuellos afectados  |

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, bajo un arreglo trifactorial en bloques al azar (14 x 2 x 4), donde los factores fueron cultivares, años y localidades; se eliminó el efecto de las réplicas en las localidades y los años y se ajustó un modelo AMMI Biplot a la matriz de interacciones, en la que cada fila correspondió a un cultivar y cada columna a las localidades-año, según lo establecido por Varela (2002)<sup>B</sup>. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20.0 sobre Windows (10).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza, de los catorce cultivares sembrados en diferentes localidades y años (Tabla IV), mostraron diferencias significativas entre las fuentes de variación cultivares, localidades, años y todas sus interacciones. La existencia de interacción significativa evidenció el comportamiento diferencial de los genotipos en las diferentes localidades-año y puso de manifiesto la gran influencia que el ambiente ejerce sobre el cultivo del arroz.

La interacción del genotipo con el ambiente en el cultivo del arroz, así como los métodos estadísticos de análisis de los parámetros de estabilidad, han sido objeto de estudio de muchos investigadores. Los modelos AMMI permiten, a partir de un Biplot, representaciones simultáneas de individuos y variables (11) que pueden ser años, localidades o ambas, a partir de las cuales es posible identificar los cultivares más estables. La representación gráfica del análisis Biplot (Figura 2) realizado al comportamiento de los cultivares, frente a la Piriculariosis, muestra que la mayoría de ellos se alejaron del centro del eje de coordenadas y su comportamiento fue inestable, debido a que interactuaron con el ambiente; solo 'Tetep', '2077', 'IR 759-54-2-2' y 'Moroberekan', en ese mismo orden, se presentaron más cercanos al eje, lo cual indicaría un comportamiento estable ante la enfermedad.

Estos mismos cultivares, evaluados durante varios años en la UEBA "Caribe"<sup>C</sup>, mostraron resistencia a la infección provocada por el hongo en estado de plántula y su resistencia a la enfermedad, como se aprecia en la Tabla V, en este caso evaluada en el cuello de la panícula, se mantuvo estable en los dos años y las cuatro localidades de este experimento.

Los resultados confirman la posibilidad de utilizar a los cultivares '2077', 'Tetep', 'IR 759-54-2-2' y 'Moroberekan' en los programas de mejoramiento genético, como posibles fuentes donadoras de genes de resistencia a la Piriculariosis y, por lo tanto, como parentales promisorios en hibridaciones dentro del programa de mejoramiento genético.

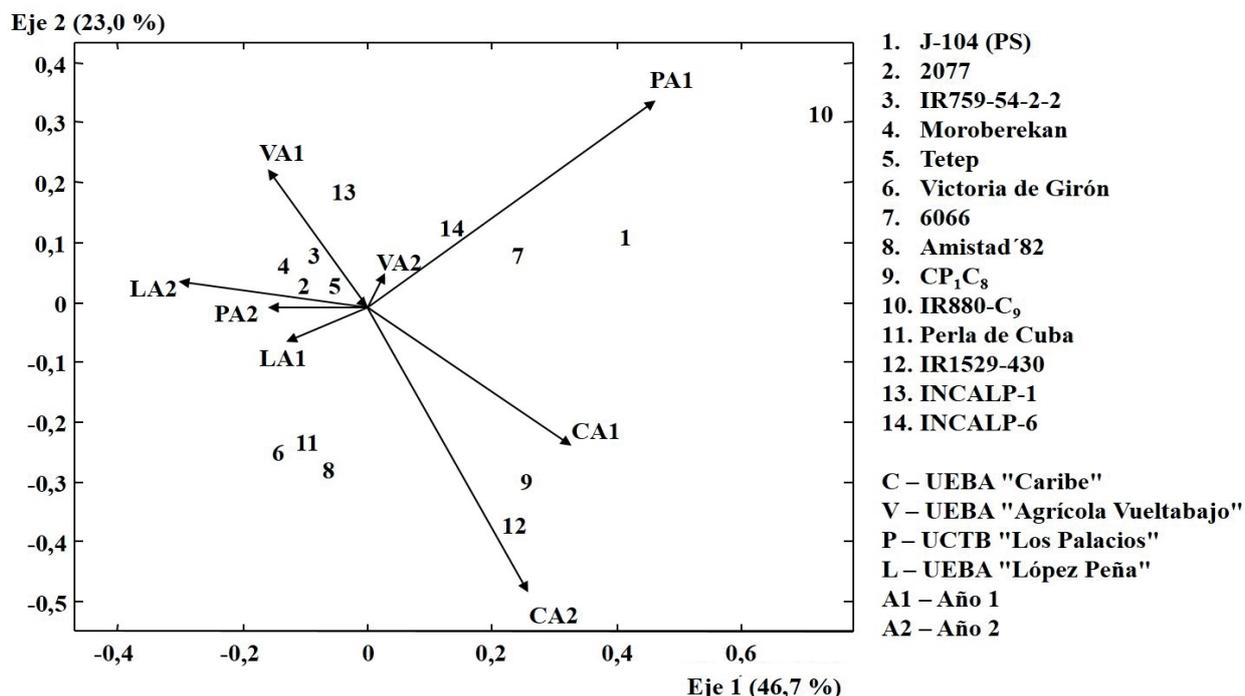
**Tabla IV. Análisis factorial realizado al rendimiento y su comportamiento frente a la Piriculariosis en el cuello de la panícula, los cultivares comerciales y precomerciales evaluados en cuatro zonas de producción arroceras**

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Cuadrados medio |   |
|----------------------|--------------------|-----------------|---|
|                      |                    | Rendimiento     | Comportamiento frente a la Piriculariosis |
| Cultivares (A)       | 13                 | 31,21*          | 1,31 *                                    |
| Localidades (B)      | 3                  | 48,61 *         | 1,60 *                                    |
| Años(C)              | 1                  | 2,45 *          | 0,05 *                                    |
| A x B                | 39                 | 1,76 *          | 0,06 *                                    |
| A x C                | 13                 | 1,12 *          | 0,05 *                                    |
| B x C                | 3                  | 25,29 *         | 0,74 *                                    |
| A x B x C            | 39                 | 1,28 *          | 0,05 *                                    |
| Error                | 224                | 0,23            | 0,01                                      |
| X                    |                    | 5,46            | 0,49                                      |
| ESx                  |                    | 0,28            | 0,06                                      |

\* significación  $p < 0,05$

<sup>B</sup> Varela, M. *Los métodos Biplots como herramientas de un análisis de interacción de orden superior en un Modelo Lineal/Bilineal*. [Tesis de Doctorado], Universidad de Salamanca, 2002, 100 p.

<sup>C</sup> Pérez, N. *Obtención de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) resistentes a Pyricularia grisea Sacc. con buen comportamiento agronómico*. [Tesis de Doctorado], Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2012, 100 p.



**Figura 2. Representación gráfica del comportamiento de los cultivares y ambientes frente a la Piriculariosis, en cuatro localidades, durante dos años**

**Tabla V. Comportamiento de los cultivares ante la Piriculariosis evaluada en el cuello de la panícula, durante dos años, en cuatro zonas de producción arrozera**

| Cultivares                     | "Caribe"        |                |      |   | "Agrícola Vueltabajo" |   |      |   | UCTB "Los Palacios" |   |      |   | "López Peña" |   |      |   |
|--------------------------------|-----------------|----------------|------|---|-----------------------|---|------|---|---------------------|---|------|---|--------------|---|------|---|
|                                | Año1            |                | Año2 |   | Año1                  |   | Año2 |   | Año1                |   | Año2 |   | Año1         |   | Año2 |   |
|                                | CA <sup>1</sup> | E <sup>2</sup> | CA   | E | CA                    | E | CA   | E | CA                  | E | CA   | E | CA           | E | CA   | E |
| J-104 (PS)                     | 50              | S              | 48   | S | 23                    | S | 55   | S | 47                  | S | 13   | S | 23           | S | 15   | S |
| 2077                           | 7               | R              | 5    | R | 0                     | R | 8    | R | 0                   | R | 0    | R | 0            | R | 0    | R |
| IR 759-54-2-2                  | 9               | R              | 8    | R | 8                     | R | 7    | R | 7                   | R | 2    | R | 7            | R | 0    | R |
| Moroberekan                    | 7               | R              | 5    | R | 0                     | R | 8    | R | 0                   | R | 0    | R | 0            | R | 0    | R |
| Tetep                          | 9               | R              | 8    | R | 8                     | R | 6    | R | 6                   | R | 2    | R | 6            | R | 0    | R |
| Victoria de Girón              | 23              | S              | 32   | S | 7                     | R | 12   | S | 10                  | R | 9    | R | 10           | R | 9    | R |
| 6066                           | 15              | S              | 43   | S | 10                    | R | 23   | S | 43                  | S | 9    | R | 13           | S | 12   | S |
| Amistad '82                    | 23              | S              | 40   | S | 8                     | R | 13   | S | 12                  | S | 9    | R | 10           | R | 9    | R |
| CP <sub>1</sub> C <sub>8</sub> | 40              | S              | 55   | S | 15                    | S | 40   | S | 32                  | S | 12   | S | 23           | S | 10   | R |
| IR880-C <sub>9</sub>           | 65              | S              | 55   | S | 40                    | S | 40   | S | 75                  | S | 32   | S | 32           | S | 13   | S |
| Perla de Cuba                  | 32              | S              | 32   | S | 8                     | R | 13   | S | 10                  | R | 9    | R | 10           | R | 9    | R |
| IR1529-430                     | 50              | S              | 55   | S | 15                    | S | 40   | S | 32                  | S | 23   | S | 32           | S | 10   | R |
| INCA LP-1                      | 32              | S              | 23   | S | 9                     | R | 40   | S | 23                  | S | 10   | R | 10           | R | 10   | R |
| INCA LP-6                      | 40              | S              | 32   | S | 10                    | R | 40   | S | 32                  | S | 9    | R | 13           | S | 10   | R |

<sup>1</sup>Porcentaje de cuellos afectados por la enfermedad

<sup>2</sup>Evaluación según grado de la escala

R-Resistente

S-Susceptible

PS-Patrón susceptible

Como se observa en la Figura 2, el eje 1 contrapuso los cultivares '2077', 'Tetep', 'IR 759-54-2-2' y 'Moroberekan' con los cultivares '6066', 'J-104', 'CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>', 'IR 880-C<sub>9</sub>', 'IR 1529-430' e 'INCA LP-6'. Los primeros se caracterizaron por presentar valores bajos (hasta 10 %) de cuellos afectados por la Piriculariosis, mientras que el grupo contrapuesto presentó cuatro cultivares ('6066', 'CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>', 'IR 1529-430' e 'INCA LP-6') con valores bajos solo en algunos ambientes y dos ('J-104' e 'IR 880-C<sub>9</sub>') con valores superiores a 10 % en todos los ambientes. Por otra parte, el eje 2 permitió observar un comportamiento negativo (valores altos de cuellos afectados) de los cultivares 'CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>' e 'IR 1529-430' en los dos años de la localidad "Caribe" e interacción positiva fundamentalmente (valores bajos de cuellos afectados) en el primer año de la localidad UEBA "Agrícola Vueltabajo" y el segundo año de la UEBA "López Peña".

En relación con los ambientes, la localidad UEBA "Caribe", en sus dos años de estudio, se ubicó en ángulos opuestos a la mayoría de las localidades-años evaluadas. La literatura consultada plantea que los ambientes que exhiben entre ellos un ángulo cercano a los 180° resultan ser contrastantes (12). El comportamiento diferencial de la localidad UEBA "Caribe" sería de utilidad para todos los trabajos de mejoramiento genético del cultivo del arroz, que incluyan entre sus objetivos, desarrollar cultivares con resistencia a la Piriculariosis. En este sentido, diversos autores plantearon que para obtener cultivares con resistencia duradera a la enfermedad causada por el hongo *P. grisea*, es importante tener identificado el sitio *hot spot* donde se realizará la selección (13). Teniendo en cuenta que la localidad UEBA "Caribe" presentó la diversidad genética más alta de las dos poblaciones del patógeno estudiadas por Fuentes (1998)<sup>D</sup> y como este autor recomendó en su trabajo, podría considerarse su utilización como sitio *hot spot*. Esta región, además, ha mostrado históricamente una alta incidencia de la enfermedad<sup>E</sup>.

Por su parte, el comportamiento de los cultivares en la localidad UEBA "Caribe" pudiera estar relacionado, entre otros factores, con la baja fertilidad de sus suelos y las condiciones climáticas en las que se desarrollaron estos ensayos, los que de conjunto favorecen la existencia de una alta presión de la enfermedad.

En general, los suelos de la provincia de Pinar del Río llevan muchos años dedicados al cultivo del arroz, lo que ha provocado la degradación de sus propiedades por la influencia del fangueo, la inundación y el cambio de las condiciones de

oxidación-reducción (14); esto conlleva a la pérdida de la fertilidad en cuanto al contenido de materia orgánica y fósforo, con la consecuente disminución de los rendimientos del cultivo y favorece el ataque de plagas. Estas consecuencias se aprecian de manera más marcada en los suelos de la localidad UEBA "Caribe" (Tabla II).

Por otro lado, las condiciones climáticas existentes en la época en que se realizaron estos ensayos fueron favorables para el desarrollo de la Piriculariosis, como se aprecia en la Figura 1; las temperaturas mínimas se mantuvieron alrededor de 20 °C y las máximas alrededor de 30 °C, mientras que la humedad relativa se mantuvo alta, con valores en su mayoría superiores a 70 %. En este sentido, algunos autores plantearon que amplios intervalos entre las temperaturas diurnas y nocturnas, así como la alta humedad relativa son factores importantes que controlan el desarrollo de la Piriculariosis (15), además de que la temperatura es uno de los factores del clima más influyente en la variación de la resistencia de un cultivar y cambios bruscos de esta pueden producir síntomas severos en cultivares de mediana resistencia (16).

Por otra parte, se han obtenido correlaciones estadísticas significativas de valores similares de temperatura con la aparición y el desarrollo de la Piriculariosis (4).

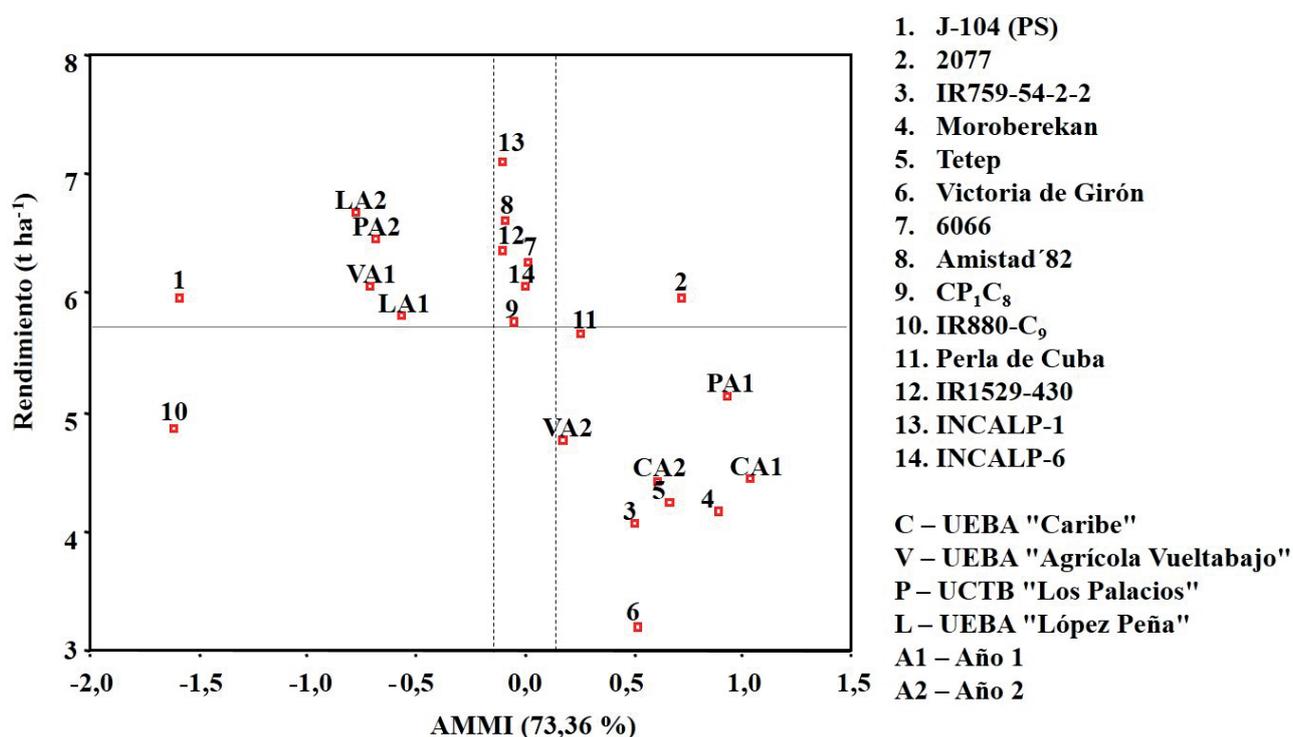
La Figura 3 muestra la representación gráfica conjunta del Biplot, que en su primer eje explicó el 73,36 % de la variabilidad total y el rendimiento promedio de los cultivares y ambientes estudiados. En ella se aprecia que los cultivares 'Victoria de Girón', 'J-104', '2077', 'IR 880-C<sub>9</sub>', 'IR 759-54-2-2', 'Perla de Cuba', 'Moroberekan' y 'Tetep' se alejaron del centro, agrupándose con ambientes determinados, e interactúan con el ambiente (localidad x año) en que se sembraron.

Dentro de este grupo sobresalieron 'IR 880-C<sub>9</sub>' y 'J-104', que interactuaron favorablemente con la localidad UEBA "López Peña" en sus dos años (LA1 y LA2), con UEBA "Agrícola Vueltabajo" (AA1) en el primer año y con la Unidad Científico-Tecnológica de Base "Los Palacios" (PA2) en el segundo. Se observó un comportamiento contrario con la localidad UEBA "Caribe" (CA1 y CA2) en sus dos años de evaluación y con UEBA "Agrícola Vueltabajo" y la Unidad Científico-Tecnológica de Base "Los Palacios" en el segundo y primer año de evaluación, respectivamente (AA2 y PA1).

Los cultivares '6066', 'Amistad'82', 'CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>', 'IR 1529-430', 'INCA LP-1' e 'INCA LP-6', con los valores más cercanos a cero, fueron los más estables dentro del estudio y lograron un rendimiento agrícola promedio superior a 5,8 t ha<sup>-1</sup>. Todos ellos pudieran utilizarse en los programas de mejoramiento para combinarlos con los cultivares resistentes a la Piriculariosis, por su estabilidad y valores altos de rendimiento.

<sup>D</sup> Fuentes, J. L. *Estructura y diversidad genética de poblaciones cubanas del hongo Pyricularia grisea*. Tesis de Maestría, Centro de Aplicación Tecnológica y Desarrollo Nuclear (CEADEN), 1998, 64 p.

<sup>E</sup> MINAG. *Modificaciones al Instructivo Técnico para el cultivo del arroz*. Instituto de Investigaciones de Granos, La Habana, Cuba, 2011, p. 30.



**Figura 3. Representación gráfica de las medias del rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) y puntuaciones del primer eje principal del Biplot realizado a los cultivares y ambientes evaluados en cuatro zonas de producción arrocera en dos años**

Los resultados pusieron de manifiesto la existencia de interacción significativa genotipo por localidad por año, en relación con el comportamiento de las variedades frente a la Piriculariosis y el rendimiento. Se pudo constatar la utilidad del análisis Biplot para conocer la estabilidad de los cultivares, de acuerdo con la proximidad al origen de coordenadas, así como los cultivares responsables de la interacción genotipo-ambiente significativa.

De esta manera, se identificaron cuatro cultivares de comportamiento más estable por su resistencia a la Piriculariosis: '2077', 'IR 759-54-2-2', 'Tetep' y 'Moroberekan' y seis materiales: 'Amistad'82', 'INCA LP-1', 'INCA LP-6', '6066', 'CP<sub>1</sub>C<sub>8</sub>' e 'IR 1529-430' para el rendimiento agrícola, características por las que pueden ser utilizados como progenitores para los cruzamientos en los programas de mejora del cultivo del arroz en Cuba.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Artacho, P.; Meza, F. y Alcalde, J. A. "Evaluation of the ORYZA2000 Rice Growth Model under Nitrogen-Limited Conditions in an Irrigated Mediterranean Environment". *Chilean journal of agricultural research*, vol. 71, no. 1, marzo de 2011, pp. 23-33, ISSN 0718-5839, DOI 10.4067/S0718-58392011000100003.

2. Suárez, R. S.; Reyes, R. R. y Bodes, O. G. "Evaluación de ocho variedades de arroz (*Oryza sativa* L) en el municipio Manatí, provincia Las Tunas". *Innovación Tecnológica*, vol. 19, no. Especial, 22 de enero de 2013, pp. 1-10, ISSN 1025-6504.
3. Wattoo, J. I.; Khan, A. S.; Ali, Z.; Babar, M.; Naeem, M. y Hussain, N. "Study of correlation among yield related traits and path coefficient analysis in rice (*Oryza sativa* L.)". *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 46, 2010, p. 7853, ISSN 1684-5315.
4. Cárdenas, R. M.; Mesa, S.; Polón, R.; Pérez, N.; Cristo, E.; Fabrè, L. y Hernández, J. J. "Relación entre la incidencia de la Piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el Complejo Agroindustrial Arrocero Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 1, 2010, pp. 14-18, ISSN 0258-5936.
5. Neto, J. J. D.; Santos, G. R. dos; Neto, M. D. de C.; Anjos, L. M. dos; Cunha, A. C. F. y Ignácio, M. "Influência do meio de cultura na esporulação de *Magnaporthe grisea* e da concentração de conídios na severidade da brusone do arroz". *Bioscience Journal*, vol. 26, no. 2, 23 de marzo de 2010, pp. 173-179, ISSN 1981-3163.
6. Torres, E. A. y Martínez, C. P. "El mejoramiento del arroz". En: Degiovanni V., Martínez C. P., y Motta F., *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*, edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2010, ISBN 978-958-694-102-0.

7. Instituto de Suelos. *Mapa genético de los suelos de Cuba*. [1:250 000], edit. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, Cuba, 1974, 19 hojas.
8. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, 93 p., ISBN 978-959-7023-77-7.
9. International Rice Research Institute. *SES: Standard Evaluation System for Rice*. 5ª ed., edit. International Rice Research Institute, 2014, 57 p., ISBN 971-22-0304-2.
10. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. Versión 20, [Windows], edit. IBM Corporation, U.S, 2011, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
11. Greenacre, M. *Biplots in Practice*. Edit. Fundación BBVA, 2010, 241 p., ISBN 978-84-923846-8-6.
12. Alejos, G.; Monasterio, P. y Rea, R. "Análisis de la interacción genotipo ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela". *Agronomía Tropical*, vol. 56, no. 3, 2006, pp. 369–384, ISSN 0002-192X.
13. Zambrano, A. Y.; Vegas, A.; Cardona, R.; Gutiérrez, Z. y Demey, J. R. "Estructura genética y diversidad de linajes de «*Pyricularia grisea*» en la zona arrocera venezolana". *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*, vol. 31, no. 1, 2006, pp. 62-66, ISSN 0378-1844.
14. Hernández, A. y Moreno, I. "Características y clasificación de los suelos cultivados de arroz en La Palma, Pinar del Río". *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 2, junio de 2010, ISSN 0258-5936, [Consultado: 2 de diciembre de 2015], Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362010000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362010000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)>.
15. Navas, M.; Gamboa, C.; Torres, O.; Salazar, M.; Marín, C.; Crespo, J. y Gutiérrez, R. "Estimación de la época de mayor presión de inóculo de *Pyricularia grisea* (Sacc.) en el campo experimental del Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Barinas, Venezuela". *Investigación Agrícola*, vol. 8, 2005, p. 9, ISSN 0304-5617.
16. Álvarez, E.; Zamora, N. I. y Jiménez, M. "Comportamiento de variedades de arroz frente a *Pyricularia grisea* (Sacc.) en la provincia Granma". *Revista Protección Vegetal*, vol. 16, no. 1, 2001, pp. 40-43, ISSN 1010-2752, 2224-4697.

Recibido: 22 de diciembre de 2015

Aceptado: 25 de marzo de 2015