

EVALUACIÓN DEL GERMOPLASMA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Sandra H. Díaz, Noraida Pérez y R. Morejón

ABSTRACT. 124 entries from the collection of rice (*Oryza sativa* L.) germplasm were studied, using two methodologies: standard evaluation system for rice and varietal description form for rice, with the objective of evaluating germplasm and putting at the breeders' disposal the information retrieved to be used in future breeding programs. The evaluated variables comprise morphological and agronomical descriptors as well as the behavior in front of the occurrence of *Pyricularia grisea* and resistance to shattering, lodging and senescence. They were grouped in 20 classes based on the characters studied using the Main Components and Cluster Analyses. Results proved germplasm variability and correlations were appreciated among variables. Results are discussed and the most remarkable genotypes in the different parameters are shown.

Key words: rice, varieties, germplasm, diversity, genetic variability, *Oryza sativa*

RESUMEN. Se estudiaron 124 accesiones de la colección de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) empleando dos metodologías: Sistema de evaluación estándar para arroz y Formulario de descripción varietal para arroz, con el objetivo de evaluar el germoplasma y poner a disposición de los mejoradores la información recuperada para utilizarla en los programas de mejoramiento futuros. Las variables evaluadas comprenden descriptores morfológicos y agronómicos, así como el comportamiento frente a la incidencia de *Pyricularia grisea*, resistencia al desgrane, acame y senescencia. Estas se agruparon en 20 clases sobre la base de los caracteres estudiados empleando los Análisis de Componentes Principales y *Cluster*. Los resultados mostraron variabilidad en el germoplasma evaluado, apreciándose la presencia de correlaciones entre las variables analizadas. Se discuten los resultados y se dan a conocer los genotipos que más se destacan en los diferentes parámetros.

Palabras clave: arroz, variedades, germoplasma, diversidad, variabilidad genética, *Oryza sativa*

INTRODUCCIÓN

El suelo, el agua y los recursos genéticos constituyen el fundamento en el que se basan la agricultura y la seguridad alimentaria mundial, siendo los recursos genéticos los menos conocidos y valorados, también son los que más dependen de nuestros cuidados y salvaguardia, y tal vez los más amenazados (1).

Consecuentemente, el germoplasma constituye el elemento de los recursos genéticos que incluye la variabilidad genética, con fines de utilización en la investigación en general y especialmente en el mejoramiento genético (2). Por tanto, la actividad de recolección, evaluación, multiplicación y conservación del germoplasma genera gran cantidad de información de suma importancia para el manejo y uso eficiente de dichas colecciones (3).

Desde 1962, el IRRI ha sido la institución que ha llevado adelante la conservación de germoplasma de arroz; con la colaboración internacional realiza grandes

esfuerzos para sistemáticamente coleccionar, conservar y caracterizar tanto variedades tradicionales como especies silvestres (4). En Cuba se han realizado trabajos de caracterización de germoplasma de arroz en el IIAC. Por otra parte, se informan 20 000 muestras de 41 países (5), las cuales han sido caracterizadas atendiendo a diferentes descriptores.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se concibió y desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de evaluar un grupo de genotipos de arroz en la zona de Los Palacios, así como proponer los genotipos que más se destacan en los diferentes caracteres evaluados, para ser utilizados con posterioridad como progenitores en los programas de mejoramiento del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio preliminar en la Estación Experimental del Arroz «Los Palacios», perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en el período poco lluvioso 1997-1998, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (6). Se evaluaron 124 accesiones del banco de germoplasma, que incluye genotipos procedentes de nueve países (Tabla I).

Sandra, H. Díaz y Ms.C. R. Morejón, Investigadores; 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.

Tabla I. Genotipos por países

Países	Cantidad
Colombia	3
España	3
Filipinas	10
Marruecos	2
Perú	2
Surinam	1
Srilanka	1
USA	3
Cuba	100
- Estación Experimental del Arroz	93
- Instituto de Investigaciones del Arroz	7
TOTAL	124

La siembra se realizó de forma directa a chorrillo, en parcelas de 4 m² y para la evaluación de dichos genotipos se utilizaron dos metodologías:

- Sistema de evaluación estándar para arroz (7).
- Formulario de descripción varietal para arroz (8).

Se evaluaron los siguientes caracteres durante el ciclo de desarrollo del cultivo:

- ❖ altura final (cm)
- ❖ longitud de la hoja (cm)
- ❖ longitud de la lígula (cm)
- ❖ longitud del grano (cm)
- ❖ longitud de la panícula (cm)
- ❖ densidad de la panícula
- ❖ número de panículas por m²
- ❖ número de granos llenos por panícula
- ❖ peso de 1000 granos (g)
- ❖ rendimiento (t.ha⁻¹)
- ❖ desgrane (%)
- ❖ acame (7)
- ❖ senescencia (7)
- ❖ daños por *Pyricularia grisea* (7).

Para la determinación del rendimiento agrícola y sus componentes se utilizó el sistema tradicional empleado en el cultivo del arroz (9)(10). Para ello, las panículas por metro cuadrado se muestrearon una vez por parcela en un marco de 0.1 m². Los restantes componentes (granos llenos/ panícula y peso de mil granos) se determinaron en 20 panículas centrales tomadas al azar y el rendimiento agrícola del cultivo se calculó en un área de 1 m².

Las atenciones culturales (fertilización, riego y tratamiento fitosanitario) se efectuaron siguiendo las orientaciones del Instructivo técnico para el cultivo del arroz (11).

La matriz de datos obtenida (líneas en estudio x variables analizadas) fue sometida a Análisis de Componentes Principales y *Cluster* (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el Análisis de Componentes Principales realizado, las cinco componentes obtenidas explican el 86.4 % de la variación total (Tabla II).

Tabla II: Matriz de valores propios, porcentaje de contribución de los componentes principales y correlación entre las variables y los componentes principales

	C1	C2	C3	C4	C5
Valores propios	3.2804	2.1375	1.3739	0.9870	0.8571
% contribución total	32.8	21.4	13.7	9.9	8.6
% acumulado	32.8	54.2	67.9	77.8	86.4
Altura	0.5357	-0.2461	-0.2495	-0.2961	0.6059
Longitud de la hoja	0.6847	-0.0612	-0.5250	-0.0060	-0.0241
Longitud de la lígula	0.3928	-0.1272	-0.6060	0.0086	-0.6062
Longitud panícula	0.7415	-0.2499	-0.1351	0.4000	0.1988
Densidad panícula	0.1661	0.9084	0.1478	-0.2904	-0.9720
Panícula/m ²	-0.4912	-0.5571	-0.1260	-0.5835	-0.0602
Granos llenos/panícula	0.6583	0.7151	0.0664	-0.0343	0.0422
Peso de 1000 granos	0.5590	-0.4180	0.5621	-0.0063	-0.1667
Rendimiento	0.7154	-0.0392	0.1463	-0.5539	-0.1098
Longitud del grano	0.5422	-0.4139	0.5208	0.0795	-0.1720

Los caracteres que más contribuyeron a la primera componente fueron: la longitud de la panícula, el rendimiento, el largo de la hoja y los granos llenos por panícula y en el caso de la segunda componente fueron: la densidad de la panícula, los granos llenos por panícula y las panículas por metro cuadrado.

Para la distribución de los genotipos, se tomaron en consideración las dos primeras componentes (54.2 %), por ser estas en las que los caracteres de mayor importancia como el rendimiento, los granos llenos por panícula y las panículas por metro cuadrado tuvieron más fuerte contribución. La representación gráfica de dichas componentes (Figura 1) permitió la distribución de los 124 genotipos evaluados, mostrándose una amplia dispersión de los individuos teniendo en cuenta dichos caracteres, siendo imposible la formación de grupos.

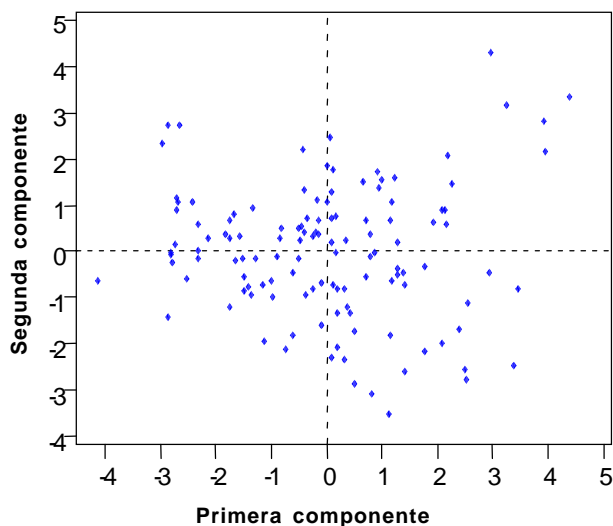


Figura 1. Distribución de los genotipos según las componentes consideradas

En el extremo positivo del eje de la primera componente se encuentran los mejores genotipos, con valores altos para el rendimiento, los granos llenos por panícula y longitud de la panícula, entre los que se encuentran las

variedades INCA LP1, INCA LP2, INCA LP 3 e INCA LP7 y líneas destacadas como la 8425, 8450, 8544, 8583 y 8573. Asimismo, se encuentran en el cuadrante I los genotipos INCA LP2, INCA LP3 e INCA LP7, caracterizados por presentar menor número de panículas por metro cuadrado, pero mayor número de granos llenos por panícula, lo cual garantiza una buena densidad de esta; por otra parte, en el cuadrante IV se enmarcan la variedad INCA LP1 y las líneas 8425, 8450, 8544, 8583 y 8573 que, por el contrario, presentaron un mayor número de panículas por metro cuadrado, menor número de granos llenos por panícula y las panículas menos densas.

La asociación de los caracteres evaluados se aprecia en la Tabla III; en ella se evidencia correlación significativa a partir de 0.3211 (13) entre el largo de la hoja, la longitud de la panícula, el rendimiento y la altura de la planta. A su vez el largo de la hoja muestra correlaciones con la longitud de la lígula, la longitud de la panícula, los granos llenos por panícula y también con el rendimiento.

Tabla III: Matriz de correlaciones fenotípicas de las variables activas

	Altura	Longitud de hoja	Longitud de lígula	Longitud de panícula	Densidad de panícula	Panícula/m ²	Granos llenos/panícula	Peso de 1000 granos	Rendimiento	Longitud del grano
Altura	1.000									
Longitud de hoja	0.435	1.000								
Longitud de lígula	0.118	0.487	1.000							
Longitud de panícula	0.401	0.492	0.274	1.000						
Densidad de panícula	-0.104	-0.000	-0.067	-0.295	1.000					
Panícula/m ²	-0.012	-0.232	-0.041	-0.371	-0.425	1.000				
Granos llenos/panícula	0.175	0.330	0.107	0.360	0.774	-0.656	1.000			
Peso de 1000 granos	0.185	0.140	0.044	0.378	-0.174	-0.108	0.097	1.000		
Rendimiento	0.368	0.378	0.215	0.377	0.212	-0.031	0.460	0.469	1.000	
Longitud del grano	0.202	0.170	0.071	0.347	-0.171	-0.145	0.071	0.0662	0.375	1.000

La longitud de la panícula aparece correlacionada de forma negativa con las panículas por metro cuadrado y de forma positiva con los granos llenos por panícula, el peso de 1000 granos, el largo del grano y el rendimiento. Esto coincidió con los resultados del mismo análisis realizado a líneas obtenidas de un cruzamiento (14).

Asimismo, la densidad de la panícula presenta una correlación negativa con las panículas por metro cuadrado y positiva con los granos llenos por panícula.

De igual forma, las panículas por metro cuadrado mostraron una correlación negativa con los granos llenos por panícula y estos a su vez se correlacionaron de forma positiva con el rendimiento, coincidiendo esto con los resultados obtenidos por otros autores (10)(15).

Varios autores coinciden en señalar que el rendimiento está positivamente correlacionado con la producción de granos y que esto no puede ser alterado simplemente por un incremento en la producción de panículas por metro cuadrado, ya que este carácter aparece correlacionado negativamente con el número de granos por panícula (16).

El peso de 1000 granos se correlaciona también con el rendimiento y la longitud del grano. Resultados similares informan el peso de 1000 granos como el componente que más influencia tiene en el rendimiento (17); también se encontró una alta correlación entre el peso de 1000 granos y el largo de estos (14).

Con el objetivo de distribuir los genotipos en clases, se realizó un *Cluster* que permitió agrupar los genotipos en 20 clases, como muestra la Tabla IV, encontrándose los más destacados en las clases 1, 2 y 3.

Respecto a los caracteres no cuantitativos evaluados, en este caso, desgrane, acame, incidencia de *Pyricularia grisea* y senescencia, se observó variabilidad en el germoplasma (Tabla V).

Refiriéndonos al desgrane, podemos decir que 12 genotipos se comportaron como muy resistentes, 78 resistentes y 27 intermedios, mostrándose susceptibles seis genotipos y solo uno resultó muy susceptible. En cuanto al acame es importante destacar que todos los genotipos en estudio fueron resistentes, con tallos fuertes a excepción de la variedad Tetep que resultó muy susceptible al volcamiento.

La tabla también incluye las afectaciones por piricularia, evidenciándose que la mayoría de los genotipos mostraron cierta tolerancia a excepción de las variedades CP1-CP8 e IR-837, siendo esta última el testigo susceptible utilizado en las pruebas de resistencia. Es importante resaltar que la evaluación a este carácter se realizó en condiciones normales de campo y no hubo presencia de alta infección. En cuanto al comportamiento de la senescencia, podemos decir que 55 genotipos la presentaron tardía y lenta, 53 intermedia y solo 16 temprana y rápida.

Además de los antes expuesto, la Tabla VI muestra la clasificación de los genotipos teniendo en cuenta algunos caracteres morfoagronómicos.

Como puede apreciarse en la Tabla VI, 42 genotipos presentaron lígulas medias, 81 cortas y una muy corta, no encontrando individuos con lígulas largas o muy largas. Teniendo en cuenta la longitud de la panícula, se constató que el mayor número de individuos presentó panículas medias (105), 10 panículas largas y nueve con panículas cortas. El largo del grano permitió clasificar 72 genotipos de grano muy largo, 39 con grano largo, 12 con grano medio y 1 con grano muy corto.

Tabla IV. Genotipos por clase

Clases	Efectivos	Genotipos
1	22	1, 6, 12, 24, 30, 31, 38, 34, 45, 50, 52, 54, 55, 61, 70, 90, 93, 99, 101, 102, 107, 120
2	15	2, 18, 33, 37, 41, 42, 51, 53, 66, 67, 68, 72, 104, 108, 111
3	13	3, 4, 8, 25, 32, 60, 79, 88, 92, 96, 100, 105, 122
4	3	5, 48, 69
5	16	16, 39, 40, 43, 57, 62, 74, 82, 91, 94, 95, 103, 106, 117, 118
6	7	13, 15, 17, 59, 109, 121, 124
7	9	10, 11, 47, 78, 80, 81, 84, 116, 119
8	2	14, 112
9	1	19
10	1	20
11	1	21
12	9	22, 23, 28, 46, 73, 83, 85, 86, 89
13	4	26, 58, 64, 65
14	6	27, 29, 56, 63, 77, 87
15	6	35, 36, 44, 49, 76, 97
16	1	9
17	3	71, 75, 123
18	3	110, 113, 114
19	1	115
20	1	7

Tabla V. Comportamiento de los genotipos frente a caracteres cualitativos

	Muy resistente	Resistente	Intermedio	Susceptible	Muy susceptible
Desgrane	12	78	27	6	1
Acame	-	123	-	-	1
Piricularia	-	122	-	2	-
Senescencia	Tardía y lenta 55		Intermedia 53	Temprana y tardía 16	

Tabla VI. Clasificación de los genotipos con respecto a caracteres morfoagronómicos

	Altura	Longitud de la lígula	Longitud de la panícula	Longitud del grano
Enana	1	-	-	-
Semienana	77	-	-	-
Intermedia	45	-	-	-
Alta	1	-	-	-
Corto (a)	-	81	9	-
Medio (a)	-	42	105	12
Largo (a)	-	-	10	39
Muy corto (a)	-	1	-	1
Muy largo (a)	-	-	-	72

La diversidad genética ayuda a mantener el equilibrio biológico y a disminuir la contaminación del ambiente. La existencia de diferencias sustanciales en el germoplasma de arroz, garantiza la base genética para el desarrollo de los programas de mejoramiento, que incrementan las fuentes diversas de progenitores, con el objetivo de ampliar la variabilidad en los genotipos mejorados, logrando una estabilidad en los rendimientos y un comportamiento agronómico a más largo plazo.

REFERENCIAS

1. FAO. Informe del estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. Alemania : Leipzig, 1996, p 75.
2. Goedert, C. O. Biodiversidad y Recursos Fitogenéticos. *Procisur informa* vol. 12. No 9-10-11-12. 1996, p. 11.
3. IPGRI. Inventario de colecciones de germoplasma de América Latina y el Caribe. *Boletín de las Américas*. 1994, vol. 3, no. 1, p. 7-8.
4. Jackson, M. Sharing the seeds. Biodiversity Maintaining. The Balance, IRRI 1997-1998, 1998, p. 58.
5. Puldón, V., et al. Caracterización, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos de arroz en cuba. En I Seminario Científico Internacional de Agrotecnía Tropical y I Congreso de Arroz de Riego y Secano del Area del Caribe. 1999, p. 135.
6. Hernández, A. Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos de Cuba, 1995.
7. CIAT-IRRI. Sistema de evaluación estándar para arroz. Programa de pruebas internacionales de arroz. Cali: CIAT, IRRI, 1983, 26 p.
8. MINAGRI. Formulario de descripción varietal para arroz, 1996.
9. Ismail, C. Análisis del rendimiento y sus componentes y uso del coeficiente de sendero en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) de ciclo medio. *Cultivos Tropicales*, 1987, vol. 9, no. 2, p. 36-41.
10. Díaz, S., Pérez, N. y Morejón, R. Evaluación de líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) procedentes de los estudios superiores de rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 61-63.
11. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz. Unión Complejo Agroindustrial del Arroz, 1994, 54 p.
12. Linares, G. Análisis de datos. La Habana: Universidad de La Habana. 1990, 590 p.
13. Thomas, M. y Jackson, F. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. México : Editorial Trillas, 1978, p. 245.
14. Pérez N., Ismaíl, C. y González, M. C. Mejoramiento genético mediante el cultivo *in vitro* de anteras de híbridos de arroz. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 2, p. 54-56.
15. Pérez, N., et al. Variedades de arroz obtenidas por cultivo de anteras. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 4, p. 83-86.
16. López, L. Cultivos herbáceos. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa, 1991, 539 p.
17. Ismail, C. Comportamiento de seis líneas y variedades de arroz (*O. sativa*) de ciclo medio en la zona de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 1984, vol. 6, no. 2, p. 453-468.

Recibido: 27 de septiembre de 1999

Aceptado: 26 de noviembre de 1999