

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) PARA LA ÉPOCA DE PRIMAVERA EN PINAR DEL RÍO

Sandra H. Díaz[✉], R. Morejón, R. Castro, Noraida Pérez y María C. González

ABSTRACT. In “Los Palacios” Rice Research Station, eight rice promising varieties were evaluated in spring season, which were seeded according to a Randomized Complete design with three replications and a group of traits were measured. Data were subjected to Variance Analysis and Main Components. Results showed the existence of strong correlations between yield and panicles per square meter, also between yield and height. Furthermore, the discrimination degree of all variables studied was determined. The varieties were collected in five groups and those from groups I and II had a better agronomic behaviour.

Key words: rice, *Oryza sativa*, varieties, spring

RESUMEN. En la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, se evaluaron ocho variedades promisorias de arroz en la época de primavera, las que fueron sembradas de acuerdo con un diseño Completamente Aleatorizado con tres réplicas y se midieron un grupo de caracteres. Los datos obtenidos se sometieron a Análisis de Varianza y Componentes Principales. Los resultados mostraron la existencia de correlaciones fuertes entre el rendimiento y las panículas por metro cuadrado, también entre el rendimiento y la altura; además, se determinó el grado de discriminación de las variables en estudio. Las variedades se reunieron en cinco grupos y las de los grupos I y II tuvieron un mejor comportamiento agronómico.

Palabras clave: arroz, *Oryza sativa*, variedades, primavera

INTRODUCCIÓN

El arroz es un alimento energético, base de la alimentación de muchas zonas del mundo, que ofrece grandes posibilidades de diversificación por sus formas de preparación y su uso como guarnición de otros platos (1).

La creciente demanda de arroz requiere de variedades con mayor potencial de rendimiento y respuesta positiva a las prácticas de cultivo, así como disminuir los costos de producción, lo que constituye un reto para la genética (2, 3). En Cuba, este cereal es ampliamente difundido en los más diversos tipos de suelo, ecosistemas y tecnologías; sin embargo, la producción arroceras se ha sustentado en el cultivo monovarietal y cada día cobra mayor importancia incrementar el número de variedades, para lograr una mejor composición que disminuya la dependencia de los resultados productivos al comportamiento de una sola variedad (4).

En los lineamientos de política varietal para el sector especializado, se hace manifiesto el riesgo que significa que una sola variedad ocupe más del 70 % del área real sembrada, más cuando el cultivar J-104 ha sido utilizado por más de 19 años, dando lugar al surgimiento de nuevos patotipos que han vulnerado su resistencia a las enfermedades (5). A esto hay que añadir el incremento

de las áreas sembradas por el sector no especializado, en el cual se impone también una mayor diversificación varietal para adaptar a las heterogéneas condiciones agroecológicas, debido a la restringida disponibilidad de recursos energéticos, fertilizantes, sistemas convencionales de riego y pesticidas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de evaluar un grupo de variedades comerciales y precomerciales de arroz en la época de primavera y proponer las de mejor comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (6). Se emplearon ocho variedades comerciales y precomerciales (Tabla I), las que se plantaron en parcelas de 1m² en julio, durante la campaña de primavera 2002, empleando un Diseño Completamente Aleatorizado con tres réplicas. La siembra se realizó de forma directa a chorrillo y las atenciones culturales se efectuaron según lo establecido por el Instructivo técnico del cultivo del arroz (7).

Tabla I. Relación de variedades evaluadas

| No. | Variiedad | No. | Variiedad |
|-----|-----------|-----|------------|
| 1 | Reforma | 5 | INCA LP-5 |
| 2 | LC-8866 | 6 | INCA LP-7 |
| 3 | IAC-29 | 7 | INCA LP-11 |
| 4 | INCA LP-4 | 8 | INCA LP-14 |

Ms.C. Sandra H. Díaz, Ms.C. R. Morejón, Ms.C. R. Castro, Investigadores Agregados y Noraida Pérez, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”; Dra.C. María C. González, Investigador Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ shdiaz@inca.edu.cu

El Sistema de evaluación estándar (8) y Formulario de descripción varietal para arroz (9) fueron las metodologías empleadas para realizar las evaluaciones.

El rendimiento agrícola y sus componentes fueron evaluados con la ayuda del sistema tradicional empleado en el cultivo del arroz (10,11); para ello, las panículas por metro cuadrado se muestrearon una vez por parcela en un área de 0.1 m², y los granos llenos y vanos por panícula junto al peso de 1000 granos se determinaron en 20 panículas centrales seleccionadas al azar; asimismo el rendimiento agrícola fue calculado en el área total de la parcela.

Previo a la cosecha se evaluaron los siguientes caracteres:

- ◆ número de panículas por metro cuadrado
- ◆ peso de 1000 granos (g)
- ◆ número de granos llenos por panícula
- ◆ número de granos vanos por panícula
- ◆ rendimiento agrícola (t.ha⁻¹ al 14% de humedad)
- ◆ altura final de las plantas (cm).

La información disponible fue procesada mediante Análisis de Varianza de Clasificación Simple para efectos fijos (12) y se docimaron las medias por Pruebas de Rangos Múltiples de Duncan. Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (13) y se determinaron las correlaciones de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para todos los caracteres (Tabla II). En cuanto al número de panículas por metro cuadrado, las variedades INCA LP-5 e INCA LP-7 fueron las de mejor comportamiento con diferencia significativa entre ellas. El resto de las variedades no mostraron diferencias significativas entre sí. En este sentido, se plantea que las panículas por m² quedan determinadas durante la fase vegetativa; con una buena preparación de suelo y una correcta realización de la siembra, se debe asegurar una adecuada y uniforme densidad de plántulas. Mediante las pertinentes prácticas culturales, es también necesario estimular el justo grado de ahijamiento para finalmente alcanzar la densidad óptima de panículas (14).

En el caso del peso de 1000 granos, la variedad INCA LP-4 resultó ser la de mayor peso, con diferencia estadística con el resto de las variedades, seguida por INCA LP-5 e INCA LP-7. En otros trabajos realizados, INCA LP-4 ha mostrado también un valor alto para este carácter y esta ha sido informada como una característica distintiva de la variedad, superando a las variedades cubanas actuales (15, 16).

La variedad Reforma mostró el mayor valor para el carácter granos llenos por panícula, diferenciándose del resto de las variedades; le siguieron en comportamiento IAC-29 e INCA LP-5 que no se diferencian entre sí. Por el contrario, las variedades LC-8866 e INCA LP-4 fueron las que presentaron menos granos llenos por panícula, sin diferencias estadísticas entre ellas.

Refiriéndonos a los granos vanos por panícula, se puede apreciar que la variedad Reforma también alcanzó el mayor número de granos vanos, sin diferencia estadística significativa con LC-8866. Al respecto, se considera que el vaneo tiene un comportamiento normal cuando es inferior al 10 % y con las variedades índicas semienanas se acepta hasta el 15 % (15). Las variedades de mejor comportamiento para este carácter fueron INCA LP-7, INCA LP-5 e INCA LP-4. Se ha encontrado, en estudios realizados para determinar las causas que provocan el vaneamiento de los granos del arroz durante el 2001 y 2002, que las siembras de marzo hasta julio fueron desfavorables, con valores de vaneo superiores al 25 %. Además, es precisamente en la época de primavera donde se presentan las mayores afectaciones, ya que las condiciones climáticas (altas temperaturas y alta humedad relativa) propician la aparición de plagas y enfermedades asociadas con el vaneo (17).

En el rendimiento, la variedad INCA LP-5 mostró el mejor comportamiento, seguida de INCA LP-7. Resultados similares se han obtenido en la validación de variedades de arroz, que comprobaron que la variedad INCA LP-5 superó al resto de los cultivares evaluados, aspecto que adquiere mayor relevancia si se tiene en cuenta que la mayoría de estos eran de ciclo medio (15).

Asimismo, se conoce que cada variedad tiene valores idóneos para cada uno de sus tres componentes principales (panículas por metro cuadrado, granos llenos y

Tabla II. Valores medio, error estándar y coeficiente de variación de las variables evaluadas por variedades

| Variedad | Número de panículas/m ² | Peso de 1000 granos | Granos llenos | Granos vanos | Rendimiento | Altura |
|--------------|------------------------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------|---------|
| Reforma | 288 c | 27.3 f | 159 a | 29 a | 4.89 e | 70.6 bc |
| LC-8866 | 270 c | 27.6 ef | 103 f | 27 a | 3.95 f | 73.3 a |
| IAC-29 | 268 c | 28.2 d | 120 b | 22 b | 3.88 f | 73.6 a |
| INCA LP-4 | 343 c | 34.3 a | 103 f | 13 cde | 5.36 c | 71.5 b |
| INCA LP-5 | 413 a | 29.8 b | 116 bc | 12 de | 6.92 a | 66.6 e |
| INCA LP-7 | 360 b | 29.9 b | 107 ef | 10 e | 5.87 b | 68.7 d |
| INCA LP-11 | 310 c | 29.1 c | 111 de | 16 c | 5.14 d | 69.5 cd |
| INCA LP-14 | 305 c | 27.9 de | 114 cd | 14 cd | 4.99 de | 70.0 c |
| \bar{X} | 315.46 | 29.26 | 116.62 | 17.87 | 5.12 | 70.47 |
| ES \bar{X} | 12.69 | 0.14 | 1.49 | 1.02 | 0.05 | 0.36 |
| CV | 6.97% | 0.83% | 2.21 | 9.89% | 1.70% | 0.89% |

Medias con letras iguales no difieren entre sí ($p \leq 0.05$)

peso de mil granos), que en conjunto determinan su máximo rendimiento potencial, en años de grandes cosechas o mediante ensayos en óptimas condiciones es posible conocer y establecer estos valores idóneos de referencia (14).

La mayor altura fue una característica de LC-8866 e IAC-29, mientras que INCALP-5, INCALP-7 e INCALP-11 fueron los genotipos más pequeños. Entre las ventajas de las variedades de talla baja figura una mayor resistencia al encamado, producen menos paja y responden mejor a altas dosis de fertilizante nitrogenado, lo que suele traducirse en mayor potencial productivo; en cambio, son menos competitivas con las plantas indeseables y más propensas a los ataques de pájaros y roedores (14).

La matriz de correlaciones entre cada par de caracteres se presenta en la Tabla III. Los coeficientes mayores a 0.9000 representan las asociaciones significativas para $p \geq 0.10$; de esta forma, la correlación más alta correspondió al rendimiento y las panículas por metro cuadrado ($r=0.973$), esta relación es directamente proporcional, coincidiendo con otros estudios del mismo tipo (18,19). Asimismo, investigaciones más recientes donde se utilizó el Análisis de Coeficiente de Sendero, muestran un efecto positivo directo de las panículas por metro cuadrado y los granos llenos de estas sobre el rendimiento (20).

Tabla III. Matriz de correlaciones fenotípicas de las variables

| | Número de panículas/m ² | Peso de 1000 granos | Granos llenos | Granos vanos | Rendimiento |
|---------------------|------------------------------------|---------------------|---------------|--------------|---------------|
| Peso de 1000 granos | 0.527 | | | | |
| Granos llenos | -0.239 | -0.469 | | | |
| Granos vanos | -0.767 | -0.602 | 0.576 | | |
| Rendimiento | 0.973 | 0.419 | -0.075 | -0.713 | |
| Altura | -0.859 | -0.149 | -0.035 | 0.641 | -0.943 |

Otra asociación importante fue la formada por el rendimiento y la altura, en este caso inversamente proporcionales. Al respecto, se conoce que la altura, el ciclo y los caracteres de la hoja están dentro de las variables que indirectamente están relacionados con el rendimiento (21).

Los resultados de los Componentes Principales son interpretados, tomando como base sus valores propios, porcentaje de contribución y acumulado de las componentes, las correlaciones y proporción de la varianza explicada de cada variable original sobre las componentes seleccionadas (Tabla IV).

Las dos primeras componentes principales contribuyeron con el 88 % de la varianza total explicada. Panículas por metro cuadrado y rendimiento fueron las variables que más aportaron en forma negativa a la primera componente, mientras que granos vanos y altura lo hicieron de forma positiva. En el caso de la segunda componente, fueron los granos llenos por panícula en forma negativa y el peso del grano en forma positiva las variables de mayor contribución.

Tabla IV. Valores propios, porcentaje de contribución y acumulado de las componentes, las correlaciones y proporción de la varianza explicada de cada variable original sobre las componentes seleccionadas

| | C1 | C2 | Proporción de la varianza |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Valores propios | 3.8308 | 1.4473 | |
| % Contribución total | 63.8 | 24.1 | |
| % Acumulado | 63.8 | 88.0 | |
| Granos Llenos | 0.194 | -0.683 | 0.504125 |
| Altura | 0.427 | 0.422 | 0.360413 |
| Peso de 1000 granos | -0.315 | 0.459 | 0.309906 |
| Rendimiento | -0.479 | -0.279 | 0.307282 |
| Número de panículas/m ² | -0.493 | -0.132 | 0.260473 |
| Granos vanos | 0.457 | -0.222 | 0.258133 |

En trabajos de esta naturaleza, es primordial determinar el grado de discriminación de las variables en estudio, con el objetivo de identificar tanto las de mayor como las de menor variación dentro del germoplasma, lo que es posible cuantificando la proporción de la varianza explicada por cada variable original sobre los dos componentes seleccionados (Tabla IV). Es necesario tener en cuenta que las variables que explican una mayor proporción de varianza son las más discriminatorias y, por tanto, su importancia es mayor.

Se aprecia que la variable granos llenos por panícula fue la más discriminatoria; en este sentido, se señala que las variables reproductivas son más discriminatorias que las vegetativas (22), mientras que los granos vanos fue la variable que menos discriminó a las variedades. Al respecto, se conoce que esta no solo depende del genotipo sino que está influido por otros factores como el clima (temperatura, humedad relativa, vientos), las condiciones agroquímicas del suelo, causas genéticas relacionadas con la fecundación, formación de las panículas y las plagas y enfermedades (23, 24).

En la Figura 1 se aprecia la distribución de las variedades en los cuatro grupos creados, teniendo en cuenta las componentes consideradas (C1 y C2) y la Tabla V muestra las medias por grupo de las variables evaluadas.

En el grupo I se ubicó la variedad INCA LP-5 con excelente comportamiento para las panículas por metro cuadrado y el rendimiento, combinando un buen número de granos llenos por panícula y peso de 1000 granos, superado este último únicamente por las variedades del grupo II (INCA LP-4 e INCA LP-7), que también presentaron el menor número de granos vanos por panícula y siguieron en panículas por metro cuadrado y rendimiento al primer grupo. Otros también señalan que estos cultivares

han mostrado un buen comportamiento en relación con el rendimiento agrícola y la tolerancia a plagas y enfermedades en los estudios realizados en diferentes localidades (25), tanto para el sector especializado (estatal) como para el movimiento de popularización (agricultores independientes). Además, INCA LP-7 ha sido informada como tolerante a la salinidad y los resultados han sido validados durante varios años en áreas afectadas de las provincias Pinar del Río y Granma (16, 26).

El grupo III estuvo caracterizado por las variedades INCA LP-11 e INCA LP-14, las cuales junto a INCA LP-5 fueron las variedades más pequeñas, con un valor similar al del grupo IV para los granos llenos por panícula.

IAC-29 y LC-8866 integraron el grupo IV y están entre las variedades de mayor número de granos vanos, alcanzando los más bajos rendimientos. La variedad Reforma (Grupo V) presentó el menor peso de mil granos y fue a su vez la de mayor número de granos llenos y vanos por panícula.

Teniendo en cuenta que la época de primavera es la más afectada por la incidencia de plagas y enfermedades, como consecuencia de las condiciones climáticas, se obtienen menores rendimientos, así como la importancia de disponer de variedades más productivas y resistentes para el cierre de campaña y valorando los resultados del trabajo, se consideran las variedades de los grupos I y II las más apropiadas para las siembras en esa época, por presentar mejor comportamiento agronómico.

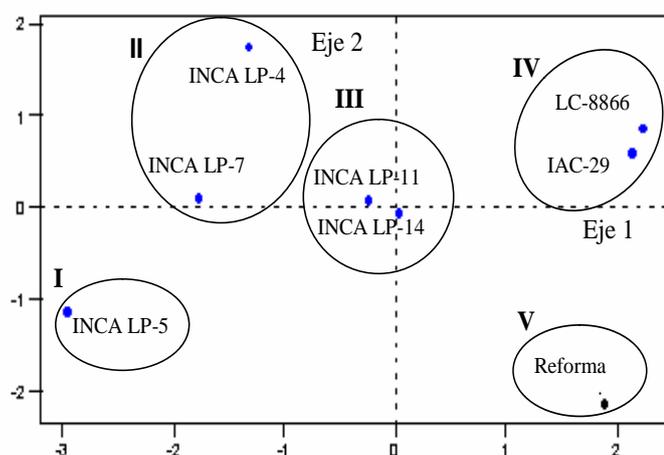


Figura 1. Distribución de las variedades según las componentes consideradas

Tabla V. Medias por grupos de las variables evaluadas

| Grupos | Variedades | Número de panículas/m ² | Peso de 1000 granos | Granos llenos | Granos vanos | Rendimiento | Altura |
|--------|------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------|--------|
| I | INCA LP-5 | 413 | 29.8 | 116 | 12 | 6.92 | 66.60 |
| II | INCA LP-4, INCA LP-7 | 351 | 32.0 | 105 | 11 | 5.60 | 70.10 |
| III | INCA LP-11, INCA LP-14 | 307 | 28.5 | 112 | 15 | 5.10 | 69.75 |
| IV | IAC-29, LC-8866 | 279 | 27.9 | 112 | 24 | 3.90 | 73.45 |
| V | Reforma | 288 | 27.3 | 159 | 29 | 4.89 | 70.60 |

REFERENCIAS

1. Navarro, L.; Rodríguez, M.J.; Díaz, J.; Bejines, A. El consumo de arroz en Andalucía. En: Cultivo del arroz en clima mediterráneo. Madrid. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 1997. p. 373-391.
2. IRRI. Research programs replant rice ecosystem. En: Annual Report for 1992. Los Baños Laguna Philippines. 1993. p. 97-118.
3. Kush, G. S. Aumento do potencial genético de rendimiento do arroz. Perspectivas e métodos. En: Arroz na America Latina. 1995, t 1, p. 1-29.
4. MINAGRI. Análisis de la eficiencia productiva de la campaña frío 2000-2001. Subdirección agrícola, 2001.
5. Cuba. MINAGRI. Estructura varietal actual y perspectivas del cultivo del arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz, 2001.
6. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64p.
7. Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz. La Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz, 2000.
8. IRRI. Standard Evaluation System for Rice. 4 ed Manila : IRRI, 1996. 51 p.
9. Cuba. MINAGRI. Formulario de descripción varietal para arroz (*Oryza sativa L.*). La Habana: Dirección de Certificación de Semillas. Registro de Variedades Comerciales, 1998. 12 p.
10. Pérez, N.; Castro, R.; González, M. C. y Morejón, R. Variedades de arroz obtenidas por cultivo de anteras. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 4, p. 83-86.
11. Díaz, S. H.; Pérez, N. y Morejón, R. Evaluación del germoplasma de arroz (*Oryza sativa L.*). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 55-58.
12. Snedecor, G. W. y Cochran, W. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental, 1971.
13. Varela, M. Análisis multivariado de datos, aplicación a las ciencias agrícolas. Matemática Aplicada. La Habana : INCA, 1998. 56 p.
14. Aguilar, M. Cultivo del arroz en el sur de España. Centro de Investigación e Información agraria. Sevilla. 2001, 189 p.
15. Pérez, N.; González, M. C. y Castro, R. I. Validación de nuevas variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa L.*) para la provincia de Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 2, p. 51-54.
16. Pérez, N.; González, María C.; Castro, R. I.; Díaz, S.; Cristo, E. y Cárdenas, R. INCA LP-4, una variedad de arroz de excelente grano y ciclo medio. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 79.
17. Castro, R. Determinación y solución de las causas que provocan el vaneamiento de los granos de arroz. Informe final de proyecto territorial de investigación-desarrollo 2000-2003, 2003.

18. Cuba-MINAGRI. Instructivo técnico del arroz. Unión de complejos agroindustriales del arroz, 2001, p. 119.
19. Díaz, S. H.; Pérez, N. y Morejón, R. Evaluación de líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) procedentes de los estudios superiores de rendimiento. *Cultivos Tropicales*, vol. 19, no. 3, p. 61-63.
20. Pérez, N.; Admetlla, E. y Aguilar, M. Evaluación de líneas de arroz obtenidas por cultivo *in vitro* de anteras de híbridos. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 81-83.
21. Padmavathi, N.; Mahadevappa, M. y Reddy, O. U. K. Association of various yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Rice Abstracts*, 1998, vol. 21, no. 1, p. 4.
22. Pérez, J.; Fuchs, A.; Lima, H.; Tellhem, E.; Rodríguez, A.; Cornide, M. T.; Espinosa, E. y Gálvez, A. Genética y mejoramiento de plantas tropicales. La Habana : Empes, 1991, 193 p.
23. Franco, T. e Hidalgo, R. Análisis estadístico de datos de caracterización morfoagronómica de recursos fitogenéticos. *Boletín Técnico IPGRI*, 2003, no. 8.
24. Cuba, MINAGRI. Rendimiento agrícola y afectaciones por vaneos, 2000.
25. Cuba, MINAGRI. Protección del cultivo, CAI Arroceros Los Palacios, 1999.
26. INCA LP-7, Nueva variedad de arroz para los suelos afectados por la salinidad. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 3, p. 89.

Recibido: 27 de noviembre de 2003

Aceptado: 6 de julio de 2004

DIPLOMADOS

Precio: 2000 USD

Métodos para contrarrestar el efecto nocivo de la salinización de los suelos

Coordinador: Dra.C. María C. González Cepero

Duración: 1 año

SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos
y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (64) 6-3773
Fax: (53) (64) 6-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu