

Avances

Centro de Información y Gestión Tecnológica

Asociación de caracteres en colección de recursos fitogenéticos de arroz en Los Palacios

Traits association of rice phylogenetic resources collections in Los Palacios

Rogelio Morejón Rivera¹ y Sandra Haideé Díaz Solís²

¹Máster en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias, investigador Auxiliar. Unidad Científico Tecnológica de Base, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: rogelio@inca.edu.cu ; ID: <http://orcid.org/0000-0003-3649-8245>

²Máster en Ciencias Biológicas, investigador Auxiliar. Unidad Científico Tecnológica de Base, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: shdiaz@inca.edu.cu ; ID: <https://orcid.org/0000-0002-3389-929X>

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

Morejón, R. & Díaz, S. H. (2019). Asociación de caracteres en colección de recursos fitogenéticos de arroz en los palacios. *Avances*, 21(1), 22-31.

Recuperado de

<http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/414/1406>

Recibido: septiembre 2018

Aprobado: noviembre 2018

RESUMEN

Con el objetivo de realizar un análisis de la asociación de caracteres en genotipos de arroz y proporcionar a las personas encargadas del manejo y conservación de las colecciones de recursos fitogenéticos las herramientas necesarias para ello, se llevó a cabo un estudio donde los

genotipos se distribuyeron según un Diseño Aumentado Modificado. Se evaluaron 8 caracteres morfoagronómicos durante el ciclo de desarrollo del cultivo y se determinaron los grados de asociación y discriminación de estas variables mediante técnicas estadísticas multivariadas. La mayor proporción de

varianza se encontró en las variables panículas por metro cuadrado, rendimiento, 50 % de floración y granos llenos por panícula, por tanto, estas fueron las más discriminatorias del germoplasma. Los resultados permiten obtener información útil para los programas de mejoramiento genético en el cultivo del arroz.

Palabras clave: mejoramiento genético de plantas, rendimiento, técnicas multivariadas.

ABSTRACT

With the objective to carry out an association analysis of traits in rice genotypes and to provide to people in charge of management and conservation of resources phytogenetics collections the

INTRODUCCIÓN

El arroz es el único cereal importante que se utiliza casi exclusivamente a la alimentación humana. Se considera una de las principales fuentes de alimentación en el mundo y sustento para más de la mitad de la población global. Es uno de los granos domesticados más antiguos y está estrechamente asociado con los estilos de vida y la cultura (Banderinwa, 2012; Ghimire et al., 2015).

Ante la necesidad de alcanzar la autosuficiencia alimentaria para prescindir de la dependencia de los mercados foráneos, tan variables y cada vez más inseguros, Cuba apuesta por incrementar la producción nacional de granos y con ese fin se

necessary tools for it, it was developed a study where the genotypes was distributed according to a Modified Augmented Design. Eight morphoagronomics characters were evaluated during the full season crop and were determined the association and discrimination degree of these variables by statistical multivariate techniques. The biggest variance proportion found in the variable panicles number/m², grain yield, 50 % heading and full grains for panicle, therefore, it was the most discriminatory in the germplasm. The results allow to obtain useful information for the plant breeding programs in rice crop.

Key words: plant breeding, yield, multivariate technical.

diversifican las formas de producción y se estimulan a pequeña y mediana escala, así como se entregan tierras en usufructo para dedicarlas a esos cultivos en aras de sustituir importaciones (Díaz, 2011).

Los Programas de Mejoramiento Genético del Arroz se esfuerzan y buscan mediante diversas estrategias responder a la necesidad de incrementar constantemente el potencial de rendimiento del arroz. Las limitaciones están relacionadas con la estrecha base genética pues el ritmo y la magnitud de mejoramiento genético dependen generalmente de la cantidad de diversidad genética presente en el germoplasma (Kumbhar et al., 2015). Existe una

variabilidad que se detecta a simple vista y otra que requiere de técnicas especiales para ser detectadas, por ello es primordial cuál de ellas se intenta medir para poder elegir los métodos estadísticos adecuados para analizar los datos resultantes de un estudio de caracterización. Aunque existen trabajos puntuales, no destacan la importancia del análisis estadístico en la caracterización de los recursos genéticos, ni sirven de guía para que los investigadores seleccionen las técnicas apropiadas según sus necesidades.

Por todo lo anterior este trabajo tiene como objetivo el análisis de la asociación de caracteres en genotipos de arroz y proporcionar a las personas encargadas del manejo y conservación de las colecciones de recursos filogenéticos, las herramientas necesarias para ello.

MATERIALES Y MÉTODOS

En áreas de la Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se desarrolló el trabajo, en condiciones de aniego sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Petroférrico.

La distribución de los materiales se realizó según un DAM, el cual se estructuró mediante un Cuadrado Latino (3x3), con tres líneas controles (A: INCA LP-5; B: INCA LP-7 y C: Selección 1), y 66 materiales promisorios resultantes del programa de mejoramiento genético del arroz.

La siembra se efectuó de forma directa a chorrillo en parcelas de 2 m² y las atenciones culturales de fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios se realizaron según las indicaciones establecidas en el Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz (MINAG, 2014).

Los siguientes caracteres cuantitativos se evaluaron durante el ciclo de desarrollo del cultivo:

- Ciclo al 50% de floración, **C** (días).
- Altura final de las plantas, **A** (cm).
- Longitud de la panícula, **LP** (cm).
- Panícula por m², **Pm²**.
- Granos llenos por panícula, **GII**.
- Granos vanos por panícula, **Gv**.
- Masa de 1000 granos, **Mg** (g).
- Rendimiento agrícola, **R** (t ha⁻¹).

Las metodologías del Sistema de Evaluación Estándar y el Formulario de Descripción Varietal para el cultivo del arroz se emplearon en las evaluaciones realizadas. Las panículas por metro cuadrado se muestrearon una vez por parcela en un área de 0.25 m² y los granos llenos y vanos por panícula junto a la masa de 1000 granos se determinaron en 20 panículas centrales tomadas al azar, asimismo el rendimiento agrícola fue calculado en 1 m². Los datos obtenidos para cada variable evaluada fueron ajustados por el Método fila-columna, según el DAM utilizado.

La matriz de datos ajustados (66 genotipos x 8 variables) fue procesada mediante las técnicas multivariadas Componentes Principales, Análisis de

Conglomerados (empleando la distancia Euclidiana al cuadrado) y las correlaciones de Pearson, utilizando en todos los casos el paquete estadístico Minitab versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *tabla 1* se muestran las correlaciones fenotípicas

(correlaciones de Pearson) existentes entre las variables analizadas.

Tabla 1. Matriz de correlaciones fenotípicas.

	C	A	LP	Pm ²	GII	Gv	Mg
A	0.253 0.048						
LP	-0.155 0.229	0.166 0.197					
Pm ²	0.403 0.001	0.251 0.049	-0.190 0.140				
GII	0.447 0.000	0.194 0.131	0.270 0.034	-0.125 0.332			
Gv	0.128 0.322	0.030 0.815	-0.082 0.525	0.274 0.031	-0.259 0.042		
Mg	0.046 0.720	0.096 0.460	0.317 0.012	-0.059 0.648	0.112 0.385	0.081 0.530	
R	0.702 0.000	0.287 0.024	0.220 0.085	0.341 0.007	0.735 0.000	-0.033 0.800	0.397 0.001

Nota: Contenido de la celda: Correlación de Pearson, Valor P.

Se correlacionaron fuerte y positivamente con el rendimiento sus componentes (panícula por metro cuadrado, granos llenos por panícula y masa de 1000 granos), resultados similares han obtenido Castillo *et al.* (2011); Díaz *et al.* (2015); Morejón *et al.* (2013) y otros informan que el rendimiento del arroz y los caracteres relacionados con él son regulados por múltiples genes, que están influenciados significativamente por el medio ambiente (Huang *et al.*, 2013; Ikeda *et al.*, 2013).

Además, el rendimiento tuvo igual comportamiento con la altura y el ciclo, aunque, otros autores han

planteado que, en el caso del ciclo, el desarrollo de germoplasma precoz tiene entre sus ventajas un mejor aprovechamiento del calendario de siembra, emplear menos fertilizantes y menor consumo de agua; asimismo, una menor altura puede sin dudas mejorar la resistencia al acamado y disminuir considerablemente las pérdidas en el rendimiento asociadas a este carácter (Sarawgi *et al.*, 2013).

Fuerte y positiva, es, además, la correlación entre la longitud de la panícula con los granos llenos y la masa de 1000 granos. Igual relación entre la longitud de la panícula y la masa del grano se ha informado en

otras investigaciones (Amela *et al.*, 2008). También hubo coincidencia de correlaciones fuertes y positivas entre los caracteres panícula por metro cuadrado y altura de la planta, cuando se realizaron análisis de correlación y conglomerados para evaluar el rendimiento y caracteres relacionados a este en genotipos de arroz (Rashid *et al.*, 2014). En un ensayo realizado en China detectaron una amplia variación genética para este carácter (Zhang *et al.*, 2015).

Una relación significativa y directa mostró el ciclo con los granos llenos por panícula y las panículas por metro cuadrado.

Se plantea que los dos caracteres importantes relacionados con la panícula son el número de granos llenos por panícula y el peso de los mismos, pues existen genotipos con panículas largas, pero con pocos granos (CIAT, 2010). Se afirma que la masa de 1000 granos es propia de la variedad, aunque destacan cierta variabilidad intracultivar y señalan que un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano (Quintero, 2009).

Del Análisis de Componentes Principales, la selección del número de componentes para el análisis se realizó a partir del Criterio de Cliff que indica que se deben considerar como aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70 % o más de la varianza total, en este caso fue del 80,4 %.

La interpretación de la correlación entre las variables originales y las componentes originales se deben centrar en los coeficientes; mientras más altos sean estos, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación de las accesiones. Sobre este aspecto se sabe que las cargas que se distribuyen en los componentes indican el peso de cada variable asociada o el grado de contribución al componente, por tanto, se recomienda tomar en cuenta el comportamiento observado en las accesiones durante el trabajo de caracterización en relación con cada variable considerada en el estudio.

El primer componente contribuyó con más del 50 % de la varianza total explicada, mientras que las correlaciones con las variables originales indican que el rendimiento (0.59), el número de granos llenos por panícula (0.458) y 50 % de floración (0.474) fueron las variables que más aportaron, en forma positiva.

El segundo componente contribuyó con más del 26 % de la varianza total y es explicado por los caracteres panículas por m² (0.566) y granos vanos por panícula (0.423), positivamente, y la longitud de la panícula (0.494) en forma negativa. Por otra parte, las coordenadas de las variables sobre cada componente principal son iguales a la correlación entre las variables originales y las componentes; por tanto, es posible representar la proyección de las

variables originales sobre los dos primeros ejes principales (*figura 1*). La proyección opuesta de la altura de la planta, el ciclo, las panículas por metro cuadrado y los granos vanos por panícula sobre el segundo eje, en

relación con los granos llenos, el rendimiento, la masa de 1000 granos y el largo de la panícula, significa que en la medida que mayores sean los primeros, menores serán los segundos.

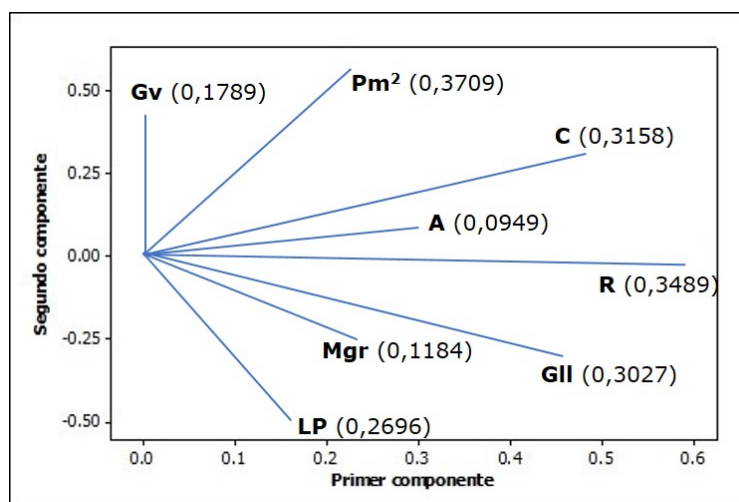


Figura 1: Distribución de las variables originales sobre el primer y segundo componente principal y su proporción de la variancia.

La *figura 1* también proporciona el grado de asociación entre las variables que está determinado por la separación angular que forman sus proyecciones; además, considera las distancias de cada una de estas a partir del origen, siendo su contribución mayor mientras más distantes se encuentren.

De acuerdo con la separación angular, la mejor asociación está constituida por el rendimiento, la altura de la planta y el ciclo y entre los granos llenos por panícula y la masa de 1000 granos.

Sobre la distancia al origen, las variables más importantes son 50 % de Floración, granos llenos por panícula, rendimiento y panícula por m².

Mediante el Análisis de Componentes Principales se pudo determinar también el grado de discriminación de las variables, con el objetivo de conocer tanto las de mayor como las de menor variación dentro del germoplasma, cuantificando la proporción de variancia explicada por cada variable original sobre las dos componentes seleccionadas; para ello se efectuó la suma de cuadrados de la

correlación que forma cada variable original con los componentes. Esta operación es factible debido a que los componentes no están correlacionados entre sí.

En la *figura 1* se presentan además, los caracteres y dentro de cada paréntesis el valor de la proporción de varianza. Aquellos que explican una mayor proporción de varianza son los más discriminatorios del germoplasma y, por tanto, su importancia es mayor. En este caso se encuentran las variables panículas por metro cuadrado, el rendimiento y los granos llenos, además de la variable fenológica 50 % de floración, cuyo comportamiento depende principalmente del genotipo. Otra vía empleada para conocer la relación de caracteres para estos genotipos fue a partir del Análisis de Conglomerados. Diversos autores han utilizado el análisis de conglomerados

en arroz con diferentes objetivos y excelentes resultados (Futakuchi *et al.*, 2012; Mao-Bai *et al.*, 2015).

El dendrograma obtenido a partir de esta técnica (*figura 2*) para la formación de clases de las variables, muestra que las mejores asociaciones están formadas por el número de granos llenos con el rendimiento y el 50% de floración. En este sentido se conoce que el rendimiento del arroz está en función de sus componentes y en ocasiones depende de las condiciones climáticas y composición varietal empleada, de ahí que existan diversas opiniones en cuanto a las correlaciones que se establecen entre el rendimiento y sus componentes, recomendándose el estudio de las causas de la variación para cada situación dada.

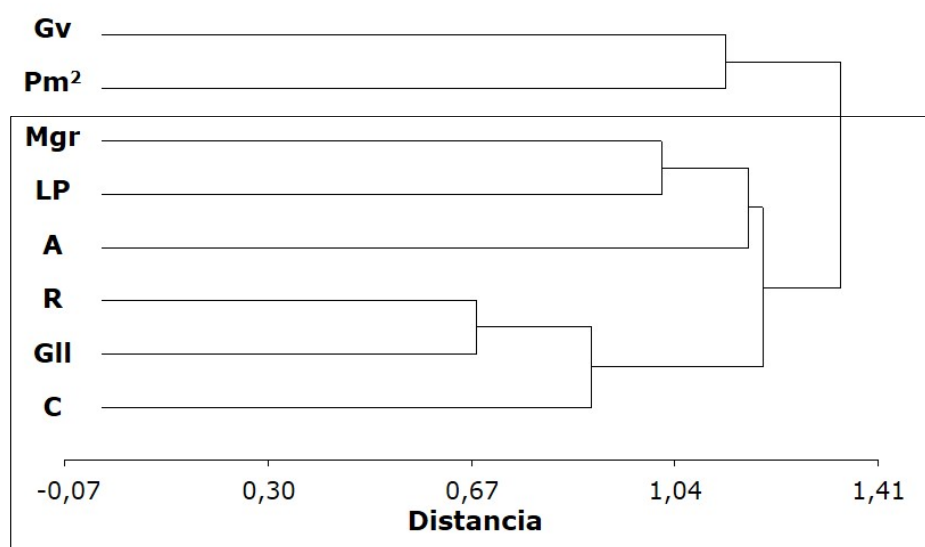


Figura 2. Dendrograma para las 8 variables en estudio según el Análisis de Conglomerados.

CONCLUSIONES

De esta forma se puede concluir que si se mejora o modifica uno de estos caracteres podría modificarse uno del resto. Se debe procurar que los cultivares alcancen sus valores óptimos para cada uno de los componentes del rendimiento a fin de lograr la máxima producción ya que la disminución en algunos de los componentes se compensa en parte con pequeños incrementos de los valores de los restantes. La utilización de cultivares mejorados de alto potencial de rendimiento es una vía importante para reducir el hambre y la inseguridad alimentaria en los países en desarrollo (Ghimire *et al.*, 2015).

Estos resultados permiten obtener información de utilidad para los programas de mejoramiento genético en el cultivo del arroz. Las asociaciones confirman las variables que fueron identificadas por la matriz de correlaciones y por el grado de discriminación identificado en el Análisis de Componentes Principales y considerando la significación de cada uno de los grupos de variables es posible. No siempre es necesario la aplicación de varios métodos para estudiar las variables consideradas, en algunos casos, cuando se conoce bien el germoplasma, es suficiente la aplicación de solo uno de los métodos descritos para obtener y comprobar resultados válidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amela, F. A. (2008). Parámetros genéticos de la longitud de panícula en arroz. Universidad Nacional de Colombia. *Acta Agronómica*, 57(4), 233-239. ISSN: 0120-2812.
- Baderinwa, A. A. (2012). Potentials of agrobotanical characters of some local rice germplasm (*Oryza sativa Linn*) for improved production in Nigeria. *Journal of Science and Science Education*, 3(1), 111-117. ISSN: 0795135-3.
- Castillo, A., Rodríguez, S., Castillo, A. M. & Peña, R. (2011). Rendimiento y sus componentes en la variedad de arroz (*Oryza sativa L.*) IIACuba-20 con relación a la fertilización nitrogenada y densidad de población en primavera. *Centro Agrícola*, 38(3), 17-22. ISSN: 0253-5785.
- CIAT (2010). *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina [CD-ROM]*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 487p. ISBN: 978-958-694-103-7.
- Díaz, M. V. (2011). *Encuentro Internacional de Arroz. Conferencia [CD-Rom]* En: 5to Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de las Convenciones, La Habana.

- Díaz, S.H., Morejón, R., David, D. & Castro, R. (2015). Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 131-141. ISSN: 1819-4087.
- Futakuchi, K., Sié, M. & Saito, K. (2012). Yield Potential and Physiological and Morphological Characteristics Related to Yield Performance in *Oryza glaberrima* Steud. *Plant Production Science*, 15(3), 151-163. ISSN: 1349-1008.
- Ghimire R., Huang W. & Shrestha R. (2015). Factors Affecting Adoption of Improved Rice Varieties among Rural Farm Households in Central Nepal. *Rice Science*, 22(1), 35–43. ISSN: 1672-6308.
- Huang, R.Y., Jiang, L.R., Zheng, J.S., Wang, T.S., Wang, H.C., Huang, Y.M. & Hong Z.L. (2013). Genetic bases of rice grain shape: So many genes, so little known. *Trends Plant Science*, 18(4), 218–226. ISSN: 1360-1385.
- Ikeda, M., Miura, K., Aya, K., Kitano, H. & Matsuoka, M. (2013). Genes offering the potential for designing yield-related traits in rice. *Current Opinion in Plant Biology*, 16, 213–220. ISSN: 1369-5266.
- Kumbhar, S.D., Kulwal, P.L., Patil, J.V., Sarawate, C.D., Gaikwad, A.P. & Jadhav, A.S. (2015). Genetic Diversity and Population Structure in Landraces and Improved Rice Varieties from India. *Rice Science*, 22(3), 99–107. ISSN: 1672-6308.
- Mao-Bai, L.; Hui, W. y Li-Ming, C. (2015). Evaluation of Population Structure, Genetic Diversity and Origin of Northeast Asia Weedy Rice Based on Simple Sequence Repeat Markers. *Rice Science*, 22(4), 180-188. ISSN: 1672-6308.
- MINAG (2014). *Instructivo Técnico Cultivo de Arroz*. Instituto de Investigaciones de Granos. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 73p. ISBN: 978-959-7210-86-3.
- Morejón, R. y Díaz, S.H. (2013). Combinación de las técnicas estadísticas multivariadas y el diseño aumentado modificado (DAM) en la selección de líneas de prueba en el programa de mejoramiento genético del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 34(3), 52-61. ISSN: 1819-4087.
- Quintero C. E. (2009). *Factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos*. Argentina. [Tesis Doctoral] Universidade da Coruña. 167p.

- Rashid K., Kahliq I., Farooq M.O. y Ahsan M.Z. (2014). Correlation and Cluster Analysis of Some Yield and Yield Related Traits in Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Recent Advances in Agriculture*, 2(6), 271-276. ISSN: 2322-1534.
- Sarawgi, A.K., Subba Rao, L.V., Parikh, M., Sharma, B. & G. C. Ojha. (2013). Assessment of Variability of Rice (*Oryza sativa* L.) Germplasm using Agro-morphological Characterization. *Journal of Rice Research*, 6(1), 15-28. ISSN: 2375-4338.
- Zhang B.; Ye, W., Ren, D., Tian, P., Peng, Y., Gao, Y., Banpu, R., Wang, L., Zhang, G., Guo, L., Qian, Q. & Gao, B. (2015). Genetic analysis of flag leaf size and candidate genes determination of a major QTL for flag leaf width in rice. *Rice*, 8(2). DOI: 10.1186/s12284-014-0039-9. ISSN: 1939-8433.

Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license