



# SELECCIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) PROVENIENTES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN "LOS PALACIOS"

## Selection of rice promissory lines (*Oryza sativa* L.) from plant breeding program in "Los Palacios"

Rogelio Morejón<sup>✉</sup> y Sandra H. Díaz Solís

**ABSTRACT.** The study was carried in the rainy season in areas of "Los Palacios" Technological Scientist Unit of Base, belonging to the National Institute of Agricultural Sciences with the objective of selecting promissory lines resultants of Rice Breed Program. The materials were distributed according to a Modified Augmented Design (MAD), which was structured by a Latin Square (3x3), with three controls lines (INCA LP-5, IACUBA-25 and Reforma) and 66 test lines. The data were processed by statistical multivariate techniques of Cluster Analysis and Multiple Lineal Regression. Panicle length, panicle for m<sup>2</sup>, full grains for panicle, barren grains for panicle, weight of 1000 grains, agricultural yield, cycle to 50 % flowering and final height of the plants were evaluated. The results showed strong correlations between yield and full grains for panicle and weight of 1000 grains; the multiple lineal regression analysis proposes a model for the yield dependent variable and the combination of MAD and Cluster Analysis allowed the selection of 27 promissory lines to include in advanced studies in this crop, completing their characterization and evaluating their resistance to pests.

**Key words:** rice, selection, plant breeding, statistical methods

**RESUMEN.** El estudio se desarrolló en el período lluvioso, en áreas de la Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con el objetivo de seleccionar líneas promisorias resultantes del Programa de Mejoramiento de Arroz. Los materiales se distribuyeron según un Diseño Aumentado Modificado (DAM), el cual se estructuró mediante un Cuadrado Latino (3x3), con tres líneas controles (INCA LP-5, IACUBA-25 y Reforma) y 66 líneas de prueba. Los datos se procesaron mediante las técnicas estadísticas multivariadas de Análisis de Conglomerados y Regresión Lineal Múltiple. Se evaluaron los caracteres longitud de la panícula, panícula por m<sup>2</sup>, granos llenos por panícula, granos vanos por panícula, masa de 1000 granos, rendimiento agrícola, ciclo al 50 % de floración y altura final de las plantas. Los resultados mostraron correlaciones fuertes entre el rendimiento y los componentes granos llenos por panícula y masa de 1000 granos; el análisis de regresión lineal múltiple propone un modelo para la variable dependiente rendimiento y la combinación del DAM y el Análisis de Conglomerados permitió la selección de 27 líneas promisorias, para incluir en estudios superiores de este cultivo, completando su caracterización y evaluando su resistencia a plagas.

**Palabras clave:** arroz, selección, mejoramiento genético, métodos estadísticos

## INTRODUCCIÓN

El arroz es un grano alimenticio básico para cerca de la mitad de la población del planeta, su demanda global aumenta por el crecimiento de la población y por los modelos de consumo de diferentes regiones. Es el cultivo de grano más importante para el consumo

humano en los países tropicales de la región de América Latina y el Caribe (ALC), porque proporciona más calorías a la dieta de los habitantes de esa región que el trigo, el maíz, la yuca, la papa y otros alimentos (1, 2, 3).

En Cuba constituye la principal fuente de carbohidratos en la alimentación de la población, con un consumo aproximado de 670 000 toneladas al año. Hasta el momento, la producción nacional solo satisface un poco más del 50 % de las necesidades, por lo que el país se ve obligado a completarlas con

Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

✉ rogelio@inca.edu.cu

importaciones. El rendimiento agrícola promedio se mantiene cercano a las 3 t ha<sup>-1</sup>, inferior a la media mundial, lo que es motivado por diferentes causas, entre las que se encuentran siembras fuera de la época óptima, malas atenciones culturales, carencia de riego, la continua salinización de los suelos y las afectaciones provocadas por plagas<sup>A</sup>.

Para conseguir resultados económico-productivos elevados y uniformes, es necesario el estudio genético y la selección de mejores cultivares de arroz, con características estables y muy uniformes en el ámbito de la población en cultivo. Los factores principales que se tienen en cuenta a la hora de obtener nuevos cultivares son básicamente: lograr una mayor productividad, un grano sano que no se rompa durante el proceso industrial, una planta de ciclo corto y porte bajo, que no favorezca el encamado.

La elevada capacidad productiva, junto con una satisfactoria regularidad de las producciones, es el objetivo final principal que lo engloba y resume todo; las producciones altas y constantes, año tras año, junto con unas características cualitativas excelentes, forman parte de un objetivo difícil de conseguir (4).

El desarrollo actual de las investigaciones en la esfera del mejoramiento genético en el país y la premisa de economizar tierra y recursos, plantea la necesidad de valorar diseños experimentales que posibiliten una eficiencia adecuada con un máximo de economía. Bajo esta consideración, diversos autores plantean el reemplazo del Diseño Láctice Simple por el Diseño Aumentado Modificado (DAM) como diseño experimental de campo apropiado para esta etapa, en determinadas condiciones, siendo más flexible por su ubicación en el campo y ofrecer una forma conveniente de medir la heterogeneidad ambiental, permitiendo el ajuste de las líneas de prueba a través de líneas controles<sup>B</sup> (5). La combinación del DAM con Técnicas Multivariadas posibilita lograr eficiencia en la selección de líneas de prueba procedentes del Programa de Mejoramiento de Arroz. Aunque estas técnicas multivariadas comparten bastantes características con sus análogos uni y bivariantes, son evidentes las diferencias que existen, las mismas permiten examinar adecuadamente las relaciones múltiples para llegar a una comprensión de la toma de decisiones más completa y realista (6).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, este trabajo se plantea como objetivo la selección de líneas promisorias resultantes del Programa de Mejoramiento de Arroz, a partir de la combinación del DAM con las técnicas estadísticas multivariadas

de Análisis de Conglomerados y Regresión Lineal Múltiple.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en el período lluvioso, en áreas de la Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Se sembraron 66 accesiones de arroz en condiciones de aniego sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Petroférrico.

Los materiales se distribuyeron según un DAM, el cual se estructuró mediante un Cuadrado Latino (3x3), con tres líneas controles (INCA LP-5, IACUBA-25 y Reforma) y 66 líneas de prueba (63 materiales promisorios resultantes del programa de mejoramiento genético del arroz y tres testigos, los cultivares comerciales que representan las líneas utilizadas como controles) distribuidas al azar en las subparcelas correspondientes.

La siembra se efectuó de forma directa a chorrillo en parcelas de 2 m<sup>2</sup> y las atenciones culturales de fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios se realizaron según las indicaciones establecidas en el Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz<sup>A</sup>.

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se evaluaron los siguientes caracteres cuantitativos:

- ◆ Longitud de la panícula (LP cm)
- ◆ Panícula por m<sup>2</sup> (Pm<sup>2</sup>)
- ◆ Granos llenos por panícula (Gll)
- ◆ Granos vanos por panícula (Gv)
- ◆ Masa de 1000 granos (Mg, g)
- ◆ Rendimiento agrícola (R, t ha<sup>-1</sup>)
- ◆ Ciclo al 50 % de floración (C, días)
- ◆ Altura final de las plantas (AP, cm)

Para las evaluaciones realizadas, se emplearon las metodologías del Sistema de Evaluación Estándar y el Formulario de Descripción Varietal para el cultivo del arroz. Las panículas por metro cuadrado se muestrearon una vez por parcela en un área de 0,1 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos para cada variable evaluada (Y<sub>ijk</sub>) fueron ajustados por el Método fila-columna, según el DAM utilizado (1), empleando una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013.

Método de Ajuste fila-columna:

$$Y'_{ijk} = Y_{ijk} - H_i - C_j$$

donde:

Y'\_{ijk} es el valor ajustado.

Y<sub>ijk</sub> es el valor observado de la línea de prueba en la parcela principal de la hilera i-ésima (i=1,...,3) y de la columna j-ésima (j=1,...,3) y la subparcela k-ésima (k=1,...,8).

<sup>A</sup>MINAG. *Modificaciones al Instructivo Técnico para el cultivo del arroz*, edit. Instituto de Investigaciones de Granos, 2011.

<sup>B</sup> Vega, A. *Evaluación de algunos aspectos relacionados con la etapa intermedia de selección de la caña de azúcar en Cuba* [Tesis de Doctorado], INIFAT, La Habana, Cuba, 1993, 100 p.

Hi y Cj son correlaciones de hilera y columna definidas con la siguiente ecuación:

$$H_i = \frac{\sum_j X_{ij}/3}{\sqrt{\sum_j X_{ij}^2/3^2}} \quad C_j = \frac{\sum_i X_{ij}/3}{\sqrt{\sum_i X_{ij}^2/3^2}}$$

Xij es el valor observado de la línea control en la parcela principal ij-ésima.

La matriz de datos ajustados (66 genotipos x 8 variables) fue procesada mediante la técnica multivariada de Análisis de Conglomerados (empleando la distancia Euclidiana al cuadrado), las correlaciones de Pearson y una Regresión Múltiple, para evaluar la magnitud y dirección de la relación del rendimiento (variable dependiente) con las variables restantes, utilizando en todos los casos el paquete estadístico SPSS versión 17.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla I muestra un *ranking* de acuerdo al ajuste por variables de los valores observados para cada una de las líneas de prueba realizado por el método de fila-columna, según un diseño aumentado modificado. En la misma aparecen las 20 líneas con mejor comportamiento para cada variable. Los caracteres ciclo, altura de la planta y granos vanos están ordenados de menor a mayor y el resto de mayor a menor.

En este *ranking* se incluyó, entre las líneas de mejor comportamiento en cuanto al rendimiento, el testigo INCA LP-5 (48); sin embargo, es importante señalar que algunas líneas (3, 20, 1, 33, 6, 30, 32, 41, 25, 31 y 42) muestran valores superiores a él para este carácter. Además, todas ellas se destacan en cuanto a masa del grano (excepto la 31), granos llenos por panículas (excepto 20 y 30) y longitud de la

panícula (excepto 1,33 y 48). Sin embargo, en trabajos donde se estudió la respuesta del rendimiento y sus componentes en dos cultivares de arroz a la aplicación de hierro, la comparación de las medias de estos indicó que la masa de 1000 granos del cultivar nativo fue superior al cultivar transgénico, lo contrario sucedió con el rendimiento donde la diferencia fue de 1,71 t ha<sup>-1</sup> (7).

En el caso de los granos vanos las líneas 3, 20, 1 y 42 mostraron los menores valores para este carácter en ese mismo orden, mientras que la línea 20 resultó ser la de mayor cantidad de panículas por metro cuadrado.

Respecto a la altura de la planta las líneas 6, 32 y 25 están entre las de menor porte, similar al testigo comercial INCA LP-5.

Las líneas 3, 33, 6, 32, 25, 31 y el testigo INCA LP-5 combinan buenos rendimientos con precocidad. El desarrollo de germoplasma precoz es uno de los objetivos fundamentales de los Programas de Mejoramiento, por las ventajas que estos cultivares representan al aprovechar mejor el calendario de siembra, emplear menos fertilizantes y consumir menos agua<sup>c</sup>. Un período vegetativo corto permite hacer un uso más eficiente del agua de riego. Hacer coincidir en un cultivar el carácter de precocidad con niveles óptimos de macollamiento, de vigor y de capacidad de rendimiento es un desafío fascinante para los fitomejoradores (1).

Una vez conocidos los problemas básicos, pueden establecerse los objetivos específicos del mejoramiento genético y, en tal sentido, este *ranking*

<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, 118 p.

**Tabla I. *Ranking* de las 20 mejores líneas de prueba para los caracteres evaluados según el DAM, utilizando el método de ajuste de fila-columna.**

<i>Ranking</i>	C	AP	LP	Pm <sup>2</sup>	Gll	Gv	Mg	R
1	13	13	46	12	22	64	20	3
2	6	14	9	11	39	65	25	20
3	2	49	25	58	6	3	48	1
4	25	50	8	37	25	9	1	33
5	27	5	20	20	3	20	2	6
6	28	25	3	55	32	8	3	30
7	31	31	42	10	1	1	6	32
8	40	46	39	21	4	14	16	41
9	12	48	4	28	31	45	22	25
10	17	6	49	2	33	27	32	31
11	3	21	22	54	41	39	33	42
12	21	27	41	40	42	46	42	48
13	26	40	44	23	45	52	46	57
14	32	45	56	47	16	28	49	45
15	33	47	6	63	44	42	56	56
16	46	17	45	13	48	47	57	4
17	47	26	30	50	46	50	41	22
18	48	32	32	5	64	57	45	24
19	49	44	13	62	65	4	30	44
20	50	20	54	35	8	26	44	16

constituye una herramienta útil para el fitomejorador; o sea, según las necesidades y los requerimientos de la investigación, seleccionar las que pudieran ser de mayor interés. Esta metodología permite comparar un número considerable de líneas de prueba, superando las limitaciones de un experimento no replicado, lo que presupone un beneficio económico por la reducción de área, el ahorro de material experimental y control de la heterogeneidad ambiental (6).

Para efectuar un estudio integral se utilizó el análisis multivariado de Conglomerados con la matriz de datos ajustados previamente por el DAM. En la Tabla II se muestran las correlaciones fenotípicas (correlaciones de Pearson) existentes entre las variables analizadas, los valores superiores a 0,5033 se consideraron como significativos estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ).

Se correlacionaron fuerte y positivamente con el rendimiento, los caracteres longitud de la panícula, granos llenos por panícula y masa de 1000 granos. Resultados similares han obtenido otros autores al analizar las correlaciones entre el rendimiento y sus componentes<sup>D</sup> (8, 9, 10).

Una relación significativa y directa mostró, además, la altura de la planta con el ciclo y la masa del grano con la longitud de la panícula y los granos llenos por panícula. Mientras que estos últimos se correlacionaron, además, de forma directa con la longitud de la panícula e inversamente con 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 (1). En otras investigaciones recientes donde se analizaron las relaciones entre caracteres también se encontró correlación positiva y significativa entre la longitud de la panícula y la masa de 1000 granos (11). Varios autores afirman 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<sup>D</sup>.

<sup>D</sup> David, D. *Caracterización morfoagronómica de variedades de arroz (Oryza sativa L.) colectadas en fincas de productores de la provincia de Pinar del Río* [Tesis de Grado], Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba, 2012, 73 p.

El Análisis de Conglomerados permitió la clasificación de los genotipos, agrupando en una misma clase aquellos con características similares, aprovechando la posibilidad de trabajar con los mejores grupos por variables, logrando una selección más eficiente. El dendrograma correspondiente se observa en la figura, en el que se formaron 10 clases. Las medias por variables y las líneas correspondientes a cada clase aparecen en la Tabla III.

La clase III está integrada por 16 líneas y el testigo INCA LP-5, esta resultó tener los rendimientos más altos, probablemente influenciados por la alta masa de 1000 granos, la longitud de la panícula y la cantidad de granos llenos por panícula. Asimismo, le siguieron con buen comportamiento para el rendimiento y sus componentes las clases I y IX que agrupan a nueve líneas de prueba, que incluyen a los cultivares testigos Reforma e IACUBA-25.

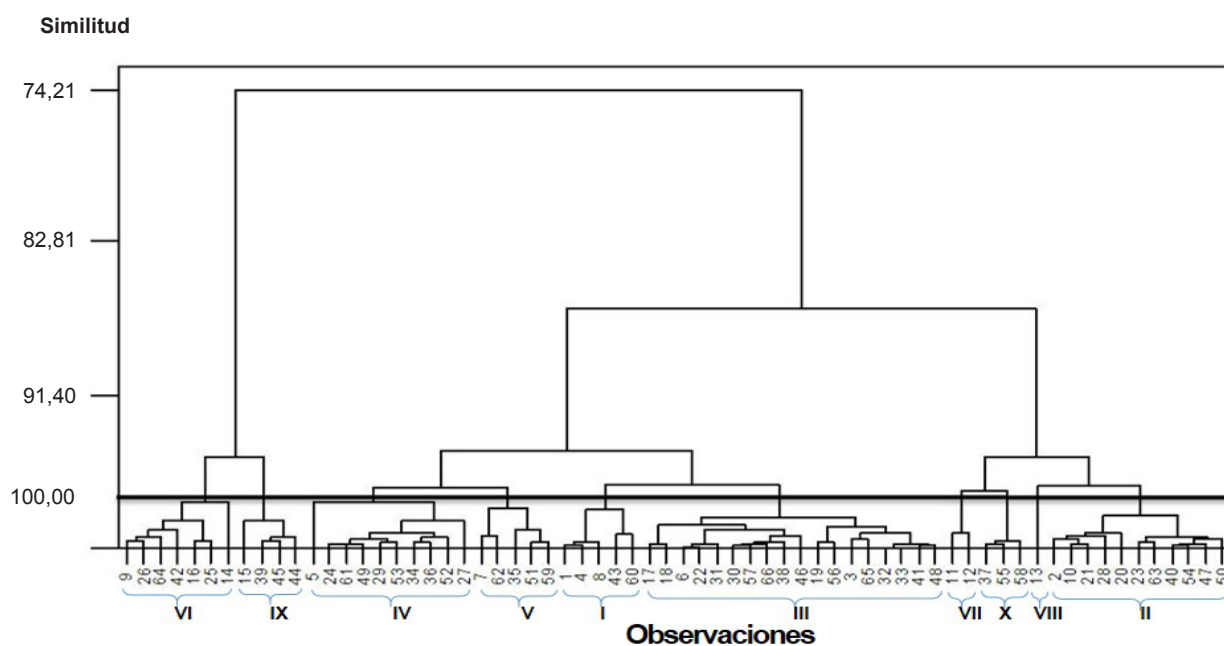
Los mejoradores de arroz se marcan objetivos en la realización de sus trabajos para conseguir nuevos cultivares que presenten una alternativa más ventajosa para el productor. Pero el principal carácter en el que el obtentor centra su atención, en la actualidad, es el aumento de la capacidad productiva (4). Además, el desarrollo y promoción de la adopción de cultivares de altos rendimientos ayuda a mejorar la vida de los agricultores rurales de forma sostenible (12).

El Programa de Mejoramiento en Cuba ha permitido la obtención de un grupo importante de cultivares con alto potencial de rendimiento que han beneficiado el germoplasma con que cuenta el país; no obstante los avances logrados, hay que continuar trabajando en este sentido para enriquecer aún más la misma con cultivares superiores que posean diversas fuentes genéticas y capaces de adaptarse a las heterogéneas condiciones de cultivo. Los valores de rendimiento en estas líneas se asemejan a los obtenidos en ciclos más recientes en Venezuela, que son considerados altos en relación a los registros promedio de otros países de Latinoamérica como Panamá y Bolivia (13, 14). Un ejemplo de como el aumento de la diversidad genética puede mejorar significativamente el rendimiento del arroz es la serie cultivares de arroz híbrido japónica-indica 'Yongyou' que logró aumentos drásticos del rendimiento, incluso superior a los super híbridos indica, de altos rendimiento (15).

**Tabla II. Matriz de correlaciones fenotípicas.**

	C	AP	LP	Pm <sup>2</sup>	GII	Gv	Mg
AP	0,830						
LP	-0,201	-0,272					
Pm <sup>2</sup>	0,042	0,089	-0,378				
GII	-0,149	-0,120	0,514	-0,699			
Gv	0,146	0,110	-0,436	0,300	-0,385		
Mg	-0,239	-0,254	0,547	-0,377	0,601	-0,361	
R	-0,167	-0,241	0,614	-0,498	0,816	-0,426	0,776

Correlaciones significativas a partir de 0,5033 para  $p \leq 0,05$ .



Dendrograma obtenido según el Análisis de Conglomerados.

Tabla III. Distribución de genotipos en efectivos y medias por clases, según el Análisis de Conglomerados.

Clases	C	AP	LP	Pm <sup>2</sup>	GII	Gv	Mg	R	EFFECTIVOS
I	120,0	115,6	23,5	278,2	89,2	15,2	28,3	5,7	5
II	113,3	93,3	22,8	342,4	75,9	17,6	28,3	4,8	11
III	113,9	95,2	23,9	290,1	90,1	20,1	29,5	6,1	17
IV	115,0	94,0	22,7	311,5	75,2	23,2	27,5	4,6	10
V	120,2	116,4	21,4	316,0	73,2	26,6	27,1	4,2	5
VI	113,5	92,5	23,8	254,2	88,2	14,0	28,8	5,2	8
VII	113,0	95,0	21,6	375,0	71,5	29,0	22,5	3,7	2
VIII	109,0	71,0	24,0	328,0	76,0	23,0	29,0	5,1	1
IX	115,2	94,2	24,3	221,0	92,5	18,0	28,2	5,7	4
X	120,3	115,6	21,6	359,6	74,6	23,0	26,8	4,0	3
<b>Clases</b>	<b>Líneas</b>								
I	1, 4, 8, 43 ( <i>Reforma</i> ), 60								
II	2, 10, 20, 21, 23, 28, 40, 47, 50, 54, 63								
III	3, 6, 17, 18, 19, 22, 30, 31, 32, 33, 38, 41, 46, 48 ( <i>INCA LP-5</i> ), 56, 57, 65								
IV	5, 24, 27, 29, 34, 36, 49, 52, 53, 61								
V	7, 35, 51, 59, 62								
VI	9, 14, 16, 25, 26, 42, 64, 66								
VII	11, 12								
VIII	13								
IX	15 ( <i>IACUBA-25</i> ), 39, 44, 45								
X	37, 55, 58								

Los peores rendimientos fueron característicos de las 10 líneas que integraron las clases VII, X y V, las cuales además presentaron los menores valores para los caracteres granos llenos por panícula, masa de 1000 granos y longitud de la panícula y fueron las de mayor cantidad de granos vanos por panícula.

La Tabla IV muestra las 20 líneas que fueron seleccionadas por el DAM y las 26 incluidas en las tres clases del análisis de conglomerados con valores de rendimiento más elevados. Las líneas 16, 20, 25 y 42 en el DAM no aparecen entre las seleccionadas por el análisis de conglomerados y las líneas 15, 17,

18, 19, 38, 39, 43, 46 y 65 se encuentran entre las clases del conglomerado que no fueron seleccionadas por el ajuste de fila columna en el DAM. De esta forma, a partir de un análisis integral, combinando los resultados del DAM y el análisis de conglomerados, se seleccionaron las 30 líneas de mejor comportamiento (1,3, 4, 6, 8, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 56, 57, 60, 65), incluyendo los cultivares comerciales INCA LP-5, IACuba-25 y Reforma, que se utilizaron como testigos.



En la Tabla V se muestran los resultados del análisis de regresión lineal múltiple, donde el rendimiento es la variable dependiente y la altura de la planta, el ciclo, los granos llenos y vanos por panícula, la longitud de la panícula, la masa de 1000 granos y la cantidad de panículas por metro cuadrado fueron las variables independientes.

La ecuación de predicción del modelo es:

$$R = -16,5417 - 0,0269*AP + 0,0855*C + 0,0729*GII - 0,0084*Gv + 0,0616*LP + 0,2134*Mg + 0,0042*Pm^2.$$

Dado que el p-valor en el análisis de varianza es inferior a 0,01, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99 %. La variable granos vanos presenta un p-valor de 0,329, el más alto en las variables independientes, siendo así la que menos información aporta al modelo. El estadístico R<sup>2</sup> indica que el modelo explica un 83,469 % de la variabilidad en el rendimiento, determinando que la combinación lineal de las variables independientes, para estudios en condiciones similares, sea un predictor óptimo del rendimiento.

## CONCLUSIONES

De manera general, la combinación de las técnicas estadísticas empleadas: DAM y Análisis de Conglomerados, posibilitó la selección de 27 líneas promisorias, que se sugiere, sean incluidas en estudios superiores del Programa de Mejoramiento Genético para completar su caracterización y evaluar su resistencia a plagas. Además, el modelo propuesto por el análisis de regresión lineal múltiple permite, a través de los

coeficientes estimados, expresar el cambio esperado de la variable dependiente rendimiento para cada unidad de cambio de las variables independientes estudiadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* [en línea], (eds. Degiovanni, V., Martínez, C., y Motta, F.), vol. 1, edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia, 2010, p. 487, ISBN 978-958-694-102-0, [Consultado: 2 de noviembre de 2015], Disponible en: <<https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=vdw-JYBkra8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Producci%C3%B3n+Eco-Eficiente+del+Arroz+en+Am%C3%A9rica+Latina&ots=zC6Gt88715&sig=DRbHRFLKQRHhZqDfhRg7sOLQtzk>>.
2. Devi, A.S.; Krishnasamy, V.; Raveendran, M.; Senthil, N. y Manonmani, S. "Molecular and genetic dissection of peduncle elongation in rice", *Electronic Journal of Plant Breeding*, vol. 2, no. 1, 2011, pp. 1-7, ISSN 0975-928X.
3. Baderinwa-Adejumo, A.O. "Potentials of agrobotanical characters of some local rice germplasm (*Oryza sativa* Linn) for improved production in Nigeria", *Journal of Science and Science Education*, vol. 3, no. 1, 2012, pp. 111-117, ISSN 0795-1353.
4. Franquet, B.J.M. y Borrás, P.C. *Economía del arroz: Variedades y mejora* [en línea], 1.ª ed., edit. CopyRapid, Tortosa, España, 2004, p. 441, ISBN 84-930364-1-2, [Consultado: 2 de noviembre de 2015], Disponible en: <[https://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=3qn\\_-1Js9\\_sC&oi=fnd&pg=PA4&dq=Econom%C3%ADa+del+Arroz:+Variedades+y+mejora&ots=vKrHVZ1E6R&sig=jDvUG4laSVYpHUz0z2UW581-vwk&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Econom%C3%ADa%20del%20Arroz%3A%20Variedades%20y%20mejora&f=false](https://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=3qn_-1Js9_sC&oi=fnd&pg=PA4&dq=Econom%C3%ADa+del+Arroz:+Variedades+y+mejora&ots=vKrHVZ1E6R&sig=jDvUG4laSVYpHUz0z2UW581-vwk&redir_esc=y#v=onepage&q=Econom%C3%ADa%20del%20Arroz%3A%20Variedades%20y%20mejora&f=false)>.

**Tabla IV. Líneas de prueba seleccionadas por el DAM y el Análisis de Conglomerados para el carácter rendimiento.**

<b>Diseño Aumentado Modificado</b>	1,3, 4, 6, 16, 20, 22, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 41, 42, 44, 45, 48, 56, 57
<b>Análisis de Conglomerados</b>	1,3, 4, 6, 8, 15 ( <i>IACUBA-25</i> ), 17, 18, 19, 22, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 41, 43 ( <i>Reforma</i> ), 44, 45, 46, 48 ( <i>INCA LP-5</i> ), 56, 57, 60, 65

**Tabla V. Resultados del Análisis de Regresión Lineal Múltiple donde el rendimiento es la variable dependiente.**

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	P-Valor	
Constante	-16,5417	3,5533	-4,65531	0,0000	
AP	-0,0268858	0,0102131	-2,63248	0,0108	
C	0,0855399	0,0329439	2,59653	0,0119	
GII	0,0729373	0,0104051	7,00975	0,0000	
Gv	-0,00841929	0,00855294	-0,984374	0,3290	
LP	0,0616774	0,0453823	1,35906	0,1794	
Mg	0,213471	0,0415968	5,1319	0,0000	
Pm <sup>2</sup>	0,00416768	0,00209142	1,99275	0,0510	
Análisis de Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F	P-Valor
Modelo	59,5816	7	8,51165	41,84	0,0000
Residuo	11,7997	58	0,203442		
Total	71,3812	65			
R <sup>2</sup>	83,4695 %				

5. Varela, M.; González, M.E. y Estevez, A. "Uso del diseño aumentado modificado en la selección de líneas no replicadas de papa", *Cultivos Tropicales*, vol. 15, no. 1, 1994, pp. 94–96, ISSN 1819-4087.
6. Morejón, R. y Díaz, S.H. "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*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2013, pp. 65-70, ISSN 0258-5936.
7. Safari-ned, M.M.; Javid, F.; Zad-Behtuyi, M. y Marjani, Z. "Study of rice varieties yield and yield components response to iron nano composite apply in different growth stages", *International Journal of Farming and Allied Sciences*, vol. 2, no. 18, 2013, pp. 638-642, ISSN 2322-4134.
8. Castillo, A.; Rodríguez, S.; Castillo, A.M. y Peña, R. "Rendimiento y sus componentes de la variedad de arroz IIAC-20 con relación a la fertilización nitrogenada y densidad de población en primavera", *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 3, 2011, pp. 17-22, ISSN 0253-5785, 2072-2001.
9. Morejón Rivera, R.; Díaz Solís, S.H. y Hernández Macías, J.J. "Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero "Los Palacios"", *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 1, marzo de 2012, pp. 46-49, ISSN 0258-5936.
10. Rashid, K.; Kahliq, I.; Farooq, M.O. y Ahsan, M.Z. "Correlation and Cluster Analysis of Some Yield and Yield Related Traits in Rice (*Oryza Sativa*)", *Journal of Recent Advances in Agriculture*, vol. 2, no. 6, 2014, pp. 271-276, ISSN 2250-0057.
11. Amela, F.A.; Vallejo, C.F.A.; Martínez, C.P. y Borrero, J.C. "Parámetros genéticos de la longitud de panícula en arroz", *Acta Agronómica*, vol. 57, no. 4, 2008, pp. 233–239, ISSN 0120-2812.
12. Ghimire, R.; Wen-chi, H. y Shrestha, R.B. "Factors Affecting Adoption of Improved Rice Varieties among Rural Farm Households in Central Nepal", *Rice Science*, vol. 22, no. 1, enero de 2015, pp. 35-43, ISSN 1672-6308, DOI 10.1016/j.rsci.2015.05.006.
13. Acevedo, M.; Reyes, E.; Castrillo, W.; Torres, O.; Marín, C.; Álvarez, R.; Moreno, O. y Torres, E. "Estabilidad fenotípica de arroz de riego en Venezuela utilizando los modelos LIN-BINNS y AMMI", *Agronomía Tropical*, vol. 60, no. 2, 2010, pp. 131–138, ISSN 0002-192X.
14. Acevedo, M.A.; Salazar, M.; Fuentes, W.A.C.; Angarita, O.J.T.; Ramone, E.R.R.; Navas, M.; Parra, R.M.Á.; Moreno, O.J. y Toro, E.T. "Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de granos de arroz del cultivar centauro en Venezuela", *Agronomía Tropical*, vol. 61, no. 1, 2011, pp. 15–26, ISSN 0002-192X.
15. Ya-fang, Z.; Yu-yin, M.; Zong-xiang, C.; Jie, Z.; Tian-xiao, C.; Qian-qian, L.; Xue-biao, P. y Shi-min, Z. "Genome-Wide Association Studies Reveal New Genetic Targets for Five Panicle Traits of International Rice Varieties", *Rice Science*, vol. 22, no. 5, septiembre de 2015, pp. 217-226, ISSN 1672-6308, DOI 10.1016/j.rsci.2015.07.001.

Recibido: 13 de diciembre de 2015

Aceptado: 16 de diciembre de 2014

#### ¿Cómo citar?

Morejón, R. y Díaz Solís, S. H. "Selección de líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) provenientes del programa de mejoramiento genético en Los Palacios" [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 126-132. ISSN 1819-4087. [Consultado: \_\_\_\_]. Disponible en: <-----/>.