

# APLICACIÓN DE TÉCNICAS MULTIVARIADAS EN LA CLASIFICACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE GENOTIPOS DE ARROZ OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “LOS PALACIOS”

R. Morejón✉, Sandra H. Díaz y Noraida Pérez

**ABSTRACT.** 45 rice genotypes obtained by different breeding techniques were classified in “Los Palacios” Rice Research Station. The evaluated variables comprise morphological and agronomical characters, which were sown according to a Modified Augmented Design (MAD), using the Standard Evaluation System for Rice and Varietal Description Form for the study. For genotype classification, data matrix obtained was processed by Main Components, Cluster and Discriminant Analyses. Significant correlations were appreciated among variables, besides varieties and lines were grouped in 10 classes. The existence of substantial differences in the analysed germplasm and the correct use of multivariate techniques guarantee the development of future breeding programs.

**Key words:** rice, *Oryza sativa*, genotypes, classification, multivariate analysis

**RESUMEN.** Se evaluaron caracteres agronómicos y morfológicos, con el objetivo de clasificar 45 genotipos de arroz, parte del material genético obtenido por diferentes técnicas de mejoramiento en la Estación Experimental “Los Palacios”, que se sembraron de acuerdo a un Diseño Aumentado Modificado (DAM) empleando el Sistema de evaluación estándar para arroz y el Formulario de descripción varietal para su evaluación. Para la clasificación de los genotipos, la matriz de datos obtenida fue procesada mediante los Análisis de Componentes Principales, de Conglomerados y Discriminante, presentándose correlaciones significativas entre las variables y agrupándose las líneas y variedades en 10 clases. La existencia de diferencias sustanciales en el germoplasma analizado y el empleo correcto de las técnicas multivariadas garantiza el desarrollo de futuros programas de mejoramiento.

**Palabras clave:** arroz, *Oryza sativa*, genotipos, clasificación, análisis multivariado

## INTRODUCCIÓN

Más de dos mil millones de personas, un tercio del planeta, dependen del arroz como elemento básico de su dieta, lo que indica que la producción global de arroz debe incrementarse considerablemente para satisfacer la demanda creciente de este cereal; por consiguiente, hay que explorar nuevas estrategias de investigación para lograr un aumento sostenible de la producción de arroz (1).

Una de estas estrategias consiste en incrementar los rendimientos, primer objetivo de los programas de mejora del arroz, que se alcanza actuando sobre algunos o todos los componentes que lo integran.

La clasificación y selección de genotipos en estos programas ha sido una tarea de suma importancia para el mejorador, ya que existe una interrelación de varios caracteres que hace que una variedad sea superior a la otra.

El estudio de variedades para la selección atendiendo a características individuales como el peso de 1000 granos, granos llenos por panícula, panículas por metro cuadrado y longitud de la panícula, es a veces difícil, ya que la mejor variedad con respecto a una no lo es con respecto a otra (2).

La aplicación de técnicas multivariadas ha aumentado su gama de acción a varias esferas del conocimiento, particularmente a problemas relacionados con la ciencia agrícola y en especial en la clasificación y selección de genotipos, así como para medir la divergencia genética en germoplasma.

A pesar de la aplicación práctica e inmediata que tienen estas técnicas estadísticas, en ocasiones se piensa que resulta suficiente saber que determinado método de análisis multivariado es utilizado con determinado fin, compatible con nuestros propósitos, para ya con ello estar seguros de la efectividad de su uso, sin hacer un estudio previo de los datos. Este proceder trae consigo que se arribe a conclusiones completamente erróneas sobre un problema determinado. En tal caso, no es que el método haya sido ineficiente, sino que por el contrario, estas técnicas fueron mal utilizadas por el investigador (3).

Ms.C. R. Morejón y Ms.C. Sandra H. Díaz, Investigadores y Noraida Pérez, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental de Arroz “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700

✉ palacios@inca.edu.cu

Por lo antes expresado, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de clasificar morfoagronómicamente un grupo de genotipos de arroz obtenidos en la Estación Experimental "Los Palacios", haciendo uso de las técnicas multivariadas de Componentes Principales, de Conglomerados y Discriminante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en condiciones de aniego y sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (4), donde se evaluaron 45 genotipos obtenidos en este centro mediante diferentes técnicas de mejoramiento (Tabla I).

La siembra se realizó de forma directa a chorrillo, en parcelas de 4 m<sup>2</sup> y se utilizó un Diseño Aumentado Modificado (DAM), el cual se estructuró mediante un Cuadrado Latino (3x3), con tres líneas controles (INCA LP-2, INCA LP-5 e INCA LP-8) y 66 líneas de prueba, distribuidas al azar en las subparcelas correspondientes (5).

Las atenciones culturales se efectuaron siguiendo las orientaciones del Instructivo técnico para el cultivo del arroz (6).

Se evaluaron los caracteres agronómicos y morfológicos que a continuación se relacionan:

- X1 Ciclo (se registró el número de días hasta la floración, contándolos desde el riego de germinación, cuando el 50 % de la población presentaba espigas)
- X2 Altura (cm)
- X3 Longitud de la panícula (cm)
- X4 Panículas/m<sup>2</sup>
- X5 Granos llenos por panícula
- X6 Granos vanos por panícula
- X7 Peso de 1000 granos (g)
- X8 Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)
- X9 Longitud del grano (mm)
- X10 Ancho del grano (mm).

Para esta evaluación se utilizaron las metodologías:

- ☞ Sistema de evaluación estándar para arroz (ciclo y altura de la planta) (7).
- ☞ Formulario de descripción varietal para arroz (longitud de la panícula, longitud del grano y panículas/m<sup>2</sup>) (8).

En 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/m<sup>2</sup> se muestrearon una vez por parcela en un marco de 0.1 m<sup>2</sup>.

El resto de los componentes (granos llenos por panícula y peso de 1000 granos) se determinaron en 20 panículas centrales tomadas al azar, así como los granos vanos por panícula. El rendimiento agrícola del cultivo fue calculado en un área de 1 m<sup>2</sup>.

La matriz de datos obtenida (genotipos x variables) fue procesada mediante las técnicas multivariadas de Componentes Principales y de Conglomerados; además, con las clases resultantes de este último se realizó un Análisis Discriminante.

**Tabla I. Genotipos obtenidos en la Estación Experimental "Los Palacios" y sus progenitores**

#	Nombre del genotipo	Progenitores
1	8450	2441 / INCA LP 1
2	8566	INCA LP 1 // 2246 / 2077
3	8337	2077 / Amistad 82
4	INCA LP 1	J-104 / Amistad 82
5	8377	J-104 / IR 759-54-2-2
6	8187	J-104 / IR 759-54-2-2
7	INCA LP 2	IR 759-54-2-2 / 6066
8	8300	2077 / Guarina
9	INCA LP 3	CICA 8 / CP <sub>1</sub> C8
10	INCA LP 4	6066 / IR 759-54-2-2
11	INCA LP 5	CICA 8 / CP <sub>1</sub> C8
12	INCA LP 6	CICA 8 / CP <sub>1</sub> C8
13	8382	Amistad 82 / 2077 (L. isog.)
14	8392	Amistad 82 / 2077 (L. isog.)
15	8394	Amistad 82 / 2077 (L. isog.)
16	8425	Amistad 82 / IR 759-54-2-2(L. isog.)
17	8448	2426 / 8073
18	8449	Amistad 82 / 2424
19	8456	Ceysvoni / 8026
20	INCA LP 7	Somaclón Amistad 82
21	INCA LP 8	Somaclón Amistad 82
22	INCA LP 9	Somaclón Amistad 82
23	8516	INCA LP 1 // IR 46 / 2077
24	8530	8073 // IR 759-54-2-2 / J-104
25	8532	8073 // IR 759-54-2-2 / J-104
26	8544	Enano / IR 52
27	8551	Mutante Amistad 82 M <sub>4</sub> Protones 15 Gy
28	8554	Mutante Amistad 82 M <sub>4</sub> Protones 15 Gy
29	8564	LP Desconocido F <sub>6</sub>
30	8570	INCA LP 1 // 8129 / IR 1529 430
31	8571	INCA LP 1 // 8129 / IR 1529 430
32	8572	INCA LP 1 // 8129 / IR 1529 430
33	8573	INCA LP 1 // 8129 / IR 1529 430
34	8574	LP Desconocido F <sub>7</sub>
35	8576	LP Desconocido F <sub>7</sub>
36	8581	LP Desconocido F <sub>7</sub>
37	8584	LP Desconocido F <sub>7</sub>
38	8585	J-104 // Guarina / IR 759-54-2-2
39	8586	IR 759-54-2-2 // 6066 / 8135
40	8592	4032 // IR 759-54-2-2 / J-104
41	8600	2077 // 2077 / IR 1529-430
42	8604	8073 // C4-153
43	8588	CICA 8 // IR 52 / IR 10068-18-2-2
44	8590	CICA 8 // IR 52 / 8017
45	8595	INCA LP 1 F <sub>8</sub> 20 Gy (Rayos Gamma)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La asociación de los caracteres evaluados se presenta en la Tabla II, donde se muestran las correlaciones que se establecen entre las variables.

**Tabla II. Matriz de correlaciones fenotípicas**

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X2	0.254								
X3	-0.018	-0.200							
X4	-0.078	0.092	<b>-0.430</b>						
X5	0.281	0.227	<b>0.471</b>	<b>-0.559</b>					
X6	0.024	0.227	-0.257	0.324	<b>-0.375</b>				
X7	-0.012	-0.085	0.360	-0.141	0.258	-0.001			
X8	<b>0.374</b>	0.342	<b>0.439</b>	0.011	<b>0.529</b>	-0.008	<b>0.420</b>		
X9	0.198	-0.091	0.187	-0.183	0.103	-0.047	<b>0.417</b>	0.253	
X10	0.303	<b>0.390</b>	-0.151	-0.044	0.264	0.091	0.215	0.223	-0.086

Correlaciones significativas a partir de 0.3446 para  $p < 0.05$

Se aprecia una correlación fuerte y positiva de la variable longitud de la panícula con granos llenos/panícula, peso de 1000 granos y rendimiento; además, esta aparece correlacionada de forma negativa con las panículas/m<sup>2</sup>. De igual forma, se presenta una correlación fuerte y negativa entre panículas/m<sup>2</sup> y granos llenos/panícula, también entre este último y los granos vanos/panícula (9).

Dada la importancia que se le atribuye a las interrelaciones establecidas entre el rendimiento y sus componentes, se puede destacar la existencia de correlaciones fuertes y positivas de este con granos llenos/panícula y el ciclo de vida; además, con el peso de 1000 granos, componente que, al decir de otros autores, es la que mayor influencia ejerce sobre él (9, 10, 11, 12, 13).

De esta misma forma, se correlacionaron también el peso de 1000 granos con la longitud de estos. Otros autores han encontrado resultados similares (12, 13).

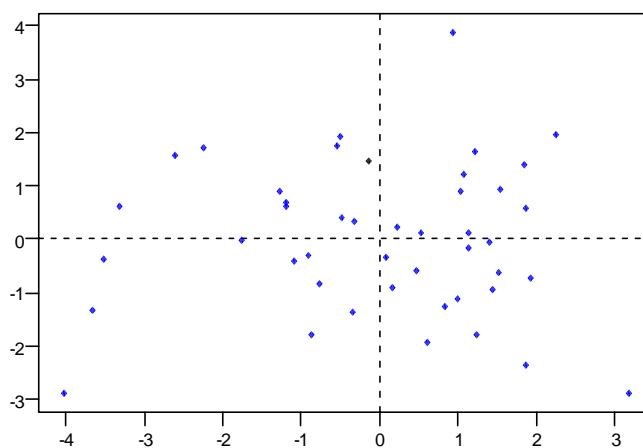
Del Análisis de Componentes Principales para la reducción de dimensionalidad, es decir, explicar con menos variables la información inicial que se recogió en la matriz inicial de datos, la Tabla III muestra los valores propios, porcentajes de contribución de las componentes y su acumulado, así como las correlaciones existentes entre las variables originales y las ficticias para de esta forma relacionarlas y dar un sentido biológico a las nuevas.

El porcentaje de contribución de las componentes fue bajo; nótese que las dos primeras componentes solo explican un 48.4 % de la variabilidad total. Esto pudo deberse, según otros autores (3), a la poca correlación existente entre las variables iniciales, careciendo de sentido trabajar con las nuevas variables, ya que se puede obtener una información distorsionada sobre la caracterización de los genotipos y las relaciones de asociación entre las variables.

**Tabla III. Valores propios y porcentaje de contribución y acumulado de las componentes y las correlaciones de estas con las variables originales**

	C1	C2	C3	C4	C5
Valores propios	2.8630	1.9774	1.3398	0.9292	0.8659
% contribución	0.2860	0.1980	0.1340	0.0930	0.0870
% acumulado	0.2860	0.4840	0.6180	0.7110	0.7960
X1	0.2350	-0.3510	0.0930	0.5640	-0.3830
X2	0.0990	-0.5440	0.1930	-0.1920	-0.0670
X3	0.3910	0.3240	-0.0740	-0.3520	-0.2160
X4	-0.3290	-0.2850	-0.3370	-0.2250	-0.2940
X5	0.4920	-0.0060	0.3340	-0.1120	0.0030
X6	-0.1950	-0.3560	-0.3890	-0.1510	0.0390
X7	0.3370	0.0420	-0.5150	-0.1530	0.4260
X8	0.4280	-0.2450	-0.2020	-0.2940	-0.3760
X9	0.2540	0.0820	-0.4990	0.5680	-0.0190
X10	0.1800	-0.4470	0.1300	0.0520	0.6250

No se realizó ningún tipo de agrupación, por no explicar las dos primeras componentes un porcentaje considerablemente alto de la variación total; a pesar de esto en la Figura 1 se aprecia una gran dispersión en la ubicación de los genotipos, que pudiera estar dada por la diversidad de estos materiales, siendo algunos de ellos obtenidos por métodos convencionales de mejoramiento, biotecnológicos o la combinación de ambos, así como la utilización de mutaciones. Estas técnicas, referidas a algunos autores (13), han estado encaminadas a la obtención de variedades con altos rendimientos y resistentes a plagas y enfermedades.



**Figura 1. Distribución de los genotipos para las dos primeras componentes**

Por la ineficiencia del Análisis de Componentes Principales para la clasificación de los genotipos, se utilizó un Análisis de Conglomerados, atendiendo al criterio de incluir dentro de una misma clase aquellos que tengan características similares y de esta forma aprovechar el hecho de trabajar con un representante de cada grupo. En este caso no existe partición alguna de la matriz de datos, ni por filas ni por columnas.

Resulta sumamente económico, para esta técnica multivariada, hacer un estudio previo de las variables para eliminar todas aquellas que no ofrecen diferencias entre los individuos. Tampoco es conveniente considerar solamente características que ofrezcan un comportamiento demasiado diferenciado entre los individuos; de esta forma, resulta prácticamente imposible poder establecer cualquier reagrupamiento (3).

Haciendo un estudio previo de la naturaleza de los datos, se formó un criterio acerca de cuál medida de distancia estadística emplear, decidiéndose usar la Distancia de Frechet, ya que existen diferencias de escalas de medición entre las variables y no hay una estructura de correlación marcada entre éstas.

El Dendrograma correspondiente al Análisis de Conglomerados aparece en la Figura 2; en este caso se usó la técnica jerárquica ascendente para su construcción, creándose 10 clases, de forma tal que no se consideraron aquellas uniones con distancias "relativamente altas". Las medias por variables y los genotipos correspondientes a cada clase aparecen en la Tabla IV.

La clase I está integrada por la línea 8450, la cual presentó el ciclo más largo y la mayor altura, asimismo mostró los valores más altos para los caracteres granos llenos por panícula y peso de 1000 granos, que junto al más bajo número de granos vanos por panícula se presenta como el genotipo de mayor rendimiento.

La línea 8337 se ubicó en la clase III, resultando ser la de mayor cantidad de granos vanos y menor de granos llenos por panícula, así como la de menor ciclo, peso de 1000 granos y longitud de estos. Sin embargo, a pesar de ello, su rendimiento solo se diferenció en media tonelada por hectárea, con respecto al mayor, correspondiente a la clase I, debido a la influencia que pudo ejercer su alto número de panícula por metro cuadrado.

Integraron la clase VI los genotipos INCA LP 2, 8300, 8394 y 8592, los cuales presentan progenitores comunes, siendo en su conjunto los más pequeños. La variedad INCA LP 2 forma parte de la estructura varietal arrocera, presentando un excelente tipo de planta, con buena habilidad de macollamiento, tallos gruesos fuertes, resistente al acamado y alto rendimiento (13), aunque en este caso no expresó su potencial productivo.

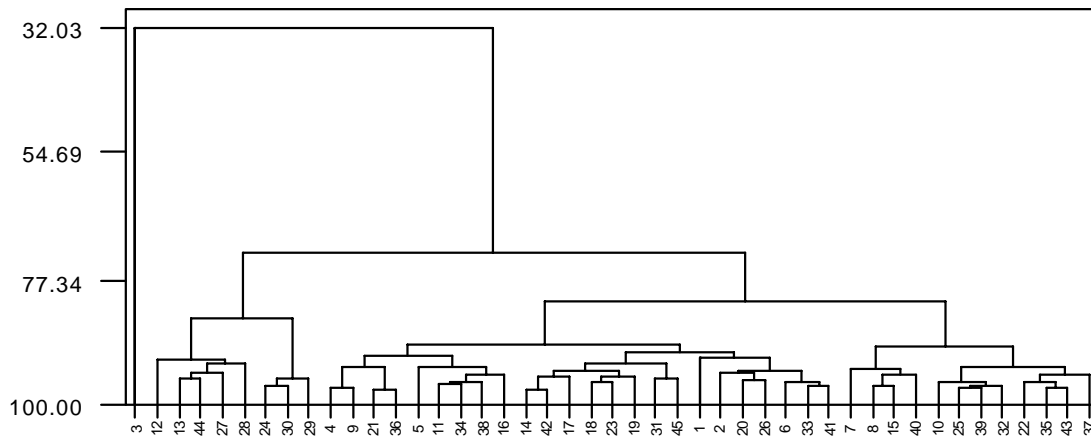


Figura 2. Dendrograma obtenido a través del Análisis de Conglomerados

Tabla IV. Distribución de los genotipos y medias por clases, según el Análisis de Conglomerados

C lases	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5	X 6	X 7	X 8	X 9	X 10
I	119	112.0	23.2	288	104	11	30	7.0	10.32	3.0
II	114	100.1	24.0	281	93	19	29	6.4	10.28	2.6
III	112	105.8	22.1	465	63	34	28	6.5	9.65	2.6
IV	115	109.2	23.7	303	95	23	28	6.7	10.01	2.6
V	114	97.4	23.1	307	82	29	29	5.6	10.27	2.5
V I	114	93.1	23.2	353	83	15	28	5.6	10.23	2.5
V II	115	98.0	22.8	330	88	17	29	5.9	10.16	2.6
V III	114	99.6	24.0	256	90	14	29	5.9	10.16	2.6
IX	113	94.0	24.0	294	83	15	29	5.8	10.39	2.5
X	115	93.5	24.6	219	95	14	28	5.7	10.71	2.6

C lases	Genotipos	E fectivos
I	8 4 5 0	1
II	8 5 6 6, INCA LP 7, 8 5 4 4, 8 1 8 7, 8 5 7 3, 8 6 0 0	6
III	8 3 3 7	1
IV	INCA LP 1, INCA LP 3, INCA LP 8, 8 5 8 1	4
V	8 3 7 7, INCA LP 5, 8 5 7 4, 8 5 8 5, 8 4 2 5	5
V I	INCA LP 2, 8 3 0 0, 8 3 9 4, 8 5 9 2	4
V II	INCA LP 4, 8 5 3 2, 8 5 8 6, 8 5 7 2, INCA LP 9, 8 5 7 6, 8 5 8 8, 8 5 8 4	8
V III	INCA LP 6, 8 3 8 2, 8 5 9 0, 8 5 5 1, 8 5 5 4	5
IX	8 3 9 2, 8 6 0 4, 8 4 4 8, 8 4 4 9, 8 5 1 6, 8 4 5 6, 8 5 7 1, 8 5 9 5	8
X	8 5 3 0, 8 5 6 4, 8 5 7 0	3

Resultados semejantes presentaron los genotipos 8377, INCA LP 5, 8574, 8585 y 8425 pertenecientes a la clase V. La variedad INCA LP 5 se encuentra en estudios de extensión agrícola en áreas del CAI Arroceros "Los Palacios" y goza de buena aceptación entre pequeños agricultores de la zona.

En la clase X se concentraron las líneas 8530, 8571 y 8570 que resultaron tener las panículas más largas y el mayor valor para el carácter longitud del grano, aunque su rendimiento no fue de los mejores.

Entre las clases VII, VIII y IX, las diferencias más notables están en las panículas por metro cuadrado de los genotipos INCA LP 4, 8332, 8586, 8572, INCA LP 9, 8576, 8588 y 8584 de la clase VII, donde la mayoría tiene entre sus progenitores a variedades IR procedentes de Filipinas, con respecto a las demás. De esta clase, el cultivar INCA LP 9 se encuentra en estudios superiores de rendimiento donde ha presentado un excelente comportamiento ante factores abióticos, principalmente la sequía. Por tal motivo, investigadores la emplean como progenitor en hibridaciones para obtener, por esta vía, genotipos tolerantes a este tipo de estrés<sup>1</sup>.

Asimismo, la longitud del grano es mayor en las líneas 8392, 8604, 8448, 8449, 8516, 8456, 8572 y 8585 de la clase IX y el número de granos llenos tiene su más alto valor, de 90 por panícula, en los genotipos INCA LP 6, 8382, 8590, 8551 y 8554 en la clase VIII.

Las clases II y IV incluyen la mayoría de las variedades INCA LP, caracterizándose por presentar un elevado número de granos llenos por panícula, un alto peso de 1000 granos y buenos rendimientos agrícolas. Es importante destacar, entre estos genotipos, la variedad INCA LP 7 como la de mayor introducción en áreas arroceras del país, con características favorables relacionadas con la resistencia a la salinidad y al vaneamiento de los granos<sup>1</sup>.

Para hacer una clasificación objetiva de grupos de unidades según el criterio definido por varias características se utilizó el Análisis Discriminante. Esta clasificación se establece por medio de un número (sintético) integrado por las peores propiedades de todas las características consideradas. También se puede utilizar para separar universos, reconocer si un elemento pertenece a universos dados y clasificar universos según una o más características.

Se calcularon las distancias entre los genotipos y uno ficticio, formado con las peores características de los 45 genotipos, usando la Distancia Frechet, bajo el mismo criterio que en el Análisis de Conglomerados.

La Tabla V muestra, a partir del reordenamiento realizado, la clasificación de los 45 genotipos estudiados, donde 44 de ellos fueron correctamente clasificados para una proporción de 0.977.

Este análisis detectó a la línea 8448 como la incorrectamente clasificada, la cual aparecía ubicada en la clase IX, conociéndose que existe una distancia menor entre ella y los genotipos de la clase II (Tabla VI).

**Tabla V. Clasificación de los genotipos según el Análisis Discriminante**

Clases	Clases verdaderas									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0
III	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	1	6	1	4	5	4	8	5	8	3
Correctos	1	6	1	4	5	4	8	5	7	3
Proporción	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.875	1.000
Total de genotipos	45									
Total de correctos	44									
Proporción de correctos	0.977									

**Tabla VI. Resultado de la clasificación para los genotipos**

Genotipo	Clase	Clase correcta	Clases	Distancia al cuadrado	Probabilidad
17**	IX	II	I	534.632	0.000
			II	9.986	0.575
			III	215.857	0.000
			IV	12.434	0.169
			V	17.315	0.015
			VI	127.111	0.000
			VII	51.696	0.000
			VIII	55.438	0.000
			IX	11.729	0.241
			X	210.248	0.000

Por tanto, la clasificación de los genotipos, en las 10 clases, se mantiene según el Análisis de Conglomerados excepción de la línea 8448 que debe formar parte de la clase II.

No se recomienda la aplicación del método cuando se tenga una cantidad considerable de grupos; en tal caso, es muy difícil lograr un porcentaje alto de buena clasificación, lo que no indica necesariamente que no existan diferencias entre los grupos. Pudiera ocurrir que existan entre tantos grupos, algunos con características similares.

Se recomienda el uso del Análisis Factorial Discriminante, técnica multivariada muy similar al Análisis Discriminante, cuando se tenga una cantidad considerable de variables, ya que en tal caso, con la aplicación de este método se explican solamente aquellos ejes discriminantes que aportan información sobre diferencias entre grupos; se construyen nuevas variables o ejes factoriales, que permiten la reducción de dimensionalidad del problema objeto de estudio.

La existencia de diferencias sustanciales en el germoplasma de arroz analizado 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, logrando una estabilidad en los rendimientos y un comportamiento agronómico a más largo plazo. Además, si se quiere que

<sup>1</sup>Cristo, 2001 comunicación personal

el crecimiento agrícola de nuestro país en vías de desarrollo, sea a la vez rápido y eficiente, quienes en él intervienen como técnicos deben disponer de un arsenal estadístico lo más completo posible, que le permita hacer una interpretación correcta de los resultados obtenidos experimentalmente.

## REFERENCIAS

1. Fedearroz. 50 años de FEDEARROZ. Arroz, 1997, vol. 46, no. 408, p. 15-52.
2. Estévez, A. /et al./ Aplicación del análisis multivariado en la clasificación de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 1988, vol. 10, no. 4, p. 68-73.
3. Varela, M. Análisis multivariado de datos, aplicación a las ciencias agrícolas. La Habana : INCA, 1998. 56 p.
4. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinford, 1999. 64 p.
5. Morejón, R. Estudio de tres métodos de ajuste en un diseño aumentado modificado. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 2, p. 59-63.
6. Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz. La Habana : Unión de Complejos Agroindustriales del Arroz, 1994. 54 p.
7. IRRI. Standard Evaluation System for Rice. 4 ed. Filipinas. 1996. 51 p.
8. Cuba. MINAGRI. Formulario de descripción varietal para arroz (*Oryza sativa* L.). La Habana : Dirección de certificación de semillas. Registro de variedades comerciales, 1997, 12 p.
9. Díaz, S. H. /et al./ Evaluación del germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 55-58.
10. 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*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 61-63.
11. Pérez, N. /et al./ Variedades de arroz obtenidas por cultivo de anteras. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 4, p. 83-86.
12. Pérez, N. /et al./ Mejoramiento genético mediante el cultivo "In Vitro" de anteras de híbridos de arroz. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 2, p. 54-56.
13. Díaz, S. H. Caracterización morfoagronómica y genético-bioquímica de 19 accesiones de arroz (*Oryza sativa* L.). [Tesis de Maestría]. Facultad de Biología. Universidad de La Habana, 2000, 88 p.

Recibido: 27 de abril del 2001

Aceptado: 19 de junio del 2001