

# COMPORTAMIENTO DE NUEVOS GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) OBTENIDOS MEDIANTE CULTIVO DE ANTERAS PARA CONDICIONES DE BAJO SUMINISTRO DE AGUA

Elizabeth Cristo<sup>✉</sup>, María C. González, Regla M. Cárdenas y A. Cabrera

**ABSTRACT.** At “Los Palacios” Rice Research station, belonging to the National Institute of Agricultural Sciences, during poorly rainy (cold) 2002 and rainy (spring) 2003 seasons, the behavior of rice genotypes obtained by means of anther culture was studied, as well as a group of mutants and somaclones under low water supply conditions: the genotypes 8734 and 8735 (obtained through anther culture), 8551, 8552, 8553, IAC-27 (mutations), 8733, INCA LP-9 (somatic culture) and the commercial “Perla de Cuba” as a check variety. To induce low water supply conditions, the following handling was used: the water lamina was settled down 15 days after germinated rice, suspending water entrance 35 days after germinated rice and recovering it again in the primordium change up to 50 % flowering. At harvest time, the final plant height, crop cycle, agricultural yield ( $t\cdot ha^{-1}$ ) also industrial yield (% of whole grains) were evaluated, as well as resistance to lodging, shattering, *Pyricularia grisea*, *Sarocladium oryzae*, and grain discoloration. It was determined that genotype 8735 obtained from anther culture showed an excellent behavior in the agricultural and industrial yields, as well as in the main diseases that economically affect this crop, such as grain discoloration.

**RESUMEN.** En la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, durante los períodos poco lluvioso (frío) del 2002 y lluvioso (primavera) del 2003, se estudió el comportamiento de genotipos de arroz obtenidos mediante el cultivo de anteras, así como un grupo de mutantes y somaclones en condiciones de bajo suministro de agua: los genotipos 8734 y 8735 (obtenidos a través del cultivo de anteras), 8551, 8552, 8553, IAC-27 (mutaciones), 8733, INCA LP-9 (cultivo somático) y como testigo de producción la variedad comercial Perla de Cuba. Para provocar las condiciones de bajo suministro de agua, se empleó el siguiente manejo: se estableció la lámina de agua a los 15 días de germinado el arroz, suspendiendo la entrada de agua a los 35 días después de germinado (DDG), reponiéndosela nuevamente en el cambio de primordio hasta después del 50 % de floración. Al momento de la cosecha se evaluaron la altura final, el ciclo del cultivo, rendimientos agrícola ( $t\cdot ha^{-1}$ ) e industrial (% de granos enteros), así como la resistencia al acame, desgrane, Piriculariosis, manchado del grano, *Sarocladium oryzae* y al borer. Se encontró que el genotipo 8735 obtenido a partir del cultivo de anteras mostró excelente comportamiento en cuanto a los rendimientos agrícola e industrial, así como a las principales enfermedades que afectan económicamente a este cultivo, como es el caso del manchado del grano.

**Key words:** genotypes, rice, water requirements, anther culture

**Palabras clave:** genotipos, arroz, necesidades de agua, cultivo de anteras

## INTRODUCCIÓN

El arroz constituye el alimento principal de más de dos mil millones de personas y un tercio del planeta; las siembras ocupan unas 147 millones de hectáreas (1, 2). Se estima que para el 2005, la población humana de la tierra será de 8.3 mil millones, de los cuales el 50 %

consumirán arroz. Estas cifras indican que la producción global de arroz debe incrementarse en un 70 % para satisfacer dicha demanda. Por consiguiente, hay que explorar nuevas estrategias de investigación, para lograr un aumento sostenible de la producción de este cereal, preservando a la vez el medio ambiente y mejorando el bienestar de los productores (3).

El arroz es un componente permanente de la dieta del cubano, con un consumo anual cercano a los 60 kg per cápita, donde el proveniente de la siembra popular representa el 20 %. En la década del ochenta, el aporte alimentario de este cereal representó el 13 % de las proteínas, 15 % de la energía en la dieta de los cubanos y en años recientes el 18 % en las proteínas y 20 % de la energía (4).

Ms.C. Elizabeth Cristo y Ms.C. Regla M. Cárdenas, Investigadores Agregados; Dr.C. A. Cabrera, Investigador Titular y Director de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”; Dra.C. María C. González, Investigadora Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700.

✉ ecristo@inca.edu.cu, ecristo70@yahoo.com

El sistema de producción de arroz en Cuba se ha diversificado desde la década del noventa, cultivándose actualmente bajo dos sistemas: el estatal e industrial y el no especializado denominado "Arroz Popular", con muy diversas tecnologías, ecosistemas y conceptos de explotación de tierra (4).

La producción arrocería cubana actual necesita de nuevas variedades, que presenten excelentes cualidades agronómicas y posean buen comportamiento en la industria, resistentes a las principales plagas y enfermedades que provocan daños económicos al cultivo y resistan el déficit de agua (5). Sin embargo, a pesar de que existen condiciones climáticas para su desarrollo, en los últimos años se ha observado una reducción sustancial de los rendimientos, debido a la influencia negativa de diversos factores (6), destacándose entre ellos la poca disponibilidad de agua, pues más de 100 000 hectáreas se cultivan sin aseguramiento de riego (4).

Este nuevo sistema está basado en el empleo de bajos insumos de agua y fertilizantes; de aquí la importancia del mejoramiento genético dirigido a la obtención de variedades con resistencia a la sequía, buena calidad del grano, alto potencial de rendimiento y con resistencia a las principales plagas y enfermedades.

La sequía es una de las limitaciones ambientales que afecta, en mayor grado, tanto a la distribución de especies vegetales como su desarrollo, con particular incidencia en la producción de las cosechas (6).

Dentro de este contexto, resulta de particular interés para el mejorador contar con métodos de *screening* rápidos y tempranos e indicadores del grado de tolerancia, que permitan incrementar la eficiencia en la selección de germoplasma con tolerancia al estrés hídrico. Sin embargo, es preciso incrementar el número de indicadores en el arroz, que puedan ser de utilidad en la discriminación de genotipos tolerantes a dicho estrés abiótico, así como también el empleo de las técnicas biotecnológicas, para lograr nuevas variantes con adaptabilidad al déficit de agua (6).

En función de esa meta, en los últimos años los investigadores cubanos han liberado un grupo de nuevas variedades de arroz, lo que ha posibilitado mayores rendimientos por hectárea (4).

El 100 % de las nuevas variedades en explotación actualmente en el país se obtuvieron a través del programa de mejoramiento genético que aplican los centros

científicos cubanos relacionados con la investigación del arroz (4, 7, 8).

Teniendo en cuenta la problemática existente y dada la importancia que tiene la agricultura para el país, la obtención y evaluación de variedades con tolerancia a estrés hídrico, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de genotipos de arroz, obtenidos mediante el cultivo de anteras para condiciones de bajo suministro de agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental del Arroz "los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, se estudió el comportamiento de genotipos de arroz obtenidos mediante el cultivo de anteras en condiciones de bajo suministro de agua (Tabla I), durante los períodos poco lluvioso (frío) del 2002 y lluvioso (primavera) del 2003, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (9).

Se utilizó la variedad Perla de Cuba como testigo de comparación. La siembra se realizó de forma directa a chorrillo en parcelas de 5 m de largo y 3 m de ancho (15 m<sup>2</sup>) a una distancia de 15 cm entre surcos; se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para provocar las condiciones de bajo suministro de agua, se empleó el siguiente manejo: se estableció el riego hasta los 40 días después de germinado (DDG) el arroz -suspensión de la entrada de agua hasta la fenofase del cambio de primordio (25 a 30 días)- riego hasta la floración, con lo que se logran altos rendimientos y una reducción de 30 % del agua; el resto de las atenciones culturales se efectuaron siguiendo las orientaciones de los Instructivos técnicos para el cultivo del arroz (10, 11).

Se determinaron:

- ↪ altura final de las plantas (cm) (50 plantas tomadas al azar)
- ↪ ciclo del cultivo (50 % de floración en días)
- ↪ número de granos llenos por panícula (GLL/P)
- ↪ número de panículas por m<sup>2</sup> (se realizaron dos muestreos por parcela en un área de 0.25 m<sup>2</sup>)
- ↪ peso de 1 000 granos
- ↪ rendimiento agrícola (t.ha<sup>-1</sup>) (área de cálculo de 8 m<sup>2</sup>)
- ↪ rendimiento industrial (muestra de 1 kg de arroz cáscara seco)
- ↪ resistencia al acame (según el sistema de evaluación estándar para arroz (12))

**Tabla I. Genotipos evaluados en condiciones de bajos suministros de agua**

No	Genotipos	Origen	Características fundamentales
1	8551	Mutante Amistad 82 (m4-1 15 Gy)	Buena calidad de grano
2	8552	Mutante Amistad 82 (m4-1 20 Gy)	Buena calidad de grano
3	8553	Mutante Amistad 82 (m4-1 20 Gy)	Tolerante a la sal y alto rendimiento
4	INCA LP 9	Somaclón Amistad 82	Calidad de grano y bajo insumo de agua
5	IAC-27	Mutante J-104 (neutrones rápido 20 Gy)	Calidad de grano y bajo insumo de agua
6	IAC-29	BR-IRGA 409/Amistad- 82	Alto rendimiento y bajo insumo de agua
7	8733	Somaclón INCA LP-10	Alto rendimiento, bajo insumo de agua y calidad grano
8	8734	Cultivo de anteras Amistad-82/ C4 153	Alto rendimiento, bajo insumo de agua y secano
9	8735	Cultivo de anteras LP-10/C4 153	Alto rendimiento, bajo insumo de agua y secano
10	Perla (T)	Desconocido	Calidad de grano, bajo insumo de agua y alto rendimiento

- ✦ resistencia al desgrane (según el sistema de evaluación estándar para arroz (12)
- ✦ resistencia a la Piriculariosis (12)
- ✦ resistencia al manchado del grano (12)
- ✦ resistencia al *Sarocladium oryzae* (12)
- ✦ resistencia al borer (12).

El comportamiento de las variables climáticas temperatura, precipitaciones y humedad relativa se obtuvo del boletín de la Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego, Pinar del Río (Figuras 1, 2 y 3).

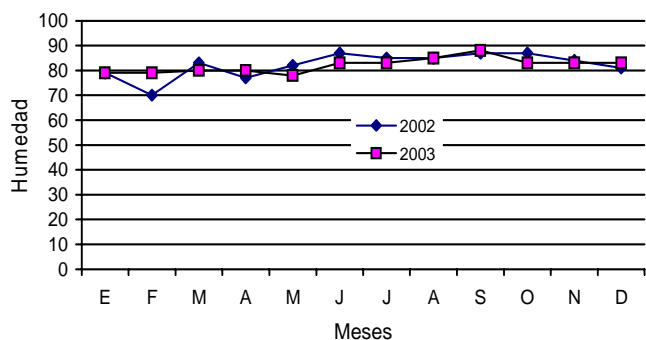


Figura 1. Humedad relativa media mensual (% mF)

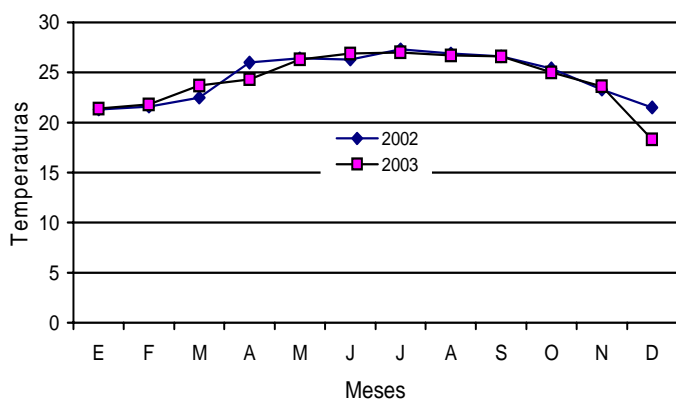


Figura 2. Temperaturas medias mensuales (°C)

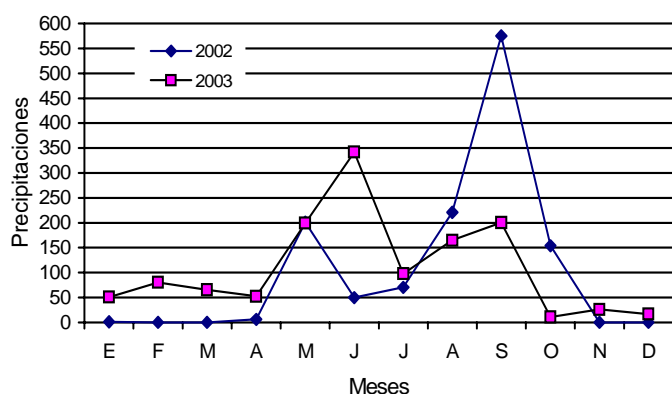


Figura 3. Precipitaciones mensuales (mm)

Los datos fueron procesados mediante Análisis de Varianza de Clasificación Doble y las medias se docimaron por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad de error.

## RESULTADOS DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos en la altura de las plantas (Tabla II), se observaron diferencias significativas entre todos los genotipos estudiados, apreciándose que el genotipo 8552 y la variedad IAC-29 presentaron la mayor altura para ambos períodos de siembra; sin embargo, los genotipos 8553, 8734 y la variedad comercial Perla de Cuba fueron los más altos en el período de siembra lluvioso del 2003, observándose una menor altura en el resto de los materiales, principalmente en el período lluvioso, lo cual puede atribuirse a diferencias varietales. El genotipo 8551 presentó una menor altura en estas condiciones de bajo suministro de agua, ya que en estudios realizados en condiciones de aniego mostró una altura alrededor de los 110 a 115 cm (6). Se ha informado reducción del crecimiento de la planta durante la deficiencia hídrica (13), y a su vez otros han expresado que implican inhibición del alargamiento celular, un proceso más sensible al estrés hídrico; por tanto, el genotipo juega un papel importante teniendo en cuenta que los más resistentes sufren menos afectaciones (14, 15, 16). Este criterio corrobora los resultados obtenidos en otras investigaciones, que reflejan la susceptibilidad o tolerancia de variedades y somaclones de arroz creciendo en presencia de Polietileno glicol (PEG-6000) a 16 y 20 g.L<sup>-1</sup> (17).

También esto pudiera atribuirse entre otras causas a los mecanismos que presentan las plantas para adaptarse a la sequía, como es el caso del cierre estomático, que no es más que la capacidad para cerrar los estomas completamente antes que la célula sufra lesiones por desecación (14). Resultados similares han sido presentados en la evaluación de cultivares de arroz en condiciones de estrés hídrico (4, 13); además, algunos trabajos realizados en condiciones de aniego corroboran la afectación que provocó el estrés hídrico, no solo en la fase vegetativa sino en la de cambio de primordio y floración (16).

Es meritorio destacar que el genotipo 8735 presentó la menor altura, como se refleja en los análisis estadísticos, pero en estudios realizados con este genotipo en condiciones de aniego (condiciones normales) demostró la misma altura.

También se ha señalado que la resistencia al estrés no constituye un fenómeno simple y que puede darse en dos formas: la primera es cuando las plantas desarrollan mecanismos internos, de forma tal que las células no se encuentren bajo estrés y la segunda, que exista la tolerancia al estrés, que es la capacidad de sobrevivir y aún funcionar adecuadamente en condiciones internas y de extrema sequía. Además, el estrés hídrico es, en cuanto a la cantidad de material vegetal afectado, el más importante que pueden sufrir las plantas (18). Del mismo modo, otros lo catalogaron como el factor más depresivo de la productividad del arroz, ya que afecta al metabolismo del carbono y el nitrógeno, por lo que la productividad y el rendimiento disminuyen (17).

**Tabla II. Altura final de las plantas y componentes del rendimiento**

Genotipos	Altura (cm)		Panículas/m <sup>2</sup>		Granos llenos/panícula		Peso de 1000 granos	
	Campaña	Campaña	Campaña	Campaña	Campaña	Campaña	Campaña	Campaña
	frío 2002	primavera 2003	frío 2002	primavera 2003	frío 2002	primavera 2003	frío 2002	primavera 2003
8551	87.00 bcd	82.33 b	268 c	270 b	77	73	30.0 abc	29.7 be
8552	95.66 a	93.66 a	339 ab	340 a	85	76	28.9 c	28.9 c
8553	92.66 abc	92.00 a	291 b	287 b	95	94	28.1 c	27.7 c
INCA LP 9	86.66bcd	83.66 b	321 ab	324 a	92	93	29.5 bc	28.5 c
IAC-27	86.00 cd	85.66 b	321 ab	286 b	81	80	26.5 d	27.5 c
IAC-29	94.33 a	92.33 a	270 c	268 b	76	78	26.5 d	26.4 d
8733	90.00 abcd	82.33 b	335 ab	290 b	77	82	28.8 c	27.0 d
8734	92.00 abc	90.33 a	324 ab	322 a	80	76	29.3 c	28.0 c
8735	85.00 d	82.66 b	369 a	348 a	85	82	30.8 a	30.6 a
Perla (T)	93.33 ab	91.66 a	321 ab	317 b	77	78	28.2 c	29.4 bc
X	90.26	87.66	316	305	83	81	25.8	28.37
ESX	2.78 *	1.45*	21.14 *	10.21 *	5.22	4.91	1.23*	0.36*

Medias con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad de error

Al analizar el número de panículas por metro cuadrado (Tabla II), se apreció que en el período poco lluvioso, los genotipos 8551 e IAC-29 difieren del resto con el menor número de panículas, destacándose la 8535 con el mayor número de panículas; sin embargo, en el período lluvioso no existieron diferencias significativas entre el testigo de producción Perla de Cuba y el resto de los genotipos evaluados en este estudio.

Esto pudiera atribuirse entre otras causas a que en este período poco lluvioso se alarga el ciclo del cultivo y está expuesto a una mayor irradiación solar, lo que permite una mayor traslocación de fotosintatos y ahijamiento; además, al someter el cultivo a una deficiencia de agua durante un período de 30 días, se eleva la temperatura del suelo gradualmente hasta alcanzar un rango que oscila entre 22 y 26°C, permitiendo que aumente el ahijamiento (1). Algunos señalan que al aumentar la temperatura del suelo, se incrementa la concentración de la enzima N- amoniacal en condiciones de estrés, estimulando una mayor cantidad de panículas por m<sup>2</sup> y mayor número de granos llenos por panícula (13, 15). En estudios donde se evaluó el comportamiento de un grupo de variedades de arroz con diferentes manejos de agua, se obtuvo un mejor ahijamiento en el período poco lluvioso comparado con el lluvioso (4, 19).

En cuanto a los granos llenos por panícula, no se encontraron diferencias significativas en los genotipos estudiados en ambos períodos de siembra para estas condiciones de bajo suministro de agua, los cuales alcanzaron valores buenos, teniendo en cuenta las condiciones en que se desarrollaron estos estudios, lo que pudiera atribuirse a que cuando los genotipos se someten a condiciones de estrés en la fase vegetativa, se haya provocado una mayor traslocación de fotosintatos para el llenado de los granos. Al respecto, se plantea que al someter el cultivo del arroz a condiciones estresantes en la fase vegetativa, se produce una mayor acumulación de fotosintatos (60 %), que posteriormente se traslocan y forman los carbohidratos para el llenado de los granos, logrando mayor peso y longitud de las panículas (19, 20).

Una característica sobresaliente del arroz con bajo suministro de agua es su habilidad para producir de forma consistente panículas completamente fértiles, aún después de una sequía media, contribuyendo a la estabilidad de los rendimientos aunque estos sean relativamente bajos (21).

Al observar la Figura 2, la temperatura fue favorable para el desarrollo del ahijamiento, encontrándose en un rango de 26 hasta 27°C en esta fenofase, coincidiendo con lo informado en otros estudios sobre la influencia del clima en las fenofases del cultivo del arroz (21).

Si se observa la Figura 3, se aprecia que las precipitaciones que ocurrieron durante el período donde se realizó el estrés son insuficientes para afectar la metodología empleada, lográndose una adecuada evaluación en todos los componentes del rendimiento; no obstante, las precipitaciones registradas en todo el período de desarrollo del cultivo eran insuficientes para obtener rendimientos por encima de las tres toneladas, por lo que se hizo necesario, después de haber aplicado el estrés, reponer la lámina de agua.

El peso de 1 000 granos mostró diferencias significativas entre todos los genotipos evaluados, en comparación con el testigo en producción Perla de Cuba, destacándose la 8735 con los mayores pesos en ambos períodos de siembra.

Al analizar los resultados obtenidos en el rendimiento agrícola (Tabla III), se encontraron diferencias significativas entre los genotipos en estudio y el testigo de producción Perla de Cuba, destacándose el 8735 entre todos los estudiados con los más altos rendimientos agrícolas en ambos períodos de siembra, mostrando un rendimiento de 5.64 t.ha<sup>-1</sup> en el período poco lluvioso del 2002 y 4.97 t. ha<sup>-1</sup> en el lluvioso del 2003. La 8734, que también fue obtenida por esa misma vía biotecnológica, no logró un comportamiento sobresaliente en condiciones de bajo suministro de agua, en comparación con la 8735. En este sentido, se señala que el rendimiento se establece en función de sus componentes: número de panículas, número de espiguillas por panícula, porcentaje de espiguillas

llenas y peso de 1 000 granos; sin embargo, en algunos casos y en ciertas condiciones climáticas, el porcentaje de llenado de las espiguillas puede ser más limitante para el rendimiento que el número de espiguillas. Por ello, para cada situación dada, deben examinarse las causas de la variación del rendimiento y sus componentes (4, 5). Los genotipos de menores rendimientos fueron IAC-27, IAC-29 y 8551. Otros obtuvieron altos rendimientos en la evaluación de variedades de arroz para condiciones de bajos insumos de agua y fertilizantes, y en el comportamiento de nuevos genotipos de arroz frente al estrés hídrico (4, 15).

Se ha señalado que la expresión de muchos caracteres cuantitativos está fuertemente influida por la interacción entre genotipo y ambiente (22). El rendimiento al ser un carácter cuantitativo, no queda exento de esta influencia, pues como no es posible mantener un medio ambiente constante para la producción, los rendimientos varían de un año a otro (22). Además, se conoce que la estabilidad del rendimiento en el cultivo del arroz es conferida por una mayor estabilidad en las fases tardías del desarrollo relativas a la paniculación (21).

Al analizar el ciclo del cultivo, se apreció que todos los genotipos estudiados presentaban ciclo corto, con excepción de la 8735, que en el período poco lluvioso se comportó como de ciclo medio. En estos genotipos el ciclo se comportó según lo que está establecido para las variedades de ciclos corto y medio. Algunos plantean que para las variedades de ciclo corto, el promedio anual es de 120 hasta 130 días en el período poco lluvioso y para las de ciclo medio de 135 hasta 140 días después de la germinación (23).

El rendimiento industrial (Tabla III) ha constituido una seria limitante para muchos genotipos, ya que para que una variedad sea aceptada para su liberación, debe tener un porcentaje de granos enteros por encima de 52 %, y aunque no se observaron diferencias significativas, se destacaron los genotipos 8734 y 8735 procedentes de cultivo de anteras, en comparación con el cultivar comercial Perla de Cuba en ambos períodos de siembra. Estos

resultados son similares a los obtenidos para la variedad Perla de Cuba, con un 54 % de granos enteros en condiciones de aniego permanente y un 52 % en condiciones de secano favorecido (4, 24).

En cuanto a la resistencia al acame (A), los genotipos presentaron un buen comportamiento (Tabla IV), evaluándose de resistentes en ambos períodos de siembra: poco lluvioso del 2002 y lluvioso del 2003. Al analizar la resistencia al desgrane (D), solo la variedad IAC-29 se mostró susceptible en ambos períodos de siembra. Las líneas 8551, 8734, 8735 y la variedad INCA LP-9 fueron las únicas que mostraron resistencia para ambos períodos; sin embargo, la variedad IAC-27 se presentó resistente en el período lluvioso del 2003.

La Piriculariosis (Pg) es la enfermedad más importante que afecta al cultivo del arroz en el mundo y no todos los genotipos evaluados presentaron buen comportamiento ante esta enfermedad en ambos períodos; sin embargo, la línea 8551 mostró el mejor comportamiento para ambos períodos y en el lluvioso solamente las líneas 8734 y 8735 obtenidas por cultivo de anteras fueron las de mejor comportamiento frente a la Piriculariosis. Esto pudo deberse a que, al parecer, estas líneas mostraron mayor resistencia al tipo de linaje o razas del patógeno presente en estas condiciones y en este período de siembra. No obstante, en estudios realizados en el cultivo del arroz, se ha mostrado que en Cuba no existen variedades resistentes a todos los patotipos del hongo *Pyricularia grisea* sino a algunas razas del hongo, constituyendo patodermos verticales para el mejoramiento genético de este cultivo (25).

Al analizar las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa) (Figuras 1 y 2), se apreció que solo las temperaturas se mantuvieron favorables al desarrollo de la enfermedad (20-30°C), pues la humedad relativa (HR) estuvo generalmente por debajo de 90 %, siendo necesario para el éxito de la infección una humedad relativa por encima del 90 % (25).

**Tabla III. Comportamiento de los rendimientos agrícola e industrial en los cultivares de arroz en condiciones de bajo suministro de agua**

Genotipos	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ) al 14 % de humedad		Ciclo (días)		Rendimiento industrial % enteros al 11% de humedad	
	Frío 2002	Primavera 2003	Frío 2002	Primavera 2003	Frío 2002	Primavera 2003
8551	3.17 c	2.66 c	130	129	53	55
8552	4.47 b	3.61 b	125	123	52	53
8553	4.65 b	3.48 b	130	125	53	54
INCA LP-9	4.67 b	3.34 b	125	121	54	53
IAC-27	2.93 c	2.72 c	120	110	54	54
IAC-29	2.43 c	2.45 c	115	112	53	53
8733	4.12 b	3.47 b	130	128	49	47
8734	4.28 b	3.96 b	130	128	55	56
8735	5.64 a	4.97 a	135	130	57	60
Perla (T)	3.86 b	3.67 b	125	120	53	54
X	3.55	3.43	115	110	53	54
ESX	0.34*	0.31*	1.92	1.90	1.76	1.70

Medias con letras iguales no difieren significativamente, según la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad de error

**Tabla IV. Resistencia de los genotipos a las principales enfermedades**

Genotipos	Resistencia											
	Frío 2002				Primavera 2003							
	A	D	Pg	M	S	B	A	D	Pg	M	S	B
8551	R	R	R	S	I	R	R	R	R	S	I	R
8552	R	I	S	S	S	R	R	I	S	S	S	R
8553	R	I	S	S	S	R	R	I	S	S	S	R
INCA LP-9	R	R	S	S	S	-	R	R	S	S	S	-
IAC-27	R	I	S	S	S	R	R	R	S	S	S	R
IAC-29	R	S	S	S	R	R	R	S	S	S	R	R
8733	R	I	S	S	S	R	R	I	S	S	S	R
8734	R	R	S	S	R	R	R	R	R	S	R	R
8735	R	R	S	R	R	-	R	R	R	R	R	-
Perla (T)	R	I	S	S	I	R	R	I	S	S	I	R

A: Acame                      D: Desgrane                      S: *Sarocladium oryzae*  
M: Manchado                B: Borer                              Pg: *Pyricularia grisea*  
R: Resistente                I: Intermedia                      S: Susceptible

Para el manchado del grano (Tabla IV), se mostró una susceptibilidad general a esta patología en ambos períodos de siembra, con excepción de la línea 8735 obtenida por cultivo de anteras, que mostró resistencia, lo que sugirió que las condiciones de estrés por sequía entre otras causas favorecieron el manchado del grano, lo cual puede estar dado por el desbalance en los procesos fisiológicos de la planta, que provocan la inhibición de los mecanismos de defensa de la planta y, por tanto, incrementaron la presencia de microorganismos capaces de afectar al grano. Estos resultados coinciden con que el manchado del grano es más un desorden nutricional que producido por hongo (26, 27).

En cuanto a *Sarocladium oryzae*, agente causal de la pudrición de la vaina, los genotipos 8734 y 8735 obtenidos por cultivo de anteras y la variedad IAC-29 fueron resistentes a este hongo en ambos períodos de siembra y se pudo constatar que todo el material evaluado en este período presentó un buen comportamiento al borer (B), en ambos períodos.

De manera general, el genotipo 8735 obtenido a partir del cultivo de anteras mostró excelente comportamiento en cuanto a los rendimientos agrícola e industrial, así como a las principales enfermedades que afectan económicamente este cultivo, como es el caso del manchado del grano, demostrando la factibilidad del procedimiento empleado para la obtención de genotipos de arroz tolerantes a bajos suministros hídricos.

## REFERENCIAS

- Cordero, V. y Rivero, L. E. Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz en Cuba. La Habana: MINAGRI, 2001.
- González, M. C.; Cristo, E.; Pérez, N. y Delgado, P. INCA LP-7: Nueva variedad de arroz para suelos afectados por salinidad. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 3, p. 89.
- Fischer, K. S. Research approaches for variable rainfall systems-thinking globally. Acting locally. Plant adaptation and crop improvement. Los Baños: IRRI, 1996. 623 p.
- Alfonso, R. /et al./ Contribución al mejoramiento genético al sistema de arroz popular en Cuba. En: Arroz Encuentro Internacional de Arroz del Instituto de Investigación del Arroz. Memorias (2, 2002 jul. 10-12, La Habana), 2002. p 77-80.
- Suárez, E.; Deus, J. E.; Pérez, J. A.; Alfonso, R.; Hernández, J. L.; Puldón, V.; Peña, R.; Fuentes, J. L. y Duany, A. Avances y perspectivas de programa de mejoramiento genético del arroz en Cuba. IIA. En: Encuentro Internacional del Arroz: Memorias (2: 2002: La Habana), 2002, p. 74.

- Cristo, E. Empleo del cultivo de anteras para la obtención de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) de buen comportamiento para condiciones de bajos suministros de agua. [Tesis de Maestría]; INCA, 2004. 56 p.
- 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.
- González, M. C.; Cristo, E. V. y Pérez, N. INCALP-9. Nueva variedad de arroz de ciclo corto obtenida a partir del empleo de técnicas biotecnológicas. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, p. 83.
- Cuba, MINAGRI. Instituto de Suelos. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. La Habana: Agrinfor, 2001. 39 p.
- Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz, 2000, 20 p.
- Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz, 2001, 18 p.
- IRRI. Standard evaluation system for rice. Fourth edition, 1996, p. 17-19.
- Polón, R. /et al./ La aplicación del estrés hídrico como alternativa para incrementar el rendimiento en el cultivo del arroz. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 3, p. 37-39.
- Sánchez-Díaz, M. y Aguirrealea, J. Efectos fisiológicos que causan la falta persistente de agua en los cultivos. La sequía en la protección de los cultivos *Phytoma Espl*, 1993, p. 125-139.
- Sano, V. Inheritance of physiological characters. Science of Plant. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997, 469 p.
- Jeréz, E. Estrés por déficit de humedad en el suelo y desarrollo de las plantas, 1998, 28 p.
- García, L. A. Simulación del estrés hídrico con PEG – 6000 y determinación de indicadores para la selección de genotipos de arroz. [Tesis de grado]; UH, 1999, 30 p.
- Tudela, D. y Tadeo, F. Respuestas y adaptación de las plantas al estrés. En: Fisiología y Bioquímica Vegetal, Interamericano, 1993. p 537-553.
- Polón, R.; Díaz, G.; Morejón, R. y Castro, R. I. Alternativas en el riego para el control del arroz rojo: Memorias (2: 2002: La Habana), 2002, p. 211.
- FLAR. *Foro Arroceros Latinoamericano*, 1997, vol. 13, no. 1, p. 12.
- Aguilar, M. P. Funciones del agua. En: Cultivo del arroz en el sur de España. Las Torres-Tomejil : Centro de Investigación y Formación Agraria. 2001, p. 189.
- Estévez, A. /et al./ Estudio de interacción genotipo-ambiente en clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2. p. 59-63.
- Hernández, A.; Castillo, D. y Pérez, D. Efecto de la manipulación y el medio ambiente sobre la producción de granos enteros en el grano de arroz. En: Encuentro Internacional de Arroz: Memorias. (2: 2002: La Habana), 2002. p. 53-56.
- Moreno, I. Comportamiento de tres nuevas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para condiciones de secano y secano favorecido en la Isla de la Juventud. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 1, p. 27-30.
- Cárdenas, R. M.; Cristo, E. y Pérez, N. Variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa* L.) promisorias para la provincia de Pinar del Río tolerantes al tizón de la hoja (*Pyricularia grisea* L.). *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 1, p. 53-56.
- Castaño, J. Etiología del manchado del grano en arroz de secano en Colombia e Indonesia. *Arroz, Santa Fe de Bogotá, Colombia*, 1998, vol. 47, no. 413, p. 24-28.
- Cárdenas, R. M.; Cristo, E. y Pérez, N. Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz de ciclo medio. *Revista Fitosanidad*, 2004, vol. 8, no. 4.

Recibido: 28 de abril de 2005

Aceptado: 23 de enero de 2006