



# EFECTO DE BAJOS SUMINISTROS DE AGUA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO E INDUSTRIAL DE NUEVOS GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) OBTENIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE MEJORA

Effect of low water supplies on agronomical and industrial behaviour of new rice (*Oryza sativa* L.) genotypes obtained by different improvement methods

Elizabeth Cristo<sup>✉</sup>, María C. González, Noraida de J. Pérez León, Elsa Ventura Crescencio Bazaldúa, Regla M. Cárdenas, Anayza Echevarría Hernández, Guillermo Blanco y Martha González

**ABSTRACT.** Rice genotype behaviour, obtained by somatic cultivation, as well as, of a group of mutants and crosses under low water supply conditions was studied at «Los Palacios» Rice Research Station from National Institute of Agricultural Sciences during poorly rainy, 2006, and rainy, 2007 stations. The genotypes 8476, 8479, 8480 (obtained by somatic culture), 8551, 8552, 8553, 5454 and 8555 (mutations), Amistad-82, Reforma varieties (crossing) and the commercial J-104 as a control variety. To cause the conditions of low water supplies, the following handling was used: the water lamina was established at 15 days after seed germination, the water entrance was suspended at 35 days after germination and it was again recovered from the primordium change until 50 % flowering stage. At harvest time, the final plant height, cycle, agricultural yield (t.ha<sup>-1</sup>) and its components were evaluated, also, the industrial yield (% of whole grains), as well as resistance to lodging, shattering, *Pyricularia grisea*, *Sarocladium oryzae*, *Stenotaxxonemus spinki*, *Borer smiley* and grain discoloration. Results showed that 8554 genotype and Reforma variety reached excellent agricultural and industrial yields as well as a good behavior to principal diseases that affect economically this crop as the grain discoloration.

**RESUMEN.** En la Estación Experimental del Arroz «Los Palacios», del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ubicado en el municipio de Los Palacios provincia de Pinar del Río, se estudió el comportamiento de los genotipos 8476, 8479, 8480 provenientes de cultivo Somático, 8551, 8552, 8553, 8554 y 8555 obtenidos por inducción de mutaciones y las variedades Amistad-82 y Reforma derivados de cruzamientos y como testigo de producción, la variedad comercial J-104. Estos se cultivaron en campo durante el periodo poco lluvioso, 2006 y el lluvioso, 2007, en condiciones de bajos suministros de agua. Para provocar las condiciones de bajos suministros 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); reponiéndose la nuevamente en el cambio de primordio hasta después del 50 % de floración. Al momento de la cosecha se evaluó, la altura final, ciclo del cultivo, rendimiento agrícola (t.ha<sup>-1</sup>) y sus componentes, rendimiento industrial (% de granos enteros), así como la resistencia al acame, desgrane, resistencia a la *Pyriculariosis*, manchado del grano, *Sarocladium oryzae*, *Stenotaxxonemus spinki smile*, *Bórer* y se encontró que los genotipos 8554 y la variedad Reforma, mostraron excelente comportamiento en cuanto al rendimiento 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:** rice, genotypes, evaluation, soil water deficit, yield

**Palabras clave:** arroz, genotipos, evaluación, déficit de humedad en el suelo, rendimiento

M.Sc. Elizabeth Cristo y Noraida de J. Pérez León, Investigadoras Auxiliares; Anayza Echevarría Hernández, Especialista de la Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, carretera La Francia, km 1½, Los Palacios, Pinar del Río; Dra.C.María C. González Cepero, Investigador Titular; M.Sc. Regla M. Cárdenas Travieso, Investigador Auxiliar del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal,

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de Las Lajas, Mayabeque, CP 32700, Cuba; Dra. Elsa Ventura Crescencio Bazaldúa, Investigador Titular, Instituto Politécnico Nacional, carretera Yautepec, Estado de Morelos, México.

✉ [ecristo@inca.edu.cu](mailto:ecristo@inca.edu.cu)

## INTRODUCCIÓN

La producción mundial del arroz en los últimos 10 años ha alcanzado un promedio anual de 584 millones de toneladas de arroz cáscara, mientras el área sembrada se ha mantenido de manera estable entre 140 a 150 millones de hectáreas (1). El consumo de este preciado grano ha mantenido similar tendencia, lo que ha provocado una declinación de las reservas anuales de arroz cáscara. La población mundial creció desde cerca de 1000 millones de personas a principio de 1800 hasta aproximadamente 6000 millones en el 2000; este proceso, basado en una creciente expectativa de vida, se aceleró particularmente a mediados del siglo XX.

El crecimiento poblacional continuará, aunque a una tasa decreciente, hasta equilibrarse en unos 10 500 millones hacia el año 2050. Esta perspectiva demográfica implica la necesidad de generar recursos alimentarios para cerca del doble de la población actual en un plazo histórico relativamente corto. A pesar de los esfuerzos realizados para incrementar la producción de alimentos, la tierra y el agua necesarios para el cultivo de arroz son recursos que continúan disminuyendo como resultado de la urbanización y la industrialización. Por consiguiente, es necesario explorar nuevas estrategias de investigación para lograr un aumento sostenible de la producción de este cereal, preservando el medio ambiente y mejorando el bienestar de los productores (2, 3).

El arroz es un componente permanente de la dieta del cubano, con un consumo anual cercano a los 72 kg per cápita. El aporte alimentario de este cereal se ha incrementado, ya que en la década de los ochenta representaba el 13 % de las proteínas y el 15 % de energía en la dieta, actualmente, presenta valores de 18 y 20 % respectivamente (4, 5).

Actualmente, el programa de mejoramiento genético cubano requiere 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 que resistan los déficit de agua (5, 6, 7), ya que a pesar de que existen condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo, en los últimos años se ha observado una reducción sustancial de los rendimientos, debido a la influencia negativa de diversos factores (8), destacándose entre ellos la poca disponibilidad de agua, pues más de 100 000 hectáreas se cultivan sin aseguramiento de riego (5), teniendo que utilizar bajos insumos de agua y fertilizantes, de aquí la importancia del mejoramiento genético dirigido a la obtención de variedades con resistencia a la sequía.

Dentro de este contexto, en los últimos años los investigadores cubanos han liberado un grupo de nuevas variedades de arroz, lo que ha posibilitado mayores rendimientos por hectárea (5, 9, 10)

El ciento por ciento 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 (5, 8, 10, 11, 12).

Sin embargo, 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. Por lo anterior, 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 (7).

Teniendo en cuenta la problemática existente y dada la importancia que tiene para el país la obtención y evaluación de variedades con tolerancia a estrés hídrico, el presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar el efecto de bajos suministros de agua en el comportamiento agronómico e industrial de nuevos genotipos de arroz obtenidos por diferentes métodos de mejora

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Material biológico.* Los materiales empleados en este estudio se indican en la Tabla I, que incluye cinco genotipos obtenidos por diferentes dosis de irradiaciones, dos por cruzamiento y tres por variación somaclonal; metodologías que tienen en común crear variabilidad genética y seleccionar genotipos para condiciones de bajos suministro de agua, de igual forma se incluye la variedad comercial J-104 como testigo de producción.

*Siembra de genotipos.* La siembra de cada genotipo se realizó de forma directa a chorrillo en parcelas de 5 m de largo por tres 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 tres repeticiones. Para provocar las condiciones de bajos suministros de agua, se empleó el siguiente manejo: Se estableció el riego hasta los 35 días después de germinado (DDG) el grano de 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 (1). Se utilizó la variedad J-104 como testigo de comparación.

La evaluación se llevó a cabo en dos periodos de siembra: diciembre 2006 o período poco lluvioso y en el mes de marzo 2007 período lluvioso. El tipo de suelo está clasificado como Hidromórfico Gley Nodular Petroférrico (13)

**Tabla I. Genotipos estudiados**

No	Genotipos	Origen	País	Obtendor
1	8551	Mutante J - 104 (m4-1 15 Gy)	Cuba	INCA
2	8552	Mutante J - 104 (m4-1 20 Gy)	Cuba	INCA
3	8553	Mutante J - 104 (m4-1 20 Gy)	Cuba	INCA
4	8554	Mutante J-104 (neutrones rápido 20 Gy)	Cuba	INCA
5	8555	Mutante J-104 (neutrones rápidos 15 Gy)	Cuba	INCA
6	8476	Soma clon Amistad 82	Cuba	INCA
7	8479	Soma clon Amistad - 82	Cuba	INCA
8	8480	Soma clon Amistad - 82	Cuba	INCA
9	Amistad-82	IR- 1529 ECIA/VNIIR 3223	Cuba	IIA-INCA
10	J-104 (T)	IR 480-5-9-2 / IR930-16-1	Perú	-
11	Reforma	Taichung Senyu204/Chianug senyu 14	Taiwán	-

Leyenda: (T) testigo en producción

Se evaluaron los siguientes parámetros:

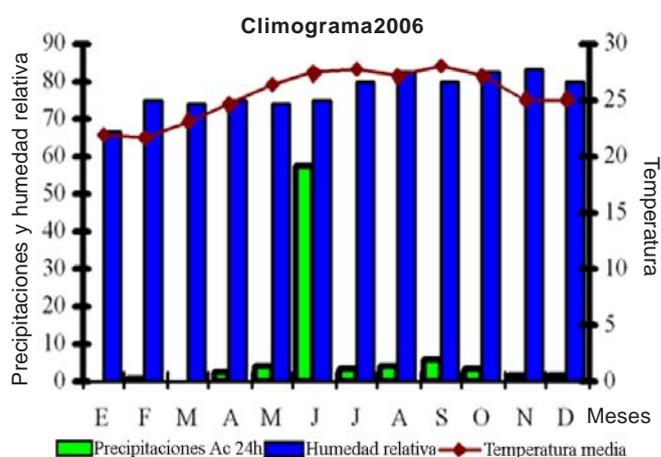
- ⇒ Altura final de las plantas (cm) (50 plantas tomadas al azar)
- ⇒ Ciclo del cultivo (50 % de floración en días)
- ⇒ Número de granos llenos por panículas (GLL/ P)
- ⇒ Número de panículas por metro cuadrado (se realizaron dos muestreos por parcela en un área de 0,25 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Peso de 1000 granos
- ⇒ Rendimiento agrícola t.ha<sup>-1</sup> (área de calculo 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 (14))
- ⇒ Resistencia al desgrane (según el sistema de evaluación estándar para arroz (14))
- ⇒ Resistencia a la Piriculariosis (14)
- ⇒ Resistencia al manchado del grano (14)
- ⇒ Resistencia al *Sarocladium oryza* (14)
- ⇒ Resistencia al *Stenotaxxonemus spinki smiley*
- ⇒ Resistencia al Bórer

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble y las medias se docimaron por la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del error

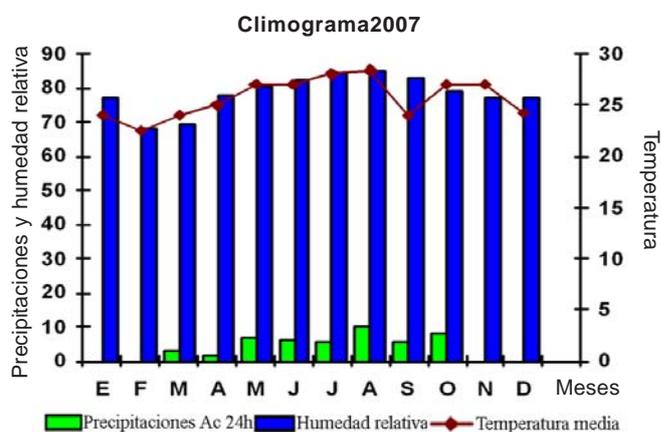
El comportamiento de las variables climáticas temperatura media, precipitaciones acumuladas en 24 horas y humedad relativa se obtuvo del boletín de la Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego, Pinar del Río (Figuras 1 y 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura y componentes de rendimientos.** En la altura de las plantas (Tabla II), se observaron diferencias significativas entre todos los genotipos estudiados, destacándose los genotipos 8552, 8553, obtenidos por mutaciones y los somaclones 8476, 8480 con la mayor altura para ambos períodos de siembra, apreciándose una menor altura en el resto de los materiales principalmente en el período lluvioso, lo cual puede atribuirse a diferencias varietales.



**Figura 1. Precipitaciones, temperatura y humedad relativa medias mensuales 2006**



**Figura 2. Precipitaciones, temperatura y humedad relativa medias mensuales 2007**

Los genotipos 8551, 8554, 8555 y la variedad Reforma presentaron una menor altura en estas condiciones de bajos suministros de agua, ya que en estudios realizados en condiciones de aniego mostraron una altura alrededor de los 95 a 115 cm para los mutantes y para la Reforma que es una variedad semienana (90-110 cm) (6, 7).

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

Genotipos	Altura (cm)		Panículas/m <sup>2</sup>		Granos LL/P		Peso de 1000 granos	
	Período frío	Período primavera	Período frío	Período primavera	Período frío	Período primavera	Período frío	Período primavera
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
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
8554	86.66bcd	83.66 b	321 ab	324 a	92	93	29.5 bc	28.5 c
8555	86.00 cd	85.66 b	321 ab	286 b	81	80	26.5 d	27.5 c
8476	94.33 a	92.33 a	270 c	268 b	76	78	26.5 d	26.4 d
8479	90.00 abcd	82.33 b	335 ab	290 b	77	82	28.8 c	27.0 d
8480	92.00 abc	90.33 a	324 ab	322 a	80	76	29.3 c	28.0 c
Amistad-82	85.00 d	82.66 b	369 a	348 a	85	82	30.8 a	30.6 a
J-104 (T)	93.33 ab	91.66 a	311 b	317 b	77	78	28.2 c	29.4 bc
Reforma	82.25 d	82.85 b	340 ab	334 a	91	88	27.4 c	27.2 d
X	90.26	87.66	316	305	83	81	25.8	28.37
ES	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 Tukey al 5 % de probabilidad de error  
Granos LL/P: Granos llenos por panícula

Es conocida la influencia de un buen abastecimiento hídrico al suelo para que las plantas logren un crecimiento adecuado, dado que el primer efecto medible del estrés hídrico es realmente una reducción del crecimiento, como han señalado algunos autores (15, 16, 17), y a su vez, otros autores expresaron, que implican inhibición del alargamiento celular procesos más sensibles al estrés hídrico, por tanto, el genotipo juega un papel importante teniendo en cuenta que los más resistentes sufren menos afectaciones (18, y 19). Este criterio corrobora los resultados de 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> (20).

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 (19).

Al analizar el número de panículas por metro cuadrado (Tabla II) se apreció que en el período poco lluvioso, el mutante 8551 difiere del resto con el menor número de panículas, destacándose los genotipos 8552, 8554, 8480 y las variedades Amistad-82 y Reforma con el mayor número de panículas; sin embargo, en el período lluvioso existieron diferencias significativas entre el testigo de producción J-104 con el resto de los genotipos evaluados en este estudio.

El hecho de mostrar el mutante 8554 menor reducción en la altura y no afectarse en el número de panículas por metro cuadrado, respecto al testigo en producción J-104, le confiere características de mayor tolerancia a las condiciones de estrés, lo cual puede ser ocasionado entre otras causas por un aumento de la temperatura del

suelo, cuando éste está seco, lo que trae aparejado un estímulo del ahijamiento (17, 18).

Algunos investigadores señalaron 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 aun funcionar adecuadamente bajo condiciones internas y de extrema sequía. Además, el estrés hídrico es, en cuanto a la cantidad de material vegetal afectado, el estrés más importante que pueden sufrir las plantas (21). Del mismo modo, otros autores lo catalogan como el factor más depresivo de la productividad del arroz ya que afecta al metabolismo del carbono y del nitrógeno por lo que la productividad y el rendimiento disminuyen (20).

Otros investigadores señalan que al aumentar la temperatura del suelo se incrementa la concentración de la enzima N-amoniaco en condiciones de estrés, estimulando una mayor cantidad de panículas por metro cuadrado y mayor número de granos llenos por panículas (18, 22). En estudios realizados por varios investigadores, donde evaluaron el comportamiento de un grupo de variedades de arroz con diferentes manejos de agua, obtuvieron mayor ahijamiento en el período poco lluvioso que en el período lluvioso (5, 8, 20).

En cuanto a los granos llenos por panículas no se encontraron diferencias significativas en los genotipos estudiados en ambos períodos de siembras para estas condiciones de bajos suministros de agua, esto pudiera atribuirse a que cuando los genotipos se someten a condiciones de estrés en la fase vegetativa provocan una mayor traslocación de fotosintatos para el llenado de los granos. Al respecto, diferentes investigadores e instituciones científicas plantean 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 grano, logrando mayor peso y longitud de las panículas (18, 21).

Al observar las Figuras 1 y 2, la temperatura fue favorable para el desarrollo del ahijamiento encontrándose en un rango de 27 hasta 28°C en esta fenofase, coincidiendo esto con lo informado en otros estudios sobre la influencia del clima en las fenofases del cultivo del arroz (22).

En las figuras 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 sus componentes del rendimiento; no obstante, las precipitaciones acaecidas 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 1000 granos mostró diferencias significativas entre todos los genotipos evaluados en comparación con el testigo en producción J-104, destacándose la variedad Amistad-82 con los mayores pesos en ambos períodos de siembras

*Comportamiento agrícola e industrial.* Al analizar los resultados del rendimiento agrícola (Tabla III), se encontraron diferencias significativas, entre los genotipos en estudios y el testigo de producción J-104, destacándose el genotipo 8554 entre todos los estudiados con los más altos rendimientos agrícolas en ambos períodos de siembra, mostrando un rendimiento de 5.67 t.ha<sup>-1</sup> en el período poco lluvioso del 2006 y 4.94 t.ha<sup>-1</sup> en el período lluvioso del 2007.

En este sentido se señala que el rendimiento se establece en función de sus componentes, número de panículas, número de espiguillas por panículas, porcentajes de espiguillas llenas y peso de 1000 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 estas. Por ello para cada situación dada, debe examinarse las causas de la variación del rendimiento y sus componentes (1, 5, 6, 8). Los genotipos de menores rendimientos fueron la 8476 y 8555. En estudios realizados por otros investigadores 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 (5, 7, 17, 18).

Algunos investigadores informan que otro aspecto preocupante de la producción de arroz es el agotamiento del agua dulce, en particular en los sistemas de regadío, donde se cultivan tres cuartas partes de la producción de arroz. En parcelas experimentales se utilizan entre 1.100 y 1.200 litros de agua para producir un kilo de arroz. Pero en los sistemas reales, a menudo se utiliza una cantidad de agua mucho mayor (23). La necesidad de producir más arroz para más personas en menos tierras y con menos agua es un desafío para la ciencia y la tecnología, así como para las comunidades productoras de arroz.

Otros plantean que para variedades de ciclo corto el promedio anual es 120 hasta 130 días en el período poco lluvioso y para las de ciclo medio de 135 hasta 140 días después de la germinación (1, 8).

Al analizar el ciclo del cultivo se apreció que los genotipos estudiados presentaban ciclo corto, con la excepción de la variedad J-104 que en el período poco lluvioso se comportó como de ciclo medio.

**Tabla III. Comportamiento del rendimiento 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	
	Invierno 2006	Primavera 2007	Invierno 2006	Primavera 2007	Invierno 2006	Primavera 2007
8551	3.17 c	2.66 c	130	125	53	55
8552	4.47 b	3.61 b	125	123	52	53
8553	4.65 b	3.48 b	120	115	53	54
8554	5.67 a	4.94 a	130	121	54	53
8555	2.93 c	2.72 c	120	110	54	54
8476	2.43 c	2.45 c	115	112	53	53
8479	4.12 b	3.47 b	130	128	53	54
8480	4.28 b	3.96 b	130	128	55	56
Amistad - 82	4.64 b	4.37 b	125	110	57	55
J - 104 (T)	3.86 b	3.67 b	135	130	49	47
Reforma	3.55 b	3.43 b	130	105	55	54
X	4.00	3.00	126.00	119.00	53.00	53.00
ES	0.34*	0.31*	1.92	1.90	1.76	1.70

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

El rendimiento industrial (Tabla III), constituye una seria limitante para muchos genotipos, ya que una variedad es aceptada para su liberación cuando presenta un porcentaje de granos enteros por encima de 52 %. En este estudio no se observaron diferencias significativas en todo el material evaluado para las condiciones de bajos suministros de agua. Estos resultados son similares a los obtenidos para la variedad J-104 con un 49 % de granos enteros en condiciones de aniego permanente y un 47 % en condiciones de secano favorecido (5, 9).

En cuanto a la resistencia al acame (A), los genotipos evaluados presentaron resistencia, en ambos períodos de siembra (poco lluvioso 2006 y lluvioso 2007), mientras que la variedad Reforma mostró susceptibilidad (Tabla IV).

Al analizar la resistencia al desgrane (D), el genotipo 8476 y la variedad Reforma se mostraron susceptibles en ambos períodos de siembras. Las líneas 8554, 8480 y la variedad Amistad-82 fueron las únicas que mostraron resistencia para ambos períodos, sin embargo, la variedad J-104 se presentó resistente en el período poco lluvioso del 2006.

La Piriculariosis (Pg), es la enfermedad más importante que afecta al cultivo del arroz en el mundo, no todos los genotipos evaluados presentaron buen comportamiento ante la enfermedad en ambos períodos; sin embargo, el genotipo 8480 obtenido por cultivo somático mostró el mejor comportamiento para ambos períodos y en el período lluvioso solamente el genotipo 8554 obtenido por inducción de mutaciones fue el 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, resistentes a algunas razas del hongo, constituyendo patodermos verticales para el mejoramiento genético de este cultivo (9, 24).

Para el manchado del grano (M), se mostró (Tabla IV) una susceptibilidad general a esta patología para ambos períodos de siembra, con excepción de los genotipos 8554, 8480 y la variedad Reforma, lo que sugirió que las condiciones de estrés por sequía entre otras causas favorecieron el manchado del grano, lo cual puede estar dado por 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 lo obtenido por algunos autores quienes indicaron que el manchado del grano se debe más a un desorden nutricional que al efecto producido por el hongo (24)

En cuanto a *Sarocladium oryzae* (S), agente causal de la pudrición de la vaina los genotipos 8554, 8480 y la variedad Reforma 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).

Al analizar el ácaro (Ac), se pudo apreciar que todo el material empleado mostró una susceptibilidad en el periodo lluviosa, con excepción de la variedad Reforma que se comporto como resistente en ambas siembras. La siembra en el periodo lluvioso es donde casi siempre se crean las condiciones para la aparición de la plaga y esta variedad fue liberara en Taiwán como resistente al ácaro (1).

*Análisis de las condiciones climáticas.* 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 entre (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 (HR) por encima del 90 % (7, 22, 24).

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

No.	Genotipos	Campañas (frío, 2006 y primavera, 2007)															
		F A	P A	F D	P D	F Pg	P Pg	F M	P M	F S	P S	F Ac	P Ac	F B	P B		
1	8551	R	R	R	R	I	I	S	S	I	I	R	I	R	R		
2	8552	R	R	I	I	S	S	S	S	S	S	R	I	R	R		
3	8553	R	R	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-		
4	8554	MR	MR	R	R	I	R	R	R	R	R	R	I	R	R		
5	8555	R	R	I	I	S	S	I	I	S	S	S	S	R	R		
6	8476	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R		
7	8479	R	R	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R		
8	8480	MR	MR	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R		
9	Amistad-82	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-		
10	J-104 (T)	R	R	R	I	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R		
11	Reforma	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		

A: acame

D: aesgrane

S: *Sarocladium oryzae*

M: manchado

B: borer

Pg: *Pyricularia grisea*

AC: S. spinki

R: resistente

I: intermedia

MR: medianamente resistente

S: susceptible

F: Frío

## AGRADECIMIENTOS

**ELIZABETH REDACTAR UNA NOTA AL RESPECTO.** Guillermo Blanco y Martha González, Técnicos Medios

## REFERENCIAS

1. Cuba. MINAGRI. Instructivo Técnico del arroz, 2008, 500 p.
2. Evaluación de líneas de arroz obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras para condiciones de bajos suministros de agua. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. no. 3, p. 47-50.
3. Fischer, K. S. Research approaches for variable rainfall systems-thinking globally. Acting locally. Plant adaptation and crop improvement. Los Baños : IRRI, 1996. 623 p.
4. GAIA. Reunión de normas técnica del cultivo de arroz, 2010.
5. Alfonso, R. /et al./ . Resultados del mejoramiento de arroz para bajos insumos de agua y fertilizantes en Cuba 2007-2008. En: Arroz Encuentro Internacional de Arroz del Instituto de Investigación del Arroz. Memorias (4, 2008 jun. 2-6, La Habana), 2008. p. 105-107.
6. Suárez, E.; Hernández, J. L.; Puldón, Violeta y Alfonso, R. Política varietal y principales variedades para el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. En: Arroz Encuentro Internacional de Arroz del Instituto de Investigación del Arroz. Memorias (4, 2008 jun. 2-6, La Habana), 2008. p 104-105.
7. Cristo, E.; González, María C.; Pérez, Noraida y Cárdenas, Regla M. Evaluación de líneas de arroz obtenidas mediante el cultivo *in vitro* de anteras para condiciones de bajos suministros de agua. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, p. 47-50.
8. Cristo, E.; Díaz, Sandra H.; Shiraishi, M. y Dhanappla, M. P. Comparación entre características del crecimiento de las variedades de arroz con diferente origen. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 3, p. 5-9.
9. Pérez, Noraida; González, María C.; Castro, R. I.; Cárdenas, Regla M.; Díaz, Sandra H. y Cristo, Elizabeth. INCALP-11 e INCA LP-15: Nuevas variedades de arroz para las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 4, p. 67.
10. González, María C.; Cristo, Elizabeth y Pérez, Noraida. Gines: primer mutante de arroz obtenido a partir de la irradiación con protones. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 3, p. 59.
11. Pérez, Noraida; González, María C.; Castro, R. I. y Cárdenas, Regla M. Selección de progenitores resistentes a la piriculariosis para los programas de cruzamiento en arroz. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 3, p. 47-49.
12. Hernández, J. L.; Ginarte, A.; Gómez, P. J.; Suárez, E.; Alfonso, R.; Polanco, R.; Ávila, J. y Puldón, Violeta. Estado actual de la resistencia genética para estrés biótico y abiótico en la política varietal del cultivo del arroz en Cuba. IIA. En: Encuentro Internacional del Arroz: Memorias (5: 2011: jun. 6-10, La Habana), 2011, p. 3.
13. Hernández, A. J. y Ascario, J. M. La historia de la clasificación de los suelos de Cuba. Editorial "Félix Varela". La Habana, 2006, p. 41-42.
14. IRRI. Standard Evaluation System for rice. Fourth edition, 2002, p. 17-19.
15. Frensh, J. y Hsiao, T. H. Rapad response of the yield threshald and tugar regulation during adjustment of root growth to water stress in *Zea mays*. *Plant Physiol.*, 1995, no. 108, p. 303-712.
16. Boonjung, H. y Fukai, S. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. Growth during drought field. *Crop Res.*, 1996, vol. 48, p. 47-55.
17. Jerez, E. y Morales, D. Comportamiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a estrés hídrico. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 3, p. 33-35.
18. 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.
19. Sano, V. Inheritance of Physiological characters. Science of plant. En: Tokyo Food and Agriculture Policy Research Center, 1997, p. 344-469.
20. 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.
21. Tudela, D. y Tadeo, F. Respuestas y adaptación de las plantas al estrés. En: Fisiología y Bioquímica Vegetal, Interamericano, 1993, p. 537-553.
22. Cárdenas, Regla M.; Mesa, Sarah; Polón, R.; Pérez, Noraida, Cristo, Elizabeth; Fabrè, Leonila y Hernández, J. J. Relación entre la incidencia de Piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el Complejo Agroindustrial Arroceros Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, p. 14-18.
23. Camargo-Buitrago, Ismael; Martínez-Rodríguez, Luisa; Batista-Montero, Eric; Him-Him, Pedro; Quirós-Rodríguez, Eric; Name-Tuñón, Benjamín. Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* Lin.) bajo condiciones de secano y riego. Panamá, 2002-2003. *Agronomía Mesoamericana*, julio-diciembre, 2005, vol. 16, no. 002. Universidad de Costa Rica, p. 117-125.
24. Cárdenas, Regla M.; Pérez, Noraida, Cristo, Elizabeth y Fabrè, Leonila. Análisis comparativo del comportamiento de líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* Lin.) ante *Pyricularia grisea* en dos épocas. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 2, p. 45-50.
25. Echevarria, Anayza; Cruz, A.; Pérez, Noraida; Cárdenas, Regla M.; Rivero, Deyanira y Fabrè, Leonila. Respuesta de 18 líneas de arroz (*Oryza sativa* Lin.) ante la piriculariosis en la época poco lluviosa. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 2, p. 17-20.

Recibido: 10 de septiembre de 2010

Aceptado: 30 de agosto de 2011

### ¿Cómo citar?

Cristo, Elizabeth; González, María C.; Pérez León; Noraida de J.; Ventura Crescencia Bazaldúa, Elsa; Cárdenas, Regla M.; Echevarría Hernández, Anayza; Blanco, Guillermo y González, Martha . Efecto de bajos suministros de agua en el comportamiento agronómico e industrial de nuevos genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidos por diferentes métodos de mejora. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, p. 50-56. ISSN 1819-4087