

COMPORTAMIENTO DE UN GRUPO DE VARIEDADES CUBANAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN SUELOS AFECTADOS POR SALES

Elizabeth Cristo[✉], María C. González, Regla M. Cárdenas y Noraida Pérez

ABSTRACT. In areas of the “Blas Roca” farm belonging to “Los Palacios” rice agroindustrial enterprise, on a concretionary nodular Gley soil, in the poorly rainy period of 1998, the behavior of three rice varieties with certain degree of tolerance to the salinity was studied: INCA LP-7, INCA LP-8, INCA LP-9 and IACUBA-25 and the commercial variety in production J-104 as comparison control. The following quantitative characters were evaluated: final plant height, panicle length, full grains per panicle, panicles per m², cycle, agricultural and industrial yields, as well as the following qualitative characters: resistance to lodging, shattering, *Pyricularia grisea*, kernel spot to mite, observing differences among treatments. INCA LP-8 variety showed the best behavior, followed by INCA LP-7, this last one was selected by producers for its good behavior in front of the mite, to be extended under these conditions.

Key words: rice, *Oryza sativa*, varieties, salinity

RESUMEN. En áreas del establecimiento “Blas Roca” perteneciente al complejo agroindustrial arrocero “Los Palacios”, en un suelo Gley Nodular Concrecionario, se estudió, en el período poco lluvioso de 1998, el comportamiento de un grupo de variedades de arroz con cierto grado de tolerancia a la salinidad: INCA LP-7, INCA LP-8, INCA LP-9 e IACUBA-25 y en similar época del 2001 algunas de las variedades señaladas anteriormente, en ambos casos junto a la variedad comercial en producción J-104 como testigo de comparación. Se evaluaron los caracteres cuantitativos: altura final de las plantas, longitud de las panículas, granos llenos por panícula, panículas por metro cuadrado, ciclo y rendimientos agrícola e industrial, así como los caracteres cualitativos: la resistencia al acame, desgrane, *Pyricularia grisea*, manchado del grano y al ácaro, observándose diferencias entre los materiales empleados. La variedad INCA LP-8 mostró el mejor comportamiento, seguida de INCA LP-7; esta última por sus buenos resultados frente al ácaro fue seleccionada por los productores para su extensión.

Palabras clave: arroz, *Oryza sativa*, variedades, salinidad

INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos es uno de los factores edáficos que más estragos causa en la agricultura de muchos países, provocando disminución de los rendimientos en cultivos tan importantes como el arroz y la caña de azúcar (1). En el mundo existen 952 millones de hectáreas afectadas por sales. En Cuba, un millón de hectáreas son potencialmente salinas y 1 millón 100 mil hectáreas con tendencia a salinizarse, fenómeno que está estrechamente relacionado con la sequía y el sobrehumedecimiento de los suelos y sobre el cual podrían tener gran influencia los cambios climáticos (2, 3).

Al mismo tiempo, la salinización de los suelos tiene gran influencia en el deterioro del medio ambiente, sobre todo en agroecosistemas situados en llanuras aluvio-marinas, las cuales ocupan más del 15 % del territorio nacional (4).

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

✉ ecristo@inca.edu.cu

En tal sentido, diversos autores (5, 6, 7) sostienen que maximizar la tolerancia a la salinidad en especies cultivables es un componente importante en los sistemas integrados de cultivo en áreas afectadas por el estrés, y que a pesar de que esta temática ha sido objeto de múltiples investigaciones, particularmente en los últimos 30 años, los resultados que se tienen no cumplen con todas las expectativas y se tendrá que seguir trabajando en la mejora genética para dicho carácter.

El complejo agroindustrial arrocero “Los Palacios” cuenta con un fondo de tierra de 44 000 hectáreas, de ellas 6 300 salinas y 5 700 con tendencia a salinizarse, por lo que se hace necesario el desarrollo de programas de mejoramiento genético encaminados a la obtención de variedades tolerantes al estrés salino así como su introducción agrícola, con vistas a mejorar los rendimientos de tan preciado grano y recuperar además áreas altamente improductivas. Por todo lo antes expuesto, el presente trabajo estuvo encaminado a evaluar el comportamiento de un grupo de variedades de arroz en áreas de producción que presentaban problema de salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el período poco lluvioso de 1998, en áreas del establecimiento "Blas Roca" perteneciente al complejo agroindustrial arrocero "Los Palacios", en un suelo Gley Nodular Concrecionario (8), se estudió el comportamiento de un grupo de variedades de arroz con cierto grado de tolerancia a la salinidad (Tabla I).

Tabla I. Variedades estudiadas y su procedencia

Variedades	Progenitores	Procedencia
INCA LP-7	Somaclón A- 82	INCA (CUBA)
INCA LP-8	Somaclón A- 82	INCA (CUBA)
INCA LP-9	Somaclón A- 82	INCA (CUBA)
IACUBA-25	Somaclón A- 82	IIA (CUBA)
J-104 (T)	IR- 480-5-9-2/IR-930-16-1	IIA (CUBA)

Se tomaron muestras de suelo a la profundidad de 0–20 cm mediante el método diagonal; se utilizó la metodología de determinación de sales solubles totales (%) por medio de la relación 1:5 (9).

La siembra se realizó en franjas de 0.3 ha en seco a chorrillo, con una densidad de 120 kg de semilla .ha⁻¹ para cada una de las variedades; las atenciones culturales se efectuaron según el Instructivo técnico del cultivo del arroz (10). En similar época pero del 2001, fueron sembradas dos de estas variedades junto con la variedad comercial J-104 como testigo, en esta misma localidad, en parcelas de 4 x 4 m², para evaluar el grado de resistencia al estrés salino y su comportamiento frente a las diferentes plagas fundamentalmente al ácaro blanco; el suelo presentó tenores salinos que oscilaban entre 3 000-4 000 ppm, utilizando la misma metodología citada anteriormente.

Se utilizó el Sistema de evaluación estándar para el arroz (11), evaluándose tanto caracteres cualitativos como cuantitativos, los que se relacionan a continuación:

- ★ altura final de la planta (en 50 plantas tomadas al azar)
- ★ acamado
- ★ desgrane
- ★ resistencia al ácaro (*Steneotarsonemus spinki*)
- ★ manchado del grano
- ★ resistencia a *Pyricularia grisea* en hoja y en el cuello de la panícula
- ★ longitud de la panícula (20 panículas tomadas al azar)
- ★ granos llenos por panícula (en 50 panículas centrales tomadas al azar)
- ★ ciclo (50 % de floración)
- ★ panículas por metro cuadrado (en marcos de 0.25 m²)
- ★ rendimiento (t.ha⁻¹ y al 14 % de humedad del grano en muestra de 1 m²)
- ★ rendimiento industrial (porcentaje de granos enteros en una muestra de 1 kg)

Los datos se procesaron estadísticamente mediante la prueba T Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos (Tabla II), se pudo apreciar que la altura de las plantas no presentó diferencias significativas, destacándose la mayor altura en la variedad INCA LP-8 en suelos que presentaron tenores salinos que fluctuaron entre 2 500 hasta 3 000 ppm; teniendo en cuenta los resultados obtenidos (12, 13) en condiciones no salinas, se puede apreciar que la altura de las plantas no presentó afectaciones con el estrés salino en las diferentes variedades. Para la longitud de la panícula, la variedad INCA LP-8 presentó los valores más altos en relación con el resto de las variedades. El ciclo tuvo un comportamiento normal según la clasificación de las variedades de arroz en ciclos corto y medio. Este carácter está generalmente comprendido dentro de un rango de 100 a 155 días, los cuales se clasifican en ciclo corto de 100 hasta 130 y de 135 hasta 155 en medio (14).

Tabla II. Comportamiento de las variedades en cuanto a la altura final, longitud de la panícula, el ciclo y la resistencia

Variedades	Altura final (cm)	Longitud de la panícula (cm)	Ciclo (días)	Resistencia				
				A	D	Pg	M	AC
INCA LP-7	106.5	23.0	140	R	I	I	R	R
INCA LP-8	110.5	24.0	128	R	R	I	I	I
INCA LP-9	106.1	22.9	115	R	I	I	R	I
IACUBA-25	98.0	20.2	108	R	I	I	S	S
J-104 (T)	100.7	21.8	140	R	R	S	S	S

A: Acame D: Desgrane Pg: *Pyricularia grisea*
M: Manchado AC: Acaro (*Steneotarsonemus spinki*)

En cuanto a la resistencia al acame, todas las variedades se mostraron como resistentes, siendo importante destacar que este carácter está asociado a una serie de factores, como son: la naturaleza y extensión del sistema radical, el tamaño del tallo, el espesor de la pared del tallo, la resistencia y el espesor de la vaina, el tamaño de los entrenudos y la altura de la planta (15).

Teniendo en cuenta el desgrane, las variedades INCA LP-7, INCA LP-9 e IAC-25 fueron intermedias y la INCA LP-8 y el testigo comercial J-104 resistentes, no apreciándose susceptibilidad para este carácter en ningún caso, siendo este uno de los factores que causa pérdidas considerables en la producción de este cereal (15).

El desarrollo de variedades resistentes es el método más económico y efectivo para el control de la piriculariosis; sin embargo, la resistencia ha sido de poca duración, debido al surgimiento de nuevos patotipos del hongo compatibles con los genes de resistencia (16). En este sentido, las variedades INCA LP-7, INCA LP-8, INCA LP-9 e IAC-25 presentaron un comportamiento intermedio a la enfermedad evaluada en época óptima para el desarrollo del patógeno, mientras que la variedad comercial J-104 resultó ser susceptible a este, lo que indica que estas variedades presentan una mejor tolerancia a la enfermedad, pues combinan bajos niveles de infec-

ción con rendimientos agrónomicamente aceptables para estas condiciones de estrés. Resultados similares fueron obtenidos al evaluar el comportamiento de estas variedades frente al añublo del arroz en camas de *Piricularia* en la Granja Caribe en *Hot Spot* (16).

Se apreció además que las variedades INCA LP-7 e INCA LP-9 presentaron resistencia al manchado del grano, lo cual avala su introducción en la producción, por presentar esta característica tan deseable que influye directamente en la apariencia del grano de arroz (10).

Sobresalió por la resistencia al ácaro (*Steneotarsonemus spinki*) la variedad INCA LP-7; en la actualidad esta es una de las plagas que más daño está ocasionando al cultivo del arroz, una de estas causas entre otras pudo deberse a los altos contenidos de fenoles que presenta esta variedad, ya que existen evidencias de que uno de los posibles mecanismos de resistencia o evasión de las plantas a los insectos y ácaros pudiera ser la presencia de compuestos de este tipo, que hacen a la planta poco atractiva para ser usada en su alimentación (17, 18).

En la Tabla III se aprecia que en las panículas por metro cuadrado hubo diferencias significativas entre las variedades y a su vez con el testigo comercial J-104, obteniéndose un mejor comportamiento en las variedades INCA LP-7 e INCA LP-9; sin embargo, los granos llenos por panícula presentaron afectaciones en la variedad comercial J-104, lo que pudo estar provocado por los daños que producen las sales y la piriculariosis al arroz durante la fase reproductiva (paniculación) y que puede producir vaneamiento. Resultados similares demostraron que la salinidad provoca daños en la polinización de la flor, induciendo esterilidad en las flores de este cereal (19, 20).

Tabla III. Comportamiento de los componentes y el rendimiento agrícola e industrial en las variedades estudiadas en 0.3 hectárea

Variedades	Panículas.m ²	Granos llenos/panícula	Rendimiento	
			Agrícola (t.ha ⁻¹)	Industrial (% enteros)
INCA LP-7	370.66 a	71 a	5.69 a	52.0 b
INCA LP-8	348.66 b	90 a	5.73 a	55.0 a
INCA LP-9	376.33 a	85 a	5.00 b	54.0 a
IACUBA-25	353.33 b	87 a	5.23 b	52.0 b
J-104 (T)	340.0 c	54 b	4.53 c	47.0 c

Medias con letras en común no difieren significativamente

En cuanto al rendimiento agrícola, se observa (Tabla III) que las variedades INCA LP-8 e INCA LP-7 mostraron diferencias significativas con el resto de las variedades, obteniendo los rendimientos más altos (1.2 y 1.1 toneladas, respectivamente) que el cultivar testigo en producción J-104, lo que puede estar relacionado con el mecanismo que explica la capacidad de las especies vegetales para tolerar el estrés por sales, como es el caso del ajuste osmótico. Se plantea que las plantas al crecer en condiciones de salinidad pueden disminuir su potencial osmótico interno para compensar el potencial osmótico

externo y mantener la capacidad enzimática y el transporte por el floema y, de esta manera, evitar la deshidratación y la muerte (5, 21). Resultados similares a estos fueron obtenidos al estudiar la resistencia a la salinidad y la sequía de diferentes variedades en condiciones controladas (1, 20, 22).

Para el rendimiento industrial se pudo apreciar que las variedades estudiadas tuvieron un mejor porcentaje de granos enteros que la variedad testigo J-104, destacándose las variedades INCA LP-8 e INCA LP-9, siendo este carácter uno de los requisitos básicos para el éxito de una variedad, lo que pudiera estar determinado por la humedad de los granos en el momento de la cosecha, así como por las variaciones de temperatura que se presentan en esta época, factores importantes a tener en consideración para alcanzar altos porcentajes de granos enteros. Se plantea que la velocidad de pérdida de agua en la temporada seca (época de frío) es mejor que en la húmeda (primavera), lo que se explica por el comportamiento de la humedad relativa del ambiente y se concluye que el contenido de humedad del grano (en las variedades en estudio) varía con la temperatura y los campos de la concentración de agua en el aire, cuestiones importantes a considerar para determinar el momento adecuado de la cosecha y para una mejor calidad industrial (23).

Con los resultados obtenidos anteriormente por el excelente comportamiento que presentó la variedad INCA LP-7, en cuanto al comportamiento frente al ácaro, con altos rendimientos para estas condiciones de estrés, fue seleccionada esta variedad para sembrarla en el 2001 en grandes extensiones en esta misma localidad, con el fin de compararla con la variedad IACUBA-25, que fue liberada para la producción arrocería nacional como resistente a la salinidad y el cultivar comercial J-104 como testigo de comparación.

Por los resultados obtenidos (Tabla IV) se destaca la variedad INCA LP-7 con los mayores rendimientos; al compararla con el resto de los materiales evaluados para estas condiciones salinas, al parecer se encuentran presentes, en este cultivar, genes de resistencia para condiciones adversas. Resultados similares han sido obtenidos (1, 18).

Tabla IV. Comportamiento de las variedades en extensión en el 2001

Variedades	Area sembrada (ha)	Rendimiento		Resistencia				
		Agrícola (t.ha ⁻¹)	Industrial (% enteros)	A	D	Pg	M	AC
INCA LP-7	6.71	4.00 a	51 a	R	I	I	R	R
IACUBA-25	17.44	3.39 b	51 a	R	I	S	S	S
J-104 (T)	6.71	2.54 c	47 b	R	R	S	S	S

A: Acame D: Desgrane Pg: *Piricularia grisea*
M: Manchado AC: Acaro

Respecto al rendimiento industrial, las variedades INCA LP-7 e IACUBA-25 tuvieron similar comportamiento en el porcentaje de granos enteros y superior al testigo de producción J-104; diversos investigadores coinciden

en plantear que estos genotipos de arroz presentan como características fundamentales su tolerancia a la salinidad combinada con el alto potencial de rendimiento agrícola e industrial (1, 24).

En cuanto al manchado del grano y al ácaro, la variedad INCA LP-7 se comportó resistente con respecto al resto de las variedades. Resultados similares fueron obtenidos en la evaluación de una nueva variedad de arroz para condiciones de salinidad (24).

De manera general, las variedades INCA LP-8 e INCA LP-7 presentaron los mejores rendimientos agrícolas e industriales en estas condiciones de estrés abiótico; las variedades INCA LP-9 e IACUBA-25, aunque en menor grado, también superan al testigo de producción en el rendimiento agrícola y el porcentaje de granos enteros, y todas pueden ser propuestas para generalizar en la producción arrocería de la costa sur de Pinar del Río y el resto del país que presenten suelos afectados por sales.

REFERENCIAS

- González, M. C. Determinación de posibles marcadores morfológicos para la selección temprana de genotipos de arroz tolerantes a la salinidad. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 3, p. 87-90.
- González, L. M. /et al./ Integrated management of salt-affected soils in Cuba. En: Proceeding of the international workshop on management of problem and degraded soils (2001: May. 7-11:Valencia). 2001. p. 11-22.
- González, L. M. Extent, cause and management of salt-affected soils in Cuba. FAO. *Newsletter on sustainable productive use of salt affected habitats*, 2000, vol. 4, p. 8-11.
- Ortega, F. Las causas de la salinidad de los suelos de Cuba. *Cien. Agric.*, 1986, vol. 27, p. 126-136.
- Gómez-Cadena, A. /et al./ Alteraciones en la fisiología de los cítricos inducidas por salinidad. *Levante Agrícola*, 2001, vol. 356, p. 187-193.
- Amor, F. M.; Martínez, V. y Cerda, A. Optimización del manejo de agua salinas en el cultivo del tomate en invernaderos. *Agrícola Vergel*, 2001, vol. 239, p. 588-592.
- López, R. Selección y evaluación de combinaciones rizobio-leguminosa pratense en suelos afectados por salinidad [Tesis de grado], Universidad de Gramma, 2001. 100 p.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64 p.
- Navarro, N.; Almogueva, S. y Pedroso, A. Características químicas de los suelos dedicados al cultivo del arroz. *Ciencia Agricultura*, 1999, vol. 40, p. 93-100.
- CUBA. MINAGRI. Instructivo técnico del arroz, 1999.
- IRRI. Standard evaluation system for rice. INGER. Genetic resources center. Philippines, 1996. 18 p.
- Cristo, E.; González, M. C. y Pérez, N. Evaluation of rice (*Oryza sativa* L.) hybrids and varieties. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 4, p. 51-53.
- González, M. C.; Cristo, E. y Pérez, N. LP-7, nueva variedad de arroz para suelos afectados por la salinidad. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 3, no. 4, p. 89.
- Aguilar, M. P. Cultivo del arroz en el sur de España. Centro de Investigación y Formación Agraria "Las Torres"-Tomejil (Sevilla), 2001. 189. p.
- Ballesteros-Murillo, R. Mejora del arroz: Criterios y organización: En cultivo del arroz en clima mediterráneo. Madrid: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 1997. 468 p.
- Cárdenas, R. M.; Cordero, V.; Pérez, N.; Cristo, E. y Gell, I. Utilización de una nueva metodología para la evaluación de arroz (*Oryza sativa* L.) ante la infección producida por el hongo *Pyricularia grisea*. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 1, p. 63-66.
- Cuba. Minagri. Anexos al instructivo técnico del arroz. IIA, La Habana, 2001, 24 p.
- Cristo, E. Obtención de nuevas líneas y variedades de arroz para condiciones de salinidad. Informe Final del Proyecto 0121, 2004, 55 p.
- Maas, E. V.; Lesch, S. M.; Francois, L. E. y Grieve, C. M. Contribution of individual culms to yield of salt-stressed wheat. *Crop Sci.*, 1996, vol. 36, p. 142-149.
- Stephen, R. G.; Linghe, Z.; Shannon, M. C. y Roberts, R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *California Agriculture*, 2002, vol. 56, no. 5, p. 189-195.
- Irekti, A.; Drevon, T. J. y Jaillad, B. Salt effect on the symbiotic nitrogen fixation of bean. Relation with nodule conductance to oxygen diffusion. En: Mediterranean Conference of Rhyzobiology (2000: jul. 9 - 13: Montpellier), 2000, p. 27-32.
- Rudnikas, R. J. La salinidad como factor limitante a los rendimientos arroceros y recomendaciones para el uso agrícola de los suelos afectados. [Tesis de grado]; INCA. 1997.
- Castillo, D.; Duffay, I. H. y Galano, R. Desadsorción hídrica del grano de arroz. I. Pérdida de agua desde su formación hasta la humedad de equilibrio. Libro Resúmenes I Encuentro Internacional del Arroz, 1998.
- González, M. C.; Cristo, E.; Pérez, N. y Delgado, P. INCA LP-7, nueva variedad de arroz para suelos afectados por sales. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 3, p. 89.

Recibido: 8 de septiembre de 2003

Aceptado: 2 de abril de 2004