

Comunicación corta

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN EL ESTADO JUVENIL DE TRES NUEVAS LÍNEAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) UTILIZANDO MARCADORES MORFOAGRONÓMICOS

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

ABSTRACT. The behavior of new rice lines 8610, 8736 and 8734 was studied at the Laboratory of Genetics from the Rice Research Station as well as the varieties Pokkali and Amistad-82 (control), tolerant and susceptible respectively to salinity at different saline concentrations (0.4, 0.7, 1.0 %) and a control with distilled water. Germination percentage, plant height and root system length were evaluated, showing a different genotype behavior under several saline tenors. The lines 8736 and 8734 showed a better behavior, at the three parameters analyzed for this stress, in comparison to tolerant control. With the increasing saline concentrations, the first stages of plant growth were affected.

Key words: rice, *Oryza sativa*, agronomic characteristics, osmotic stress, salt tolerance

RESUMEN. En el Laboratorio de Genética de la Estación Experimental del Arroz, se estudió el comportamiento de las nuevas líneas de arroz 8610, 8736, 8734, así como las variedades Pokkali y Amistad-82 (testigos) tolerante y susceptible respectivamente a la salinidad a diferentes concentraciones salinas (0.4, 0.7, 1.0 %) y un control con agua destilada. Se evaluaron el porcentaje de germinación, la altura de las plantas y longitud del sistema radical, mostrándose un comportamiento diferenciado en los genotipos bajo diferentes tenores salinos. Las líneas 8736 y 8734 mostraron mejor comportamiento en los tres indicadores analizados para este tipo de estrés, en comparación al testigo tolerante. Con el aumento de las concentraciones salinas, se afectaron los primeros estadios de crecimiento de las plantas.

Palabras clave: arroz, *Oryza sativa*, características agronómicas, estrés osmótico, tolerancia a la sal

INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos se ha convertido en un grave problema para la agricultura mundial, que afecta entre un 40-50 % de toda el área agrícola del planeta y su extensión crece anualmente a razón de 3 ha.min⁻¹ (1).

En Cuba el 14 % de la superficie útil se encuentra afectada e involucra la mayoría de las áreas que se dedican a la producción para la alimentación humana y animal, causando disminución en los rendimientos de cultivos tan importantes como la caña de azúcar, los pastos y el arroz (2).

Tal situación ha motivado que los trabajos encaminados a la recuperación y el manejo de estos suelos se hayan intensificado en los últimos años (3 y 4) y se desarrollan programas de mejoramiento genético encaminados a la obtención de variedades tolerantes al estrés salino, con el propósito de elevar los rendimientos y recuperar, además, áreas altamente improductivas.

Para el desarrollo de este tipo de programa de mejoramiento, resulta indispensable la detección de marcadores que puedan ser utilizados para identificar los genotipos tolerantes en estadios de desarrollo tempranos. Estudios realizados con el cultivo del arroz han sugerido la posibilidad de utilizar algunos indicadores simples, como el porcentaje de germinación y crecimiento temprano para la tolerancia de los materiales obtenidos para este estrés ambiental (5, 6, 7).

Por lo expresado anteriormente, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de tres nuevas líneas de arroz, frente al estrés salino, utilizando marcadores morfoagronómicos para la selección temprana de genotipos promisorios.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en marzo de 1999, en las condiciones controladas del Laboratorio de Genética de la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", para lo cual en cada cápsula Petri se colocaron en papel de filtro humedecido con soluciones salinas (0.4, 0.7 y 1.0 %), 100 semillas de las nuevas líneas de arroz 8610, 8736, 8734, así como las variedades Pokkali y Amistad-82 (testigos) tolerante y susceptible respectivamente a la salinidad, así como un control con agua destilada (Tabla I).

Elizabeth Cristo, Investigadora; Ms.C. Regla M. Cárdenas, Investigador Agregado y Noraida Pérez, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental de 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.

✉ lospalacios@inca.edu.cu

Tabla I. Genotipos y su procedencia

No	Genotipos	Progenitores	Procedencia
1	Pokkali	-	Sri Lanka
2	8610	LP-7/Desconocidas (L. Isog.)	Cuba
3	8736	Amistad-82/J-112	Cuba
4	8734	Amistad- 82/C ₄ 153 (L. Isog.)	Cuba
5	Amistad-82	Ecia 24-107-1-1	Cuba

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y los datos fueron procesados mediante el análisis de varianza bifactorial; las medias obtenidas se docimaron por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad de error.

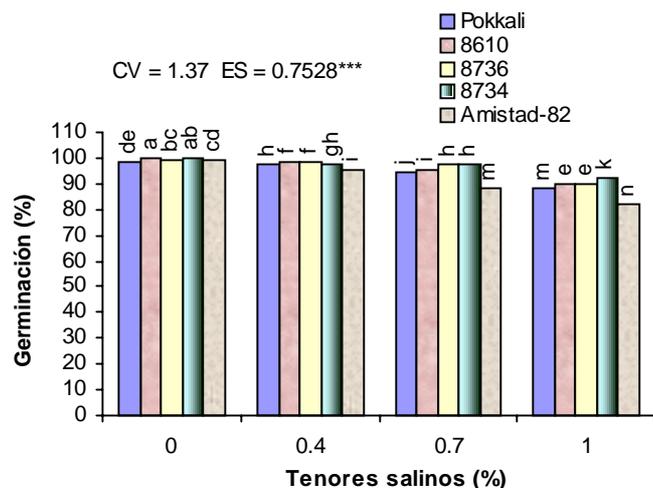
Se evaluó a los siete días el número de semillas germinadas, determinándose el porcentaje de germinación y al cabo de los 15 días se transfirieron 10 plántulas de cada variante a placas Petri con las mismas concentraciones salinas empleadas en la germinación.

Los materiales se mantuvieron durante todo el estudio en cámara climatizada con temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ y un fotoperíodo de 16 horas luz y ocho de oscuridad, todo controlado artificialmente.

A los 30 días se evaluaron la altura de las plántulas y la longitud del sistema radical (cm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

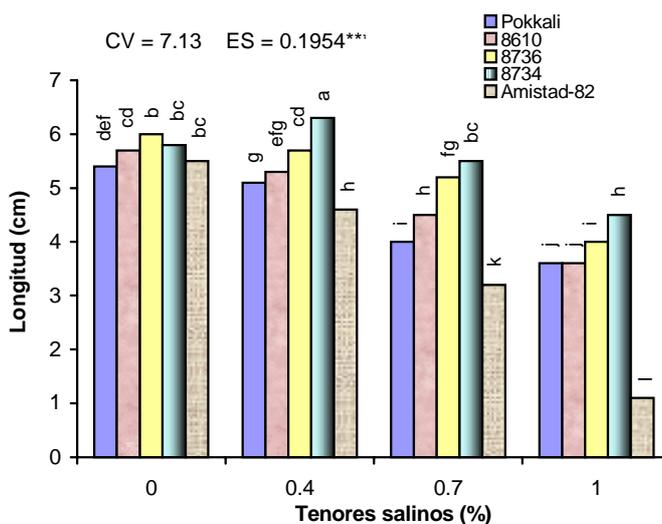
Al analizar los resultados obtenidos para la germinación de las semillas con los diferentes tenores salinos empleados (Figura 1), a pesar de que se observaron diferencias significativas entre los tratamientos empleados, hay una reducción en los porcentajes de germinación en todos los genotipos evaluados a medida que aumentaron los niveles de salinidad, las cuales no son drásticas, ya que en la variedad susceptible dicha disminución se encuentra por encima del 85 %, mientras que para las líneas 8610, 8736, 8734 y la variedad Pokkali al 90 % de germinación, pudiendo catalogarse como buenas en estas condiciones de estrés abiótico.

**Figura 1. Comportamiento de la germinación frente a diferentes tenores salinos**

En sentido general, con el incremento de las concentraciones salinas hubo disminución en la germinación, lo cual pudo deberse a las dificultades de imbibición que presentan las semillas en condiciones de alta salinidad. Diversos autores coinciden en señalar que la germinación se afecta con el incremento del contenido de sales en el sustrato y que los daños a esta se atribuyen a desajustes metabólicos y a la inhibición de la actividad de alguna enzima encargada de movilizar las sustancias de reserva para la realización de dicho proceso (2, 8, 9).

Al respecto algunos investigadores demostraron que la composición del medio, particularmente el contenido de solutos, afecta el proceso de imbibición de la semilla y cuando el potencial osmótico aumenta, disminuye la absorción del agua y los iones específicos como el Na y Mg son capaces de afectar aún más el proceso de germinación de la semilla (6, 10, 11, 12, 13).

Al valorar el crecimiento del sistema radical, se aprecian diferencias altamente significativas entre los genotipos (Figura 2). La variedad Pokkali y la línea 8610 se vieron afectadas en su sistema radical a partir de una concentración salina de 0.4 % y para las líneas 8736 y 8734 su disminución fue de 0.7 % de sal, mientras que la variedad susceptible fue la de mayor reducción en su desarrollo radical con el incremento de las concentraciones salinas en comparación al control con agua destilada.

**Figura 2. Comportamiento de la longitud del sistema radical frente a diferentes tenores salinos**

La línea 8734 es la de menos reducción y en la concentración de 0.4 % incrementó la longitud de la raíz; resultados similares fueron encontrados en la obtención de algunos somaclones de arroz con cierto grado de tolerancia a la salinidad (6).

En estudios realizados por otros autores en diferentes variedades de arroz, se ha señalado que el sistema radical de las plantas se afecta severamente a medida que se incrementan las concentraciones salinas, siendo uno de los indicadores que más aporta a la tolerancia (7).

En cuanto a la altura de las plantas (Figura 3), no se encontraron diferencias significativas hasta concentraciones de 0.7 % en los diferentes genotipos, mostrándose una disminución en la variedad Amistad-82 a partir de 0.7 % de sal, mientras que en el 1 % ocurre la mayor afectación en la altura, siendo la línea 8736 la menos afectada, mostrando un comportamiento aceptable de este carácter, ya que presenta un crecimiento más acelerado que el resto de las líneas y las variedades testigos. Las líneas no difieren del testigo tolerante en las diferentes concentraciones, lo que pudo ser atribuido entre otras causas a que a medida que aumentan las concentraciones salinas se ve afectada la altura de las plantas; esto corrobora los resultados presentados por diversos autores, quienes indicaron que la Pokkali muestra un rápido crecimiento vegetativo en concentraciones salinas, lo que provoca un efecto de dilución de sales en los tejidos y se considera una de las causas de su tolerancia (14).

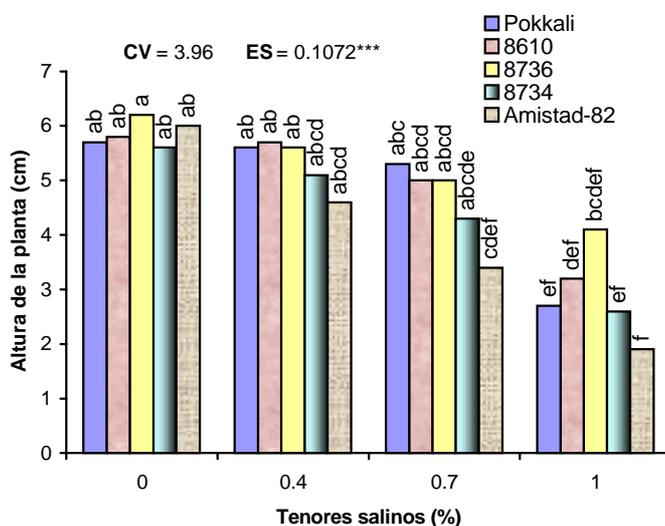


Figura 3. Comportamiento de la altura de la planta frente a diferentes tenores salinos

Además, se plantea que las altas concentraciones salinas provocan una reducción sustancial del crecimiento, tanto por el efecto del estrés osmótico como por el desbalance de iones específicos y efectos tóxicos ocasionados por la excesiva acumulación de iones (6).

Este resultado se corroboró con el montaje en otras dos ocasiones de dicho ensayo, obteniéndose en los tres casos similares conclusiones.

Podemos concluir que el rápido crecimiento de las plántulas en condiciones salinas, constituyó un carácter tan importante como la germinación, ya que garantiza la uniformidad y supervivencia de la plantación. Los tenores salinos estudiados permitieron discriminar genotipos por su resistencia a la salinidad; las líneas obtenidas superan en todos los caracteres evaluados al progenitor y testigo susceptible Amistad-82 hasta 0.7 % de sal. Además, se recomienda probar otros genotipos de arroz con los mismos tenores salinos y continuar incrementando los *screening* para encontrar variedades tolerantes a este tipo de estrés.

REFERENCIAS

- González, L. M.; Zamora, A. y Céspedes, N. Análisis de la tolerancia a la salinidad en variedades de *Vigna unguiculata* (L) sobre la base de caracteres agronómicos, la acumulación de iones y el contenido de proteína. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no 1, p. 47 - 52.
- González L. M. Uso de la radioinducción de mutaciones en la obtención de genotipos de arroz tolerantes a la salinidad [Tesis de Doctorado]. Bayamo. IIA «Jorge Dimitrov», 1996.
- López, R.; Ramírez, R. y González, L. M. Efecto de la salinidad sobre la fijación de nitrógeno en *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes*, 1998, vol. 21, p. 351-354.
- González L. M., Ramírez, M.; Ramírez, R. y López, R. Variabilidad intervarietal del tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) durante la germinación y el crecimiento de las plántulas en condiciones salinas. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no 1, p. 47-50.
- Reddy, P. J. y Vaidyamath, K. Note on the salt tolerance of some rice varieties of Andhra Pradesh during germination and early seedling growth. *Indian Journal of Agricultural Science*, 1982, vol. 28, no 1, p. 88-91.
- González, M. C. y García, A. Detección 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.
- García, A. y González, M. C. Marcador morfológico para la selección temprana de variedades de arroz tolerantes a la sequía. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no 2, p. 47-50.
- Torres, W. y Echevarría, I. Germinación y crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) en diferentes concentraciones de NaCl en el medio. *Cultivos Tropicales*, 1994, vol. 15, no 2, p. 44 - 47.
- Sadhana-Katiyar, R.; Dubey, S. y Kateijar, S. Behaviour of malate, Isocitrate and glucose-6 phosphate dehydrogenase in rice germination in relation to salt tolerance. *Tropical Sciences*, 1994, vol. 34, no 2, p. 231-240.
- Chartzoulakis, K. S. y Loupassaki, M. H. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural Water Management*, 1997, vol. 32, p. 215-225.
- Camejo, D. y Torres, W. La salinidad y su efecto en los estadios iniciales del desarrollo de dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no 2, p. 23-26.
- González, L. M. y Ramírez, R. Respuesta de *Teramnus labialis* a diferentes niveles de salinidad durante su germinación y crecimiento. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no 3, p. 17-19.
- Torres, W. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a diferentes temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no 1, p. 16-9.
- Yeo, A. R. Mechanisms of salinity resistance anther role as physiological criteria in plant breeding. /A. R. Yeo, T. J. Flowers- En: Salinity tolerance in plants strategies for crop improvement. New York: John Wiley & Sons, p. 151-169, 1984.

Recibido: 4 de abril del 2001

Aceptado: 5 de septiembre del 2001