

Generación y valoración de líneas tolerantes a la salinidad

M. M. Català¹, C. Domingo², N. Tomàs¹, E. Pla¹

¹IRTA Amposta; ²IVIA, Departamento de genómica.

Resumen: La salinidad es un problema creciente en la agricultura que afecta a muchos cultivos disminuyendo el rendimiento de las cosechas. Para tratar esta problemática en el cultivo del arroz, el IRTA de Amposta y el IVIA en el 2011 iniciaron un proyecto de 3 años. El objetivo fue caracterizar molecularmente, fisiológicamente y agronómicamente una colección de variedades mutantes de arroz obtenidas a partir del Bahía mediante irradiación y preseleccionadas previamente en base a la mayor tolerancia a elevadas concentraciones de sal en cultivo hidropónico.

El ensayo de valoración agronómica se realizó en el delta del Ebro, en dos localizaciones con niveles de salinidad de 5,31 dS/m (zona no salina) y de 53,60 dS/m (zona salina). El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones y se testaron 6 variedades mutantes del Bahía comparadas con el propio Bahía. Durante todo el cultivo se evaluó el desarrollo agronómico de cada una de las variedades.

En general, las condiciones de salinidad extrema afectaron de forma negativa al vigor de las plantas, a la altura, a la densidad de panículas, al número de panículas y en consecuencia a la producción, con una disminución en este último parámetro del 30%. De todas las variedades mutantes testadas, destacó la M5 por presentar los mejores resultados de desarrollo agronómico en condiciones salinas, obteniendo el valor máximo de densidad de panículas y de producción.

Introducción

La salinidad es un problema creciente en la agricultura que afecta a muchos cultivos disminuyendo el rendimiento de las cosechas. El conocimiento de los mecanismos de respuesta y la adaptación de las plantas a concentraciones altas de sal, así como la generación de nuevas variedades tolerantes, constituyen vías para la superación de esta adversidad.

La capacidad de la planta del arroz de sobrevivir en condiciones de inundación favorece su cultivo en tierras saladas. Aproximadamente un 30% del delta del Ebro tiene suelos con conductividad eléctrica superior a 7 dS/m y cerca del 90% superior a 4 dS/m.

El año 2011 el IRTA Amposta y el IVIA iniciaron un proyecto INIA de 3 años que trata esta problemática en el cultivo del arroz.

El objetivo es caracterizar molecularmente, fisiológicamente y agronómicamente una colección de variedades mutantes de arroz obtenidas a partir del Bahía mediante irradiación y preseleccionadas previamente en base a la mayor tolerancia a elevadas concentraciones de sal en cultivo hidropónico.

Material y métodos

El ensayo de valoración agronómica se ubicó en dos parcelas del delta del Ebro (imagen 1) que presentaban niveles de salinidad distintos: en un campo del IRTA, en Amposta con un nivel de salinidad de 5,31 dS/m (extracto de saturación) (en adelante IRTA), y en un campo próximo a la playa de la Marquesa con un nivel de salinidad de 53,60 dS/m (extracto de

saturación) (en adelante Marquesa). Se evaluaron un total de 6 variedades mutantes del Bahía y el propio Bahía como variedad de referencia. El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Cada variedad se sembró en parcelas independientes de 1 m² cada una.

Desde la inundación de las parcelas hasta la maduración de las plantas se determinó semanalmente la conductividad eléctrica (CE) del agua y del suelo de cada localización mediante el conductímetro Field Scout. Durante todo el cultivo se realizaron distintas valoraciones agronómicas en cada una de las parcelas. Entre ellas destacamos la densidad de planta, el vigor de la nascencia, la altura de la planta, la producción y los componentes del rendimiento.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SAS 9.2., aplicando el procedimiento ANOVA y la separación de medias mediante el test de Duncan. Para cada gráfico presentado, se muestran las letras que indican diferencias significativas al 5%.

Resultados y discusión

La salinidad del suelo medida “in situ” en la localización salina (Marquesa) es claramente superior a la del IRTA. En cambio, la CE del agua es similar en las dos localizaciones y presenta valores bajos. La causa de las fluctuaciones que se observan en los valores de la salinidad del suelo en la Marquesa son debidos al manejo del agua: la salinidad del suelo es inversamente proporcional a la altura de la lámina de agua de la parcela (gráfico 1). En las dos localizaciones se observa que la inundación de las parcelas mediante agua que presenta una CE entre 1,1 i 1,4 dS/m, disminuye la concentración de sales en el suelo y permite el cultivo del arroz (gráfico 2). A pesar de esta dilución de las sales y la posibilidad de cultivar arroz, las condiciones que nos encontramos en la localización Marquesa son de extrema salinidad.

El establecimiento de las plántulas durante la fase de nascencia ha sido elevado, y similar en las dos localizaciones. Por lo tanto, no se observa un efecto negativo de la salinidad en la densidad de plantas, ya que en algunas variedades, el número de plantas/m² ha sido superior en la localización salina (Marquesa) que en la no salina (IRTA) (gráfico 3). En cambio, las plantas cultivadas en condiciones salinas se han mostrado más débiles y con menos vigor en la nascencia. Entre las variedades no se han establecido diferencias significativas en ninguna de las dos localizaciones (gráfico 4).

Según el gráfico 5, la salinidad del suelo sí que ha afectado a la altura de las plantas, ya que todas las variedades cultivadas en el IRTA presentan una altura superior a las cultivadas en la Marquesa. La variedad M5 presenta un tallo significativamente menor que el resto de variedades mutantes, de tallo alto similar al Bahía. Esta menor altura ha evitado los problemas de encamado, que se observaron en el resto de variedades.

Los componentes del rendimiento que se han visto afectados por la salinidad son la densidad de panículas y el número de granos por panícula, ya que se observó una disminución de estos parámetros en las variedades cultivadas en la Marquesa en relación a las cultivadas en el IRTA. En cambio, el peso de 1000 granos y el porcentaje de granos llenos no han disminuido por el efecto de la salinidad (gráfico 6 y tabla 1). De todas las variedades ensayadas, la variedad M5 ha presentado los resultados más óptimos de desarrollo agronómico en condiciones salinas, obteniendo el mayor número de panículas/m².

En cuanto a la producción obtenida, en general, la salinidad del suelo ha significado una disminución de éste parámetro del 30% (gráfico 7). La variedad M5 ha destacado en las dos localizaciones del ensayo por presentar la máxima producción (aunque en la Marquesa sin diferenciarse significativamente de algunas variedades).

Conclusiones

La elevada conductividad eléctrica del suelo de la localización salina ha disminuido gracias a la inundación de la parcela con agua no salina (con una CE baja), permitiendo de esta forma, el cultivo del arroz. Aún así, la elevada CE del suelo ha afectado de forma negativa a todas las variedades de arroz en la mayoría de los parámetros evaluados. De forma general la producción ha disminuido en un 30 % debido al efecto de la sal.

La variedad que ha destacado por mostrar una menor afectación por la salinidad ha sido la M5, que ha obtenido el máximo número de panículas y la mayor producción en condiciones salinas. Estos resultados, aunque prometedores, deben ser contrastados en futuros ensayos.



Imagen 1. Localizaciones del ensayo: IRTA y Marquesa. *Fuente: Google Earth.*

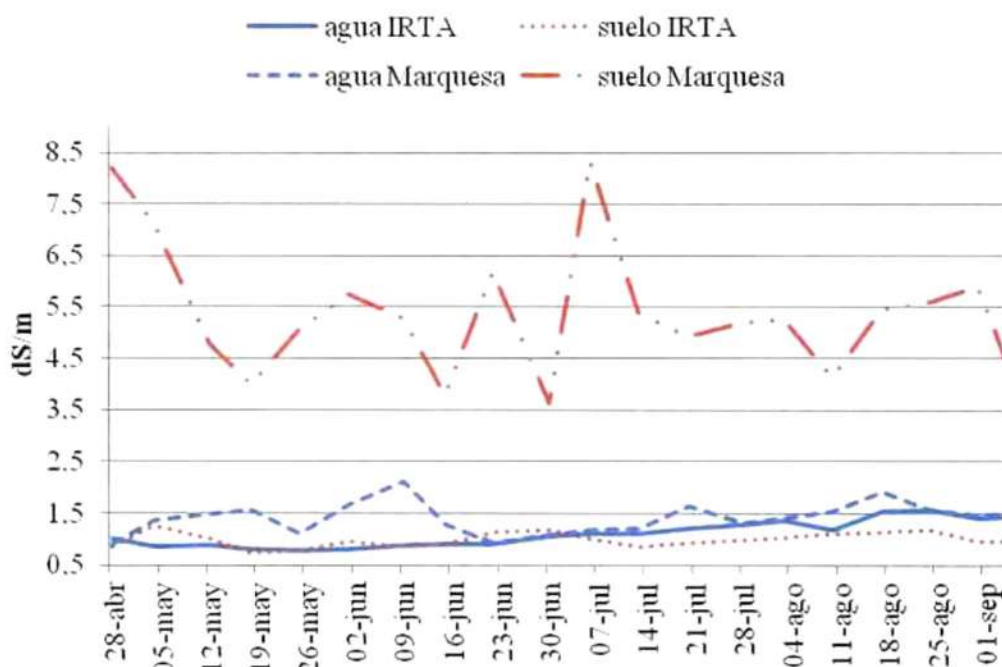


Gráfico 1. Evolución de la conductividad eléctrica del agua y del suelo media “in situ”.

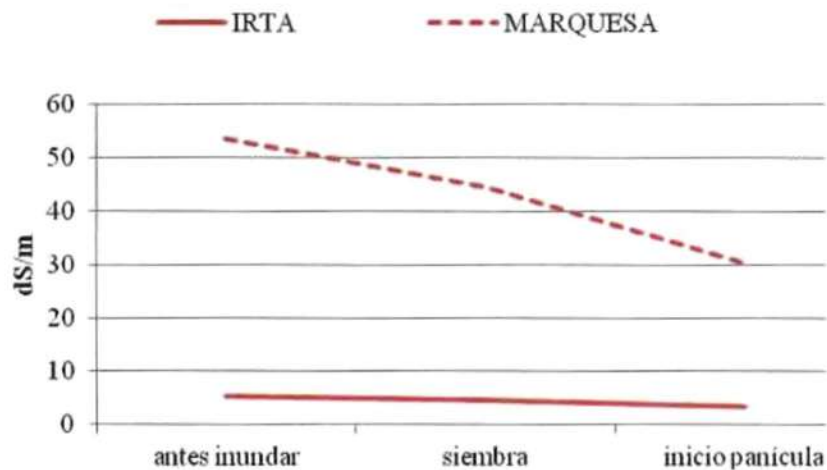


Gráfico 2. Evolución de la conductividad eléctrica (extracto de saturación) obtenida a partir de las analíticas de suelo realizadas antes de la inundación de las parcelas, en el momento de la siembra y al inicio de la formación de la panícula.

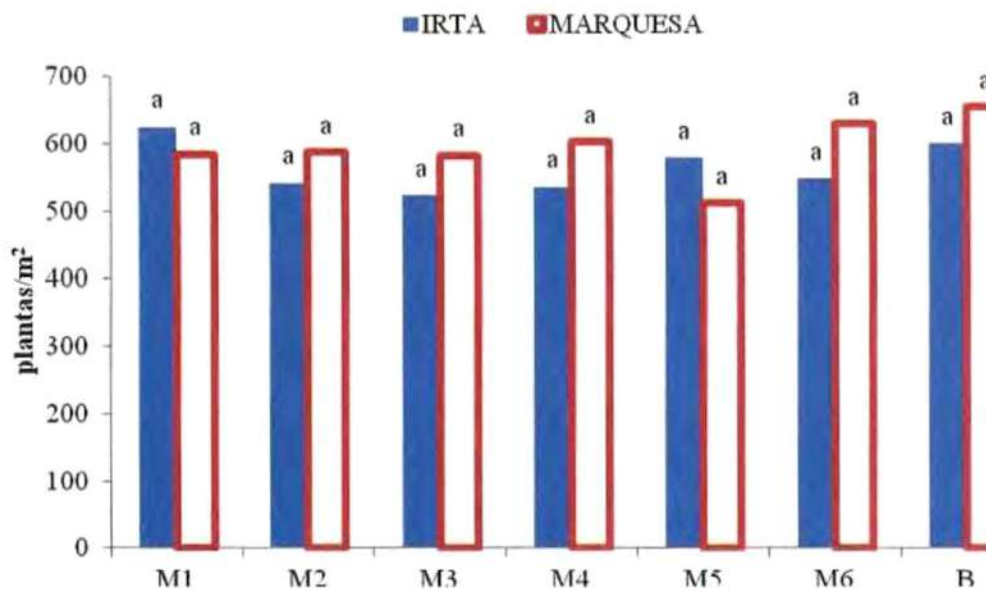


Gráfico 3. Densidad de planta. Conteo de todas las plantas que quedaban al interior de un cuadro de $0,25\text{m}^2$ por parcela elemental. Separación de medias según el test de Duncan. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada localización, mediante análisis ANOVA.

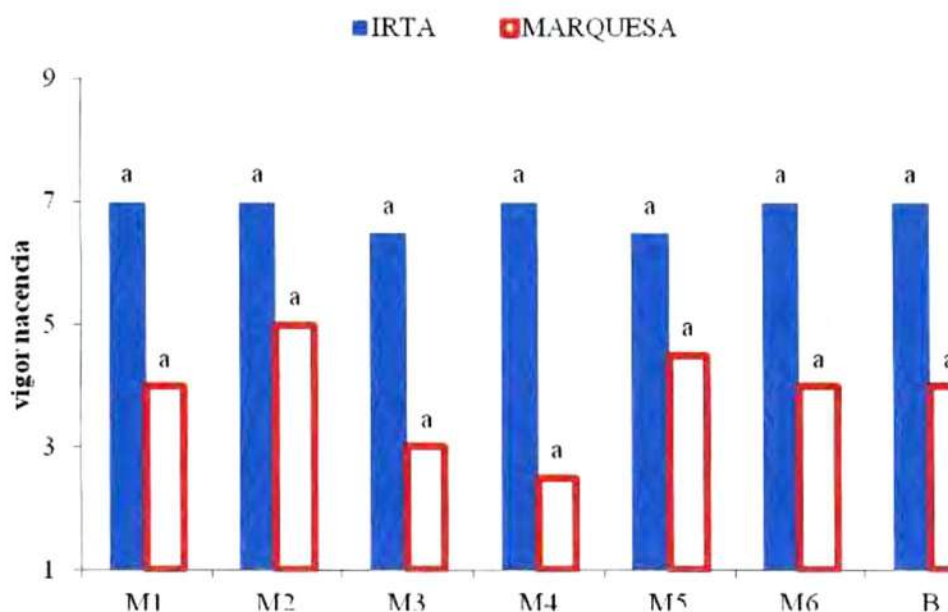


Gráfico 4. Vigor en la nacencia según el Standard Evaluation System for Rice (1- Extra vigoroso, 3- Vigoroso, 5- Normal, 7- Débil, 9- Muy débil). Separación de medias según el test de Duncan. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada localización, mediante análisis ANOVA.

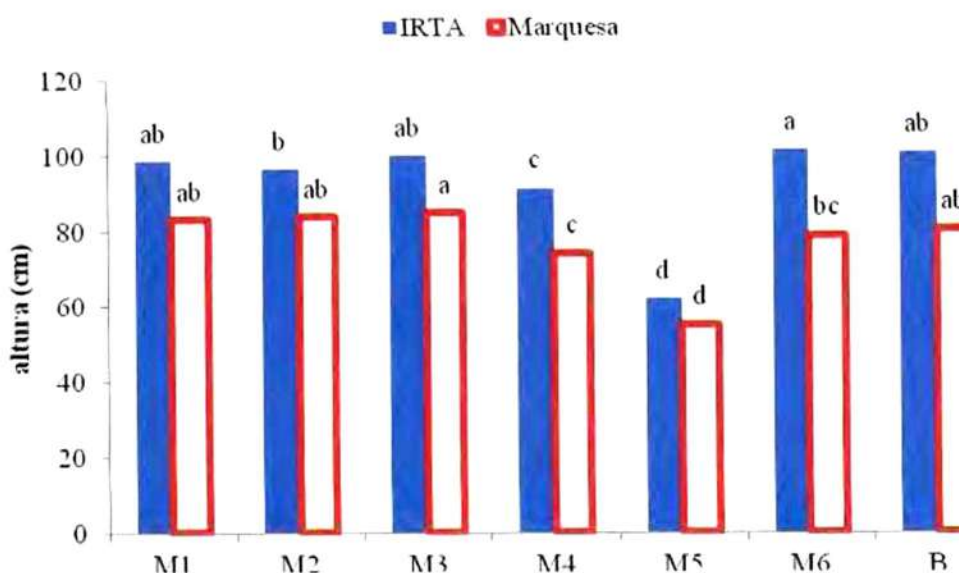


Gráfico 5. Altura de la planta. Medidas de 5 plantas por parcela elemental des de la base del tallo hasta el final de la panícula. Separación de medias según el test de Duncan. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada localización, mediante análisis ANOVA.

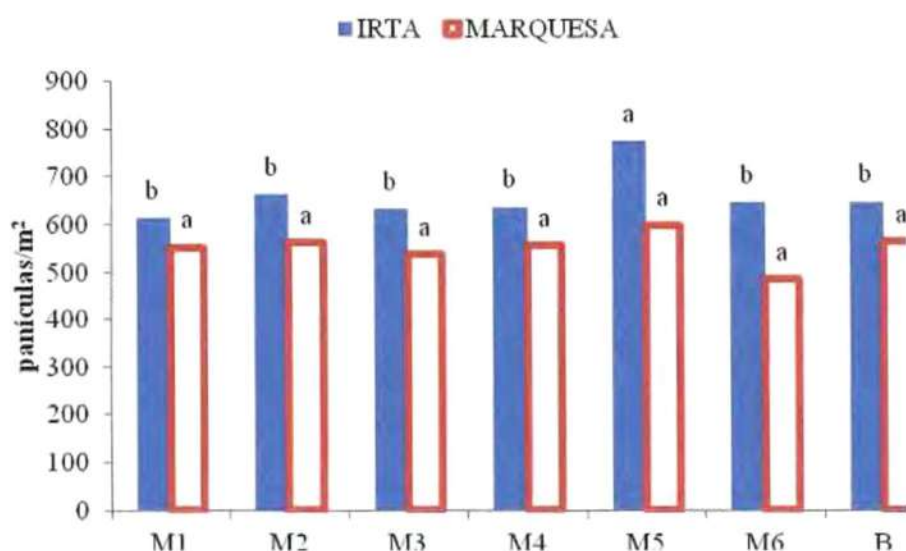


Gráfico 6. Densidad de panículas. Conteo de todas las panículas por parcela elemental. Separación de medias según el test de Duncan. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada localización, mediante análisis ANOVA.

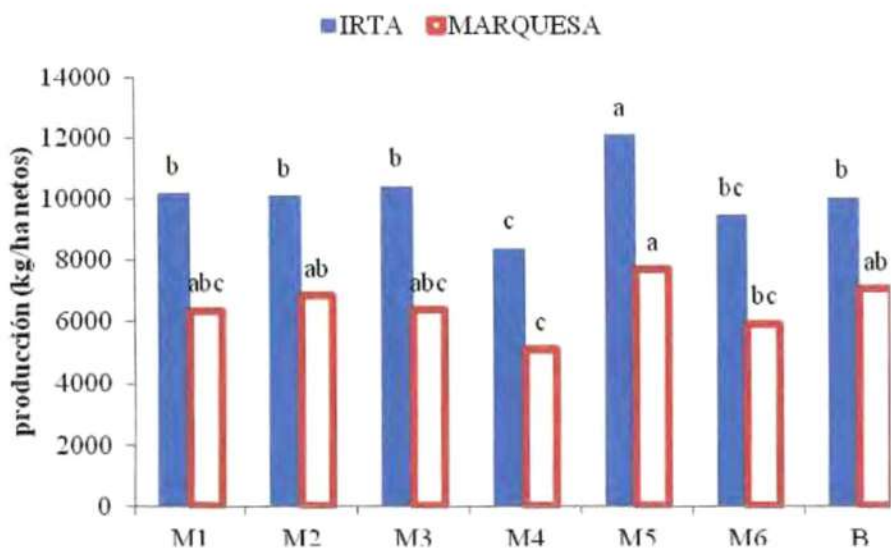


Gráfico 7. Producción (Kg granos llenos/ha) según variedad. Separación de medias según el test de Duncan. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada localización, mediante análisis ANOVA.

VARIETADES	Nº granos/panícula		Peso 1000 granos		% granos llenos	
	IRTA	MARQUESA	IRTA	MARQUESA	IRTA	MARQUESA
M1	56.9 a	44.5 a	33.2 b	34.0 ab	93.2 ab	96.6 a
M2	55.5 a	39.4 a	35.3 a	35.2 a	92.0 b	95.4 a
M3	67.7 a	39.1 a	32.8 bc	32.4 b	90.8 b	89.8 a
M4	48.5 a	35.4 a	31.0 d	31.3 c	90.9 b	92.6 a
M5	64.0 a	46.6 a	33.6 b	33.7 b	95.7 a	96.6 a
M6	62.7 a	45.1 a	31.5 cd	33.2 b	90.2 b	96.0 a
B	65.7 a	41.6 a	32.2 bcd	33.3 b	90.2 b	93.9 a

Tabla 1. Datos de los componentes del rendimiento: número de granos llenos por panícula, peso de 1000 granos (g) y porcentaje de granos llenos según variedad. Separación de medias según el test de Duncan. Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades, mediante análisis ANOVA.