

Implicación del metabolismo de la sacarosa en las respuestas diferenciales de crecimiento y productividad mediadas por el portainjerto en plantas de pimiento sometidas a estrés salino

The implication of sucrose metabolism in the rootstock-mediated contrasting growth and yield responses of pepper plants subjected to salinity stress

A. Gálvez*, A. Albacete, F.M del Amor, J. López-Marín

Departamento de Producción Vegetal y Agrotecnología. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). C/ Mayor, s/n, 30150, La Alberca, Murcia, España.

*1297@coitarm.es

Resumen

La tecnología del injerto modifica el balance reproductivo de plantas, que está controlado por el flujo de fotoasimilados hacia los frutos. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del injerto sobre la tasa de hidrólisis de sacarosa en frutos de plantas de pimiento sometidas a estrés salino. En condiciones salinas, las concentraciones de glucosa y fructosa disminuyeron significativamente en plantas injertadas sobre Terrano, que indica una mayor utilización en los órganos sumidero por su alta tasa reproductiva. Sin embargo, en plantas injertadas sobre Atlante, con una menor tasa reproductiva, se produjo una acumulación de sacarosa en condiciones salinas, que podría ser debida a una ralentización de su actividad sacarolítica. Por tanto, existen respuestas diferenciales en el metabolismo de la sacarosa de frutos de plantas de pimiento sometidas a estrés salino, que podrían explicar las diferencias de desarrollo asociadas al tipo de portainjerto utilizado.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L.; salinidad; injerto; metabolismo de la sacarosa.

Abstract

Grafting technology modifies the reproductive balance of plants, which is controlled by the flow of photoassimilates to the fruits. The objective of this work was to study the effect of grafting on the rate of sucrose hydrolysis in fruits of pepper plants subjected to salt stress. Under saline conditions, glucose and fructose concentrations decreased significantly in plants grafted on Terrano, which indicates a higher utilization in the sink organs due to its high reproductive rate. However, in plants grafted onto Atlante, with a lower reproductive rate, there was an accumulation of sucrose in saline conditions, which could be due to a slowdown in its saccharolytic activity. Therefore, there are differential responses in the metabolism of sucrose in the fruits of pepper plants subjected to salt stress, which could explain the differences in development associated with the type of rootstock used.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; salinity; grafting; sucrose metabolism.

1. INTRODUCCIÓN

Las hojas son los principales órganos fotosintéticos de las plantas y, por lo tanto, la fuente de suministro de fotoasimilados a los órganos sumidero, como las raíces y los frutos, mediante el transporte de sacarosa a través del floema. La salinidad es uno de los principales factores abióticos

que contribuyen a la disminución del rendimiento de los cultivos, por la inducción de la senescencia prematura en los tejidos fotosintéticos fuente, y la reducción del transporte y el uso de los fotoasimilados en los órganos sumidero, afectando a su crecimiento y desarrollo (1). La hidrólisis de sacarosa hacia glucosa y fructosa y su balance en los órganos sumidero juega un papel fundamental en la regulación de las relaciones fuente-sumidero en condiciones de estrés, ya que determina la capacidad de importar fotoasimilados para mantener el aporte de energía (2).

Una de las tecnologías que más se está extendiendo para hacer frente al estrés, tanto biótico como abiótico, en cultivos hortícolas es el injerto (3). De hecho, la modulación del crecimiento vegetativo y reproductivo mediante el uso de portainjertos ha demostrado ser una estrategia adecuada para hacer frente al estrés hídrico y salino en pimiento (4,5). Por tanto, el objetivo de este trabajo ha sido el estudio del balance de sacarosa y hexosas en frutos de plantas de pimiento que influye en las respuestas diferenciales de desarrollo en condiciones de estrés salino mediadas por el portainjerto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal y condiciones del cultivo

Se evaluaron plantas de pimiento de la variedad comercial 'Gacela' 'F1' sin injertar o (Syngenta Seeds, USA) injertadas sobre tres portainjertos comerciales: 'Atlante' (Ramiro Arnedo, España), 'Creonte' (De Ruiter-Monsanto Seeds-Bayer Crop Science, Alemania) y 'Terrano' (Syngenta Seeds, USA). Las plantas se cultivaron individualmente en macetas de 20 L y se distribuyeron en filas en un invernadero multitúnel con una separación de 40 cm entre plantas y 100 cm entre filas. El tratamiento de salinidad se inició 15 días después del trasplante, añadiendo NaCl a la solución nutritiva Hoagland estándar hasta llegar a una concentración final de 35 mM, mientras que las plantas control se regaron con la solución nutritiva original durante todo el ensayo.

2.2 Determinación de carbohidratos

La concentración de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) se determinó usando la metodología descrita por (6) con algunas modificaciones. La extracción de azúcares de las muestras de fruto se realizó mediante extracción en fase sólida, utilizando un tampón metabólico. Para el análisis se empleó cromatografía iónica utilizando un sistema 817 Bioscan (Metrohm, Herisau, Suiza) equipado con un detector amperométrico de pulso (PAD) y un electrodo de oro. La separación cromatográfica se realizó en una columna METROHM Metrosep Carb 1-150 IC (4,6 × 250 mm), termostaticada a 32°C.

2.3 Análisis estadístico

Los valores medios de las distintas combinaciones de injertos y del tratamiento salino se compararon utilizando el test Tukey con $p \leq 0,05$, utilizando el software SPSS para Windows (Versión 25.0, SPPSS Inc., Chicago, IL, USA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto en condiciones control como salinas, las concentraciones de las hexosas analizadas, glucosa y fructosa, fueron significativamente inferiores en los frutos de todas las combinaciones de injerto con respecto a las de plantas Gacela F1 no injertadas. (Figura 1A y B). Además, la salinidad provocó una reducción significativa de las concentraciones de fructosa en todas las combinaciones y en las plantas sin injertar, mientras que las concentraciones de glucosa sólo disminuyeron significativamente en los frutos de plantas injertadas sobre Terrano. La disminución generalizada de las concentraciones de fructosa por efecto del estrés salino podría explicar su papel en procesos globales de respuesta al estrés (7). Sin embargo, la reducción significativa de las concentraciones de hexosas en Terrano parece estar asociada a respuestas específicas de activación del metabolismo en procesos de mantenimiento del crecimiento de los

órganos sumidero en condiciones de estrés (8) y explicaría la alta tasa reproductiva de este portainjerto (5).

Con respecto a la sacarosa, en condiciones control, sus concentraciones fueron significativamente menores en los frutos de plantas injertadas sobre Atlante que las de los frutos de plantas no injertadas, mientras que en condiciones salinas no se observaron diferencias significativas por efecto del portainjerto (Figura 1C). Sin embargo, el portainjerto Atlante provocó un incremento significativo de las concentraciones de sacarosa en condiciones de estrés salino. Esta acumulación de sacarosa está relacionada con una disminución de su tasa de hidrólisis debido a una reducción en su utilización en los frutos sumidero por efecto de la salinidad (3). Esto explicaría la menor tasa reproductiva en las plantas injertadas sobre Atlante de entre todas las combinaciones estudiadas (5).

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha visto que las respuestas diferenciales de crecimiento y productividad mediadas por uso de diferentes portainjertos comerciales en plantas de pimiento sometidas a estrés salino están asociadas a la regulación del balance sacarosa/hexosas en los frutos sumidero. Por tanto, la modulación del metabolismo de la sacarosa es clave en las estrategias de tolerancia frente al estrés salino en plantas hortícolas y podría ser utilizado en los programas de mejora genética de portainjertos.

5. REFERENCIAS

1. Albacete AA, Martínez-Andújar C, Pérez-Alfocea F. Hormonal and metabolic regulation of source-sink relations under salinity and drought: From plant survival to crop yield stability. Vol. 32, *Biotechnology Advances*. 2014. p. 12-30.
2. Poljakoff-Mayber A, Lerner H. Plants in saline environments. *Crop PM* (ed) H of P and, Stress, editors. New York; 1994. 65-96 p.
3. Albacete A, Martínez-Andújar C, Martínez-Pérez A, Thompson AJ, Dodd IC, Pérez-Alfocea F. Unravelling rootstock×scion interactions to improve food security. 2015.
4. López-Marín J, Gálvez A, del Amor FM, Albacete A, Fernández JA, Egea-Gilabert C, et al. Selecting vegetative/generative/dwarfing rootstocks for improving fruit yield and quality in water stressed sweet peppers. *Sci Hortic (Amsterdam)*. 2017;214:9-17.
5. Gálvez A, Albacete A, Martínez-Andújar C, Del Amor FM, López-Marín J. Contrasting rootstock-mediated growth and yield responses in salinized pepper plants (*Capsicum annuum* L.) are associated with changes in the hormonal balance. *Int J Mol Sci*. 2021 Apr 1;22(7).
6. Albacete A, Cantero-Navarro E, Großkinsky DK, Arias CL, Balibrea ME, Bru R, et al. Ectopic overexpression of the cell wall invertase gene CIN1 leads to dehydration avoidance in tomato. *J Exp Bot*. 2015;66(3).
7. Du ZK, Hu YF, Li JM. Overexpression of a gene AhFBA from arachis hypogaea confers salinity stress tolerance in escherichia coli and tobacco. *Biol Plant*. 2019;63.
8. Albacete A, Cantero-Navarro E, Balibrea ME, Großkinsky DK, De La Cruz González M, Martínez-Andújar C, et al. Hormonal and metabolic regulation of tomato fruit sink activity and yield under salinity. *J Exp Bot*. 2014;65(20):6081-95.

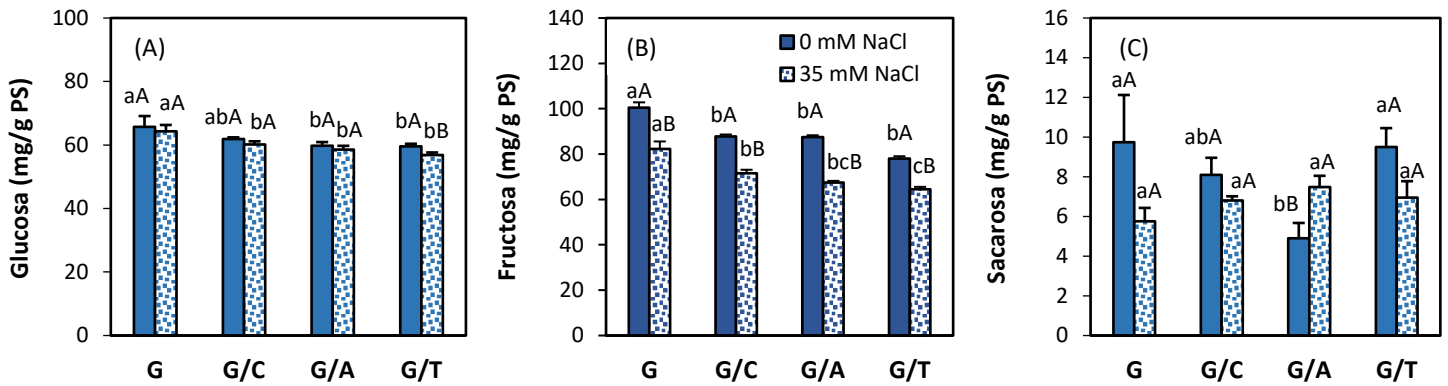


Figura 1. Concentraciones de (A) glucosa, (B) fructosa y (C) sacarosa en frutos de plantas de pimiento de la variedad comercial 'Gacela F1' no injertadas (G) o injertadas sobre tres portainjertos comerciales, Creonte (G/C), Atlante (G/A) y Terrano (G/T), y cultivadas en condiciones control (0 mM NaCl) y salinas (35 mM NaCl). Las barras muestran la media de 5 plantas ± error estándar. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas debido al tratamiento salino, mientras que letras minúsculas diferentes muestran diferencias entre combinaciones de injerto de acuerdo con el test Tukey ($p \leq 0,05$).