

EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA MADURACIÓN Y COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE FRUTOS DE CAQUI 'ROJO BRILLANTE'

¹ Centro de Tecnología Postcosecha.

² Servicio de Tecnología del Riego.
Instituto Valenciano de
Investigaciones Agrarias.
Moncada. Valencia.
e-mail: besada_cri@gva.es

INTRODUCCIÓN

El estrés salino en caqui se manifiesta como una acumulación de cloruros en las hojas y un necrosamiento de las mismas y es sabido que la tolerancia del árbol a las sales se ve afectada de manera importante por el patrón (Larcher, 2003). Recientemente se han detectado importantes síntomas de estrés salino en numerosas parcelas de caqui 'Rojo Brillante' de la Comunidad Valenciana, sobre todo en aquellas en las que el patrón utilizado es *Diospyros lotus* L.

En otras frutas como tomate o frambuesa (Botella *et al.*, 2000; Keutgen y Pawelzik, 2007), se ha observado un efecto del estrés salino sobre la calidad de los frutos, sin embargo no existen estudios a este respecto en caqui. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del estrés salino sobre la calidad y comportamiento postcosecha de los frutos de caqui 'Rojo Brillante', variedad en la que actualmente está centrada la producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en una parcela de árboles de caqui 'Rojo Brillante' injertados sobre *Diospyros lotus* L., localizada en

Resumen

Recientemente se ha observado que los árboles de caqui 'Rojo Brillante' injertados sobre patrón Lotus son altamente sensibles a un exceso de salinidad en el suelo, mostrando síntomas de necrosis en las hojas debido a una acumulación de cloruros en las mismas. En este estudio se evaluó el efecto de la salinidad sobre la calidad y comportamiento postcosecha de los frutos de caqui. En dos momentos de campaña, en el momento de viraje de color (Octubre) y cuando la fruta presentaba una coloración comercial (Noviembre), en árboles de una parcela afectada por salinidad se identificó el grado de sintomatología mediante una escala desde 1 (solo necrosamiento en ápice de la hoja) a 5 (necrosamiento en más del 60% del área de la hoja). Se recolectó fruta procedente de árboles con los diferentes grados de afección y se evaluó su calidad en el momento de cosecha, su respuesta al tratamiento de desastringencia (95% CO₂-24h-20 °C) y la evolución postcosecha durante un periodo de hasta 30 días a 20 °C. Los parámetros evaluados fueron: peso, color, firmeza, sólidos solubles totales, así como todos aquellos parámetros relacionados con el nivel de astringencia de la fruta (taninos solubles, concentración de acetaldehído e índice de taninos y evaluación sensorial). La afección por salinidad afectó de manera importante a la calidad de la fruta. En el estado de viraje de color, la afección provocó un ligero avance de la maduración que no afectó a la respuesta al tratamiento de desastringencia; sin embargo, la vida postcosecha del fruto fue inversamente proporcional al nivel de sintomatología del árbol. En el estado de madurez comercial se observó en recolección un incremento en la coloración externa del fruto y un descenso en la firmeza asociado a la severidad de la afección. Además, en frutos procedentes de árboles con una sintomatología severa (3-4), la eliminación de la astringencia se vio dificultada y se acortó significativamente la vida postcosecha.

Palabras clave: estrés salino, cloruro, firmeza, color, astringencia.

Alfarp (Valencia, España) que en campañas anteriores había presentado síntomas de estrés salino. A principio de campaña (15 Oct.), árboles localizados aleatoriamente en la parcela fueron marcados y clasificados en grupos según el grado de sintomatología de estrés salino que presentaban en ese momento. A mitad de campaña (11 Nov.), la sintomatología foliar de los árboles marcados fue nuevamente evaluada y éstos fueron reclasificados de acuerdo a su sintomatología. Para ello se utilizó una escala visual desarrollada por

Servicio de Tecnología del Riego del IVIA (Fotografía 1, pág. 162), en la cual las hojas son puntuadas de 0 a 5 dependiendo de la intensidad de los síntomas: (S0-hoja sana sin síntomas; S1-necrosis sólo en la punta (<10% de la superficie afectada); S2-necrosis en la punta y en los márgenes (10-20% de la superficie afectada); S3-necrosis extendiéndose hacia la parte central de la hoja (20-40% de la superficie afectada); S4-necrosis ha alcanzado la parte central (40-60% de la superficie afectada); S5-más del 60% de la superficie necrosada.



Fotografía 1. Escala desarrollada por el Servicio de Tecnología del Riego del IVIA para la evaluación de la sintomatología foliar de estrés por salinidad en árboles de caqui.

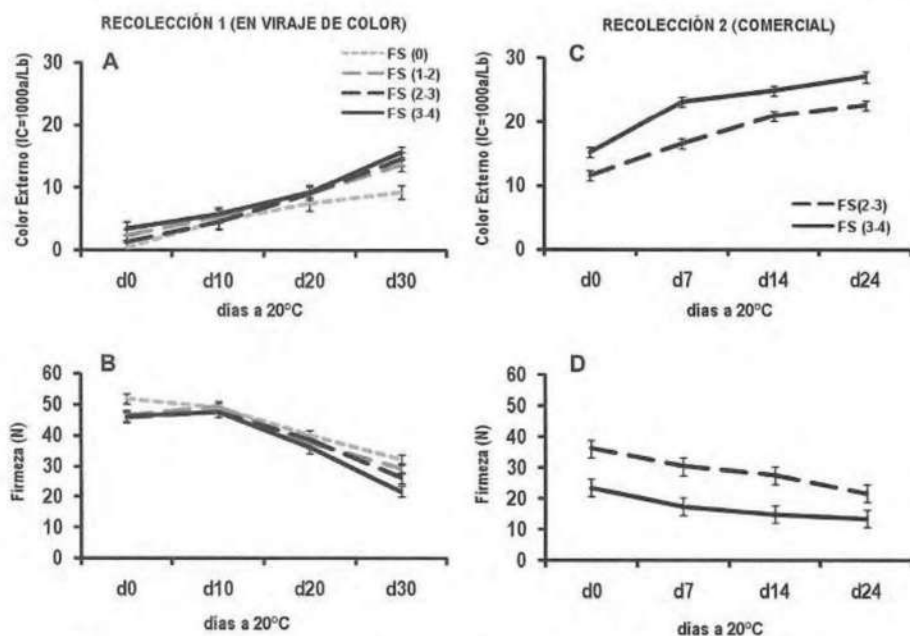


Figura 1. Efecto del estrés salino (FS-síntoma foliar) sobre el color y la firmeza de caqui 'Rojo Brillante'. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0,05$).

En las dos fechas de evaluación, una vez los árboles estaban clasificados según los síntomas foliares, se recolectaron 100 frutos a partir de 3-4 árboles de cada rango de sintomatología, que fueron transportados al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias para su evaluación. Los frutos de cada grupo fueron divididos en 5 lotes homogéneos de 20 frutos cada uno. Un lote fue directamente analizado, y los 4 lotes restantes fueron sometidos al tratamiento de desastringencia aplicado en condiciones estándar ($95\% \text{CO}_2$, 20°C , 24h). Tras el tratamiento, un lote fue trasladado a 15°C y la eficacia del tratamiento fue evaluada tras dos días, mientras que tres lotes fueron almacenados a 20°C y evaluados periódicamente por un periodo de hasta 30 días.

Los análisis realizados en recolección fueron: peso, color, firmeza, sólidos solubles totales (SST) y producción de etileno. Además tanto en recolección como transcurridos dos

días tras el tratamiento con CO_2 se evaluaron los siguientes parámetros relacionados con la astringencia: taninos solubles (TS), acetaldehído (Ach) y evaluación sensorial de la astringencia. La evolución de la fruta a 20°C se evaluó mediante mediciones de firmeza y color. Todas las determinaciones analíticas se realizaron de acuerdo a Salvador *et al.* (2007).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera evaluación foliar realizada a principio de campaña, se detectaron árboles con la siguiente sintomatología: S0, S(1-2), S(2-3) y S(3-4).

Los frutos provenientes de árboles que no manifestaban síntomas de estrés salino (S0) se encontraban en el momento de viraje de color, mostrando un IC de +0,4 (Fig. 1A), una firmeza de 52N (Fig. 1B) y SST de $16,7^\circ\text{Brix}$ (datos no mostrados). En este momento, la fruta recolectada

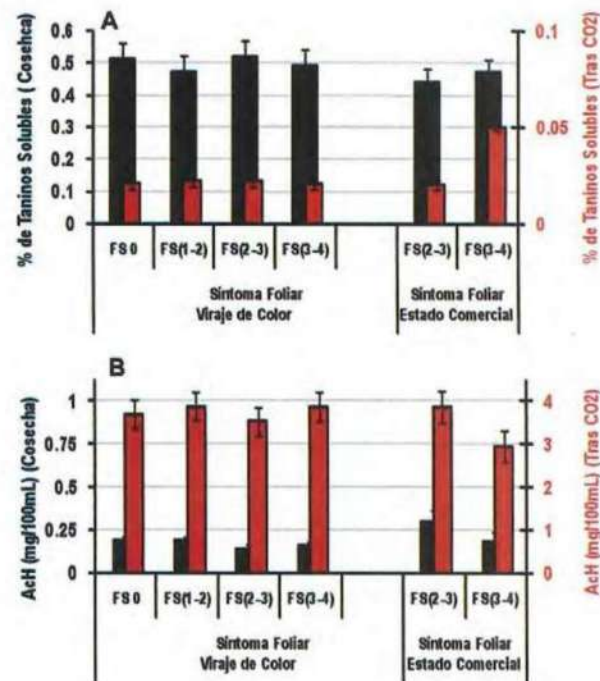


Figura 2. Efecto del estrés salino (FS-síntoma foliar) sobre la concentración de taninos y acetaldehído (Ach) en el momento de la recolección comercial (ejes izquierdos y barras negras) y tras la aplicación del tratamiento de desastringencia ($95\% \text{CO}_2$, 24h, 20°C) (eje derecho, barras rojas). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0,05$).

de los árboles con los síntomas más severos de estrés salino (S(3-4)) presentó valores de IC (Fig. 1A) y SST ligeramente superiores, mientras que la fruta de árboles con síntomas S(1-2) y S(2-3), presentó valores de color y SST intermedios entre la fruta de árboles sanos y la de árboles afectados de forma severa. Respecto a la firmeza, toda la fruta de los árboles con algún tipo de síntoma mostró valores ligeramente inferiores (46N) a los de la fruta de árboles sanos (Fig. 1B). Durante el periodo a 20°C que siguió al tratamiento de desastringencia todos los frutos experimentaron gradualmente un aumento de color y un ablandamiento (Fig. 1A y 1B). Sin embargo, a partir de los 10 días a 20°C , estos

cambios fueron más acusados en aquella fruta recolectada de árboles con síntomas de estrés salino. Así, tras 30 días a 20 °C, mientras que la fruta de árboles sanos presentaba un IC de +9,3 y firmezas de 32N, el resto de fruta mostraba un IC y una firmeza entre IC=+13 y 29N (fruta S(1-2)) e IC= +15,6 y 22N (fruta S(3-4)).

A mitad de campaña (11 Nov.), la sintomatología foliar de estrés salino se incrementó. Así todos los árboles marcados fueron evaluados con una sintomatología S(2-3) y S(3-4).

En este momento de campaña, en el que toda la fruta presentaba coloración comercial se observaron ya en recolección importantes diferencias en la fruta asociadas a la gravedad de los síntomas. Fruta S(2-3) mostró un IC=+11,5 y 36N de firmeza mientras que la fruta S(3-4) presentaba un color más avanzado (IC=+15,2) y un mayor ablandamiento (23,7N) (Fig. 1C y 1D). No se observaron sin embargo diferencias en los sólidos solubles totales. Durante la vida postcosecha a 20 °C las diferencias de color y firmeza fueron igualmente detectadas; tras 24 días, la fruta S(2-3) presentaba menor índice de color y mayor firmeza (IC=+22,5 y 22N) que la fruta de los árboles más afectados (IC=+27 y 14N).

Por lo tanto los resultados muestran que el estrés salino de los árboles llevó a un avance de la maduración de los frutos. El caqui es un fruto climatérico, por lo que el etileno juega un papel clave en la maduración (Salvador *et al.*, 2007). En este estudio, en la primera recolección no se detectó etileno en los frutos de ninguno de los diferentes grupos de sintomatología. Sin embargo, en la segunda recolección, cuando el efecto del estrés en la fruta fue más evidente, los frutos de los árboles con síntomas severos, S(3-4), mostraron mayor producción de etileno (0,04 µL/kg.h) que los frutos de los árboles con síntomas medios, S(2-3) (0,02 µL/kg.h).

Respecto a la astringencia del fruto, en el momento de recolección el contenido de taninos solubles (TS) fue de entre 0,4 y 0,5% pf, sin diferencias asociadas a la intensidad de sintomatología del árbol ni al momento de cosecha (Fig. 2A). La evaluación sensorial reveló que el tratamiento de CO₂ fue totalmente efectivo a principio de campaña en los frutos de todos los grupos de sintomatología; los TS cayeron a 0,03%pf y la concentración de acetaldehído (AcH) aumentó hasta 4mg/100mL. Sin embargo, en la segunda recolección, cuando los frutos fueron sometidos al tratamiento de desastringencia, los catadores detectaron astringencia residual en la fruta S(3-4) mientras que la ausencia de astringencia fue total en la fruta S(2-3). Esta pérdida de eficacia del tratamiento quedó explicada por una menor acumulación de acetaldehído en la fruta S(3-4) que resultó en niveles de taninos solubles ligeramente superiores, 0,05%pf (Fig. 2B).

Respecto al peso de los frutos, se observó un menor tamaño de fruto asociado a una mayor intensidad de síntomas (Fig. 3). Así, en la segunda recolección, los frutos de árboles S(2-3) presentaban un peso medio 83g mayor que los de árboles S(3-4).

CONCLUSIONES

En caqui 'Rojo Brillante' injertado sobre *Diospyros Lotus* L., el estrés salino desencadenó un avance de la maduración de los frutos. Éste avance fue ligero en el estado de viraje de color, pero se hizo evidente en el estado de madurez comercial, cuando los frutos de árboles afectados mostraron una mayor producción de etileno, un avance de la coloración y un mayor ablandamiento del fruto. Además, el crecimiento del fruto se vio ralentizado en árboles con síntomas severos de estrés.

Durante la vida postcosecha, los frutos provenientes de árboles con

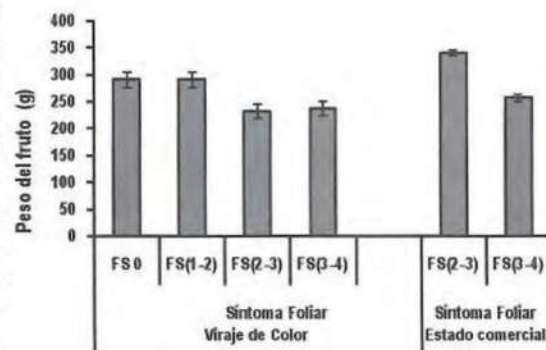


Figura 3. Efecto del estrés salino (FS-síntoma foliar) sobre el peso de los frutos de caqui 'Rojo Brillante'. Las barras verticales representan los intervalos LSD (P=0,05).

estrés salino presentaron una mayor coloración y ablandamiento. Además, en el estado de madurez comercial, la eficacia del tratamiento de desastringencia se vio dificultada en fruta proveniente de árboles que presentaban síntomas severos de salinidad en hoja.

Es por tanto recomendable durante el manejo postcosecha de fruta procedente de parcelas afectadas por salinidad seguir las siguientes pautas de actuación: 1) será necesario aumentar las horas de aplicación del tratamiento de CO₂ para una correcta eliminación de la astringencia; 2) la puesta en el mercado debe realizarse lo antes posible, ya que estos frutos no presentan las condiciones óptimas para ser conservados.

REFERENCIAS

- Botella M., Del Amor F., Amorós A., Serrano M., Martínez V., Cerdá, A. 2000. Polyamine, ethylene and other physico-chemical parameters in tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits as affected by salinity. *Physiologia Plantarum*, 109, 428-434.
- Keutgen, A. J., Pawelzik, E. 2007. Modifications of strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4066-4072.
- Larcher W. 2003. *Physiological plant ecology*, 4th edn. Springer-Verlag, Berlin.
- Salvador A., Arnal L., Besada C., Larrea V., Quiles, A., Pérez-Munuera I. 2007. Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante'. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 181-188.