

Situación actual y control de las fisiopatías y plagas más relevantes de los cítricos

Alteraciones fisiológicas de los cítricos. Fundamento y control

C. Mesejo, C. Reig, A. Martínez-Fuentes y M. Agustí (Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universitat Politècnica de València).

Los cítricos pueden manifestar alteraciones en el desarrollo de la corteza y/o la pulpa del fruto, que generan defectos agronómicos indeseables que reducen significativamente su calidad externa o interna. Las alteraciones que solamente afectan a la corteza presentan defectos externos que, en general, son exclusivamente estéticos y, por ello, no afectan a la calidad interna del fruto (sabor, propiedades nutritivas, etc.). Las alteraciones que afectan a la pulpa modifican el contenido y propiedades de los gajos. En su conjunto, a este tipo de defectos se les denomina alteraciones fisiológicas o fisiopatías.

El origen de estas alteraciones está producido por la interacción entre causas de tipo genético, anatómico y fisiológico con condiciones ambientales (clima y suelo), que determinan la intensidad con que se manifiestan. El origen de algunas fisiopatías está bien caracterizado y, por ello, presentan un control agronómico satisfactorio; otras, sin embargo, suponen todavía un problema productivo importante.

La mayor parte de las alteraciones están relacionadas, en mayor o menor grado, con desequilibrios hídricos de la planta, provocados por la temperatura, la humedad relativa, la pluviometría, la humedad del suelo o el patrón. Agustí y col. (2004) revisaron profundamente las principales alteraciones fisiológicas de la citricultura mediterránea y su control. Algunas alteraciones fisiológicas se pueden clasificar en función de su dependencia hídrica: 1) Alteraciones debidas a la absorción de agua (Rajado, Bufado, Clareta) (Figura 1); 2) Alteraciones debidas a la pérdida de agua desde el fruto hacia la atmósfera (Picado, Peteca) (Figura 2); 3) Alteraciones debidas a la pérdida de agua desde el fruto hacia la planta (Colapso de la corteza, Granulación, Secado, Endoxerosis, *Stylar end rot*) (Figura 2); 4) Alteraciones debidas a la pérdida de agua desde el fruto hacia la planta y la atmósfera (Senescencia o *pixat*) (Figura 3). La luz y el viento también pueden producir defectos en la corteza (golpe de sol y rameado, respectivamente) (Figura 4). Finalmente, algunas variedades de naranjo, fundamentalmente del grupo navel, son sensibles a la caída del fruto cuando se ha iniciado la maduración (Figura 4).

En la Figura 5 se muestra un resumen de las técnicas disponibles para controlar del mejor modo posible las alteraciones fisiológicas, y la limitación que presentan. Así, el bufado, el *pixat* y la abscisión precosecha presentan un control satisfactorio. El bufado consiste en la separación entre la corteza y la pulpa, por el crecimiento de aquella, cuando el fruto inicia la fase de maduración. El control de la alteración se consigue con aplicaciones foliares de AG (10 mg l⁻¹) al inicio de la pérdida de clorofila en el fruto (antes del cambio de color). La adición de sales nitrogenadas mejora la respuesta. El tratamiento retrasa 30-40 días el cambio de color del fruto.

El *pixat* no es más que la manifestación de la senescencia natural de la corteza en las clementinas, caracterizada por decoloraciones y grietas de mayor o menor tamaño. Altas temperaturas y HR en el momento del cambio

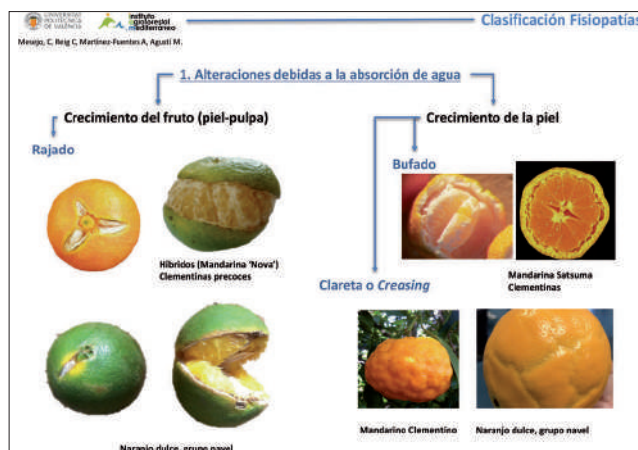


Figura 1. Alteraciones debidas a la pérdida de agua.

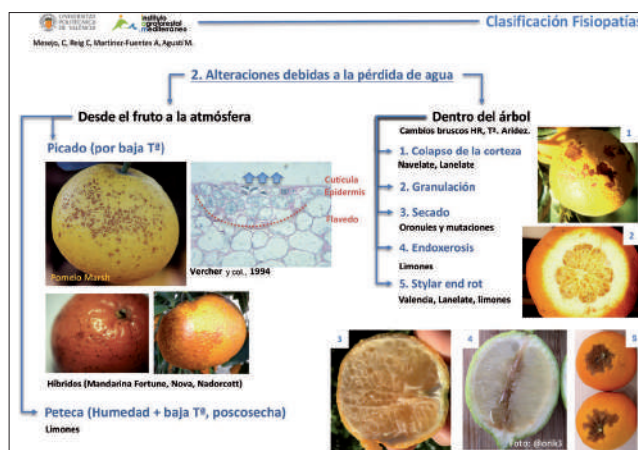


Figura 2. Alteraciones debidas a la pérdida de agua.



Expedient[®] **IOEC**

*La solución contra
el piojo rojo*




SAPEC
AGRO ESPAÑA



Figura 3. Alteraciones debidas a la pérdida de agua hacia dentro del árbol y hacia la atmósfera.

de color aceleran la senescencia. La aplicación de sustancias antisenescentes, AG (10 mg l⁻¹) y compuestos nitrogenados, antes del cambio de color controla eficazmente la alteración. Esta aplicación no modifica las características internas del fruto, por lo que si se retrasa mucho la recolección la pérdida de zumo puede ser evidente.

La caída del fruto maduro, que ocurre con frecuencia en naranjas navel, también es debida a la senescencia natural del fruto. El mecanismo endógeno que regula la abscisión de frutos implica la acción coordinada de varios factores en la formación de la zona de abscisión entre el cáliz y el resto del fruto (AZ-C). El proceso se puede activar por condiciones ambientales desfavorables (baja temperatura, déficit hídrico, etc.). Cuando el fruto finaliza su crecimiento, se reduce el transporte basípeto de auxinas hacia el pedúnculo, de modo que la AZ-C se hace sensible al etileno y queda activada. El etileno provoca la abscisión. Por ello, la aplicación de auxinas de síntesis (2,4-D o 2,4-DP a 15 mg l⁻¹) ha resultado eficaz en el retraso de la abscisión del fruto.

Dos alteraciones fisiológicas son todavía importantes por los daños agromónicos que generan, a pesar de que hay técnicas de cultivo que reducen significativamente su incidencia. Estas son el rajado del fruto y la clareta. El rajado del fruto consiste en un agrietamiento de la corteza provocado por la presión que ejerce la pulpa en crecimiento durante la fase II del desarrollo. La alteración afecta a diferentes variedades y se ha detectado en todas las áreas cítricas del mundo. Las variedades de naranjo dulce más susceptibles son 'Washington Navel', 'Navelina' y 'Valencia', y entre los híbridos se presenta con frecuencia en los cvs. 'Nova', 'Murcott', 'Ellendale' y 'Ortanique'. En España cobra especial relevancia en la naranja 'Navelina', el tangor 'Ortanique' y, sobre todo, en la mandarina 'Nova'. Pero en algunas variedades más recientes también se ha observado la alteración, como por ejemplo la clementina 'Clemenrubí', el híbrido triploide 'Garbí' o la naranja 'Chislett'. En general, la alteración aparece al final del verano, tras las lluvias puntuales características de esa estación. Esta dependencia climática explica su variabilidad anual y geográfica, y determina la intensidad con que se presenta, oscilando entre el 5% y el 40% en la mandarina 'Nova'. En Uruguay, por ejemplo, rara vez se alcanza el 5% de afección. Pero la lluvia no correlaciona siempre con el rajado. Así, años con escasa lluvia también pueden presentar un elevado porcentaje de rajado en función de otros factores. Entre éstos, factores anatómicos, factores hormonales y factores hídricos derivados de la relación suelo-planta-atmósfera, inciden

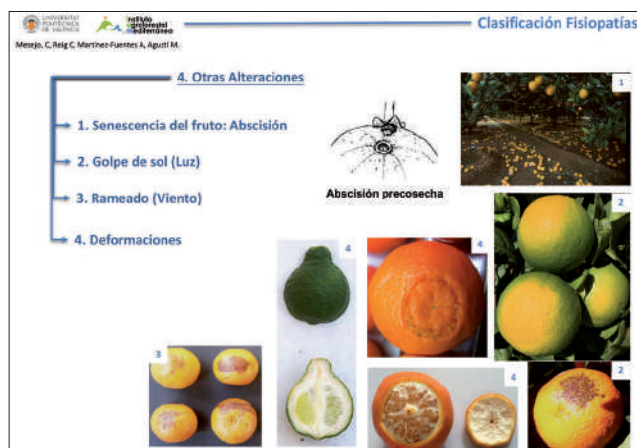


Figura 4. Otras Alteraciones.

directamente en su aparición. La textura arenosa del suelo y los patrones vigorosos incrementan significativamente la probabilidad de rajado, y, en general, todo aquello que provoque cambios bruscos en el estado hídrico de la planta (Mesejo y col., 2016). Las medidas propuestas para reducir su incidencia están relacionadas con tratamientos hormonales (AG + 2,4-D) o nutricionales [Ca(NO₃)₂] que mejoren las propiedades de la corteza para ser más elástica o resistente, porque el rajado se relaciona inversamente con el espesor y la resistencia de la corteza. El control de la estabilidad de la humedad del suelo ayuda a reducir la alteración.

La clareta o *creasing* está causada por una separación de las células del mesocarpo que origina amplios espacios por los que la corteza no crece, y que, rodeados por zonas de crecimiento normal, produce bultos sobre la superficie del fruto. Su origen es desconocido, y su aparición se ha relacionado, prácticamente, con todos los factores posibles: 1) factores genéticos (las naranjas 'Navelina' y 'Valencia late' son las más afectadas); 2) factores climáticos (cambios bruscos en el estado hídrico o la diferencial térmica); 3) factores nutricionales, aunque con algunas contradicciones (excepto para la deficiencia de calcio); 4) factores hormonales (giberelinas; etileno y poliaminas), 5) el patrón, aunque también con contradicciones (en un estudio en Australia con 7 patrones los cítricos dan el peor resultado mientras que en Valencia presentan un menor porcentaje de incidencia); 6) factores endógenos del árbol (lado, brotes con o sin hojas, edad del fruto, retraso de la recolección, etc.). El estudio que mejor explica su origen es de hace 40 años y poco se ha avanzado desde entonces, a pesar de numerosos estudios, lo que pone de manifiesto la dificultad que representa determinar el origen de esta alteración: según Monselise y col., (1976) el origen de la clareta es debido a un aumento de la actividad enzimática que afecta a la degradación de las paredes de las células del mesocarpo. Sus estudios se basan en la determinación de la actividad pectinmetilesterasa y la concentración de pectinas libres. Recientemente, Li y col., (2009) complementan la hipótesis con el estudio de otras enzimas (celulasas, hemicelulasas, expansinas). Pero, ¿sabemos cuándo se inicia la alteración? ¿sabemos qué factores la inician? Sin la respuesta a esas 2 preguntas, los tratamientos son más estimativos que certeros. Aun así, el mejor control exógeno de la alteración se consigue con la aplicación de ácido giberélico, ya que produce una corteza más compacta y viable, al inicio de la fase lineal del desarrollo del fruto o cuando está próximo al cambio de color (que lo retrasa) (Monselise y col.,

Perspectivas de la citricultura ante los nuevos retos y amenazas fitosanitarias

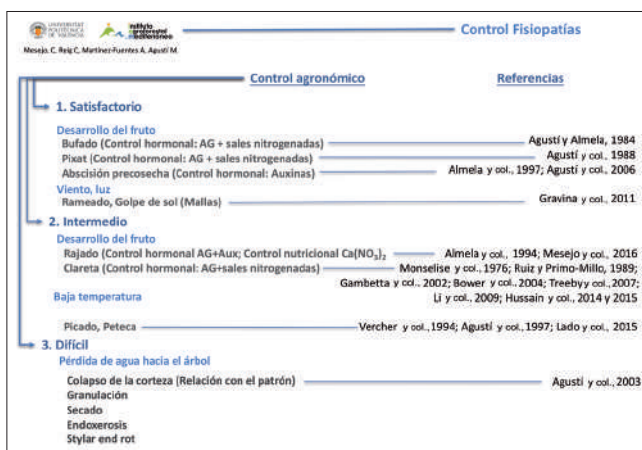


Figura 5. Control agronómico.

1976). La adición de nitrato potásico, o fostato biamónico puede presentar un efecto adicional (Ruiz y Primo-Millo, 1989).

Finalmente, resulta muy difícil controlar las alteraciones que tienen un origen particularmente hídrico y que describimos como *una pérdida de agua hacia el árbol*. Solamente el colapso de la corteza de las naranjas navel se ha estudiado en profundidad (Agustí y col., 2004). La depresión que se produce en la corteza, y que evoluciona generando una mancha oscura de textura endurecida (tejido muerto, deshidratado), se ha relacionado con cambios bruscos en la humedad relativa. Como la cutícula de la corteza de los frutos afectados no muestra alteración física o fisiológica (no hay diferencias en la pérdida de agua a su través), el fruto debe perder agua hacia el árbol. Los árboles injertados sobre patrones con mayor capacidad de transporte de agua (c. Carrizo > m. Cleopatra) son más sensibles a la alteración. Zaragoza y Agustí (2001) estudiaron los factores que influyen en la frecuencia y severidad de la granulación en la naranja 'Lanelate'. De nuevo el patrón muestra relación con la alteración.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí M., Almela V. 1984. Mejora de la calidad de la mandarina Satsuma. Bco. de Santander, Madrid, España.
- Agustí M., Almela V., Guardiola JL. 1988. Aplicación de ácido giberélico para el control de las alteraciones de la corteza de las mandarinas asociadas a la maduración. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg., 3: 125-137
- Agustí M., Zaragoza S., Almela V., Lapica P., Trenor I., Juan M., Alonso E., Salvia J. 1997. Caracterización y control del picado (peel pitting) del fruto de la mandarina 'Fortune'. Lev. Agr., 341: 346-353.
- Agustí, M., Almela, V., Juan, M. (2004). Alteraciones fisiológicas de los frutos cítricos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Ed.), Madrid, España
- Agustí, M., Juan, M., Martínez-Fuentes, A., Mesejo, C., Reig, C., Almela, V. (2006). Application of 2,4-dichlorophenoxypropionic acid 2-ethylhexyl ester reduces mature fruit abscission in Citrus navel cultivars. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81(3), 532-536.
- Almela, V., Zaragoza, S., Primo-Millo, E., & Agustí, M. (1994). Hormonal control of splitting in 'Nova' mandarin fruit. Journal of Horticultural Science, 69(6), 969-973.
- Almela V, Juan M, Lapica P, Salvia J, Agustí M. 1997. Control de la abscisión del fruto maduro en los cítricos. C. V. Agraria, 10:15-22.
- Bower, J. P. 2004. "The physiological control of citrus creasing." Acta Horticulturae, 632: 111-115
- Gambetta, G., Telias, A., Arbiza, H., Espino, M., Franco, J., Rivas, F., & Gravina, A. (2002). "Creasing" en naranja "Washington" navel en Uruguay. Incidencia, severidad y control. Agrociencia, 6(2), 17-24.
- Gravina, A., Cataldo, J., Gambetta, G., Pardo, E., Fornero, C., Galiger, S., & Pienika, R. (2011). Relation of peel damage in citrus fruit to wind climate in orchard and its control. Scientia Horticulturae, 129(1), 46-51. Hussain, Z., Singh, Z. (2015). Involvement of polyamines in creasing of sweet orange [Citrus sinensis (L.) Osbeck] fruit. Scientia Horticulturae, 190, 203-210.
- Hussain, Z., Singh, Z. (2015b). Involvement of ethylene in causation of creasing in sweet orange [Citrus sinensis (L.) Osbeck] fruit. Australian Journal of Crop Science, 9(1), 1-10.
- Lado, J., Rodrigo, M. J., Zacarías, L. (2015). Analysis of ethylene biosynthesis and perception during postharvest cold storage of Marsh and Star Ruby grapefruits. Food Science and Technology International, 21(7), 537-546.
- Li, J., Zhang, P., Chen, J., Yao, Q., Jiang, Y. (2009). Cellular wall metabolism in citrus fruit pericarp and its relation to creasing fruit rate. Scientia horticulturae, 122(1), 45-50.
- Mesejo, C., Reig, C., Martínez-Fuentes, A., Gambetta, G., Gravina, A., Agustí, M. (2016). Tree water status influences fruit splitting in Citrus. Scientia Horticulturae, 209, 96-104. Monselise, S. P., Weiser, M., Shafir, N., Goren, R., Goldschmidt, E. E. (1976). Creasing of orange peel—Physiology and control. Journal of Horticultural Science, 51(3), 341-351.
- Ruiz, L., Primo-Millo, E. (1989). El colapso del albedo, clareta o creasing de los frutos cítricos. Levante Agrícola, 291/292: 84-90. Treeby y col., 2007 creasing
- Vercher, R., Tadeo, F. R., Almela, V., Zaragoza, S., Primo-Millo, E., Agustí, M. (1994). Rind structure, epicuticular wax morphology and water permeability of 'Fortune' mandarin fruits affected by peel pitting. Annals of Botany, 74(6), 619-625.
- Zaragoza, S. y Agustí, M. 2001. Factores que inciden en la presencia de granulación en la variedad de naranja 'Lanelate'. Actas de Horticultura, 28: 105-110.