

DESARROLLO DE PARTIDURAS Y ESTRATEGIAS DE MANEJO PREVENTIVO

DR. RICHARD M. BASTÍAS. LABORATORIO DE FRUTICULTURA – FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. INVESTIGADOR – PROGRAMA TECNOLÓGICO CORFO CENTRO FRUTICULTURA SUR.

Ante el desarrollo de partiduras, ¿cuáles son los modelos que explican las causas de este problema en cerezas? Si bien es cierto la incidencia de partidura en cerezas se asocia a la presencia de lluvias en periodos cercanos a la cosecha, el origen de este daño no necesariamente puede explicarse por ese único factor. De hecho, los avances obtenidos a la fecha, realizando trabajos de investigación, demuestran que existen cuatro modelos que explicarían el por qué la cereza se agrieta frente a eventos de lluvia y que involucra otros factores ambientales, tales como el contenido de agua en el suelo y la variación de la temperatura del aire antes o durante el desarrollo del daño (Figura 1).

El modelo de origen de partidura más difundido es aquel determinado por la absorción directa del agua por parte del fruto. Este modelo establece que el daño se origina por el ingreso del agua de lluvia a través de la epidermis del fruto, incrementando el volumen de éste en un grado (punto crítico) en que la epidermis es incapaz de soportar la presión interna del fruto, destruyendo las vacuolas, con el consecuente colapso de las células epidérmicas y de los componentes de la pared celular, provocando así la partidura (Figura 1). Estudios sobre cinética de la partidura realizados en Chile han permitido corroborar en parte este mo-

delo. Así, cuando los frutos de distintos cultivares fueron sometidos al método de inmersión en agua destilada y durante diferentes estados de desarrollo del fruto, permitieron evidenciar daño de partidura a partir de aproximadamente los 50 días después de plena flor (DDPF) para cultivares de cosecha temprana a media estación como Bing, Van y Stella; y partir de los 70 DDPF para cultivares de cosecha más tardía como Kordia (Figura 2).

Esta diferencia en el momento de inducción de partidura entre los cultivares debiera estar relacionado con el estado de maduración de la fruta, y principalmente con el contenido de sólidos solubles (azúcares) que determina el diferencial de potencial osmótico entre el contenido de zumo celular y el agua exterior, y que finalmente determina la fuerza motriz que mueve el agua hacia el interior de los frutos. No obstante, a la fecha no se ha podido demostrar a ciencia cierta que el contenido de azúcares es el factor determinante en las diferencias de incidencia de partidura entre cultivares. De hecho, se ha demostrado que las diferencias de susceptibilidad entre cultivares no tiene relación únicamente con la concentración de azúcares en frutos y su potencial osmótico, sino que también con el patrón de crecimiento y expansión del fruto durante su desarrollo en el árbol y que inciden en cambios estructurales y funcionales de la cutícula del fruto.

La cutícula del fruto está compuesta por la cutina y distintos tipos de ácidos grasos. Durante las distintas fases de crecimiento de la cereza en el árbol, la deposición de la masa de cutícula en el fruto disminuye considerablemente, mientras que la expansión de la masa del fruto se incrementa a una mayor tasa. Esta condición conlleva a que debido a la tensión que se genera se desarrollan micro fracturas en la cutícula o 'micro-cracking' que solo se pueden apreciar a nivel microscópico. Aun cuando la presencia de 'micro-cracking' no compromete a las capas celulares subyacentes de la epidermis o de la hipodermis de la cereza, sí se ha demostrado que la incidencia de 'micro-cracking' predispone al desarrollo de partiduras durante la fase III del desarrollo del fruto (Figura 2).

El desarrollo de 'micro-cracking' es el segundo modelo que explica las causas de inducción de partiduras en cerezas (Figura 1). Este propone que la presencia de estas minúsculas fracturas de la cutícula aumenta la tasa de absorción localizada de agua, generando el daño

individual de células y su esparcimiento a nivel de la epidermis del fruto. Además, investigaciones recientes indicarían que durante este proceso se produce la liberación de ácido málico, compuesto que participa en la extracción de calcio a nivel de la lamela media de la pared celular generando un engrosamiento y el posterior debilitamiento de las células de la epidermis e hipodermis, hasta alcanzar el daño visual de agrietamiento observado en cerezas con partiduras.

Si bien es cierto el modelo de 'micro-cracking' es uno de los más aceptados en cuanto al origen fisiológico del daño de partiduras por lluvias en cerezas, este no permite explicar el por qué, por ejemplo, existe igualmente daño por partiduras en ausencia de agua lluvia en la superficie de los frutos. Así, se ha encontrado que en huertos con coberturas protectoras de lluvias (techos), un porcentaje no menor de la fruta bajo estas coberturas sigue manifestando este daño, especialmente en la zona lateral del fruto (Figura 3). En este contexto es que en el último periodo se ha propuesto un tercer modelo que explicaría la inducción de daño por partiduras y el que se basa en el flujo de agua desde las raíces y a través del sistema vascular del fruto, contribuyendo directamente al desarrollo de partiduras (principalmente de tipo lateral) o indirectamente al incremento del volumen de los frutos y debilitamiento de las células de la epidermis (Figura 1), lo que demuestra la importancia que podría

Figura 1. Modelos de inducción de partidura en cerezas basados en la absorción de agua por el fruto (1), el desarrollo de micro cracking en la cutícula (2), la absorción de agua por las raíces y a través del sistema vascular (3), y en la contracción de la piel de los frutos en oposición a la expansión del mesocarpio (4) (Adaptado de Correia et al., 2018).

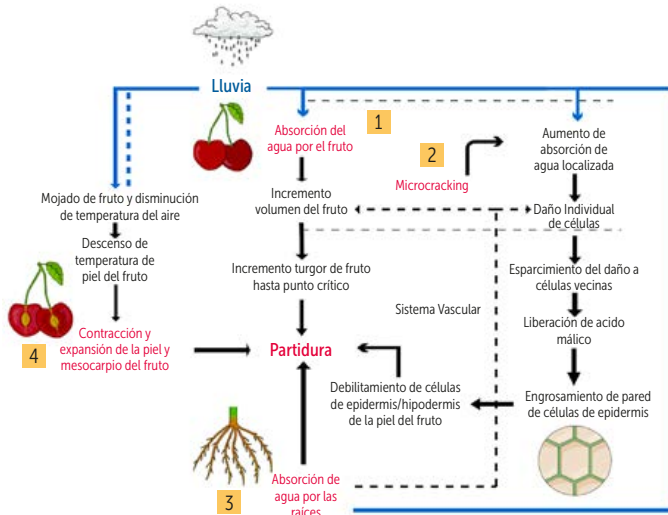


Figura 2. Incidencia de daño por partiduras en cerezas 'Bing', 'Van', 'Stella' y 'Kordia' sometidas a inmersión en agua destilada desde los 30 días después de plena flor (DDPF) hasta los 80 DDPF (Adaptado de Bastías et al., 2016).

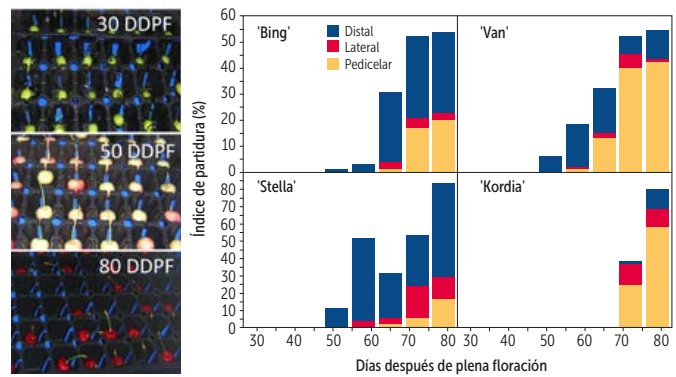
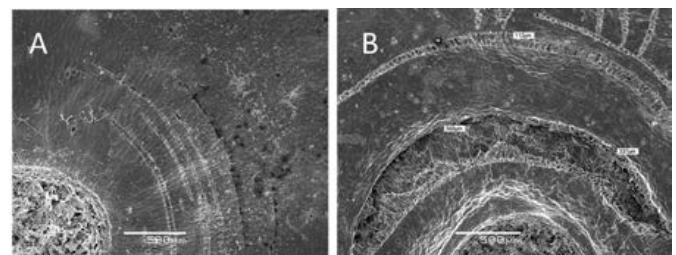


Figura 3. Apariencia visual de la superficie de cerezas con 'micro-cracking' (A) y que predispone posteriormente la presencia de partiduras (B). (Adaptado de Bastías et al., 2016).





1. Cerezas con agua lluvia; 2. Cerezas con inicio partidura durante la lluvia; 3. Cerezas con partidura post lluvia.

tener el cambio en el contenido de humedad del suelo sobre el desarrollo de este desorden.

Los tres modelos anteriormente descritos intentan explicar el origen del daño de partiduras en cerezas sobre la base de la relación suelo-agua-planta-fruto, pero no consideran el rol que pueden estar jugando otras variables ambientales como la temperatura del aire.

La experiencia local ha mostrado que la severidad de este daño puede variar dependiendo de las condiciones ambientales bajo las cuales ocurre un evento de lluvia. Así, frente a la presencia de lluvias en condiciones de baja temperatura ambiental estarían generando un daño menos severo en comparación a aquel originado cuando las lluvias ocurren en

condiciones de alta temperatura. En este sentido, en el último periodo se ha propuesto un cuarto modelo que indicaría que la partidura se originaría debido a la variación entre contracción de la piel de fruto y expansión del mesocarpo, el que es inducido por el descenso abrupto en la temperatura de la superficie del fruto, frente a un evento de lluvia (Figura 1).

Si bien es cierto este último modelo no ha sido del todo comprendido o validado, estudios recientes indican que efectivamente la tasa de expansión y contracción del fruto del cerezo se ve alterada cuando las condiciones de temperatura y lluvias varían durante un determinado periodo del día, por lo que este modelo conviene ser analizado bajo condiciones de campo.

MANEJO DE LA PARTIDURA: UNA ESTRATEGIA INTEGRAL Y PREVENTIVA

Dado que el origen de la partidura puede ser explicado en base a diferentes modelos, resulta necesario el desarrollar estrategias de manejo holístico para su manejo, y que pueden ser claves en un programa preventivo de este problema bajo condiciones de campo con enfoque en la fisiología del daño, y complementario a los métodos usualmente utilizados (techos, secado con helicópteros y variedades tolerantes). Al respecto, diferentes estudios han mostrado que la nutrición foliar con Ca en etapa temprana y tardía es más efectiva en el control de partidura que la nutrición con Ca al suelo aplicado en etapa temprana.

No obstante, cuando este elemento

mineral es aplicado con abundante riego entre floración e inicio de fase II del crecimiento del fruto puede contribuir a una mayor tolerancia de la fruta a este desorden. De igual manera un déficit hídrico en fase I del crecimiento del fruto puede inducir fruta más sensible a partidura, al desfavorecer el ingreso de Ca a la fruta. Resulta relevante destacar que la combinación de Ca con otros elementos minerales tales como Si, B, Fe, Zn mejoran aún más su efectividad en el control de partidura, incluso incrementando el contenido de este elemento en la fruta.

Otra forma de abordar el problema es a través de la aplicación foliar de sales de calcio en las formas CaCl₂ y Ca (OH)₂ antes o inmediatamente después de un evento de lluvia. El mecanismo de acción

Fitogram® Algae

COMPLETO BIOESTIMULANTE Y ACTIVADOR METABÓLICO
 Extracto de algas + Minerales + Aminoácidos + Fitohormonas + Vitaminas

Anti-estrés

Excelente desestresante frente a condiciones adversas como sequía, heladas, aplicaciones de herbicidas y otros.

Máxima estimulación

Mejora la movilización y distribución de nutrientes, estimula la germinación de semillas e incrementa el contenido de clorofila y área foliar, logrando plantas más grandes y vigorosas.

Rendimiento y calidad

Fitogram® Algae SL incrementa los rendimientos, favoreciendo la obtención frutas y verduras de alta calidad.

Formulado con los máximos estándares de calidad biotecnológica de Biogram S.A., líder en biotecnología agrícola.

PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS PARA EL AGRO DE HOY

Distribuidores Autorizados | CALS · AGROFUTURO · COOPINSEM · LOBERT · GMT · FEROSOR

www.biogram.cl
 Lea atentamente etiquetas y recomendaciones.
 Consultas técnicas: +56 7759 2685 / +56 8239 2953

www.redagricola.com

Figura 4. Influencia de la cobertura para la protección de lluvias en huertos de cerezos sobre la incidencia de partidura de frutos del tipo pedicelar, lateral y distal.

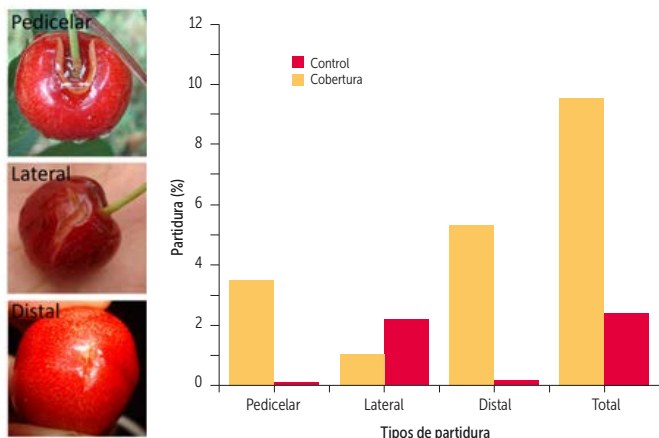
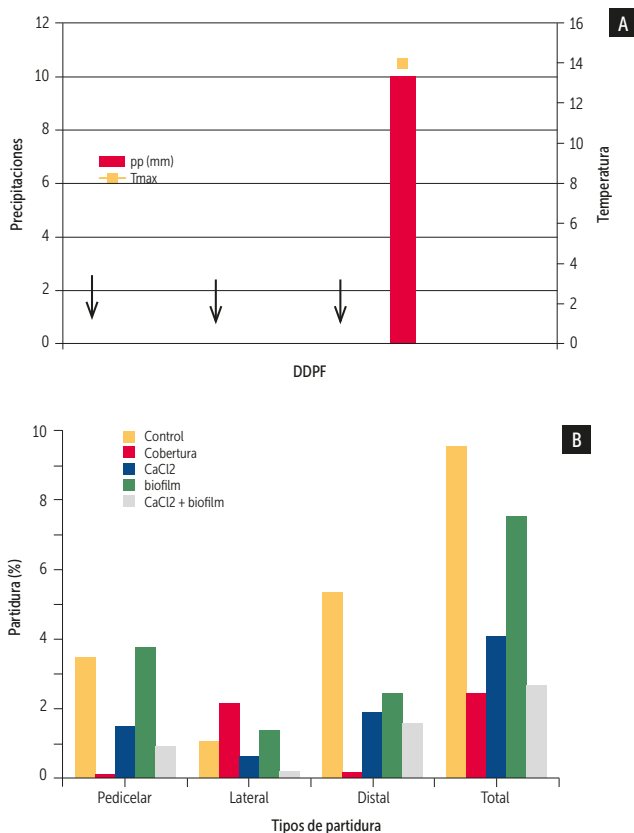


Figura 5. Momentos de aplicación de la combinación de Ca y agente biofilm de carácter lipofílico en días después de plena flor (DDPF) previo a un evento de lluvia (A) y su efecto en el desarrollo de partiduras en comparación a condiciones con y sin cobertura (B).

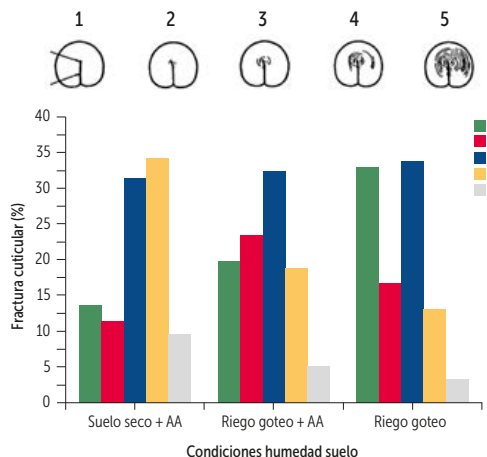


de estas sales se relaciona a su efectividad como agente osmótico, generando en la superficie del fruto un potencial de soluto negativo que ayuda a reducir, de esta manera, el ingreso de agua a través de la epidermis del fruto. Cabe destacar que el efecto de la dosis del potencial de veces de aplicación de las sales de calcio varía entre temporadas, y en general cuando las condiciones de lluvias superan 5 – 10 mm, el lavado de estas sales de Ca puede

llegar a un 40 – 50%. Esto último es importante para considerar en aplicaciones complementarias.

Por otra parte, diferentes investigaciones realizadas en Chile han demostrado que la aplicación combinada de Ca con agentes o biofilms de carácter lipídico (suplemento de cutícula, aceites emulsionantes) ha sido más efectivo en el control de partidura que su aplicación en forma separada. La efectividad de la aplicación

Figura 6. Influencia de cambios en el contenido de humedad del suelo a través del secado del suelo, la aplicación de abundante agua (AA) y riego por goteo sobre el grado de severidad de fractura de cutícula (1=sin daño y 5= muy severo) en cerezas. (Adaptado de Sekse et al., 2008).



de esta formulación en tres momentos antes de un evento de lluvias puede ser similar al uso de coberturas, y cuando las condiciones ambientales de origen de partidura apuntan al modelo de 'micro-crackin' (i.e. lluvias de 10 – 20 mm / temperatura 15 – 20°C) (Figura 5).

Este efecto también se consigue con la combinación de Ca y giberelinas, ya que la combinación de ambos ayuda a obtener frutos con membrana de cutícula y epidermis de mayor grosor y resistente.

Por último, el manejo del riego es un aspecto discutido, pero con escasa evidencia sobre el impacto de esta práctica en el desarrollo de partiduras en cerezas. Esta práctica debiera estar incidiendo de alguna forma, según el modelo planteado sobre la inducción del daño desde el punto de vista de flujo de agua vascular (Figura 1). Lo cierto es que el manejo hídrico del huerto podría estar de alguna forma interrelacionado con la incidencia de fracturas de la cutícula o como factor predisponente de partiduras.

En este sentido, se ha demostrado que cambios bruscos en el contenido de humedad del suelo asociados a eventos sin riego (suelo seco) y aplicación posterior de abundante agua, estarían originando una fruta con mayor severidad de fracturas de cutícula (grado 4-5), mientras que el riego frecuente a través de sistema de goteo estaría atenuando este problema (Figura 6). En este contexto, un manejo adecuado de la frecuencia y tiempo del riego es gravitante para construir una fruta menos susceptible a partidura, especialmente en temporadas en que el agua de riego puede ser escasa durante la estación.

CONCLUSIONES FINALES

Existen cuatro modelos que explican el origen del desarrollo de partiduras en cerezas los que podrían estar interrelacionados, dependiendo de las condiciones ambientales, variedades y manejo de los huertos.

Un manejo integral sobre la base de los modelos planteados y que considere el uso de elementos minerales (Ca y otros), agentes lipofílicos (aceites y suplementos de cutícula), reguladores de crecimiento (giberelinas) y riego (tiempo y frecuencia) ayudarían a obtener una fruta más resistente a este problema, y como técnica complementaria a los métodos más difundidos (techos, secado con helicópteros y variedades tolerantes). Ra

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastías, R. M., Leyton, M.J., Valenzuela, R., Soto, G. 2015. Diagnóstico y manejo de partiduras en cerezas. *Revista Frutícola*. 37 (3): 20 – 26.
- Correia, S., Schouten, Rob., Silva, AP., Gonçalves, B. 2018. Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. *Scientia Horticulturae* 240: 369–377.
- Dominguez, E., J. Cuartero, A. Heredia. 2011. An overview on plant cuticle biomechanics. *Plant Sci*. 181: 77-84.
- Measham, P. A. Gracie, S. Wilson and S. Bound. 2010. Vascular flow of water induces side cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Adv. Hort. Sci.* 24(4): 243-248.
- Moing, A., C. Renau, H. Christmann, L. Foulhiaux, Y. Tazuin, A. Zaneto M. Gaudillière, F. Laigret and J. Claverie. 2004. Is there a relation between changes in osmolarity of cherry fruit flesh or skin and fruit cracking susceptibility? *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(5):635-641.
- Kafle, G.K., Khot, L.R., Zhou, J., Bahlol, H., Si, Y. 2016. Towards precision spray applications to prevent rain-induced sweet cherry cracking: Understanding calcium washout due to rain and fruit cracking susceptibility. *Scientia Horticulturae* 203: 152–157.
- Koumanov, K. 2015. On the mechanisms of the sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit cracking: Swelling or shrinking? *Scientia Horticulturae* 184: 169–170.
- Schumann, C., Winkler, A., Brüggewirth, M., Knöpcke, Knoche, M. 2019. Crack initiation and propagation in sweet cherry skin: A simple chain reaction causes the crack to run. *PLoS ONE* 14(7): e0219794.
- Sekse, L. 2008. Fruit cracking in sweet cherries - Some recent advances. *Acta Hort.* 795: 615- 622.