



CrackCirera: estrategias para la reducción del *cracking* en cereza

J. LORDAN, C. FARO, C. LÓPEZ-CRISTOFFANINI, G. ECHEVERRIA

IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries), Fruitcentre. Lleida.

RESUMEN

En el presente artículo se presentan los resultados del proyecto "CrackCirera: Evaluación de estrategias para mitigar el *cracking* de la cereza", financiado a través de la Operación 16.01.01 de Cooperación por la innovación del Programa de Desarrollo Rural de Cataluña 2014–2022. El cerezo es considerado un cultivo estratégico, con un mercado creciente y estable que lleva años funcionando. Sin embargo, la rotura inducida por la lluvia (*cracking*) es la principal causa de pérdida de cosechas de cereza. En este proyecto se evaluaron tres tipos de estrategias para reducir el *cracking* de la cereza: i) material vegetal, ii) cubiertas antilluvia y iii) aplicaciones de hormonas/ minerales. A su vez, también se realizó un análisis postcosecha. Se observaron diferencias importantes entre material vegetal. La protección antilluvia tuvo una reducción del 40% de los frutos afectados. En lo que respecta a los análisis de postcosecha, algunas estrategias provocaron cambios en el tamaño, firmeza y dulzor de los frutos.

Palabras clave: Cuajado, Fenología, Material vegetal, Protección antilluvia, Calidad, Producción.

ABSTRACT

CrackCirera: strategies to mitigate cherry cracking. This article presents the findings from the CrackCirera project, funded under Operation 16.01.01 of the Rural Development Program of Catalonia (2014–2022). Cherry production is a strategic sector with a stable and growing market, but rain-induced cracking remains a major cause of crop loss. The project evaluated three strategies to mitigate cherry cracking: (i) plant material selection, (ii) anti-rain covers, and (iii) hormone and mineral treatments. Additionally, a post-harvest analysis was conducted. The results revealed significant differences in cracking rates between different plant materials. Anti-rain covers proved particularly effective, reducing fruit damage by 40%. Post-harvest analysis also highlighted some changes in fruit characteristics, including size, firmness, and sweetness, depending on the mitigation strategies applied.

Key words: Fruit set, Phenology, Plant material, Rain cover, Quality, yield.

El cultivo y comercialización de la cereza, tanto a nivel internacional como nacional, es un negocio en expansión que cada vez se afianza más, como muestran los datos. En los últimos años se ha incrementado su tendencia en los mercados europeos y por tanto su demanda cada vez es mayor, hecho que se ha visto reflejado en su implantación, así como también en los datos de exportación. En 2017, la exportación se incrementó un 25% en el Estado español. Los principales destinos de exportación de cereza son países de Europa y Asia, entre los que destacan, por volumen de compra: Francia, Reino Unido, Italia, Países Bajos, Alemania, Polonia, Japón y China.

Cada vez más, el cerezo es considerado un cultivo de alta rentabilidad, aunque también de gran exigencia técnica. En nuestro país disponemos de las capacidades necesarias para ofrecer un fruto de maduración precoz respecto a otros países, pudiendo cubrir un nicho de mercado que garantice importantes exportaciones, sobre todo a países europeos. Actualmente, los principales productores y por tanto también competidores son Turquía, Rusia, Chile e Italia. Existe una ventana de oportunidad clara al principio de temporada (abril–mayo) para el mercado europeo, al que llega antes que otros competidores más fuertes (en producto y logística).

En un esfuerzo por rentabilizar aún más este cultivo, en los últimos años se ha trabajado en la utilización de nuevo material vegetal, en la bús-

queda de mejoras del rendimiento productivo, así como en la reducción de costes de su manejo. Toda esta mejora se ha abordado mediante el estudio y desarrollo de nuevas variedades, que además de ofrecer mayor producción, generen un fruto de mayor calidad, más atractivo y adaptado a las exigencias del mercado. Sin embargo, el gran reto del cultivo de la cereza radica en que es altamente perecedero y se ve muy afectado por la gestión de las parcelas y las condiciones ambientales, como el exceso de precipitaciones antes de la cosecha (CORREIA, *et al.*, 2018). La rotura inducida por la lluvia (*cracking*) es la principal causa de pérdida de cosechas de cereza en la mayoría de las zonas de producción del mundo.

Las predicciones del cambio climático (QIN, *et al.*, 2014) apuntan a una creciente frecuencia de precipitaciones excesivas que probablemente aumentarán la incidencia de *cracking* en cerezas. Muy pocas variedades actuales son tolerantes a esta fisiopatía. 'Regina' es una de las más tolerantes, mientras que 'Kordia', 'Lapins' y 'Hedelfingen' tienen cierta tolerancia. 'Bing', 'Brooks', 'Skeena' son muy susceptibles al *cracking* (BALBONTÍN, *et al.*, 2013; QUERO-GARCÍA, *et al.*, 2017).

El *cracking* en cereza ha sido el foco de investigación (BALBONTÍN, *et al.*, 2013; KERTESZ and NEBEL, 1935; MEASHAM, *et al.*, 2014; SEKSE, 1995) y se ha recopilado en varias reseñas (BALBONTÍN, *et al.*, 2013; CORREIA, *et al.*, 2018; REHMAN, *et al.*, 2015; SEKSE, 1995; SIMON, 2006); sin embargo, los mecanismos implicados en el *cracking* no están completamente identificados. Los factores fisiológicos, bioquímicos, ambientales, culturales, anatómicos y genéticos no están claros, incluidas las estrategias de gestión para mitigarlo.

El objetivo general de este proyecto fue reducir el *cracking* de la cereza mediante la adopción de diferentes estrategias que afectan a múltiples mecanismos involucrados en su desarrollo. Los resultados que se van a presentar a continuación forman parte del proyecto "CrackCirera: Evaluación de estrategias para mitigar el *cracking* de la cereza", financiado a través de la Operación 16.01.01 de Cooperación por la innovación del Programa de Desarrollo Rural de Cataluña 2014-2022.

Materiales y métodos

Este proyecto se llevó a cabo en parcelas pertenecientes a SAT Bepa y a socios de la Cooperativa de Corbins, la cual pertenece a la Cooperativa de Segundo Grado Actel. De manera consensuada con las empresas, se evaluaron tres tipos de estrategias para reducir el *cracking* de la cereza: i) material vegetal, ii) cubiertas antilluvia y iii) aplicaciones de hormonas/minerales.

Se evaluaron cinco variedades diferentes de cereza, para conocer bien sus parámetros productivos y cualitativos, fenología y tolerancia/susceptibilidad al *cracking*. Las variedades evaluadas fueron 'Royal Tioga^{cov}', 'Sweet Aryana[®]', 'Sweet Gabriel[®]', 'Sweet Lorenz[®]' y 'Sonata'.

Para reducir el *cracking* de la cereza se estudiaron estrategias antilluvia, evaluando diferentes materiales de protección antilluvia y también la conformación de estas (monofila vs. cobertura total). Las protecciones antilluvia fueron instaladas por dos empresas: Agralia, empresa que tiene una larga experiencia en Sudamérica en la construcción e instalación de esta tecnología en cerezo; y Novafrut, que tiene una dilatada experiencia en el uso de mallas antigranizo y ofrecía en este caso un material diferente a Agralia para proteger de la lluvia.

Se evaluaron también diferentes aplicaciones de productos hormonales y minerales para incrementar el número de células de los frutos, fortalecer las paredes celulares, estimular e incrementar la elasticidad de la cutícula, etc. A continuación, se muestra el listado de estrategias perteneciente al grupo de estrategias hormonales/minerales. Tal y como puede apreciarse en el Cuadro 1, existen estrategias que constan de diferentes productos, con diferentes dosis, número de aplicaciones y momentos de aplicación. El nombre que aparece en la columna "Estrategia" es el que se dará en adelante cuando se presenten los resultados de los diferentes experimentos.

Para cada repetición de cada estrategia se cosecharon los árboles enteros en un pase y se calibró la producción para obtener los datos de kg, calibres y % *cracking*, frutos dobles, destrio etc. Además, en otro árbol por repetición se cosechó una muestra de 20 frutos dividiendo el árbol en 4 sec-

kryoss

Bioestimulante que **protege tus frutales de las heladas**, con eficacia demostrada en floración, cuajado y estadios fenológicos más avanzados **garantizando tu producción**



PROPIEDADES

Kryoss is a premium leaf activator with specific amino acids and other active compounds, that confer tolerance and prevent frost damage.

Kryoss reduces the effects of early frost damage (up to -5°C for 1 hour) and reduces the onset of frosty plant flowers by decreasing the risk of flower production and/or quality.

CONSTITUENT ANALYSIS	% w/w	% w/v
Chlorophyll a	0.22	0.26
Chlorophyll b	0.06	0.28
Photosynthetic electron mobile	0.75	7.63

OBSERVATIONS

Kryoss is very fast and does not require any special handling in regards to safety and storage.
 Kryoss is compatible with the majority of products industrially used in agriculture. It is recommended to test for compatibility before use.
 Kryoss is a recommended and neutral agricultural product.
 Do not store at temperatures below zero and 30°C.
 Do not mix with other products.
 Do not use on plants with frost damage or 8 leaves of height.
 Do not use on plants with frost damage.
 Do not use on plants with frost damage.
 Do not use on plants with frost damage.

kryoss



FERTILIZER WITH AMINO ACIDS

coda

APPLICATION METHODS

Kryoss is ready to use and should be applied in a concentrated solution to the leaves of the plants during the flowering stage.

The recommended rate is:

Crop	Specific rate
Wine (with and without)	100g

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.

Do not use on plants with frost damage.



Sustainable Agro Solutions, S.A.U.
 Ctra. N-240, Km 110 - Almacelles - Lleida (Spain) 25100
 t. (34) 973 74 04 00 | info@sas-agri.com



Cuadro 1. Listado de estrategias incluidas en cada estrategia, principio activo, dosis, número de aplicaciones y momento de aplicación.

Estrategia	Principio activo	Dosis	# aplicaciones	Momento aplicación
Ác. Fólico (Folser)	Ác Algánico, Manitol, K ₂ O	2,5 L/ha	3	Desde plena floración cada 20 días
	Ác Orgánicos	2,5 L/ha		
	Mn + Zn	1 L/ha		
Estrategia Landi	CaO + B	2,5L/ha	2	Desde cuajado y hasta antes endurecimiento hueso
	H ₄ SiO ₄ + Fe + FeEDTA + Zn + ZnEDTA + Mo	10L/ha		
Ác. Silícico (Zumsil)	SiO ₂	2 L/ha	2	Desde color paja y cada 15 días

ciones para evaluar uniformidad de maduración, color, azúcares y firmeza.

Además de evaluar el *cracking* en campo se llevó a cabo una inducción en laboratorio, siguiendo la metodología descrita por CHRISTENSEN (1972). Para cada repetición y tratamiento se sumergieron 15 frutos en agua destilada a 20°C y después de 2, 4 y 6 h se determinó el número de frutos con *cracking*. La incidencia de *cracking* se calculó mediante la fórmula: $CI = (5a + 3b + c) \times 100 / (5n)$ donde a, b, c es el número de frutos rotos después de 2, 4 y 6 h, respectivamente, y n es el número de frutos para cada muestra.

En cuanto a la metodología de postcosecha, los parámetros de calidad (peso, diámetro, test de compresión, color, ángulo hue, contenido en sólidos solubles y acidez titulable) fueron evaluados tras la recolección y después de 21 días de conservación a 0,5°C más 1 día a 20°C (vida útil o 'shelf-life') para las variedades 'Sweet Lorenz®' y 'Tioga^{cov}'.

Resultados

'Royal Tioga^{cov}' fue la primera variedad en cosecharse, ubicada en la parcela de SAT Bepa. Hubo una cosecha media de 18 kg/árbol (~29 t/ha), con buenas calidades y prácticamente sin presencia de *cracking*, tal y como se puede apreciar en la Figura 1.

La cosecha se llevó a cabo la primera semana de mayo y, pese a haber registrado lluvias semanas antes, unos 20 L del 24-30 de abril (Figura 2), el *cracking* en campo fue prácticamente inexistente para esta variedad, lo que puede indicar cierta tolerancia de esta al *cracking*. De esta for-

ma, como el *cracking* fue poco relevante para todos los tratamientos, incluido el control, evaluamos si hubo alguna incidencia de los diferentes tratamientos en cuanto a incrementar los kg/árbol que eran comerciales, una vez descartados frutos con heridas no cicatrizadas, muy maduros, podridos, gemelas mal formadas, verdes que no se pueden comercializar, etc.

Los tratamientos con ácido fólico (Cuadro 1) que se llevaron a cabo fuera de malla antilluvia tuvieron una tendencia a incrementar los kg/comerciales en comparación con el control, pasando de 15 kg/árbol a unos 20 kg aproximadamente, lo que según el tratamiento sería un incremento del 30-35% (Figura 3). Otros tratamientos como la estrategia de Landi (Cuadro 1) o la malla antilluvia tuvieron un efecto poco relevante en este sentido.

Cuando estos tratamientos fueron evaluados de nuevo con otros diferentes y combinaciones de ellos bajo malla antilluvia, el incremento de producción comercial no fue tan destacable, con valores que oscilaron en torno al 10% (Figura 4). En este caso, el ácido fólico fue de nuevo el más destacado (Cuadro 1). Aplicaciones a base de ácido silícico tuvieron una mejora despreciable y la combinación con ácido fólico tuvo un peor resultado que el ácido fólico aplicado por sí solo.

Con relación al efecto sobre los parámetros cualitativos, no se observaron diferencias significativas para los azúcares, color o firmeza entre ningún tratamiento y el control (Figura 5).

Más allá de 'Royal Tioga^{cov}' evaluada en SAT Bepa, en la parcela de Actel se evaluaron durante el proyecto otras cuatro variedades. 'So-



Figura 1. Muestra de los árboles y frutos de la variedad 'Royal Tioga^{COV}' ubicada en la parcela de SAT Bepa.

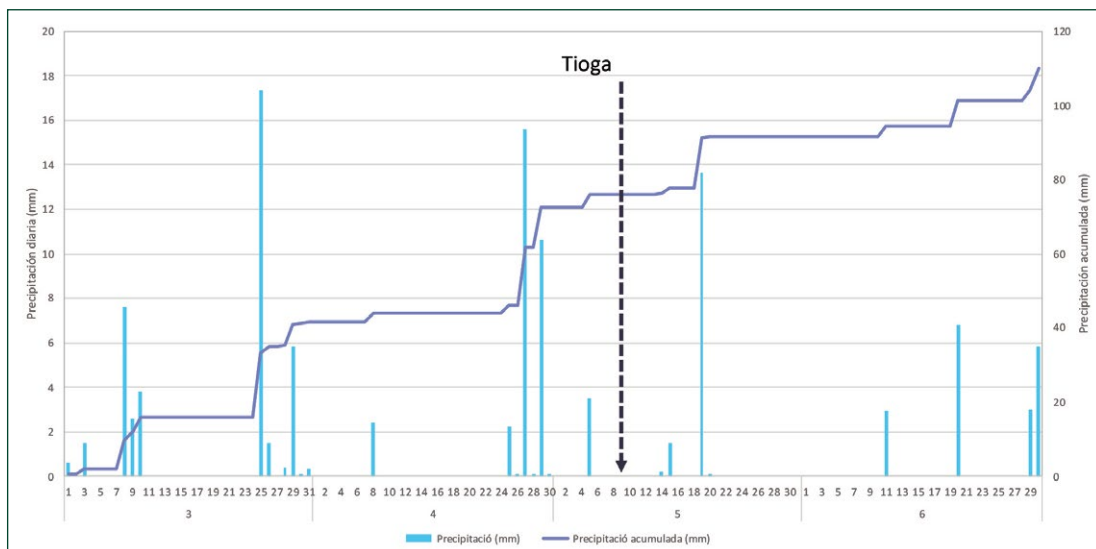


Figura 2. Precipitación diaria y acumulada desde 1 de marzo hasta 30 de junio de 2024 en la parcela de SAT Bepa. Se indica también la fecha de cosecha de la variedad 'Royal Tioga^{cov}'.

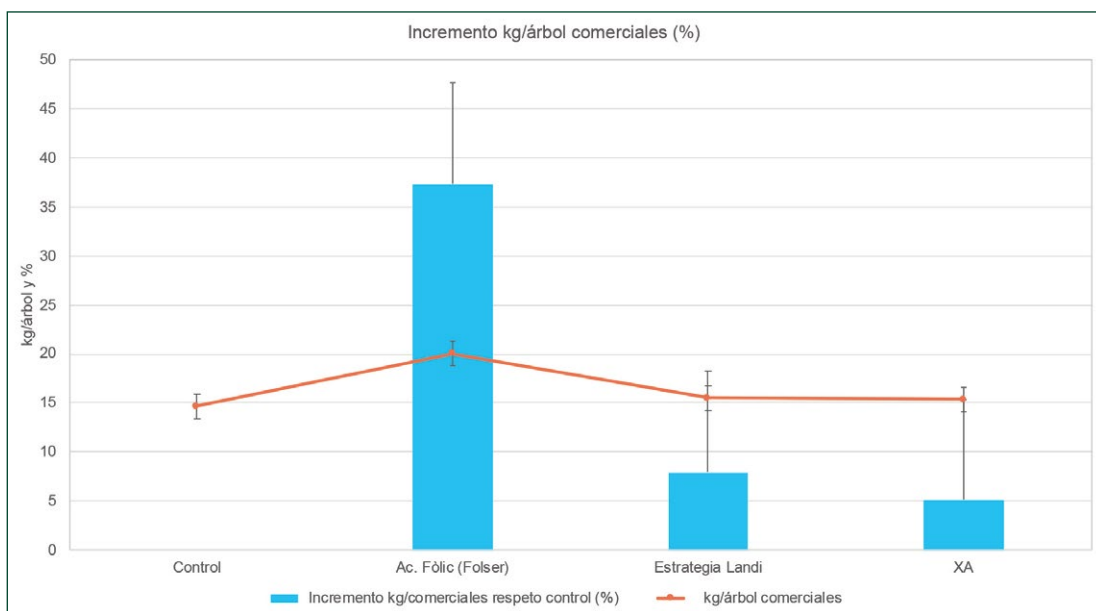


Figura 3. Producciones (kg/árbol) e incremento de producción comercial respecto al control (%) de 'Royal Tioga^{cov}' para cada uno de los diferentes tratamientos evaluados fuera malla antilluvia y también el efecto de la malla antilluvia (XA) en la parcela de SAT Bepa. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

nata' fue la variedad más productiva, seguida por 'Sweet Lorenz[®]' y después 'Sweet Gabriel[®]' y 'Sweet Aryana[®]' como las menos productivas (Figura 6). Estas diferencias de producción tam-

bién se vieron reflejadas en el calibre, siendo 'Sonata' la variedad con calibres más pequeños y 'Sweet Aryana[®]' y 'Sweet Lorenz[®]' las variedades con mayor calibre.

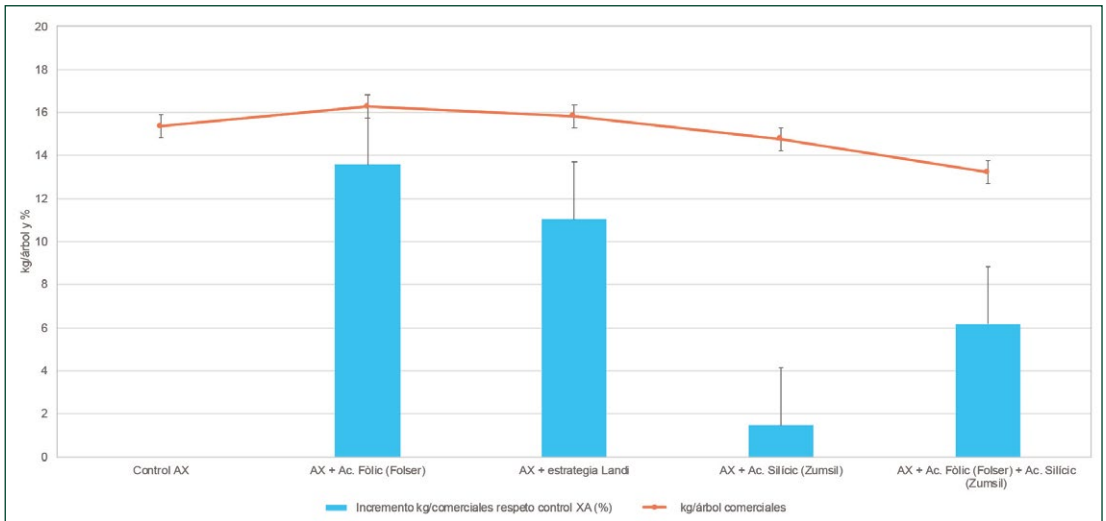


Figura 4. Producciones (kg/árbol) e incremento producción comercial respecto al control bajo malla antilluvia (%) de los diferentes tratamientos evaluados bajo malla antilluvia (AX) para la variedad 'Royal Tioga^{cov}' en la parcela de SAT Bepa. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

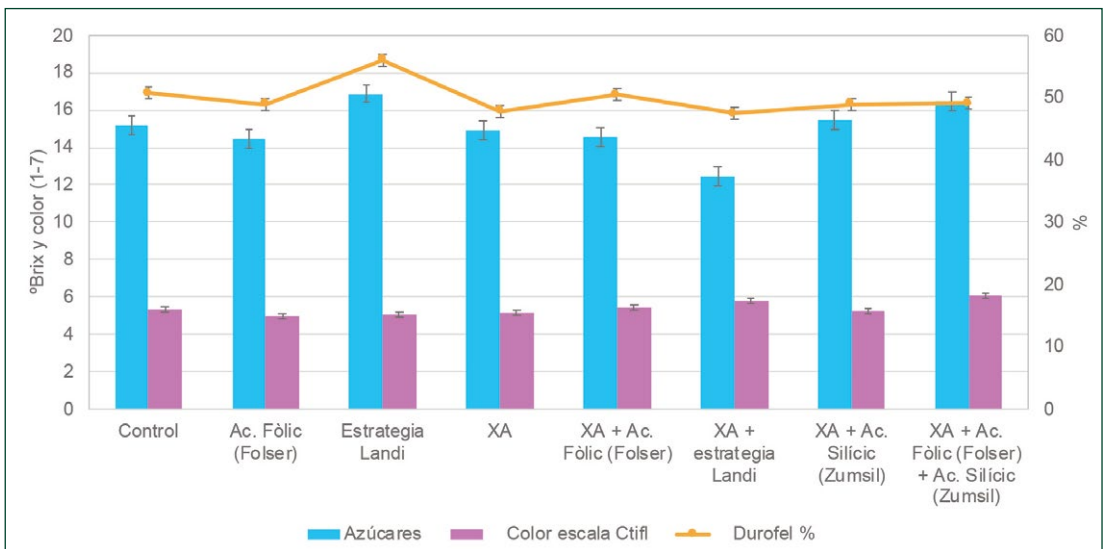


Figura 5. Parámetros cualitativos: azúcares (°Brix), color escala CTIFL (1–7) y firmeza (Durofel %) para los diferentes tratamientos evaluados con 'Royal Tioga^{cov}' en la parcela de SAT Bepa. XA indica malla antilluvia. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

En cuanto a la calidad, 'Sweet Gabriel[®]' es la variedad que ha presentado mayores valores de azúcares, seguida por 'Sweet Aryana[®]' y 'Sweet Lorenz[®]', y en último lugar 'Sonata' (Figura 7). En firmeza las diferencias han sido menores, siendo 'Sonata' la única que ha mostrado una menor fir-

meza. En cuanto a la coloración, las 4 variedades presentaron altas coloraciones, con valores entre 6–7 de la escala CTIFL (1–7).

La afectación por *cracking* fue muy distinta según la variedad. La más afectada fue 'Sweet Aryana[®]', con valores superiores al 30% de fru-

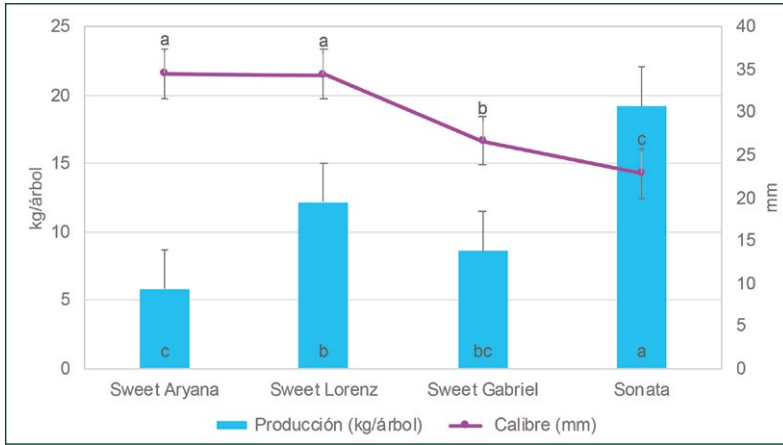


Figura 6. Media productiva (kg/ árbol) y calibre (mm) para las diferentes variedades evaluadas en la parcela de Actel. Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($p < 0,05$).

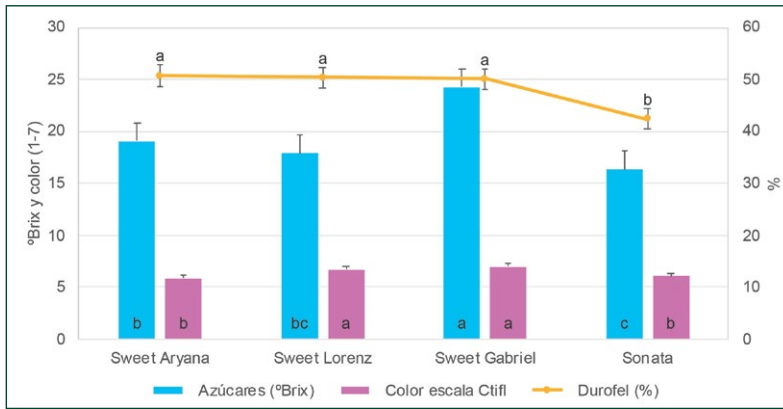


Figura 7. Parámetros cualitativos: azúcares (°Brix), color escala CTIFL (1-7) y firmeza (Durofel %) de las diferentes variedades evaluadas en la parcela de Actel. Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($p < 0,05$).

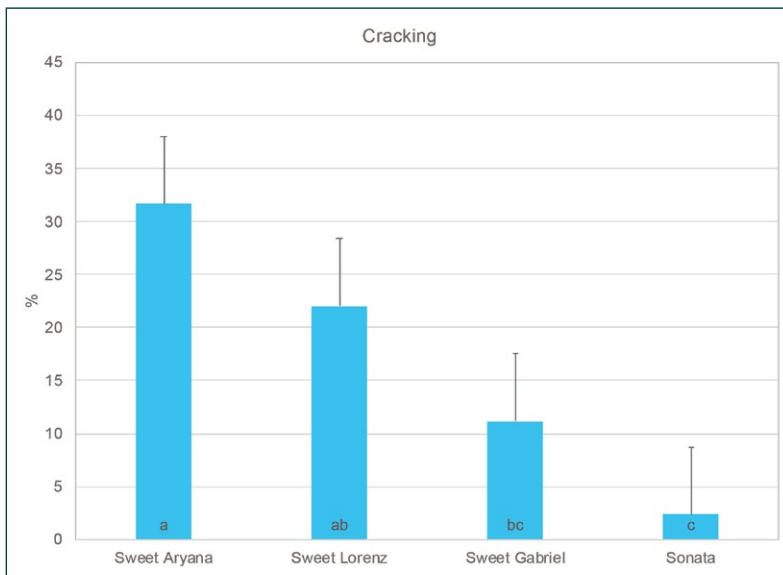


Figura 8. Porcentaje de frutos afectados por *cracking* para cada variedad evaluada en la parcela de Actel. Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($p < 0,05$).



Control biológico y semioquímico de plagas en vid



Feromonas de confusión sexual para controlar *Lobesia botrana*



 **ISONET® L TT**

Difusores de feromona



MISTER L

Emisión controlada en formato aerosol



BLOOTWIN® L

Difusores biodegradables

¡Novedad!



BIOPLANET
Beneficials

Gama completa de insectos y ácaros útiles



NATURALIS®

Insecticida-acaricida a base de *Beauveria bassiana* cepa ATCC 74040 registrado para el control de trips y ácaros tetraníquidos en vid



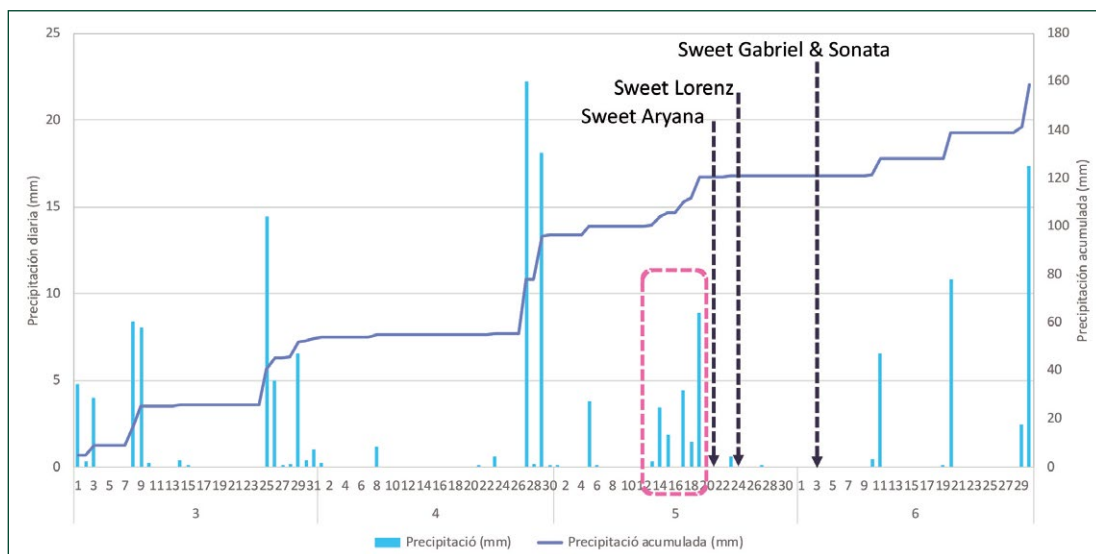


Figura 9. Precipitación diaria y acumulada desde 1 de marzo hasta el 30 de junio de 2024 en la parcela de Actel. Se indica también la fecha de cosecha de cada variedad.

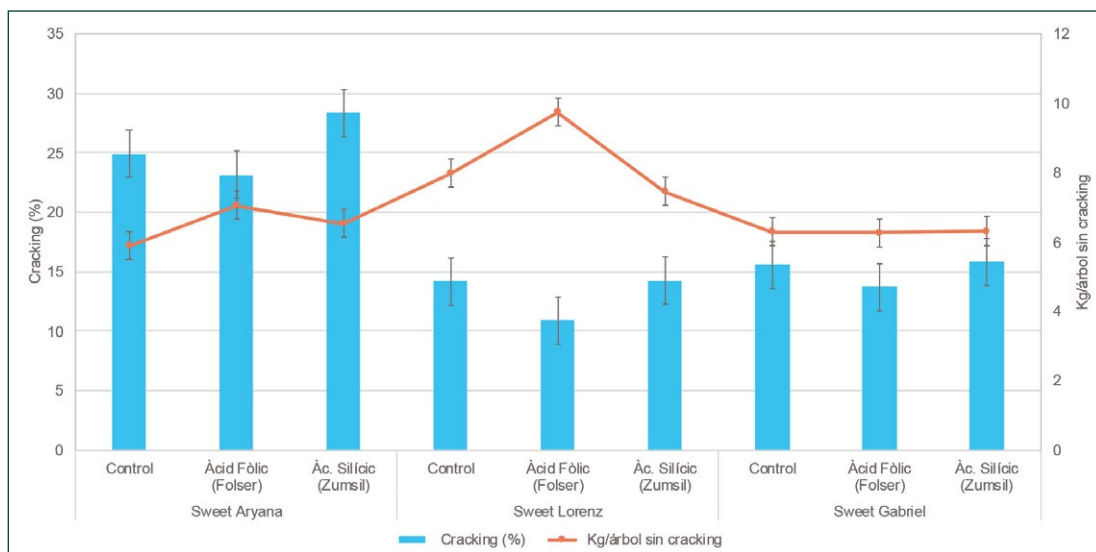


Figura 10. Porcentaje de frutos afectados por *cracking* y kg/árbol sin *cracking* para cada variedad y tratamiento evaluado en la parcela de Actel. No se muestran los datos por la variedad 'Sonata', ya que prácticamente no hubo *cracking* ni siquiera para el tratamiento control. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

tos afectados, seguida por 'Sweet Lorenz' (>20%), 'Sweet Gabriel' (>10%) y 'Sonata' como la menos afectada (<5%) (Figura 8). Este mismo orden sigue también el de cosecha, y coincide cómo las más afectadas fueron las más tempranas, las cuales tuvieron unos 20L de lluvia acu-

mulada en las semanas previas a cosecha (Figura 9). Por otra parte, 'Sweet Gabriel' y 'Sonata' prácticamente escaparon de las lluvias previas a la cosecha.

En cuanto a la aplicación de tratamientos que ayuden a reducir la incidencia del *cracking*, si

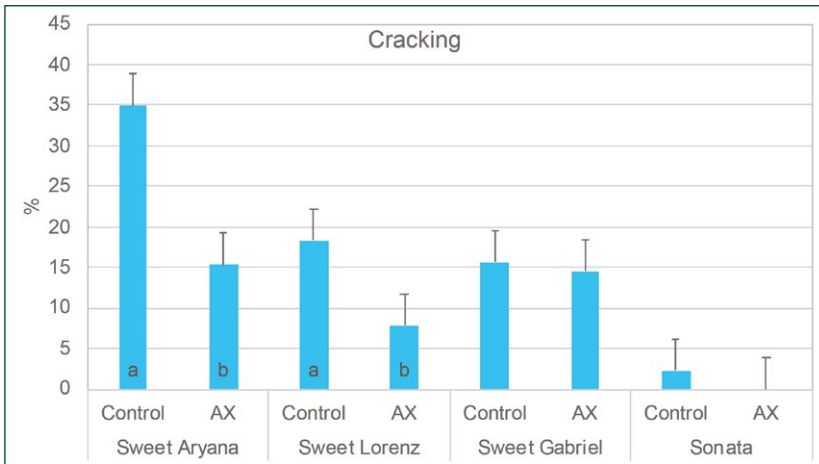


Figura 11. Porcentaje de frutos afectados por *cracking* para cada variedad sin y con malla antilluvia (AX), evaluado en la parcela de Actel. Para cada variedad, las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

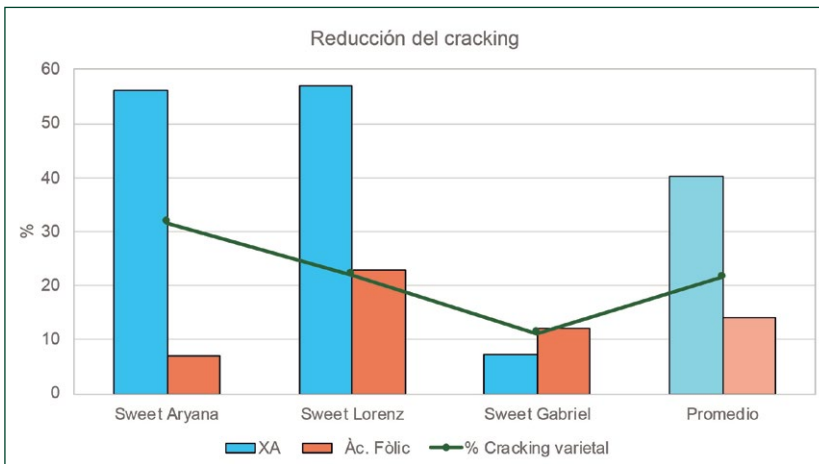


Figura 12. Porcentaje de reducción del *cracking* mediante la malla antilluvia (XA), aplicaciones de ácido fólico y porcentaje de *cracking* observado por cada variedad en los árboles control evaluados en la parcela de Actel. Se muestra los valores medios de las tres variedades que más problemas de *cracking* tuvieron. No se muestran los datos por la variedad 'Sonata', puesto que prácticamente no hubo *cracking* ni siquiera para el tratamiento control.

nos centramos en las tres variedades que más *cracking* tuvieron ('Sweet Aryana[®]', 'Sweet Lorenz[®]' y 'Sweet Gabriel[®]'), observamos un patrón de respuesta similar para las tres (Figura 10). En este caso, el ácido fólico (Cuadro 1) tuvo una tendencia a reducir el porcentaje de *cracking* y por tanto aumentar los kg/árbol sin *cracking*, mientras que la aplicación de ácido silícico (Cuadro 1) no tuvo ningún efecto positivo (Figura 10).

Si nos centramos en la reducción del *cracking* mediante el uso de redes antilluvia, el efecto fue claro y significativo, pasando del 35% al 15% de *cracking* en 'Sweet Aryana[®]' o del 20% a <10% en 'Sweet Lorenz[®]' (Figura 11). En otros casos, como por ejemplo 'Sweet Gabriel[®]', no se observaron diferencias significativas, pero hay que recordar

que tampoco se registraron lluvias previas a la cosecha de esta variedad. Por eso, el efecto de la malla antilluvia no fue significativo en este caso. A modo de síntesis, la malla antilluvia tuvo una reducción del 40% de los frutos afectados por *cracking* en general, valores que pueden subir por encima del 50% si se trata de variedades en las que por su fenología coinciden con periodos de lluvia importantes previos a la cosecha (Figura 12). Por otra parte, la reducción del *cracking* que proporcionó otra estrategia como la aplicación del ácido fólico se situó en torno al 10% de media. Ni las mallas antilluvia ni la aplicación de ácido fólico tuvieron un efecto negativo en los parámetros cualitativos, sin diferencia significativa alguna con el control (Figura 13).

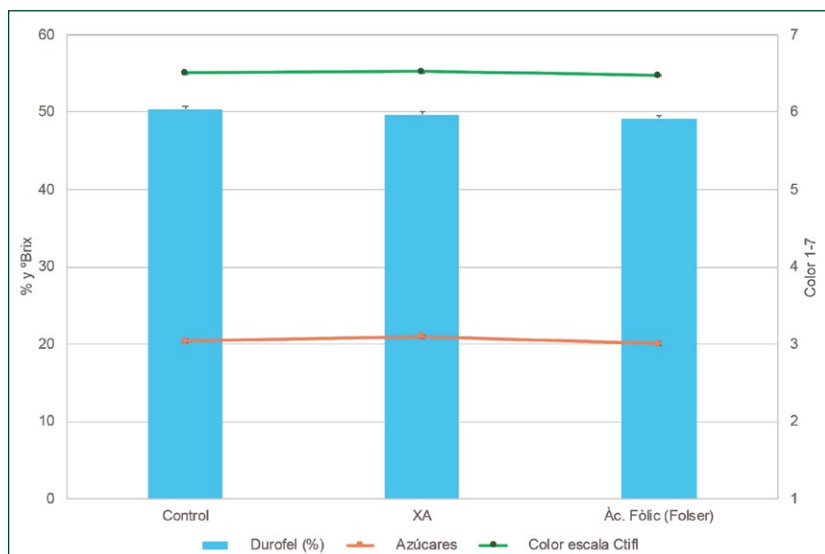


Figura 13. Parámetros cualitativos para la campaña 2024: azúcares (°Brix), color escala CTIFL (1–7) y firmeza (Durofel %) según si se trataba de árboles control, árboles bajo malla antilluvia (XA) o árboles donde se llevó a cabo aplicaciones de ácido fólico. Los valores que se muestran es la media de las tres variedades evaluadas en la parcela de Actel que más problemas de *cracking* presentaron: ‘Sweet Aryana®’, ‘Sweet Lorenz®’ y ‘Sweet Gabriel®’. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

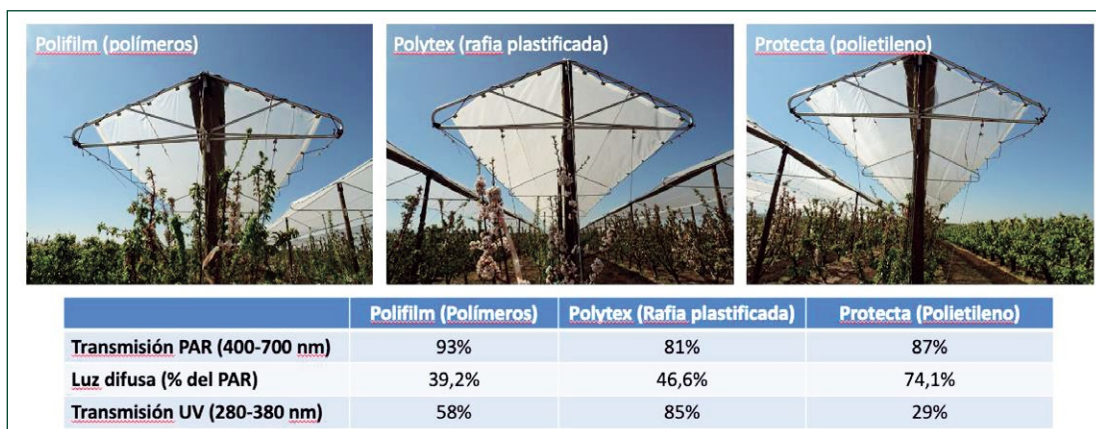


Figura 14. Características principales de los 3 tipos de cubierta antilluvia que se evaluó en la parcela de Actel.

Las mallas antilluvia monofila que se utilizan estaban formadas por tres materiales distintos: Polifilm, Polytex y Polietileno (Protecta) (Figura 14). De hecho, debido a su composición sería mejor nombrarlas cubiertas antilluvia en lugar de mallas antilluvia. Las tres tienen unas características diferentes en lo que se refiere a la transmisión PAR, porcentaje de luz difusa y transmisión UV, además de la resistencia que pueden ofrecer a factores climáticos adversos como las granizadas. De esta forma, la más resistente sería la Protecta, seguida por la Polytex. La red de Polifilm, si bien permite una

mayor transmisión de la PAR y luz directa, es más frágil que las otras dos, y podría verse dañada en episodios de fuertes granizos. Es por esta razón que en algunos casos incluso se recomienda proteger esta cubierta antilluvia con otra malla anti-granizo.

Por lo que respecta al coste de estas cubiertas, a modo de comparación de costes, simulamos en una parcela rectangular homogénea de 1,01 ha (22 líneas de plantación de 130 m, distancia entre ellas 3,5 m) las seis combinaciones de tipo cobertura / material cubierta (Cuadro 2). A tener en cuenta que estos costes son aproxima-

Protégete de las heladas



CONTROL
de heladas

La cantidad de agua que llega a la planta es óptima y no sobrecarga ni hace daño al cultivo, y no crea encharcamientos en suelo.

Apto para todo tipo de cultivos



Figura 15. Muestra de malla antilluvia total que se evaluó en la parcela de SAT Bepa.

Cuadro 2. Coste de material+montaje de las diferentes opciones (precios sin IVA).

Tipo de cobertura	Material de cubierta		
	Polifilm	Polytex	Protecta
Cobertura total	63.723 €	60.723 €	54.956 €
Monofila	92.588 €	85.152 €	89.510 €

dos y están en función de la forma de la parcela, su ubicación, tipos de terreno, etc. La gran diferencia de coste se debe al tipo de cubierta, teniendo la monofila, de promedio según el material de cubierta, un coste un 50% más elevado que una cobertura total (Figura 15). A pesar de que el coste estrictamente del material de cubierta en el monofila es algo menor que en la cobertura total, los diferentes accesorios y arcos, así como una mayor necesidad de servicios para su instalación, hacen que el precio

final del monofila sea superior al de cobertura total. No obstante, esta cubierta monofila permite más flexibilidad a la hora de proteger unas determinadas filas en detrimento de otras, por lo que el coste por parcela se puede ajustar más al cubrir solo lo necesario en casos de parcelas donde tengamos múltiples cultivos y variedades juntas. En cuanto al coste de material de cubierta, las diferencias son menores, y quizá priorizarán otros aspectos como la resistencia, transmisión PAR o UV. El coste anual estimado

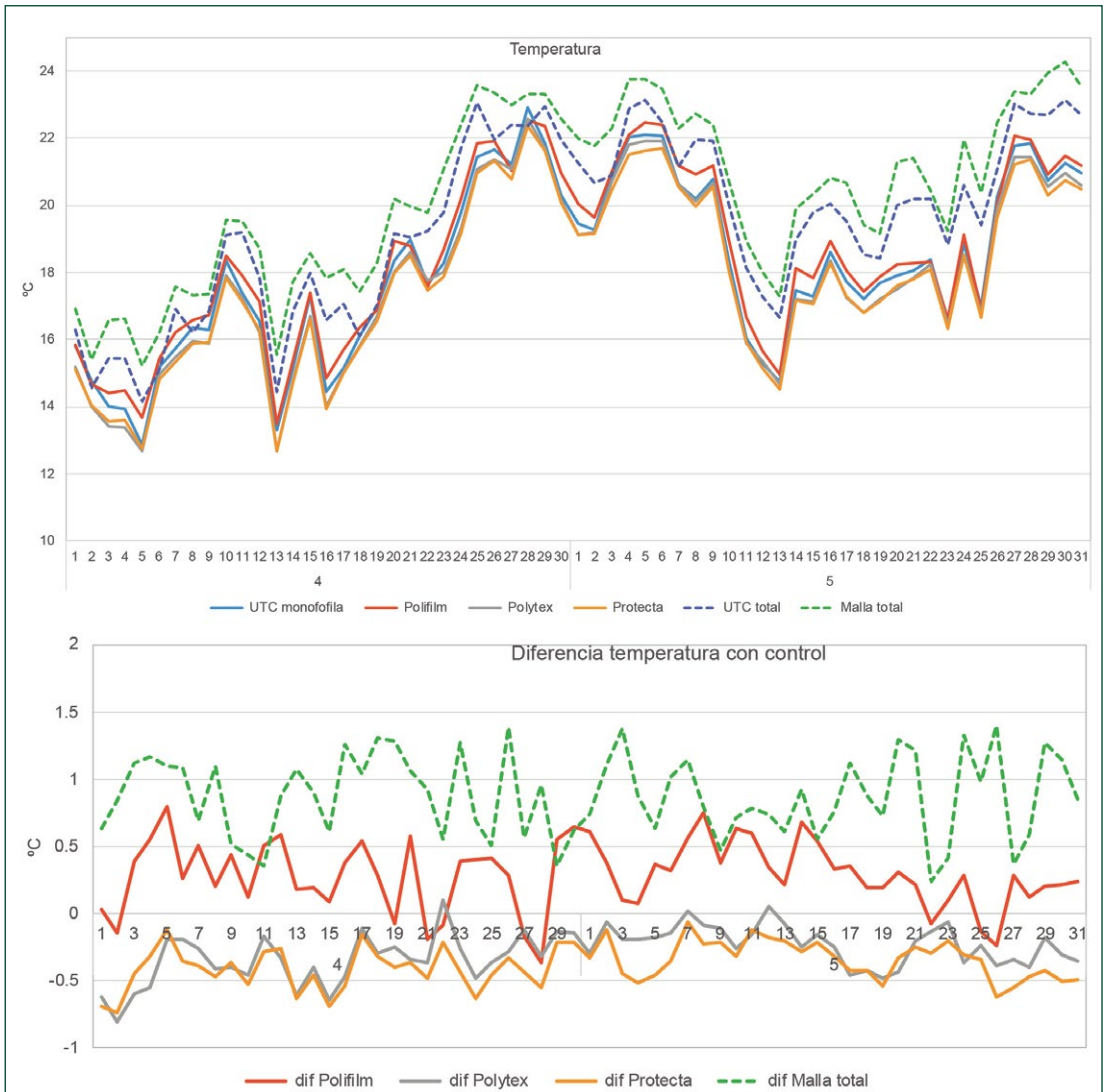


Figura 16. En la parte superior temperatura media diaria (°C) bajo los distintos tipos de cubierta antilluvia monofila (Polifilm, Polytex y Protecta) y red antilluvia que cubre toda la parcela (red total) en comparación con árboles donde no se colocó cubierta (UTC). En la parte inferior diferencia de temperatura (°C) fuera o bajo los distintos tipos de cubierta antilluvia monofila (Polifilm, Polytex y Protecta) y red antilluvia que cubre toda la parcela (red total).

de mantenimiento (plegado, desplegado, ajustes en la estructura y reparaciones), respecto al tipo de cobertura es mayor en el monofila que en la cobertura total, y según el material de cubierta, Polifilm es el de mayor coste, y Protecta el de menor.

Las cubiertas antilluvia modificaron ligeramente la temperatura y humedad relativa que

había debajo de ellas (Figuras 16 y 17). Como era de esperar, esta afectación fue mayor para las mallas de cobertura total en comparación con las cubiertas monofila. Para las mallas de cobertura total la temperatura osciló entre 0,5 y 1°C por encima del control, mientras que para las cubiertas monofila, Polifilm fue la que más incrementó la temperatura de las tres, en torno a +0,5°C como

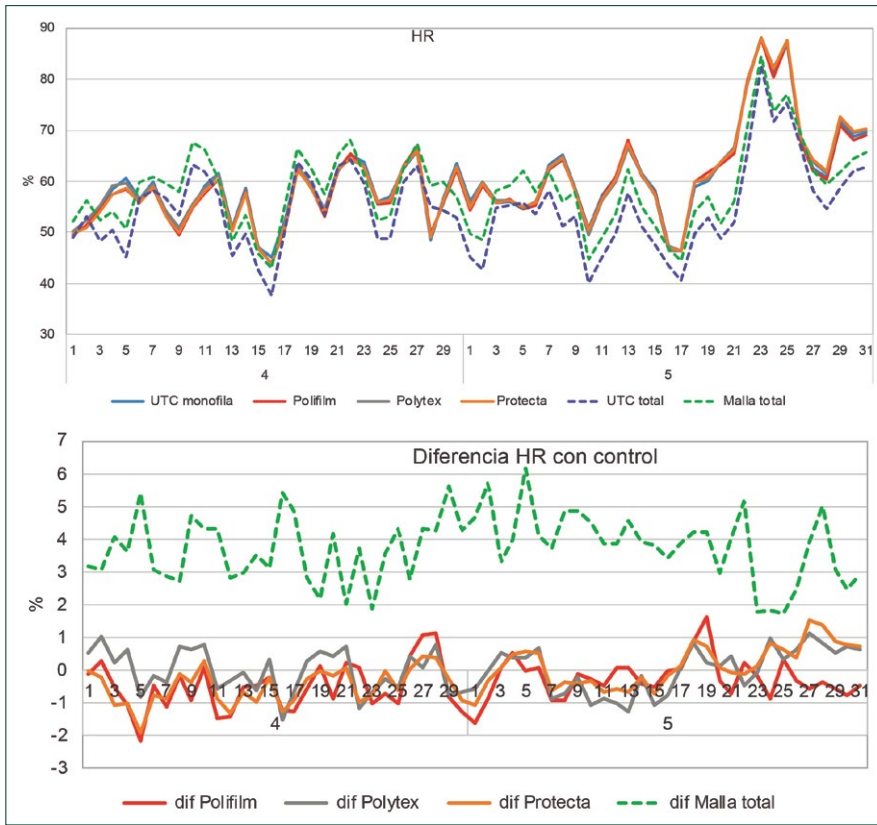


Figura 17. En la parte superior humedad relativa (%) bajo los distintos tipos de cubierta antilluvia monofila (Polifilm, Polytex y Protecta) y red antilluvia que cubre toda la parcela (red total) en comparación con árboles donde no se colocó cubierta (UTC). En la parte inferior diferencia en humedad relativa (%) fuera o bajo los distintos tipos de cubierta antilluvia monofila (Polifilm, Polytex y Protecta) y cubierta antilluvia que cubre toda la parcela (red total).

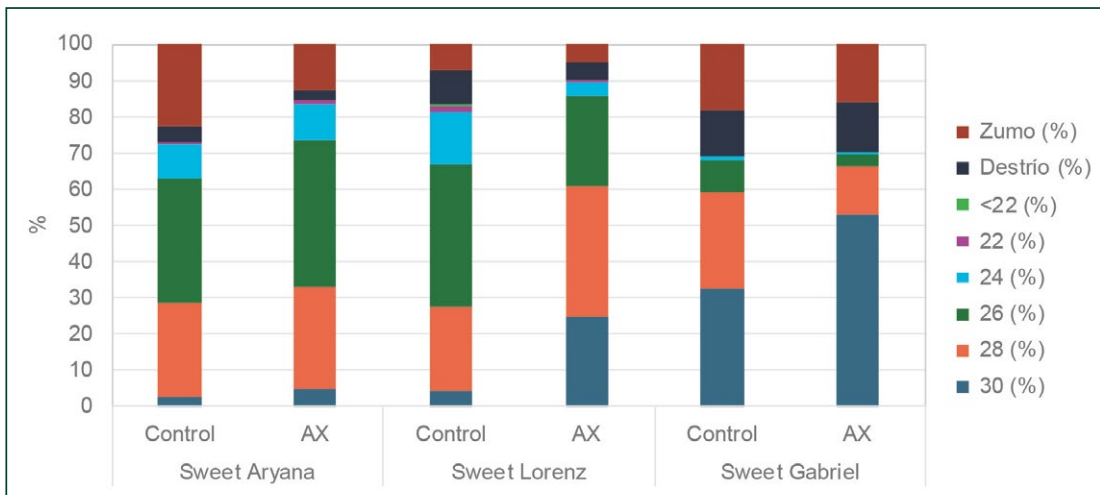


Figura 18. Porcentaje de frutos según calibre (<22mm a 30mm), categoría destrío (frutos con *cracking* leve, maduro, gemelas iguales, piedra, golpes, alteraciones de la piel, pitting, rasguños, falta de coloración, por debajo del calibre exigido pero que aún se pueden comercializar) y categoría zumo (*cracking* fuerte, heridas no cicatrizadas, muy maduro, podrido, gemelas mal formadas, verdes que no se pueden comercializar) para cada variedad sin y con cubierta antilluvia (AX) evaluadas en la parcela de Actel. No se muestran los datos para la variedad 'Sonata', puesto que prácticamente no hubo *cracking* ni siquiera para el tratamiento control.

máximo, mientras que las cubiertas de Polytex y Protecta tuvieron una afectación prácticamente calcada, reduciendo la temperatura en torno a $-0,5^{\circ}\text{C}$.

La afectación sobre la humedad relativa (HR) siguió un patrón similar al de la temperatura, con mayor afectación en las mallas de cobertura total en comparación con las cubiertas monofila. De hecho, mientras que con las redes de cubierta total la HR osciló de 2 a 6 puntos, en el caso de las cubiertas monofila prácticamente no hubo diferencias con el control.

Las cubiertas antilluvia mejoraron también el porcentaje de frutos de mayor calibre (26–30 mm), así como redujeron el porcentaje de frutos en categorías no comerciales (zumo) y de poco valor comercial (destrío) (Figura 18). Para finalizar, tampoco se observó una excesiva reducción del cuajado propiciado por las cubiertas antilluvia, de hecho, solo para el caso de 'Sweet Aryana'® se observaron reducciones significativas (Figura 19).

Para comparar la susceptibilidad de las diferentes variedades al *cracking*, se recogieron frutos de los tratamientos control y se realizó una inducción de *cracking* en laboratorio (Figura 20). 'Sweet Lorenz'® fue la variedad más susceptible al *cracking*, con un 73% de los frutos afectados, seguida por 'Sweet Gabriel'® (68%), 'Sonata' (50%), 'Royal Tioga'cov (22%) y 'Sweet Aryana'® (13%). En cuanto al calibre de los frutos, las variedades que menos *cracking* tuvieron coinciden con las de menor calibre (19,5 mm vs. 25 mm).

A nivel de postcosecha, se determinó mediante el seguimiento de distintos parámetros de calidad el potencial de conservación de dos variedades de cereza, 'Sweet Lorenz'® y 'Tioga'cov, durante 21 días a $0,5^{\circ}\text{C}$ sometidas a diferentes estrategias (Figuras 21 y 22). Se pudo observar que los frutos de la variedad 'Sweet Lorenz'®, tanto en peso (g) como en diámetro (mm), fueron significativamente más pequeños en las estrategias de mallas antilluvia comparados con



Producimos tu plantón
Elige tu formato

I+D en sistemas
de producción

www.hernandorena.com



C14: 1,5 L

C11: 1 L **NOVEDAD HD**

Estriada Sanson



RAÍZ DESNUDA

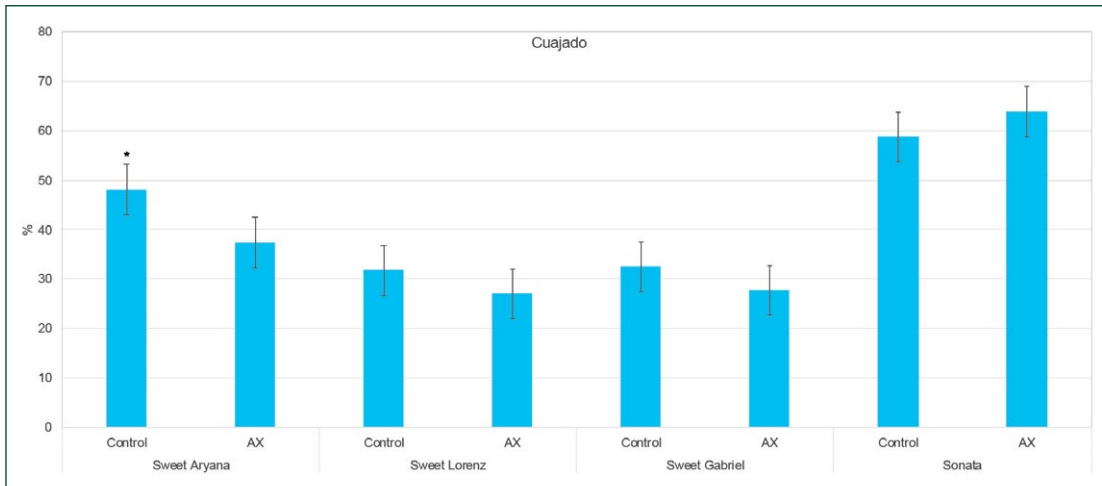


Figura 19. Porcentaje de frutos cuajados de árboles que estaban sin o con cubierta antilluvia (AX) para cada variedad evaluada en la parcela de Actel. * indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

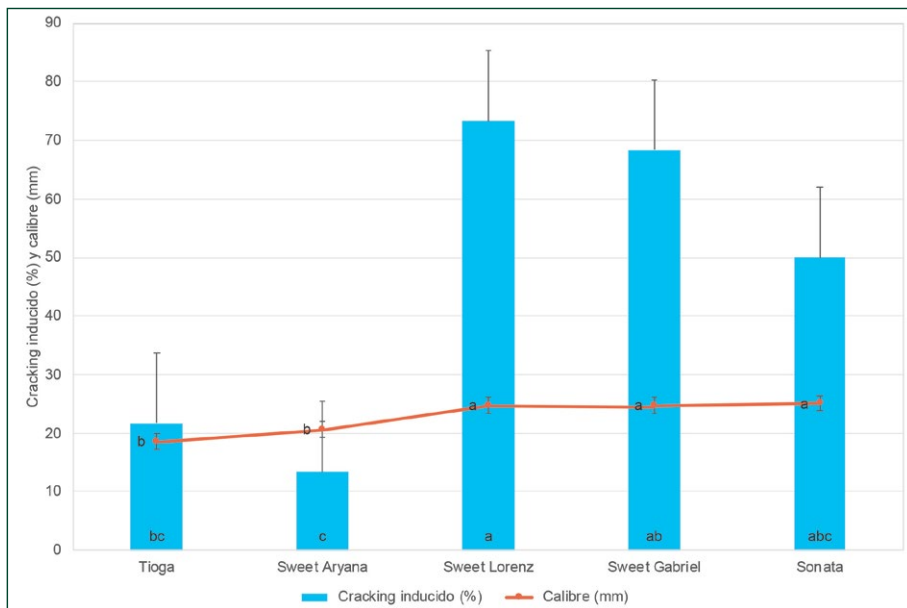


Figura 20. Susceptibilidad de las diferentes variedades al *cracking* inducido en laboratorio y calibre medio de los frutos. Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($p < 0,05$).

el control (A y 21B). Las diferencias a nivel de peso (g) se mantuvieron después de 21 d de conservación (Figura 21A). En cosecha se observó que la mayoría de los tratamientos, salvo el ácido silícico, mostraron valores más elevados de contenido de sólidos solubles (CSS, Figura 21C). Tras la conservación, los frutos de las estrategias con ácido fólico y de malla antilluvia + ácido silícico eran los significativamente más

dulces. Cabe destacar que los niveles de acidez observados en cosecha cambiaron después de la conservación, momento en el cual no hubo diferencias significativas en ninguna estrategia (Figura 21D). Los frutos de todas las estrategias aumentaron su firmeza tras la conservación, sin embargo, es importante destacar que la estrategia de malla antilluvia + ácido fólico produjo los frutos menos firmes (Figura 21E).

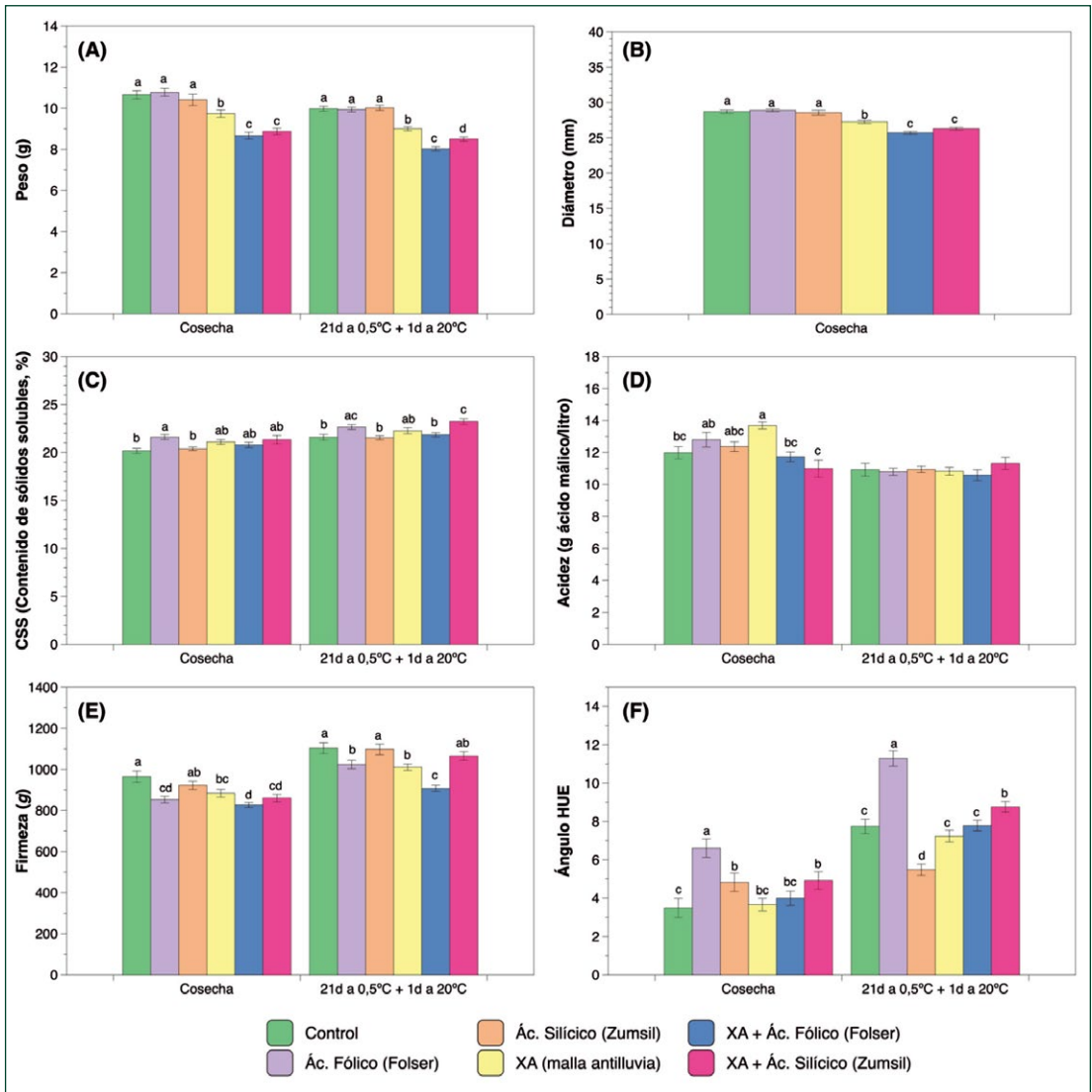


Figura 21. (A) Peso (g), (B) diámetro (mm), (C) CSS (%), (D) acidez (g ácido málico/litro), (E) firmeza (g) y (F) Ángulo HUE (color) de cerezas Sweet Lorenz® en el momento de la cosecha y después de 21 días a 0,5°C y 1 día a 20°C (vida útil o shelf-life) de árboles bajo diferentes estrategias. Las columnas corresponden a la media + error estándar (n=4 cosecha; n=25 21d a 0,5°C y 1d a 20°C). Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos dentro de una misma salida ($p < 0,05$).

Finalmente, si bien se observan diferencias significativas en el color (ángulo HUE), todos los valores están muy cercanos al cero lo que indica un color rojo fuerte (Figura 21F).

El tamaño, peso y diámetro de los frutos de 'Tioga^{cov}' fue mayor en la estrategia con malla antilluvia en comparación con el control (Figura

22A y 22B). El peso, después de la conservación, continuó siendo mayor en la estrategia de malla antilluvia (Figura 22A). El uso de mallas antilluvia no produjo cambios significativos en el dulzor (CSS) de los frutos (Figura 22C) ni durante la recolección ni después de la conservación. Después de la conservación, la acidez fue mayor en

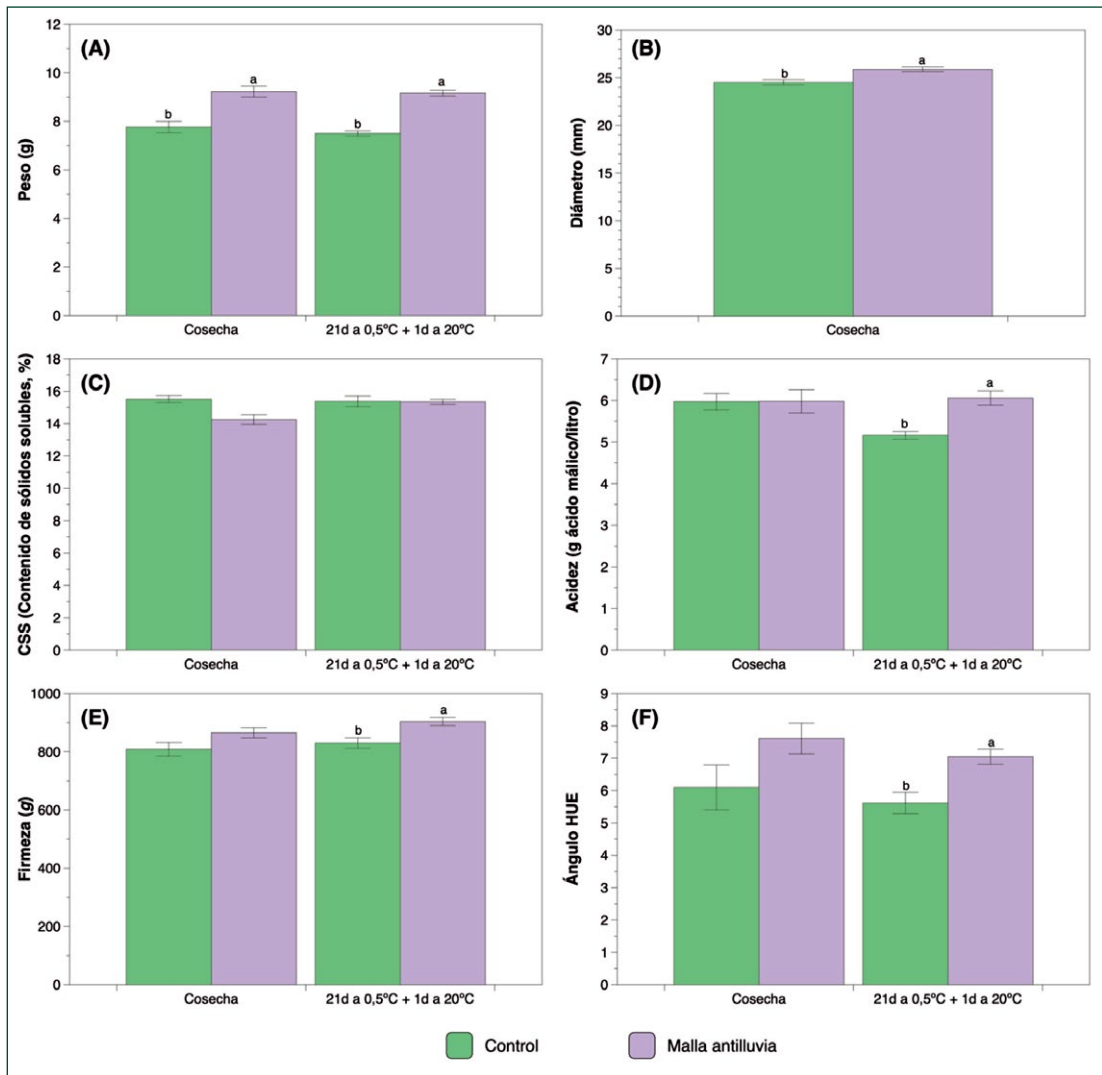


Figura 22. (A) Peso (g), (B) diámetro (mm), (C) CSS (%), contenido de sólidos solubles, (D) acidez (g ácido málico/litro), (E) firmeza (g) y (F) Ángulo HUE (color) de cerezas 'Tioga' en el momento de la cosecha y después de 21 días a 0,5°C y 1 día a 20°C (vida útil o shelf-life) de árboles bajo diferentes estrategias. Las columnas corresponden a la media + error estándar (n=4 cosecha; n=25 21d a 0,5°C y 1d a 20°C). Las distintas letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos dentro de una misma salida ($p < 0,05$).

las frutas provenientes de árboles con estrategia de malla antilluvia (Figura 22D). La firmeza fue similar a nivel de cosecha, pero después de la conservación fue significativamente mayor en la estrategia de malla antilluvia (Figura 22E). El color (ángulo HUE) estuvo tanto en cosecha como luego de la conservación cercano a cero, lo que indica frutos de color rojo fuerte (Figura 22F).

Conclusiones

Hubo diferencias importantes entre material vegetal, con variedades que presentaron un porcentaje de frutos afectados por *cracking* en campo superiores al 30%, mientras que otras estaban por debajo del 5%. Esta poca afectación se debió sobre todo a que la fenología característica de cada variedad hizo que no coincidiera la cosecha

y semanas previas a esta con períodos de lluvia importantes. De esta forma, las variedades más tardías como 'Sonata' y 'Sweet Gabriel®' fueron de las menos afectadas, ya que la fecha de cosecha coincidía con períodos de poca lluvia. De hecho, cuando se llevó a cabo la inducción de *cracking* en laboratorio, estas variedades junto con 'Sweet Lorenz®' presentaron mayor porcentaje de frutos afectados por *cracking*. Esto indica que el menor *cracking* que se observó en campo para estas variedades no se debe a propiedades fisicoquímicas del fruto que las hagan más resistentes, sino a su fenología que las ayuda a escapar de períodos de más lluvias. Más allá de la tolerancia al *cracking* y la producción, el hecho de que sean variedades que tienen fechas de recolección más próximas al verano implica también que muchas veces estas tienen un precio más bajo en el mercado en comparación con aquellas que se cosechan a principios de primavera. Así pues, hay que hacer balance según la estrategia comercial de cada agricultor, si conviene más una variedad temprana y por tanto más susceptible de sufrir pérdidas por *cracking* debido a las lluvias primaverales, con menos kilos comerciales, pero a un mejor precio. 'Royal Tioga^{cov}' con 20L de lluvia acumulada previamente a cosecha prácticamente no tuvo problemas de *cracking*, mientras que con una cantidad similar 'Sweet Lorenz®' y 'Sweet Aryana®' tuvieron una afectación del 20–30%, respectivamente. La protección antilluvia redujo significativamente el *cracking* en variedades tempranas como 'Sweet Aryana®' y 'Sweet Lorenz®', las cuales tuvieron lluvias en las semanas antes de cosecha, mientras que la reducción en 'Sweet Gabriel®' no fue significativa, coincidiendo también con que esta variedad no tuvo episodios de lluvia importante antes de cosecha. Todo esto sugiere que el 10% de *cracking* que se observó para 'Sweet Gabriel®' no esté completamente ligado a la lluvia, sino a otros factores no tan aparentes. El resto de los tratamientos aplicados (*Cuadro 1*) no tuvieron una respuesta consistente y significativa, pero en ambos experimentos se vio una tendencia del ácido fólico a mejorar los kg/árbol comerciales. En cuanto a la poscosecha y al potencial de conservación de los frutos, se destaca que ninguna

estrategia produjo diferencias perjudiciales en la calidad. Sin embargo, es importante considerar los cambios producidos en tamaño y en firmeza. Más en detalle, hay que tener en cuenta los cambios que las estrategias producen a nivel de dulzor para 'Sweet Lorenz®' y de acidez para 'Tioga^{cov}'. ●

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por SAT BEPA, ACTEL y el proyecto "CrackCirera: Evaluación de estrategias para mitigar el *cracking* de la cereza", financiado a través de la Operación 16.01.01 de Cooperación por la innovación del Programa de Desarrollo Rural de Cataluña 2014–2022. Queremos agradecer a Francesc Pena, Xavier Orteu y Frederic Moncasi su buena predisposición y colaboración para llevar a cabo el presente proyecto.

Bibliografía

- BALBONTÍN, C., AYALA, H., M BASTÍAS, R., TAPIA, G., ELLENA, M., TORRES, C., YURI, J.A., QUERO-GARCÍA, J., RÍOS, J.C. AND SILVA, H. (2013). Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. *Chilean journal of agricultural research* 73:66–72.
- CHRISTENSEN, J.V. (1972). Cracking in cherries: IV. Physiological studies of the mechanism of cracking. *Acta Agriculturae Scandinavica* 22:153–162.
- CORREIA, S., SCHOOUTEN, R., SILVA, A.P. AND GONÇALVES, B. (2018). Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. *Scientia Horticulturae* 240:369–377.
- KERTESZ, Z.I. AND NEBEL, B. (1935). Observations on the cracking of cherries. *Plant Physiol.* 10:763.
- MEASHAM, P., COVER, I. AND BOUND, S. (2014). Flowers to fruit; early fruit formation and late fruit quality in sweet cherry. Proc. The 29th International Horticultural Congress. Brisbane, Australia.
- QIN, D., PLATTNER, G., TIGNOR, M., ALLEN, S., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V. AND MIDGLEY, P. (2014). Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds TF Stocker et al.):5–14.
- QUERO-GARCÍA, J., SCHUSTER, M., LÓPEZ-ORTEGA, G. AND CHARLOT, G. (2017). Sweet cherry varieties and improvement. In: *Cherries: Botany, production and uses*:60–94. CAB international.
- REHMAN, M.U., RATHER, G.H., DAR, N.A., MIR, M.M., IQBAL, U., MIR, M.R., FAYAZ, S. AND HAKEEM, K.R. (2015). Causes and prevention of cherry cracking: A review. In: *Crop Production and Global Environmental Issues*:543–552. Springer International.
- SEKSE, L. (1995). Cuticular fracturing in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing soil water contents. *J. Hortic. Sci.* 70:631–635.
- SIMON, G. (2006). Review on rain induced fruit cracking of sweet cherries (*Prunus avium* L.), its causes and the possibilities of prevention. *International Journal of Horticultural Science* 12:27–35.