

● Estudios del CRA–W

Investigación y experimentaciones para optimizar la fecha de recolección y limitar las pérdidas de frutos después de la cosecha

Laurent JAMAR, Audrey PISSARD, Vincent BAETEN, Marc LATEUR (CRA-W).

Información extraída de las actas de las 'Journées Techniques. Fruits & Légumes Biologiques' del ITAB–Instituto de agricultura y alimentación biológicas (Paris, 2018).

Las pérdidas debidas a las podredumbres fisiológicas y fúngicas de los frutos de pepita durante el periodo de conservación pueden ser muy importantes, además de ser muy variables en función del lugar, la fecha de recolección, la variedad y las condiciones de almacenamiento. Por ello, establecer métodos de lucha apropiados es indispensable. Las investigaciones llevadas a cabo en el Centro valón de Investigaciones Agronómicas (CRA–W) se centran en tres líneas principales de investigación: (I) Evaluación de los métodos de conservación de los frutos en módulo 'Janny MT' a atmósfera controlada, (II) evaluación de la eficacia de los tratamientos de

protección a base de sustancias de origen natural aplicados en plantación y (III) la búsqueda de métodos innovadores y no destructivos por espectroscopia NIR que permitan optimizar la fecha de recolección. Las tres aproximaciones muestran resultados prometedores para el sector frutícola.

El CRA–W es un centro científico del Gobierno de la Región valona de Bélgica, que emplea a más de 430 personas de las cuales 120 científicas. Localizado en tres lugares (Gembloux, Libramont y Mussy-la-Ville), ocupa unas 300 hectáreas de despachos, laboratorios, invernaderos y campos de experimentación.

Ensayos de conservación de frutos en módulo 'Janny MT' en atmósfera controlada

Puestos a punto en 2009 por la empresa Janny MT, estos módulos individuales, que pueden contener 300 kg de fruta, permiten regular de forma natural los contenidos de oxígeno y de dióxido de carbono, gracias a la existencia de seis membranas semi-permeables. El principio es sencillo. La vida útil de la fruta se alarga al disminuir el metabolismo creando un equilibrio entre el oxígeno y el CO₂. En efecto, una membrana selectiva deja escapar el CO₂ procedente de la respiración de los frutos, mientras que no introduce el oxígeno en el recinto cerrado, creando una atmósfera controlada propicia para la conservación.

No obstante, las condiciones prácticas de aplicación del método requieren todavía de más estudios pues a día de hoy aún no está bien controlado. Incluso si el método parece prometedor, puede mos-



trar fuertes diferencias de una especie a otra, de una variedad a otra, de una fecha de recolección a otra, de una cámara frigorífica a otra, etc.

Además, la conservación en módulo 'Janny MT' puede presentar varias ventajas como son: (I) ampliar el periodo de conservación, (II) impedir la pérdida de peso, (III) mantener la calidad gustativa y, sobre todo, (IV) sacar del almacén pequeños volúmenes de fruta proporcionando así un método alternativo al almacenamiento en cámaras frigoríficas industriales, donde es imposible sacar del almacén de forma fraccionada.

En otoño de 2013, se llevó a cabo un ensayo sobre conservación de la fruta, que implicó alrededor de dos toneladas de manzanas ecológicas, dos cámaras, dos modalidades de conservación (con o sin módulo 'Janny MT') y cinco variedades de manzana. Para algunas variedades, el ensayo incluía dos o tres fechas de recolección. Las variedades en cuestión fueron 'Topaz', 'Pinova', 'Reinette des Capucins', 'Pirouette', 'Coxybelle' (tres fechas de recolección). Las fechas de recolección de la fruta se distribuyeron del 25 de septiembre al 15 de octubre de 2013 dependiendo de las variedades. Apenas cosechados, los frutos fueron colocados en palox estándar y en módulo 'Janny MT' (cinco/seis membranas abiertas) y luego llevados a las distintas cámaras, para ser almacenados a 2°C hasta el mes de marzo de 2014, momento en que los módulos fueron abiertos y la calidad de la fruta analizada. La evaluación de los frutos se basó en ocho criterios: incidencia y severidad de las enfermedades, pesos, firmeza, pH, acidez, °Brix, medida DA-Meter, así como siete criterios de evaluación sensorial. La medida de la firmeza de la fruta es un criterio de calidad esencial, pues el consumidor aprecia los frutos crujientes, firmes y jugosos. El seguimiento de la firmeza se realizó con el penetrómetro electrónico Lloyd. Este aparato ofrece resultados muy precisos, matizados y registra en tiempo real la resistencia a la penetración. Esta medida es dinámica y permite establecer curvas de resistencia, siendo por lo tanto posibles valores rAUPC (*relative Area Under Progress Curve*). Las mediciones son rápidas, del orden de 30 segundos por muestra. Los resultados se guardan en una tabla Excel, directamente utilizable. Existen diferentes sondas que permiten una adaptación a la consistencia del producto a analizar.

Los resultados muestran que, después de cinco meses de conservación, se observa una mayor firmeza de los frutos en módulo 'Janny MT' (Figuras 1 y 2). El impacto en la reducción de la enfermedad varía mucho de una variedad a otra, lo que demuestra la importancia de adaptar las condiciones de almacenamiento según la variedad. Entre los criterios físico-químicos analizados, el único que muestra diferencia significativa a favor del módulo 'Janny MT' es la "firmeza"; mientras que, entre los resultantes del análisis sensorial, destacan los criterios "firmeza", "crujiente", "jugosidad" y "apreciación global" a favor de este módulo. Los criterios "acidez" y "azúcar" de los frutos no parecen estar influenciados por el modo de almacenamiento. Así, el módulo 'Janny MT' muestra perspectivas interesantes para mejorar la conservación de la fruta.

Ensayos de eficacia de tratamientos de protección aplicados en plantación

Las gloeosporiosis son enfermedades responsables de importantes pérdidas durante la fase de almacenamiento de manzanas y peras. Especialmente en agricultura ecológica donde actualmente no existe ningún producto reconocido como eficaz. Los ensayos han sido llevados en plantaciones para evaluar, durante dos campañas de recolección, el impacto de una formulación a base de arcillas calcinadas ('Myco-Sin') y de un activador de defensa natural ('Vacciplant'), aplicados varias veces en plantación, sobre el desarrollo de las gloeosporiosis durante el periodo de conservación post-cosecha en cámara frigorífica (2°C). Los ensayos se han desarrollado en plantaciones experimentales del CRA-W compuestos de tres variedades de manzanos sensibles al *Gloeosporium* durante la temporada 2013/2014. A continuación, se ha realizado una fase de validación en un fruticultor bio que dispone de la variedad 'Jonagold' durante la campaña 2014/15. Este ensayo, al ser una petición específica del sector, se ha llevado a cabo en colaboración con el GAWI.

Los ensayos llevados en el CRA-W muestran que el 'Myco-Sin' (6 aplicaciones en precosecha) ha reducido la incidencia de la enfermedad a más del 50%. Por el contrario, el 'Vacciplant' (2 aplicaciones en precosecha) no ha tenido impacto significativo en la enfermedad. El análisis de los frutos en el

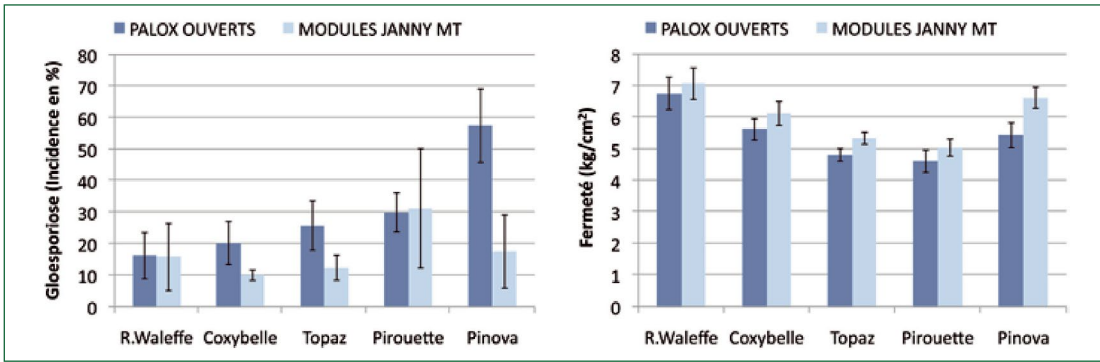


Figura 1. Influencia del modo de conservación en módulo Janny MT sobre la incidencia en Gloesporiosis y la firmeza de los frutos tras cinco meses de conservación en frigoríficos. Las barras de error indican el intervalo de confianza de la media (n = 10, $\alpha = 0,05$) para la fecha de recolección intermedia.

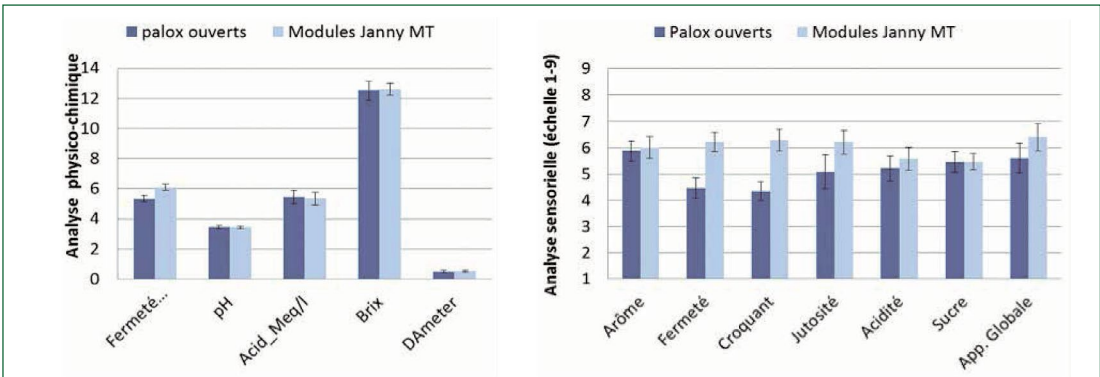


Figura 2. Influencia del modo de conservación sobre cinco criterios de calidad fisicoquímica y siete criterios derivados del análisis sensorial (10 expertos), todas las variedades combinadas. Las barras de error indican el intervalo de confianza de la media (n = 50, $\alpha = 0.05$) para la fecha de recolección intermedia.

productor no ha mostrado efecto significativo en ninguno de los dos tratamientos, aplicado tres veces 45, 30 y 15 días antes de la cosecha (Figura 3).

De los ensayos se desprende que la aplicación del 'Myco-Sin' en plantación puede retrasar en algunas condiciones el desarrollo de la enfermedad. La dosis y la frecuencia del tratamiento parecen influir en el impacto sobre la reducción la enfermedad. En nuestras condiciones experimentales, tres tratamientos de 'Myco-Sin' han sido insuficientes. Vista la eficacia parcial del producto, este método debe considerarse como complementario a otros medios de protección. El 'Vacciplant' reduce ligeramente el impacto de la enfermedad, pero los efectos no son significativos en nuestras condiciones experimentales y esto con independencia del ensayo considerado. Estos dos productos han

sido autorizados en otros países europeos para luchar contra otras de enfermedades en agricultura ecológica (AE). 'Vacciplant' es un producto de protección autorizado en Bélgica y en AE a diferencia del 'Myco-Sin' cuyo uso todavía no se ha autorizado en ese país.

Investigación de métodos innovadores y no destructivos por espectroscopia Vis-NIR para optimizar la fecha de cosecha

La calidad de las manzanas es esencial para la producción y comercialización de manzanas de calidad diferenciada (manzanas de mesa y manzanas de sidra). Sin embargo, esta depende sobre todo del estado de maduración de los frutos en el momento de la recolección. La fecha de cosecha es pues un aspecto clave para la producción de man-

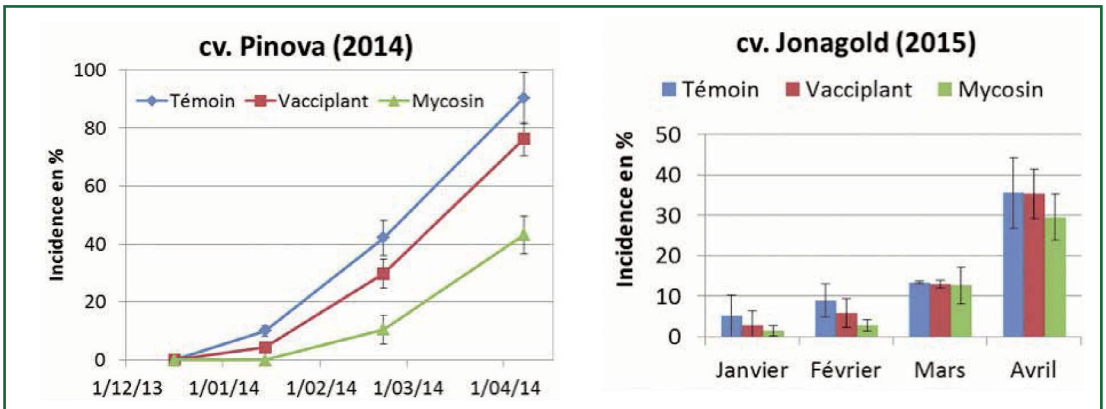


Figura 3. A la izquierda: Impacto del 'Myco-Sin' (6 tratamientos) y del 'Vacciplant' (2 tratamientos), sobre la incidencia de *Gloeosporium* sp. en la plantación experimental de Gembloux en 2014. A la derecha: Impacto del 'Myco-Sin' (3 tratamientos) y del 'Vacciplant' (3 tratamientos), sobre la incidencia de *Gloeosporium* sp. en la plantación profesional en 2015. Las barras de error indican el intervalo de confianza de la media (n = 3, α = 0,05).

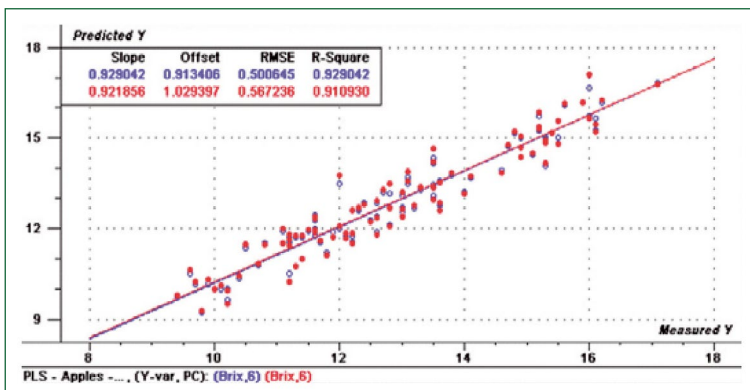


Figura 4. Relación entre el contenido de azúcar (°Brix) medido en el laboratorio y el contenido de azúcar previsto según el modelo de calibración obtenido con los espectros de MicroNir (VIAMI solutions). Archivo calibración Brix-Viavi

zanas de calidad. Por ello el CRA-W ha llevado a cabo un proyecto en colaboración con agrupaciones de productores (GAWI), el centro piloto CEPI-FRUIT (CEF) y la sidrería Stassen para desarrollar una metodología de análisis de la calidad de la fruta que permita optimizar las fechas de cosecha a fin de valorar mejor la calidad diferenciada de las manzanas producidas en Valonia. En efecto, se trataba de poner a punto una metodología que permita determinar la fecha óptima de recolección de las variedades en función de su calidad nutricional analizada con métodos de referencia (métodos físico-químicos destructivos) y métodos rápidos y no destructivos (espectroscopia Vis-NIR).

Durante el proyecto, varias variedades fueron seguidas en diferentes plantaciones (CRA-W, GAWI, CEF, productores) durante varias tempo-

radas frutícolas. Distintos lotes de las variedades (cada uno con 12 frutos) se han seguido en las plantaciones durante toda la época de maduración, o sea alrededor de 6 semanas por temporada. Cada semana, un lote era cosechado, medido mediante métodos espectroscópicos y analizado en el laboratorio para medir los parámetros de calidad con los métodos físico-químicos de referencia (contenido en azúcar °Brix, polifenoles totales, acidez, firmeza, índice KI, índice de Streif). Diferentes aparatos de espectroscopia infrarroja (XDS, MicroNIR, Ocean Optics, Phazir), así como un aparato portátil basado en la absorbancia en el visible (DA meter) han sido utilizados durante este proyecto para evaluar su potencial como método predictivo de la calidad y de la madurez de los frutos.

Los parámetros de calidad clásicos (°Brix, índice

KI, firmeza, acidez) no permiten por sí solos predecir con precisión y certeza la fecha óptima de recolección. Por el contrario, estos diferentes parámetros (°Brix, firmeza y acidez) permiten calcular el índice de Streif que parece ser un parámetro adecuado para determinar el estadio óptimo de cosecha de la fruta destinada a la conservación. Estos parámetros requieren no obstante una destrucción y análisis de los frutos en el laboratorio. Estos parámetros necesitan no obstante que los frutos sean destruidos y analizados en el laboratorio.

Los resultados de modelos de calibración desarrollados con el espectrómetro XDS han confirmado las prestaciones y la idoneidad de la espectroscopia NIR como métodos innovadores y no destructivos para determinar los parámetros de calidad de las manzanas. Entre los espectrómetros portátiles, los resultados obtenidos con el MicroNIR (VIAVI solutions) son los más prometedores. Ponen en evidencia su potencial para determinar ciertos parámetros de calidad de la fruta (°Brix, madurez e índice de I_{AD}) de manera rápida, precisa y no destructiva. La Figura 4 muestra la correlación entre los contenidos de azúcar (°Brix) medido y predicho (SEC=0,50; $R^2=0,93$; SECV=0,57; $R^2_{val}=0,91$). En un rango espectral idéntico (1.100–1.600 nm), los resultados obtenidos con MicroNir son equivalentes a los de XDS. Aunque ha sido probado en el laboratorio, este espectrómetro podría ser fácilmente utilizado en la plantación por profesionales.

Por otra parte, la utilización del DA-Meter (Turoni SA), nuevo instrumento no-destructivo que permite evaluar la madurez de los frutos, es una aproximación totalmente novedosa y potencialmente muy interesante. Sin embargo, requiere la determinación del valor I_{AD} específico para cada variedad. En el marco de este proyecto, los valores del índice I_{AD} han sido determinados para varias variedades, así como para la nueva variedad procedente del programa de mejora del CRA-W ("Coxybelle") que presenta, por ejemplo, un índice I_{AD} de 0,2–0,4. Su uso fácil y rápido en el campo ha sido confirmado por el sector profesional que se ha beneficiado de un aparato/dispositivo durante los periodos de recolección. •

Bibliografía

- JAMAR L., RONDIA A., (2015). Recherche de méthodes alternatives de protection vis-à-vis des Gloeosporioses en productions fruitières biologiques. *Itinéraire Bio*, 23 : 39–40
- PISSARD A., PIERNA J. A. F., BAETEN V., SINNAEVE G., LOGNAY G., MOUTEAU A., DUPONT P., RONDIA A., LATEUR M., (2012a). Non-destructive measurement of vitamin C, total polyphenol and sugar content in apples using near-infrared spectroscopy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 238–244.
- PISSARD A., BAETEN V., ROMNEE J.M., DUPONT P., MOUTEAU A., LATEUR M., (2012b). Classical and NIR measurements of the quality and nutritional parameters of apples: a methodological study of intra-fruit variability. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 16 (3): 294–306.
- PISSARD A., DUPONT P., BAETEN V., THIRY PH., LATEUR M. (2016). Déterminer la date de récolte avec le DA Meter. *L'arboriculture fruitière*, 704: 10–12.