

RESUM

*Actualment, encara que a Catalunya tenim una baixa producció ecològica de fruita de pinyol, les darreres dades sobre producció ecològica indiquen un clar augment de la superfície dedicada a fruiters ecològics. Entre els principals factors limitants d'aquesta producció està la dificultat en el control de la seva principal malaltia causada per fongs del gènere *Monilinia* spp. Amb aquest treball, es proposa aportar informació tècnica que permeti validar a nivell comercial estratègies de producció ecològica per al control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol, afavorint així la producció ecològica a Catalunya. Per assolir aquest objectiu, s'ha estudiat en profunditat l'estratègia de l'embossat, que ja s'aplica a nivell comercial, on s'han estudiat tots els factors que poden afectar a la seva efectivitat. Per altra banda, s'ha validat a nivell comercial el curat, una estratègia alternativa als fungicides de síntesi aplicats en postcollita, que ja ha donat donat resultats satisfactoris en condicions de planta pilot.*

01. Introducció

El sector ecològic català manté una trajectòria sempre creixent en el darrer quart de segle. Tot i que a Catalunya la fructicultura ecològica està menys desenvolupada que altres sectors, cada cop més, els productors de fruita aposten per una **agricultura més sostenible** per tal obtenir un producte final amb valor afegit.

A més, la creixent **demanda de fruites ecològiques** a nivell europeu, és cada cop més evident, implicant una clara necessitat de dedicar esforços i recursos, per fer, de la producció ecològica, una línia de treball econòmicament rendible, i que aporti l'oferta de productes necessària per a fer front a la potencial creixent demanda en un futur molt proper.

Actualment, per a la producció ecològica de la fruita de pinyol es disposa de poca informació en relació a la sanitat vegetal dels fruiters per al control de les plagues i les malalties. Així, els nostres productors disposen de poques eines per aplicar al llarg de tot el cicle fenològic del cultiu, que els garanteixi un bon control de les plagues i malalties. Una de les principals dificultats a les que s'han d'enfrontar els productors de préssec i nectarina ecològics és el control de les malalties, ja que, sovint, durant la comercialització de la fruita, les **malalties de postcollita** es desenvolupen i causen incidències de podridures molt elevades amb conseqüències econòmiques importants.

La principal malaltia que afecta als préssecs i nectarines a la nostra zona productora és la **podridura marró** causada per *Monilinia* spp. (*M. laxa*, *M. fructigena* i *M. fructicola*). Malgrat que aquest fong infecta la fruita a camp, el seu desenvolupament succeeix, principalment, en postcollita, causant, per una banda, greus pèrdues econòmiques, i per l'altra, reclamacions per part de la distribució. Una de les característiques d'aquesta malaltia és que al moment de la collita, la fruita aparentment està sana sense presentar símptomes de malaltia, tot i que pot estar infectada pel

fong. Finalment, durant el període de postcollita, sovint quan el fruit es disposa en condicions de temperatura favorables pel desenvolupament i/o infecció del fong, la malaltia es desenvolupa.

En l'agricultura convencional, la principal estratègia per al control de *Monilinia* spp. en camp es basa en programes d'aplicació de productes fungicides de síntesi, començant en floració i intensificant-se el seu ús a partir de 30-45 dies abans de la collita fins a la mateixa, per tractar-se, aquest últim, d'un període de màxima susceptibilitat del fruit al desenvolupament d'aquesta malaltia. No obstant, aquests tractaments, en anys amb climatologia molt favorable per a la infecció i el seu desenvolupament, no controlen la malaltia, arribant-se a obtenir incidències de podridura en fruita del 80 % o superiors (Larena i col., 2005). En **agricultura ecològica**, els productes químics de síntesi no estan permesos i per al control de les malalties només està autoritzat l'ús de **productes naturals** com la lecitina, el bicarbonat de potassi, el sofre, compostos de coure, el polisulfur de calci i microorganismes. De tots aquests productes, els compostos de coure i el polisulfur de calci, són els que mostren un millor control de la podridura marró, i per tant, són els que actualment s'apliquen a la nostra zona productora. En aquest sentit, en anteriors estudis portats a terme pels nostre grup de recerca, es va observar que el control biològic a base del microorganisme *Bacillus subtilis* era efectiu per al control de la podridura marró obtenint reduccions de la malaltia de fins al 43 %. Cal remarcar que, aquest tipus de productes autoritzats en producció ecològica, són menys efectius que els fungicides de síntesi, i generalment, la seva eficàcia es redueix quan la pressió de malaltia és alta. Això fa que l'impacte d'aquesta malaltia en l'agricultura ecològica sigui molt important, essent en alguns casos la malaltia limitant per a una producció ecològica viable d'algunes varietats de fruita de pinyol, sobretot de les més tardanes.

Per al control de *Monilinia* spp. en producció ecològica de fruita de pinyol, existeixen altres eines que es poden **integrar** amb l'aplicació dels productes naturals autoritzats, millorant

així el control de la malaltia, com són les pràctiques culturals, la utilització de models de predicció del risc de la malaltia i l'aplicació d'agents de control biològic.

Pel que fa a les pràctiques culturals, la filosofia de producció ecològica ja n'engloba el seu ús, com a eines per complementar/ajudar a l'efectivitat dels diferents productes que s'utilitzen. En aquest sentit es coneix un ampli rang d'accions que poden ajudar al control de la malaltia causada per *Monilinia* spp., ja sigui actuant directament sobre la **reducció d'inòcul** present a la finca o sobre les condicions que augmenten el risc d'infecció i per tant d'incidència de malaltia. Entre les diferents **pràctiques culturals** es troben: 1) L'eliminació d'inòcul primari present al camp, el que és especialment important ja que pot infectar les flors a la primavera, i també, pot infectar posteriorment als fruits; 2) L'eliminació d'inòcul secundari, principalment els fruits madurs infectats, per impedir d'aquesta manera, la seva momificació i la disseminació a altres fruits sans (Villarino i col 2012); 3) El maneig apropiat del microclima mitjançant la poda aconseguint un major grau d'insolació i ventilació, i evitant així les condicions d'alta humitat relativa i temperatura que afavoreixen el desenvolupament del patògen (Michailides i Morgan, 1997); 4) Finalment, com a pràctica cultural, també cal incloure l'**embossat de la fruita**, que actua com a barrera física per als conidis de *Monilinia* spp. i per tant evita la contaminació i/o infecció del fruit. L'embossat, sovint es realitza per motius comercials en varietats tardanes i en alguns casos per al control de plagues. No obstant, ja es disposa de resultats en relació a l'efecte d'aquesta tècnica per controlar la podridura marró. En estudis previs, ja es va concloure que la pràctica cultural basada en embossar la fruita és dràsticament efectiva per reduir la incidència de malaltia en postcollita. Es va observar una reducció de la malaltia del 90 % amb una pressió d'inòcul al control del 80 % en dues varietats de préssec. Des de llavors, són varis els productors ecològics que han incorporat aquesta tècnica en les seves plantacions. No obstant, abans de generalitzar l'embossat com a estratègia altament efectiva per al control de la podridura marró, caldria profunditzar en el seu coneixement per determinar-ne altres aspectes com el seu efecte en la fruita, la importància de la presència d'inòcul a la fruita en el moment de l'embossat, i finalment, l'efecte en la qualitat de la fruita, especialment en el color. Per tant, el **primer objectiu** d'aquest estudi va ser: Determinar l'efectivitat de la pràctica cultural basada en l'embossat de la fruita per al control de *Monilinia* spp. en les diferents casuístiques de presència d'inòcul a la fruita que es poden donar al moment de l'embossat, i determinar el seu efecte en la qualitat de la fruita.

Per al control de *Monilinia* spp., també hi ha la possibilitat d'actuar durant el període de postcollita per complementar les estratègies de camp. Actualment, hi ha dues matèries actives autoritzades per a la seva aplicació en postcollita en producció convencional (fludioxonil i pirimetanil). Per al cas de la producció ecològica, en els últims anys s'han dedicat molts esforços per desenvolupar

sistemes alternatius als productes químics, efectius per al control de *Monilinia* spp., com l'ús d'agents de control biològic, de substàncies de baixa toxicitat o l'aplicació de tractaments tèrmics. Respecte als últims, el **tractament de curat**, que es basa en sotmetre la fruita a elevada temperatura i humitat relativa (HR) és un dels casos d'estratègies alternatives als productes de síntesi que ha estat àmpliament estudiat (Casals i col., 2010a;b, 2012; Usall i col 2016), i que ha mostrat resultats molt satisfactoris per al control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol. Fins al 2016, l'estratègia de curat per al control de *Monilinia* spp. només s'havia aplicat a nivell de planta pilot. En estudis realitzats pel nostre grup de recerca es va fer el salt a condicions semi-comercials, utilitzant una cambra de 64 m³ i disposant la fruita en palots, tal i com es recol·lecta la fruita en condicions reals. Però, es van detectar limitacions en l'aplicació d'aquesta estratègia, com la falta de potència del calefactor instal·lat per arribar a les temperatures de l'ambient i de l'interior de la fruita desitjades, i la dificultat per a la transferència energètica a la fruita de l'interior del palot, ubicada en les situacions més desfavorables. En base als resultats obtinguts en aquests estudis, s'ha millorat la transferència energètica cap a la fruita durant el tractament de curat, dissenyant una distribució de la fruita a l'interior de la cambra i consensuada amb productors de préssecs i nectarines ecològiques, i així, facilitar l'escalat de la tècnica en condicions reals. Per tant, el **segon objectiu** va ser: Validar el tractament de curat utilitzant diferents càrregues de fruita i avaluant l'efectivitat de l'estratègia en funció de la ubicació de la fruita dins de la cambra.

02. Metodologia

A continuació es descriu la metodologia que es va utilitzar en aquest estudi:

02.01. Control de la malaltia mitjançant embossat

Es va determinar l'efectivitat de la pràctica cultural basada en l'embossat de la fruita per al control de *Monilinia* spp. Seguint la següent metodologia:

A) Material vegetal

Es van seleccionar 2 finques de préssec ("Merryl O'Henry" i "Pollero") i 2 de nectarina ("Big Top" i "Venus") de producció ecològica i amb data prevista de collita a partir de juliol fins mitjans de setembre.

B) Tractaments

Per tal d'avaluar l'efecte de la pràctica cultural basada en l'embossat de la fruita per al control de *Monilinia* spp., cadascuna de les finques es van dividir en 2 zones, on a la zona 1 no es va realitzar cap acció excepcional de les que l'agricultor feia de manera habitual, mentre que a la zona 2 es va procedir a embossar la fruita (Figura 1).



Figura 1. Aspecte camp de nectarina "Venus", zona embossada (Grup Patologia de la Postcollita. IRTA).

C) Mostreig de presència d'inòcul a la fruita

Previ a l'embossat, es va realitzar un mostreig en cadascun dels camps per determinar la presència d'inòcul a la fruita. Es van collir 40 fruits de 4 blocs seleccionats a l'atzar. En aquesta fruita es va determinar:

- Presència d'inòcul a la superfície de la fruita: Els 40 fruits de cada repetició es van disposar en una solució d'aigua + un agent mullant (Tween-80), de 10 en 10 i en agitació. La solució es va centrifugar i el pellet resultant es va dissoldre en 3 mL d'aigua + tween. Finalment, es va fer el recompte de conidis totals mitjançant una càmera de recompte al microscopi
- Presència d'infeccions latents: es va seguir la metodologia establerta al nostre laboratori que es basa en desinfectar la fruita per tal d'eliminar els potencials conidis de *Monilinia* spp. més un procés de congelació a -20 °C per afavorir la senescència de la fruita i així permetre el desenvolupament de les infeccions latents procedents de l'interior del fruit (Figura 2).



Figura 2. Assaig per a la detecció d'infeccions latents (Grup Patologia de la Postcollita del IRTA).

D) Mostreig per determinar la incidència de la malaltia en funció del tractament.

Al moment de maduresa comercial es van collir 100 fruits de 4 repeticions (3 arbres per repetició) seleccionats a l'atzar, per a cadascuna de les zones (control i embossat) (Figura 3). La fruita es va conservar 7 dies a 0 °C més un període de vida útil de 7 dies a 20 °C. Es va quantificar la presència de fruits afectats per *Monilinia* spp. així com altres patògens causants de malaltia.



Figura 3. Collita del préssec "Merryl O'henry" (Grup Patologia de la Postcollita. IRTA).

E) Mostreig per determinar la qualitat de la fruita en funció del tractament.

Al moment de la collita, es va mostrejar fruita de cadascuna de les zones (Zona embossat, Zona no embossat) per determinar si l'embossat podia afectar a la qualitat de la fruita. Les avaluacions es van realitzar a temps 0 i després de 3 dies de conservació a 20 °C, mesurant els paràmetres estàndards de qualitat com: color, fermesa, contingut en sucres, acidesa titulable, calibre, valor de DA-meter i determinació del pes de la fruita (Figura 4).



Figura 4. Anàlisi de qualitat de la fruita (Grup Patologia de la Postcollita. IRTA).

02.02. Control de la malaltia mitjançant curat

L'estudi del curat, com estratègia de control de *Monilinia* spp. en postcollita de fruita de pinyol, es va basar en el tractament a 50 °C i elevada HR durant 2 hores, i la metodologia empleada va ser la següent:

A) Material vegetal

Es van utilitzar varietats de préssec i nectarina de producció ecològica de collita a partir de setembre, per assegurar la presència d'inòcul al tractament control (Figura 5).

B) Càlculs

Es van realitzar els càlculs empírics per determinar la potència necessària per tractar un màxim de 300 Kg de fruita.

C) Validació

Es van validar les condicions de càrrega/potència: conservant la fruita control i la fruita sotmesa al tractament de curat, a 20 °C i 85 % HR, durant 5-7 dies. Llavors, es va quantificar els fruits afectats per *Monilinia* spp. així com altres patògens causants de malaltia.



Figura 5. Preparació de la fruita per l'assaig de curat (Grup Patologia de la Postcollita. IRTA).

03. Resultats

A continuació es descriuen els resultats obtinguts d'acord amb els diferents objectius específics:

03.01 Efectivitat embossat

1. Determinar si l'efectivitat de l'embossat depèn de la presència d'inòcul a la superfície de la fruita en el moment de disposar la bossa al fruit.

Previ a l'embossat es va determinar la presència d'inòcul a la superfície de la fruita de cadascuna de les finques seleccionades.

Els resultats obtinguts van mostrar que el nivell de conidis per fruit va estar en el rang 2.000 – 4.500 (Figura 6). El nombre de conidis a la fruita procedent del camp de la varietat "Pollero" (4.500 conidis) va ser estadísticament superior al de la resta de varietats (una mitja de 1.942 conidis). Per tant, al moment de l'embossat, la càrrega d'inòcul de *Monilinia* spp. per a la varietat "Pollero" va ser estadísticament superior en comparació a la resta de varietats avaluades.

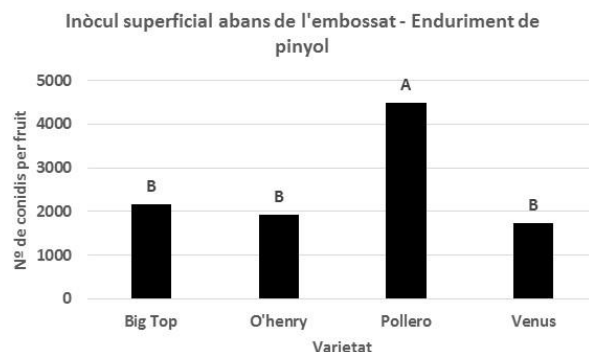


Figura 6. Nombre de conidis per fruit determinat al moment de realitzar la pràctica cultural basada en l'embossat de la fruita en funció de la varietat avaluada. Els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents d'acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

Es va realitzar un segon mostreig, en aquest cas en un moment pròxim a la collita comercial, entre 5 i 10 dies abans de collita. En aquest cas es va mostrejar fruita embossada i fruita no embossada. A la Figura 7 es pot observar el nombre de conidis per fruit en funció de si el fruit estava embossat o no i en funció de la varietat avaluada. Els resultats van indicar que per a la fruita embossada el nombre de conidis per fruit no va ser estadísticament diferent en comparació de la fruita no embossada. No obstant, cal remarcar que en 3 de les 4 varietats avaluades el nombre de conidis determinat va ser superior a la fruita no embossada en comparació de la fruita embossada.

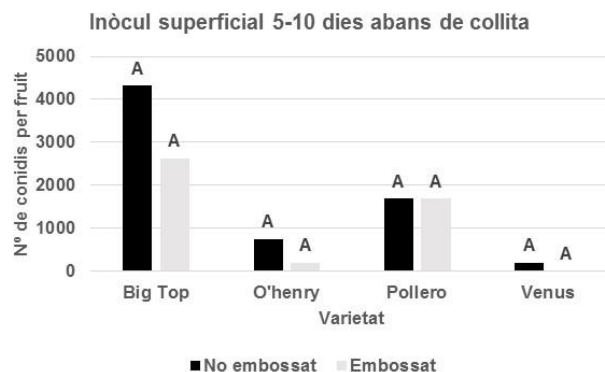


Figura 7. Nombre de conidis per fruit determinat 5-10 dies abans de la collita comercial en fruita embossada i no embossada i en funció de la varietat avaluada. Per a cada varietat, els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents d'acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

En aquest segon mostreig es va observar que la fruita que va presentar major nombre de conidis a la superfície va ser la de la varietat “Big Top”, essent estadísticament superior a la resta de les varietats (tot i que en aquesta gràfica no es mostri), el que contrasta amb els resultats obtinguts al primer mostreig. Aquests camps estan ubicats en zones diferents, i sobretot, les dates de collita oscil·len en un rang d'un mes i mig, i per tant, les condicions climatològiques a les que ha estat sotmesa la fruita pot ser molt diversa, afectant a la presència d'inòcul a la superfície de la fruita, com s'ha vist en aquest estudi, però també a la pressió d'inòcul de la finca en general. Excepte pel cas de la varietat “Big Top”, en general s'observa una clara tendència a la reducció de l'inòcul a la superfície de la fruita a mesura que avança el desenvolupament fenològic del fruit.

2. Determinar si l'efectivitat de l'embossat depèn de si hi ha infeccions latents a la fruita en el moment de disposar la bossa al fruit.

Els resultats obtinguts en el moment previ a l'embossat van mostrar que el nivell d'infeccions latents va ser molt baix, o inclús zero, en totes les varietats avaluades. Només es va observar infeccions latents per a la varietat “Pollero” amb una incidència del 1,28% (dades no mostrades).

Igual que per al mostreig d'inòcul superficial, es va realitzar un segon mostreig en un moment pròxim a la collita comercial, entre 5 i 10 dies abans de collita en fruita embossada i no embossada. A la figura 8 es pot observar que es van detectar infeccions latents en les 3 finques de les que es disposa de resultats (“Big Top”, “O'henry” i “Pollero”). Estadísticament, la incidència d'infeccions latents no va variar en funció de la varietat ni en funció de si la fruita estava embossada o no. Malgrat no observar-se diferències estadístiques el perfil dels resultats va indicar que només es van detectar infeccions latents en fruita no embossada; sols per a la varietat “Pollero” es va detectar un nombre molt baix d'infeccions latents en fruita embossada. Cal destacar, que en aquesta varietat, la detecció d'infeccions latents va ser molt superior a la resta de varietats avaluades.

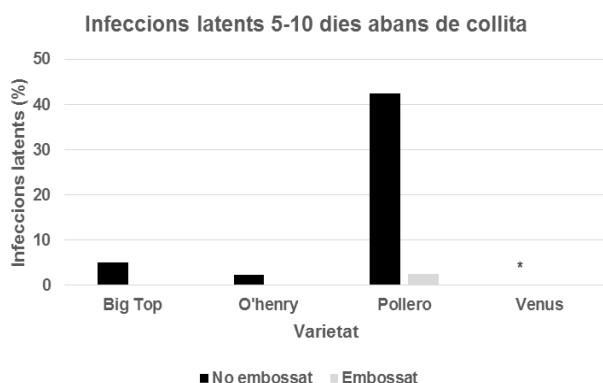


Figura 8. Percentatge d'infeccions latents en fruita embossada o no, mostrejada 5-10 dies abans de la collita comercial i en funció de la varietat. No es van observar diferències estadístiques d'acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$). *Mostra contaminada.

3. Determinar si l'efectivitat de l'embossat depèn de l'espècie de fruita de pinyol.

A la figura 9 es pot observar que en general el nivell de malaltia causada per *Monilinia* spp. va ser baix, tenint en compte que es tracta de fruita procedent de producció ecològica i que són varietats de mitja estació o tardanes. La pràctica cultural basada en embossar la fruita va reduir estadísticament la incidència de malaltia causada per *Monilinia* spp. en la varietat de préssec “Pollero” i la varietat de nectarina “Venus” on les reduccions van ser del 63 i 80 %, respectivament. Per la resta de varietats, el perfil dels resultats van mostrar que es reduïa la incidència de malaltia en la fruita embossada, no obstant, aquestes diferències no van ser significatives.

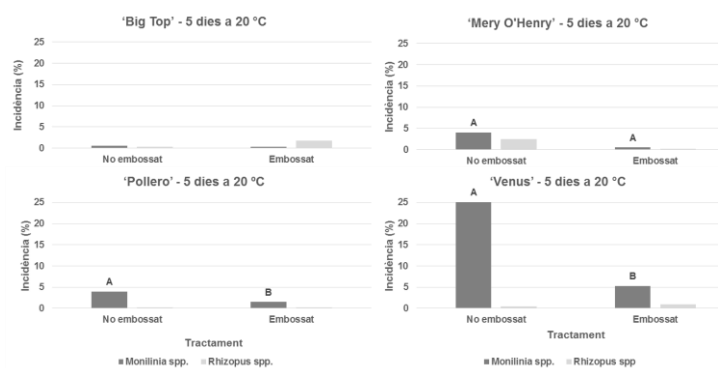


Figura 9. Incidència de *Monilinia* spp. o *Rhizopus* spp. en fruita de la varietat “Big Top”, “Mery O'Henry”, “Pollero” o “Venus” en funció de si la fruita es va embossar o no a camp. La fruita es va conservar durant 7 dies a 0 °C més 5 dies a 20 °C. Per a cada sèrie, els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents d'acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

En l'avaluació realitzada després de conservar la fruita 7 dies a 20 °C, es va mantenir el perfil dels resultats indicat en el paràgraf anterior (Figura 10). No obstant, en aquest cas només es van detectar diferències significatives per a la varietat ‘Venus’ on la reducció de malaltia en embossar la fruita va ser del 71 %.

La pràctica cultural basada en embossar la fruita va reduir la incidència de malaltia causada per *Monilinia* spp. en préssec i nectarina, arribant al moment de collita amb reduccions del 80%.

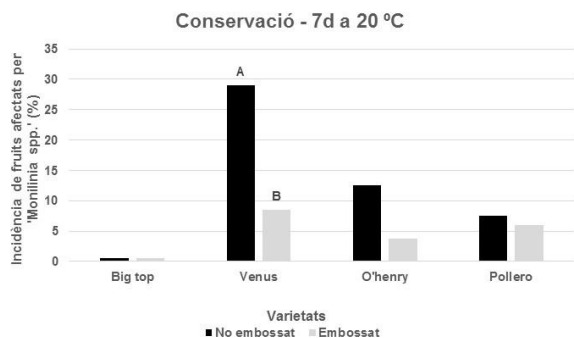


Figura 10. Incidència de *Monilinia* spp. en fruita de la varietat “Big Top”, “Merryl O’Henry”, “Pollero” o “Venus” en funció de si la fruita es va embossar o no a camp. La fruita es va conservar durant 7 dies a 0 °C més 7 dies a 20 °C. Per a cada varietat sèries amb lletres diferents són estadísticament diferents d’acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

Aquests resultats indiquen que l’efectivitat de la pràctica cultural basada en l’embossat de la fruita pot ser efectiva tant en préssec com en nectarina. Fins a l’execució del present estudi, es desconeixia aquesta informació ja que tots els estudis previs s’havien realitzat només en préssec.

L’efectivitat de la pràctica cultural basada en l’embossat de la fruita pot ser efectiva tant en préssec com en nectarina.

4. Determinar si la pràctica cultural basada en l’embossat de la fruita pot afectar la qualitat de la fruita.

Els resultats obtinguts es mostren a les figures 11, 12 i 13. Pel que fa al paràmetre calibre, es va observar que la fruita embossada presentava estadísticament valors més baixos en comparació de la no embossada, en les varietats “Big Top” i ‘O’Henry’ i en ambdues avaluacions realitzades (collita i després de 3 dies a 20 °C). Per a les altres dues varietats (“Pollero” i “Venus”) només es van observar diferències significatives per al cas del “Pollero” després de 3 dies a 20 °C (Figura 11). En relació al paràmetre pes, els valors més elevats en fruita no embossada només es van observar estadísticament per a les varietats “Big Top” i “O’Henry”.

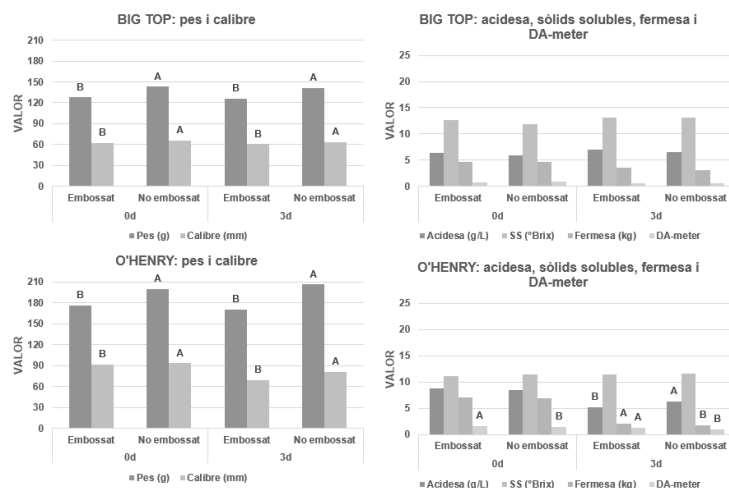


Figura 11. Valors del pes i calibre de fruita de la varietat “Big Top”, “Merryl O’Henry”, “Pollero” o “Venus” en funció de si la fruita es va embossar o no a camp, i del moment de l’avaluació (collita o després de 3 dies a 20 °C). Lletres diferents indiquen que les mitjanes per a cada paràmetre i moment d’avaluació són diferents significativament d’acord amb el test LSD de Student ($\alpha < 0.05$).

Per al cas dels paràmetres de qualitat acidesa, sòlids solubles, fermesa i DA-meter, en general no es van observar diferències significatives entre fruita embossada o no embossada en ambdós avaluacions realitzades (collita i després de 3 dies a 20 °C (Figura 12). Destacar el cas de la varietat “O’Henry” on es va observar que el nivell de clorofil·la detectat amb el DA-meter va ser estadísticament superior a la fruita embossada en comparació de la no embossada, en ambdues avaluacions. També es va observar que la fermesa determinada a la varietat “Pollero” al moment de la collita va ser superior en la fruita embossada en comparació a la no embossada, diferències que van desaparèixer després de conservar la fruita 3 dies a 20 °C.

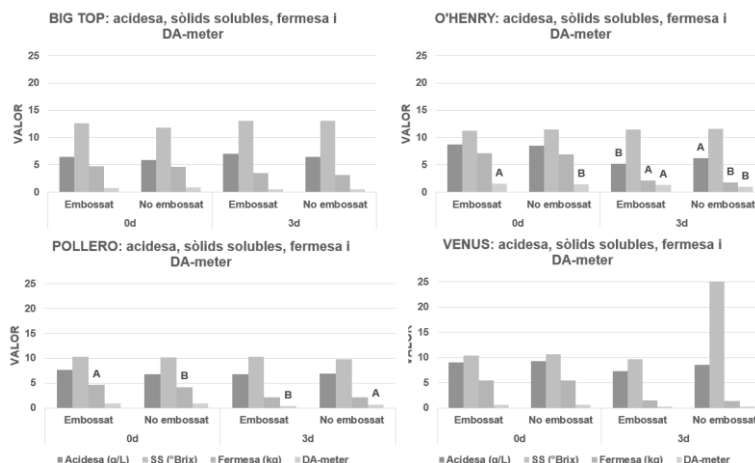


Figura 12. Valors del contingut d’acidesa, sòlids solubles, fermesa i DA-meter en fruita de la varietat “Big Top”, “Merryl O’Henry”, “Pollero” o “Venus” en funció de si la fruita es va embossar o no a camp, i del moment de l’avaluació (collita o després de 3 dies a 20 °C). Lletres diferents indiquen que les mitjanes per a cada paràmetre i moment d’avaluació són diferents significativament d’acord amb el test LSD de Student ($\alpha < 0.05$).

Finalment, per al cas del color, en les varietats vermelles no es va poder extreure conclusions clares de l'efecte de l'embossat. No obstant, per a la varietat groga "Pollero" es va observar que el paràmetre b^* (com més alt el valor, més groc) era superior a la fruita no embossada en comparació de l'embossada, i aquestes diferències es van mantenir després de 3 dies a 20 °C (Figura 13).

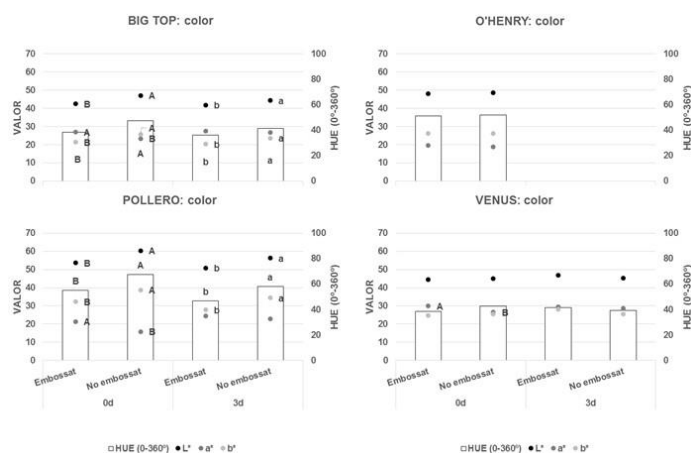


Figura 13. Valors dels paràmetres de qualitat a^*b^* i L^* en l'eix principal i de l'índex HUE a l'eix secundari en fruita de la varietat "Big Top", "Merryl O'Henry", "Pollero" o "Venus" en funció de si la fruita es va embossar o no a camp, i del moment de l'avaluació (collita o després de 3 dies a 20 °C). Per a cada sèrie i moment d'avaluació, lletres diferents indiquen que les mitjanes són diferents significativament d'acord amb el test LSD de Student ($\alpha < 0.05$).

* No es disposa d'aquesta informació.

03.02 Tractament de curat a 50 °C i elevada HR durant 2 h.

El segon objectiu general va ser continuar els estudis iniciats al 2016, relacionats amb la validació del curat en condicions semi-comercials. El curat és una estratègia de control de *Monilinia* spp. que s'aplica en fruita de pinyol i es basa en disposar la fruita a 50 °C i a una humitat relativa superior al 95 %, durant 2 hores.

1. Càlculs empírics per conèixer la potència necessària durant el tractament de curat.

Es va determinar la potència a utilitzar durant el tractament per a una càrrega de 300 kg amb diferents models, i, d'acord amb aquest càlcul, es va concloure que per tal d'aconseguir 50°C – HR >95 % durant 2 h, la potència necessària havia de ser de 50 kw.

2. Validació de les condicions de càrrega / potència determinades anteriorment.

Un cop condicionada la cambra per tal d'assolir la potència indicada a l'apartat anterior, es va procedir a avaluar l'efecte de tractament de curat en funció de la càrrega (100, 200 i 300 kg) i en funció de la posició de la fruita per

a cadascuna de les càrregues (alt, mig i baix). Per a cadascuna d'aquestes condicions, després del tractament de curat es van mostrejar 20 fruits de 4 repeticions. La fruita es va conservar a 20 °C durant 7 dies. Els resultats obtinguts es van comparar amb fruita no sotmesa al tractament de curat, però conservada a les mateixes condicions.

Tot i que per diferents problemes tècnics el tractament de curat es va fer a 45 °C i la humitat relativa del 80 %, es comprova que aquestes condicions també són efectives per al control de *Monilinia* spp.

Després de conservar la fruita 5 dies a 20 °C, es va observar que el tractament de curat va ser efectiu en totes les condicions de càrrega i posició de fruita avaluades en comparació del control amb una reducció mitja de fruits afectats del 54 % (Figura 14). No es van observar diferències d'efectivitat del tractament de curat en funció de la càrrega avaluada ni de la posició de la fruita. Després de conservar la fruita 7 dies a 20 °C, el perfil dels resultats va ser molt similar.

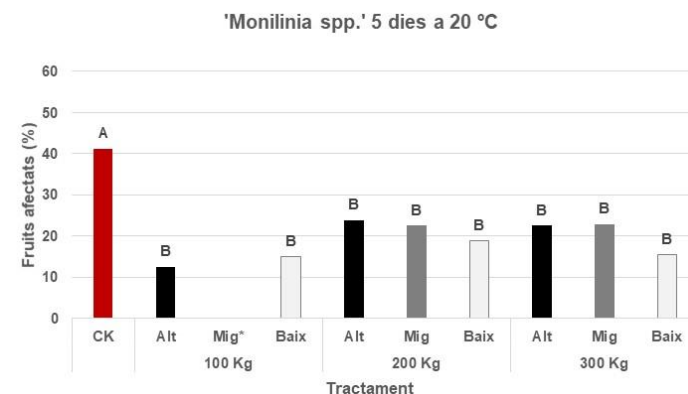


Figura 14. Incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. en fruita de pinyol curada en funció de la càrrega al moment del tractament (100, 200 o 300 Kg) i de la posició de la fruita (alt, mig i baix) en comparació del control. Lletres diferents indiquen que les mitjanes són diferents significativament d'acord amb el test LSD de Student ($\alpha < 0.05$). * No es va avaluar.

En un segon assaig, l'estudi es va realitzar a la potència desitjada de 50 kw.

Els resultats obtinguts es mostren a la figura 15. Després d'aplicar el tractament de curat i conservar la fruita 5 dies a 20 °C es va observar una reducció del 84 % de la incidència de malaltia en comparació del control. En general, no es van observar diferències significatives entre càrregues i posicions de la fruita avaluades. No obstant, cal remarcar que per al tractament amb càrrega 300 kg i posició de la fruita 'Mig', no es va observar control de la malaltia. El perfil dels resultats després de 7 dies a 20 °C va ser molt similar.

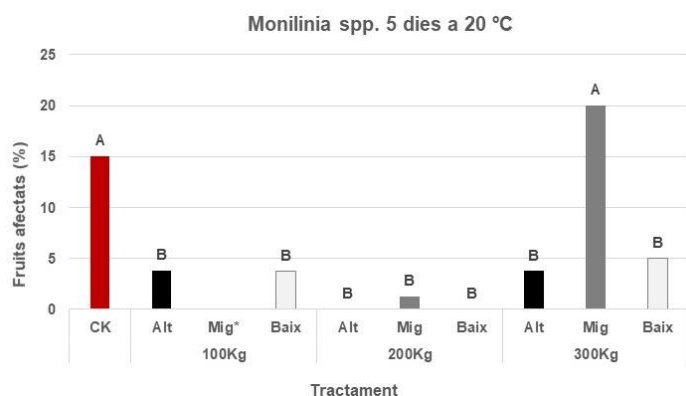


Figura 15. Incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. en fruita de pinyol curada en funció de la càrrega al moment del tractament (100, 200 o 300 Kg) i de la posició de la fruita (alt, mig i baix) en comparació del control. Lletres diferents indiquen que les mitjanes són diferents significativament d'acord amb el test LSD de Student ($\alpha < 0.05$). * No es va avaluar.

Amb l'assoliment d'aquest segon objectiu general, s'ha demostrat que el tractament de curat és efectiu per al control de *Monilinia* spp. en condicions semi-comercials. Aquests resultats són molt prometedors, especialment per als productors de fruita de pinyol, que no disposen d'eines químiques per al control d'aquesta malaltia. Aquests resultats, també són prometedors per als productors de fruita de pinyol en el sistema convencional que tenen com a objectiu l'obtenció de fruita amb residu 0, disposant així d'una eina més per a control de *Monilinia* spp. sense implicar presència de residus a la superfície de la fruita.

L'estratègia de curat com a tractament postcollita és una estratègia efectiva per al control de *Monilinia* spp. en condicions semi-comercials.

04. Conclusions

En general, s'observa una clara tendència a la reducció de l'inòcul a la superfície de la fruita a mesura que avança el desenvolupament fenològic del fruit, tot i que aquesta reducció d'inòcul no es veu afectat per l'embossat. Cal remarcar que les condicions climatològiques de la campanya, seques i amb temperatures molt elevades, hi van jugar un paper clau.

S'ha observat una baixa incidència d'infeccions latents als camps avaluats, però principalment en fruita no embossada.

En general, l'embossat mostra una reducció de la podridura marró en la fruita avaluada, tant en préssec com en nectarina.

Respecte al curat, es demostra que és un tractament postcollita eficaç a nivell semi-comercial, especialment pels productors de fruita de pinyol que no disposen d'eines per al control de la podridura marró en postcollita.

04. Referències

- Casals, C., Elmer, P. A. G., Viñas, I., Teixidó, N., Sisquella, M. i Usall, J. 2012a. The combination of curing with either chitosan or *Bacillus subtilis* CPA-8 to control brown rot infections caused by *Monilinia fructicola*. Postharvest Biol. Tech., 64:126-132.
- Casals, C., Teixidó, N., Viñas, I., Cambray, J. i Usall, J. 2010. Control of *Monilinia* spp. on stone fruit by curing treatments. Part II: The effect of host and *Monilinia* spp. variables on curing efficacy. Postharvest Biol. Tech., 56:26-30.
- Casals, C., Teixidó, N., Viñas, I., Llauredó, S. i Usall, J. 2010b. Control of *Monilinia* spp. on stone fruit by curing treatments. Part I. The effect of temperature, exposure time and relative humidity on curing efficacy. Postharvest Biol. Tech., 2010: 56-19.
- Larena, I., Torres, R., De Cal, A., Liñan, M., Melgarejo, P., Domenichini, P., Bellini, A., Mandrin, J. F., Lichou, J., de Eribe, X. O., i Usall, J. 2005. Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. Biol. Control, 32: 305-310.
- Michailides, T. J. i Morgan, D. P. 1997. Influence of fruit-to-fruit contact on the susceptibility of French prune to infection by *Monilinia fructicola*. Plant Dis. 81: 1416-1424.
- Usall, J., Ippolito, A., Sisquella, M., Neri, F. 2016. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. Postharvest Biol. Technol. 122, 30-40
- Villarino, M., Melgarejo, P., Usall, J., Segarra, J., Lamarca, N. i De Cal, A. 2012. Secondary inoculum dynamics of *Monilinia* spp. and relationship to the incidence of postharvest brown rot in peaches and the weather conditions during the growing season. Eur. J. Plant Pathol. 137: 585-598.

**Carla Casals
Bruna Català
Neus Teixidó
Rosario Torres**

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)

rosario.torres@irta.cat

El projecte ha estat finançat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya a través de l'ajut per incentivar la recerca aplicada en matèria de producció agroalimentària ecològica

