

RESUM

*Un dels aspectes que limiten més la producció de fruita ecològica és mantenir la sanitat vegetal dels fruiters, tant pel que fa a plagues com a malalties. Per al cas de la fruita de pinyol, la podridura marró causada per *Monilinia* spp. és la principal malaltia que l'afecta a la nostra zona, essent una de les principals causes de pèrdues de producció i econòmiques, així com una font de reclamacions per part de la distribució. Els productes autoritzats per al seu control, en producció ecològica, sovint, no són suficientment efectius.*

*En aquest treball s'ha estudiat l'efecte dels productes a base d'agents de control biològic o timó vermell, integrats amb altres eines de control com són l'aplicació del model que indica el risc de malaltia, un maneig correcte de la finca, així com, realitzar una correcta aplicació dels tractaments. Finalment, també s'ha estudiat el control de *Monilinia* spp. en postcollita a nivell semi-comercial mitjançant el curat de la fruita, estratègia que en condicions de planta pilot ja ha donat resultats molt satisfactoris.*

01. Introducció

Existeix un augment notable de la demanda dels productes ecològics en la major part dels estats membres, encara que, al nostre país encara estem lluny de l'interès que desperten els productes ecològics en altres països europeus, com ara França, Alemanya o els països escandinaus. No obstant, també, cada cop més augmenta la seva demanda i sembla clar que la tendència en un futur és un increment en la necessitat de produir productes provinents de l'agricultura ecològica. A més a més, com som un dels principals països productors de productes ecològics de la Unió Europea, hi ha la necessitat de respondre a la demanda d'altres països europeus, essent aquest un mercat interessant i una alternativa viable a la producció convencional o integrada.

Un dels aspectes clau per produir fruita ecològica amb èxit és la sanitat vegetal dels fruiters tant pel que fa a plagues com a malalties. En producció ecològica de fruita de pinyol, les malalties fúngiques causen una important incidència de podridures a la fruita el que implica elevades pèrdues econòmiques. En la producció integrada o la convencional es pot fer ús d'un ampli rang de productes químics de síntesi per al seu control, però en el cas de la producció ecològica al no estar autoritzats existeix una major necessitat de desenvolupar altres estratègies de control alternatives als productes químics.

La podridura marró causada per *Monilinia* spp. (*M. laxa*, *M. fructigena* i *M. fructicola*) és la principal malaltia que afecta a la fruita de pinyol a la nostra zona, principalment durant el període de postcollita, essent una de les principals causes de pèrdues de producció i econòmiques, així com una font de reclamacions per part de la distribució. Una de les característiques d'aquesta malaltia és que en el moment de la collita, la fruita pot ser que no presenti símptomes tot i estar infectada pel fong, i és en postcollita quan es desenvolupa, quan la fruita arriba a la distribució i/o al consumidor final, períodes en què les condicions per al desenvolupament del fong són òptimes.

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 per al desenvolupament de la malaltia. No obstant, aquests tractaments, en anys de 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⁽⁹⁾. 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, l'hidròxid de calci, 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.

El control biològic, és a dir l'ús de microorganismes, és una de les alternatives als productes químics de síntesi que en les investigacions dels últims anys ha obtingut bons resultats d'eficàcia en el control de les malalties fúngiques^{(5),(8) i (13)}. Actualment i des del 2012, es disposa a nivell comercial d'un producte de control biològic autoritzat per al control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol, el Serenade® Max, formulat a base del microorganisme *Bacillus subtilis*. Cal tenir present que es tracta de microorganismes vius i per tant qualsevol alteració durant el tractament i/o en la climatologia pot afectar a la seva viabilitat i per tant esdevenir menys efectius. Aquest tipus de productes són menys eficaços que els fungicides de síntesi i generalment la seva eficàcia es redueix quan la pressió de la malaltia és alta. Per aquest motiu l'impacte de la podridura marró en l'agricultura ecològica és molt important, essent en

alguns casos, un limitant per a una producció ecològica viable, especialment per a les varietats més tardanes.

Cal indicar que per al control de *Monilinia* spp. existeixen altres eines que es poden integrar amb l'aplicació dels productes naturals i/o microorganismes autoritzats, que ajuden a millorar el control de la malaltia, com les pràctiques culturals, la utilització de models de predicció del risc de la malaltia, així com realitzar una correcta aplicació dels tractaments.

Les pràctiques culturals engloben un ampli rang d'accions, on unes actuen directament sobre la reducció d'inòcul present a la finca, mentre que d'altres ho fan sobre les condicions que augmenten el risc d'infecció i per tant la incidència de malaltia. *Monilinia* spp. sobreviu l'hivern en fruits momificats, peduncles i xancre, per tant l'eliminació d'aquests redueix l'inòcul primari que no només pot infectar les flors a la primavera sinó que també, pot infectar posteriorment als fruits. A més, també és important eliminar els fruits madurs infectats per impedir d'aquesta manera la seva momificació i la disseminació a altres fruits sans⁽¹⁾. El maneig apropiat del microclima mitjançant la poda és una altra pràctica cultural que també ajuda al control de la malaltia, aconseguint un major grau d'insolació i ventilació, i evitant així les condicions d'alta humitat relativa i temperatura que afavoreixen el desenvolupament del patogen⁽¹⁰⁾. Malgrat que aquestes pràctiques no són mètodes de control de la malaltia sí que poden ajudar a disminuir la pressió d'inòcul a la finca facilitant d'aquesta manera el seu control amb els pocs productes efectius de què es disposa en producció ecològica.

Els models de predicció del risc d'infecció són eines de suport utilitzades tant en producció convencional com en ecològica que ajuden a determinar el moment òptim per aplicar els diferents tractaments i que permeten una optimització i minimització de l'ús dels productes. El grup de Patologia de Postcollita de l'IRTA conjuntament amb el Departament de Protecció Vegetal de l'INIA i amb la col·laboració de la Universitat de Lleida, durant 7 anys, van estudiar l'epidemiologia de la malaltia causada per *Monilinia* spp. en fruita de pinyol a camp^{(6), (7), (11) i (12)}. Fruit d'aquesta investigació s'ha desenvolupat un model de predicció d'aquesta malaltia que indica el risc d'infecció en funció de factors bàsics com l'estadi fenològic de la fruita, la presència d'inòcul a camp, la temperatura, la pluviometria i les hores d'humectació. A més, aquest model ha estat validat durant 5 campanyes consecutives a nivell comercial en producció convencional de fruita de pinyol, mostrant reduccions del nombre de tractaments fungicides aplicats al voltant d'un 50 % sense afectar a la incidència de malaltia. Per al cas de la producció ecològica aquest model no s'ha validat, no obstant, donada la baixa permanència i efectivitat dels productes que estan autoritzats per al control de *Monilinia* spp., tot fa pensar que amb la integració del model, aquests es podrien aplicar en el moment clau, és a dir quan hi hauria risc real de malaltia, el què permetria controlar millor la malaltia.

En general, en productes autoritzats en producció ecològica, és especialment important assegurar-se que el

producte arribi a tots els fruits, i un cop a la superfície del fruit, que hi formi una pel·lícula per protegir-lo del patogen. Per tant, en aquest estudi també s'han estudiat diferents actuacions que permetin millorar la correcta dispersió dels tractaments. Això, juntament amb una **correcta aplicació dels tractaments** permetrà, no només que el producte arribi a la superfície de la fruita, sinó també que tingui una correcta distribució a la superfície del fruit. Per tal de millorar aquest aspecte, és bàsic que la maquinària que s'utilitzi hagi estat revisada per determinar-ne el correcte funcionament dels broquets, així com la pressió d'aplicació. A més, les pràctiques culturals basades en el maneig del vigor vegetatiu mitjançant una poda d'estiu i un augment en el brou a aplicar, també ajudarien a què el producte tractat arribi a totes les zones de l'arbre. Un cop el producte està a la superfície de la fruita, la correcta formulació del mateix i/o l'ús d'un mullant, tenen un paper important per ajudar que el producte es distribueixi de manera homogènia a la superfície del fruit.

Després de la collita s'inicia el període **postcollita** de la fruita, on encara hi ha la possibilitat de controlar la malaltia causada per *Monilinia* spp. mitjançant estratègies de control alternatives als productes químics de síntesi. Es disposa d'un ampli rang d'estratègies on s'inclouen les físiques, les químiques amb productes de baixa toxicitat i les biològiques mitjançant l'ús de microorganismes. Algunes d'elles, encara es troben en fase de desenvolupament, però altres estan a l'espera de poder ser validades a nivell comercial. En aquest sentit, el tractament de curat, que es basa en sotmetre la fruita a elevada temperatura i humitat relativa (HR), és una estratègia que ha estat àmpliament estudiada^{(2) i (4)} i que ha mostrat resultats molt satisfactoris en el control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol. Amb l'execució d'aquest estudi, es validarà aquesta estratègia a nivell semi-comercial.

Actualment, el control de *Monilinia* spp. en producció ecològica de fruita de pinyol es basa en l'aplicació de productes naturals autoritzats, on principalment s'apliquen coures durant la parada hivernal i polisulfur de calci entre els períodes de pluja. En aquest estudi es proposa innovar l'estratègia de producció ecològica que habitualment es realitza en la nostra zona productora amb la integració d'eines, algunes d'elles que ja es disposen a nivell comercial com els agents de control biològic i el timó vermell, i altres que encara estan en fase de validació comercial com l'aplicació del model que indica el risc de malaltia causada per *Monilinia* spp. Per altra banda, es posarà en pràctica el coneixement acumulat en els últims anys en relació a l'epidemiologia d'aquesta malaltia, que permetrà dur a terme un maneig de la finca amb les accions culturals més pràctiques a nivell de maneig i viables pel que fa a la reducció d'inòcul final i per tant d'incidència de malaltia. Amb tot això, es treballarà un aspecte en general descuidat pels productors però vital per a l'efectivitat dels tractaments, que és una correcta aplicació dels tractaments. Això implica posar especial interès en la maquinària que

s'utilitza, així com treballar aspectes que puguin millorar la dispersió del producte a l'interior de l'arbre i a la superfície de la fruita. Finalment, indicar que el control de *Monilinia* spp. en postcollita també és possible i per demostrar-ho, s'avaluarà un tractament basat en el curat de la fruita i que en condicions de planta pilot ja ha donat resultats molt satisfactoris.

02. Metodologia

02.01. Control de la malaltia a camp

El primer objectiu general va ser determinar una estratègia integrada de control de *Monilinia* spp. a camp. Per tal d'assolir aquest objectiu es van seleccionar 2 finques de préssec de producció ecològica de les varietats 'Merryl O'Henry' (Figura 1) i 'Polleret' de recol·lecció de finals d'agost per assegurar la presència d'inòcul al control. En cadascuna d'aquestes finques es van avaluar un total de 6 estratègies:

- 1) Control
- 2) Tractament a base de *B. subtilis* aplicat per calendari 30, 14, 7 i 1 dia abans de la collita
- 3) Tractament a base de timó vermell aplicat per calendari 30, 14, 7 i 1 dia abans de la collita
- 4) Tractament a base de *B. subtilis* aplicat en funció d'un model epidemiològic que indica el risc de malaltia
- 5) Embossat de la fruita
- 6) Estratègia integrada per l'aplicació de *B. subtilis* per calendari (estratègia 2), realització de pràctiques culturals on 10 dies abans de la collita es va procedir a eliminar els fruits podrits per *Monilinia* spp. presents a la finca situats a l'arbre i al terra, revisió i regulació exhaustiva de la maquinària de polvorització, aplicació dels tractaments de camp a 2000 L/ha, realització de poda d'estiu entre 30-45 dies abans de la collita i, finalment, la incorporació d'un producte mullant en cadascuna de les aplicacions.

Al moment de la collita es va determinar la presència de *Monilinia* spp. a camp en 4 arbres seleccionats a l'atzar de cadascuna de les zones on es van aplicar les diferents estratègies. A més, es van mostrejar 100 fruits sans de cadascun dels arbres avaluats i es van conservar a 20 °C i 85 % d'humitat relativa (HR) durant 7 dies. Després de 5 i 7 dies a 20 °C es va determinar la presència de fruits afectats per *Monilinia* spp., així com els fruits afectats per altres patògens. Els resultats es van expressar com a percentatge de fruits podrits.



Figura 1. Camp de producció ecològica de la varietat Merryl O'Henry on es van realitzar els tractaments de camp per al control de *Monilinia* spp.

02.02. Control de la malaltia a postcollita

El segon objectiu general plantejat en aquest estudi va ser validar en condicions semicomercials una estratègia de control en postcollita de fruita de pinyol basada en un tractament de curat, on es disposa la fruita a 50 °C i humitat relativa (HR) superior al 95 % durant 2-4 hores.

Per tal de simular l'estudi de curat en les condicions més pròximes a les comercials, es van utilitzar 2 càmeres frigorífiques de les instal·lacions de l'IRTA (Figura 2).

Efecte de la posició del palot a l'interior de la càmera

En primer lloc les cambres es van posar al règim requerit pel tractament, 50 °C i elevada HR. En un primer assaig, es van introduir 14 palots de fruita de la varietat 'Big Top' a cadascuna de les cambres. La fruita d'una de les cambres va tenir un període d'exposició de 3 hores, i la de l'altra de 4 hores. Abans d'introduir la fruita a l'interior de les cambres, es va realitzar un mostreig representatiu de la fruita, 4 repeticions de 20 fruits cadascuna que es van conservar directament a 20 °C i HR del 85 %, actuant com a tractament control. Al llarg de les 3 i 4 hores de tractament es va registrar la temperatura i HR de l'ambient, així com la temperatura interior de 2 préssecs, un del palot situat en les condicions més favorables per a la transferència energètica i l'altre, del palot situat en les condicions més desfavorables. Un cop finalitzat el tractament, per a cadascuna de les cambres, es van mostrejar 4 repeticions de 20 fruits cadascuna dels palots favorable i crític/desfavorable, i de cada palot es van mostrejar 3 zones, la superior, la del mig i la de baix. La fruita es va conservar a 20 °C i 85 % d'humitat relativa (HR) durant 7 dies. Després de 5 i 7 dies a 20 °C es va determinar la presència de fruits afectats per *Monilinia* spp., així com els fruits afectats per altres patògens. Els resultats es van expressar com a percentatge de fruits podrits.

Efecte de la posició del fruit dins del palot

En un segon assaig es va disposar un palot de préssecs de la varietat 'Polleret' en una cambra a 50 °C i elevada HR durant 2 h. Durant el període d'exposició es va registrar la temperatura interna de 3 fruits, un ubicat a la part alta del palot, un segon ubicat a la part del mig i un tercer ubicat a la part inferior. Un cop finalitzat el període d'exposició es va mostrejar la fruita de cadascun dels nivells del palot tal i com s'ha explicat anteriorment (el tractament control es va mostrejar abans d'entrar la fruita al tractament de curat amb la metodologia indicada anteriorment).



Figura 2. Fotografia del palot dins d'una de les cambres frigorífiques on es va realitzar el tractament de curat per al control de la malaltia a postcollita

03. Resultats

03.01. Control de la malaltia a camp

En primer lloc comentar que les condicions climatològiques de la campanya 2016 van ser molt seques, el que explicaria que per a l'estratègia 4, només en un cas va saltar l'alerta del model que indica risc d'infecció per *Monilinia* spp., per al camp de 'Merryl O'Henry', i per tant, només es va fer una aplicació en base al model epidemiològic. Per al camp de la varietat 'Polleret' no es va aplicar cap tractament en base al model i per aquest motiu, el tractament control va coincidir amb el tractament en base al model.

Els resultats obtinguts en l'avaluació que es va dur a terme a camp, en el moment de la collita, van mostrar que la incidència de malaltia determinada per a la varietat 'Merryl O'Henry' va ser inferior al 3 % i no es van observar diferències significatives entre les diferents estratègies avaluades, inclòs el control. En la finca de 'Polleret', la incidència de malaltia al moment de la collita va ser del 0 % (no es mostren aquests resultats). En tots els casos es va mostrejar fruita sana i es va incubar durant 7 dies a 20 °C i 85 % d'HR, moment en què es va determinar la

incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. (Figura 3). El principal patògen identificat en ambdues varietats avaluades va ser *Monilinia* spp., essent la presència de *Rhizopus* spp. molt baixa i inferior al 2 %. Per a la varietat de préssec 'Merryl O'Henry' es va observar que 3 de les estratègies avaluades van disminuir significativament la incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. en comparació del control (Figura 3A). En un primer nivell d'efectivitat, l'estratègia basada en aplicar el producte a base de *B. subtilis* per calendari (estratègia 2), i la basada en un control integrat (estratègia 6) van reduir significativament en un 31 i un 43 % la incidència de malaltia respecte al control (78 % d'incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp.). L'estratègia basada en embossar la fruita (estratègia 5) va reduir un 88 % la incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. respecte del control i a més, el nombre de fruits afectats va ser significativament inferior en comparació a les dues primeres estratègies esmentades com a efectives. No obstant, les estratègies basades en l'aplicació del timó vermell per calendari o *B. subtilis* aplicat en base al model que indica risc de malaltia (estratègies 3 i 4) no van ser efectives per al control de la malaltia. En relació als resultats obtinguts per a la varietat 'Polleret', només dues estratègies van reduir significativament la incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp., l'estratègia integrada i l'estratègia basada en embossar la fruita, reduint la incidència de malaltia en un 43 i 91 %, respectivament, en comparació del control (42 % d'incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp.) (Figura 3B). Destacar que, de la mateixa manera que en l'altra varietat, l'estratègia basada en embossar la fruita va ser la més efectiva a l'hora de reduir el nombre de fruits afectats per *Monilinia* spp.

A més, es va valorar l'efecte d'augmentar el volum del brou de tractament de 1000 a 2000 L/ha. Es van seleccionar 4 arbres a l'atzar de la zona corresponent a l'estratègia 2 (aplicació del producte *B. subtilis* a 1000 L/ha) i 4 arbres de l'estratègia 6 (aplicació de *B. subtilis* a 2000 L/ha). Per a cada arbre es va seleccionar un fruit de l'interior i un de l'exterior, i a cada fruit es va disposar 4 papers hidrosensibles, 1 per a cada direcció. Es va observar que la superfície mullada amb l'aplicació de 1000 L/ha es va situar en el rang 12-18 % d'àrea coberta, nivells que en producció convencional s'accepten com a vàlids. Cal destacar que el fruit més mullat va ser el de l'exterior de l'arbre, i dins d'aquest, la cara més propera al pas de l'atomitzador (Figura 4). Aquestes diferències ja no es van observar en el cas d'aplicar 2000 L/ha, ja que tots els papers hidrosensibles es van mullar completament, independentment de la seva situació.

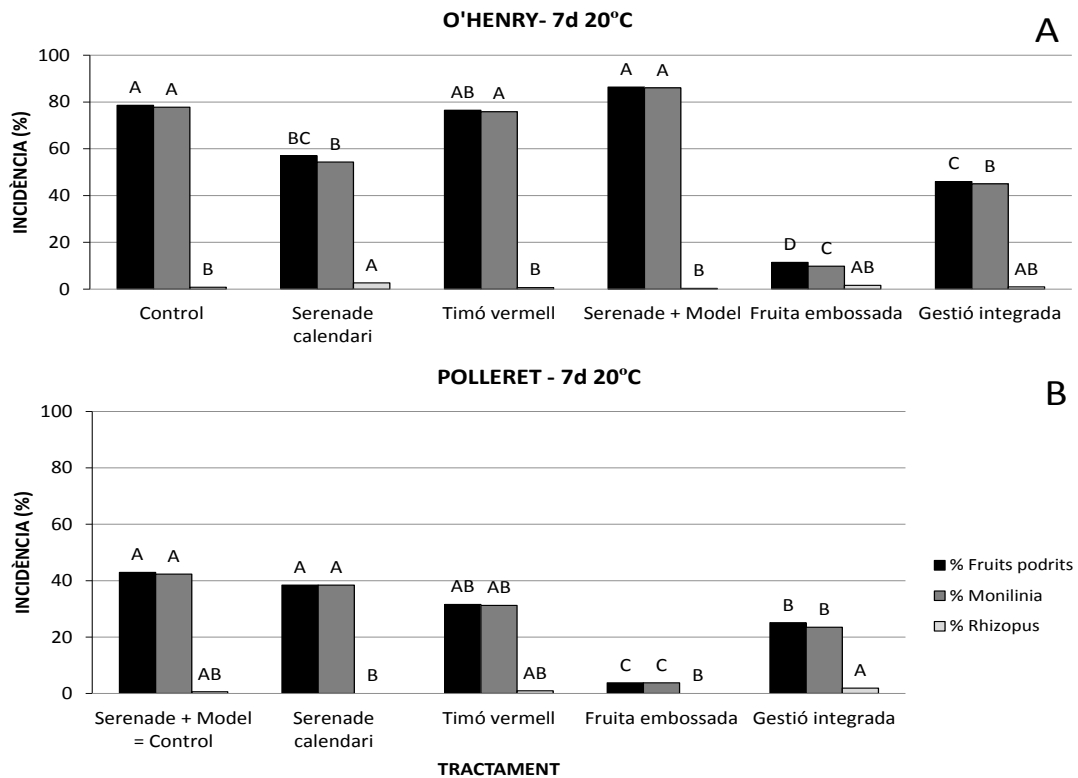


Figura 3. Incidència de fruits afectats de la varietat 'Merryl O'Henry' (A) o 'Polleret' (B) totals, per *Monilinia* spp. o *Rhizopus* spp. en funció de l'estratègia de control aplicada. La fruita es va conservar 7 dies a 20 °C i 85 % d'HR. Per a cadascuna de les sèries, els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents d'acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

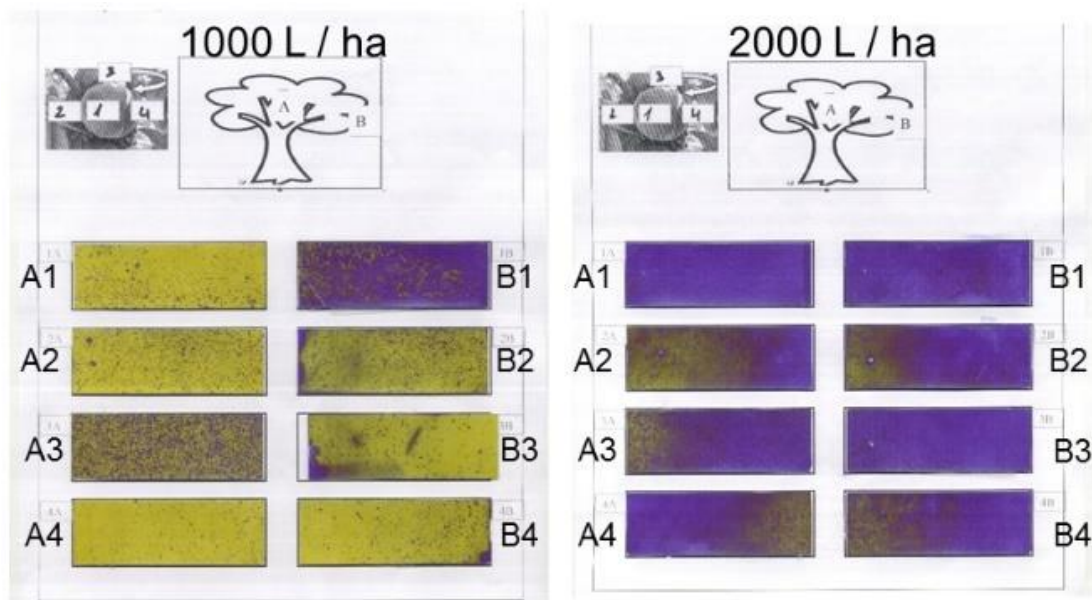


Figura 4. Papers hidrosensibles obtinguts en funció del volum de brou aplicat (1000 L/ha a l'esquerra i 2000 L/ha a la dreta), posició del fruit dins de l'arbre (A a l'interior i B a l'exterior) i la cara del fruit (1 la cara més popera al pas de l'atomitzador, 3 la cara oposada a la 1, i, 2 i 4, les dues laterals).

03.01. Control de la malaltia en postcollita

Efecte de la posició del palot a l'interior de la càmera

En el primer estudi es va observar que la HR va ser la desitjada, no obstant això, la temperatura ambient de la cambra va disminuir fins a 20 °C amb l'entrada de la fruita, i durant les 3 o 4 hores d'exposició de la fruita, només va augmentar fins a un màxim de 35 °C. Pel que fa a la temperatura interna de la fruita, en el cas del fruit del palot situat en condicions favorables, després de 4 h d'exposició la temperatura interna del préssec va ser de 30 °C, mentre que en el palot situat en condicions desfavorables la temperatura interna del fruit va ser de 26 °C. Aquesta deficiència en la transferència energètica es va traduir en una baixa efectivitat del tractament. A la Figura 5 es pot observar que la càrrega d'inòcul de la fruita utilitzada va ser molt elevada ja que el 100 % de fruits del tractament control van resultar afectats per *Monilinia* spp. En el tractament de 3 hores d'exposició la malaltia també va afectar al 100 % dels préssecs situats a la part baixa i mitja d'ambdós palots, el favorable i el desfavorable. No obstant, la incidència de malaltia per als fruits situats a la part alta van ser d'un 75 % en el palot favorable i 96 % en el palot desfavorable. Els resultats obtinguts per a la fruita exposada durant 4 hores van ser molt similars.

En aquest primer estudi també es va observar un clar efecte de la situació del palot dins d'una cambra en la temperatura interna final de la fruita. La temperatura del fruit ubicat al palot que es va disposar en les condicions més favorables va registrar 4 °C més que la del palot situat en condicions crítiques.

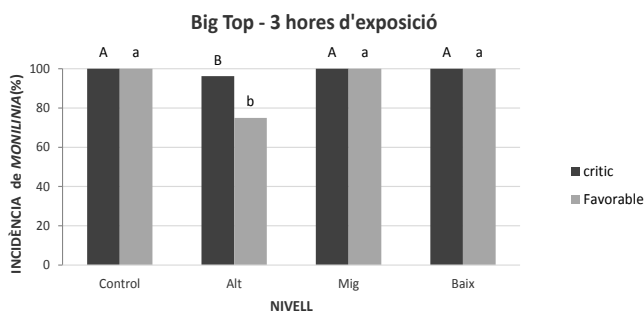


Figura 5. Incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. en funció de la situació del palot dins de la cambra (crítica o favorable) i de la zona del palot mostrejada (alt, mig o baix). Per a cadascuna de les sèries, els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$).

Efecte de la posició del fruit dins del palot

En un segon estudi es va observar un efecte de la posició de la fruita dins del palot en l'efectivitat del tractament. Els resultats obtinguts després de 2 h d'exposició, van indicar un clar efecte de la posició del fruit dins del palot en la temperatura interna de la fruita registrada al final del període d'exposició (Figura 6 – Eix secundari). La temperatura final registrada va ser de 40,7, 33,1 i 32,1 °C per a les ubicacions alt, mig i baix, respectivament. Aquest gradient de temperatura es va veure reflectit en la incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. (Figura 6 –

Eix principal). Es va observar que la incidència de malaltia va ser inferior en totes les posicions dins del palot en comparació del control (98,75 % de fruits afectats per *Monilinia* spp.). En les posicions mig i baix la incidència de la malaltia va disminuir significativament fins a un 80 % sense observar-se diferències significatives entre les dues posicions. En la posició del fruit alt, la incidència de la malaltia va ser significativament inferior a les dues anteriors i es va reduir fins a un 38 % de fruits afectats per *Monilinia* spp.

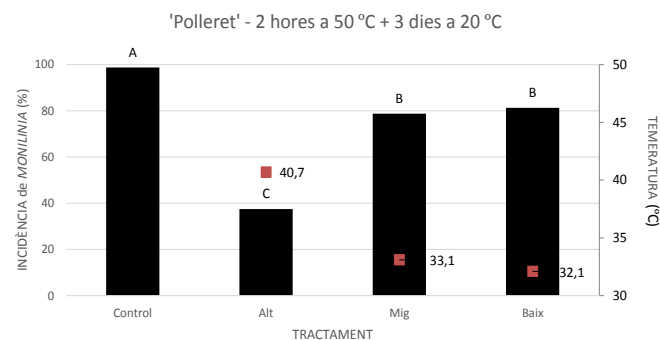


Figura 6. Incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. (Eix principal) després de 2 hores d'exposició en funció de la situació del fruit a dins del palot (alt, mig o baix). Per a cadascuna de les sèries, els tractaments amb lletres diferents són estadísticament diferents acord amb el test LSD ($\alpha < 0.05$). Eix secundari, temperatura registrada al final del període d'exposició del tractament de curat.

En general, però més específicament en producció ecològica, un bona estratègia de control ha d'incloure productes efectius per al control de la malaltia, però sempre acompanyats d'una filosofia de treball que integri totes les eines disponibles per a un bon maneig de les finques i aplicacions òptimes.

04. Conclusions

Fruit de l'execució d'aquest estudi, s'han pogut extreure les següents conclusions:

- L'estratègia basada en l'aplicació de *B. subtilis* en funció del model epidemiològic no va mostrar ser efectiva.
- El producte a base de timó vermell aplicat per calendari no va ser efectiu.
- La pràctica basada en embossar la fruita va ser molt efectiva per al control de la malaltia, on es va reduir el nombre de fruits podrits per *Monilinia* spp. al voltant d'un 90 %, en ambdós camps avaluats.
- L'estratègia basada en l'aplicació del producte *B. subtilis* per calendari va ser efectiva per al control de la malaltia en els 2 camps on es va avaluar, quan es va incloure dins d'una estratègia de control integrada per altres actuacions que ajuden a controlar la malaltia.
- Augmentar el volum del brou a tractar de 1000 a 2000 L/ha va millorar la dispersió del brou de manera homogènia a la superfície de la fruita independentment de la situació del fruit dins de l'arbre, cobrint totes les parts dels fruits.

- Al entrar una càrrega important de fruita a la cambra on s'aplica el tractament de curat a unes condicions de 50 °C i HR superior al 95 %, la temperatura va baixar dràsticament i no es va disposar de suficient potència perquè la temperatura pogués remuntar en un període de 4 h.

- La posició del palot dins la cambra va afectar a la temperatura final de la fruita i per tant a l'efectivitat del tractament.

- Dins d'un mateix palot la posició de la fruita també va afectar a la temperatura final i per tant a l'efectivitat del tractament.

En general, però més específicament en producció ecològica, un bona estratègia de control ha d'incloure productes efectius per al control de la malaltia, però sempre acompanyats d'una filosofia de treball que integri totes les eines disponibles per a un bon maneig de les finques i aplicacions òptimes.

Per al cas del control de la malaltia en postcollita dir que l'estratègia basada en el curat ha estat àmpliament estudiada en condicions de planta pilot i s'ha demostrat que és una estratègia efectiva per al control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol, el que en aquest estudi es va demostrar un cop més. No obstant, en fer el salt a condicions semicomercials s'ha topat amb limitacions tècniques de les cambres per tal de mantenir les condicions de temperatura a l'ambient de la cambra i a l'interior del fruit. Així, en aquest estudi, de condicions semicomercials, s'ha determinat que l'efectivitat del tractament depèn tant de la posició del palot dins de la cambra com de la posició de la fruita a l'interior del palot, afectant a l'efectivitat del tractament. En futurs estudis es treballarà per vèncer aquestes limitacions i així proveir als productors de fruita de pinyol ecològica una eina fàcilment aplicable a les seves instal·lacions i efectiva per al control de *Monilinia* spp.

La pràctica basada en embossar la fruita va ser molt efectiva per al control de la malaltia, on es va reduir el nombre de fruits podrits per *Monilinia* spp. al voltant d'un 90 %, en ambdós camps avaluats.

05. Referències

- (1) Byrde, R. J., i Willetts, H. J. 1977. The Brown Rot Fungi of Fruit - Their Biology and Control. Oxford: Pergamon Press.
- (2) 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.
- (3) Teixidó, N., Viñas, I., Cambray, J. i Usall, J. 2010a. 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.

(4) 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.

(5) De Cal, A., Larena, I., Liñan, M., Torres, R., Lamarca, N., Usall, J., Domenichini, P., Bellini, A., Eribe, X. i Melgarejo, P. 2009. Population dynamics of *Epicoccum nigrum*, a biocontrol agent against brown rot in stone fruit. J. Appl. Microbiol., 106: 592-605.

(6) Gell, I., De Cal, A., Torres, Usall J., i Melgarejo, P. 2008. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: factors affecting latent infection. Eur. J. Plant Pathol., 121: 487-498.

(7) Gell, I., De Cal, A., Torres, Usall J., i Melgarejo, P. 2009. Conidial density of *Monilinia* spp. on peach fruit surfaces in relation to the incidences of latent infections and brown rot. Eur. J. Plant Pathol., 123: 415-424.

(8) Guijarro, B., Melgarejo, P., Torres, R., Lamarca, N., Usall, J. i De Cal, A. 2008. *Penicillium frequentans* population dynamics on peach fruit after its applications against brown rot in orchards. J. Appl. Microbiol., 104: 659-671.

(9) 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.

(10) 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.

(11) Villarino, M., Melgarejo, P., Usall, J., Segarra, J. i De Cal, A. 2010. Primary inoculum sources of *Monilinia* spp. in Spanish peach orchards and their relative importance in brown rot. Plant Dis., 94: 1048-1054.

(12) 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.

(13) Yáñez-Mendizábal, V., Usall, J., Viñas, I., Casals, C., Marín, S., Solsona, S. i Teixidó, N. 2011. Potential of a new strain of *Bacillus subtilis* CPA-8 to control the major postharvest diseases of fruit. Biocontrol Sci. Technol., 21:409-426.

Autors/es:

**CARLA CASALS I ROSELL
DANIEL LASTRADA I MONTERO
FRANCESCA MONTULL I CONSUL
JOSEP USALL I RODIÉ**

**Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries
(IRTA)**

