

Control de la podridura àcida en fruita de pinyol en el context de sostenibilitat: SOUR-PEACH

Resum

La podridura àcida és una malaltia emergent que afecta la fruita de pinyol. En els últims anys, la seva incidència ha augmentat, i puntualment les pèrdues que ocasiona poden arribar a ser similars a les produïdes per *Monilinia* spp., principal patògen que afecta la fruita de pinyol a la Vall de l'Ebre. En l'actualitat, els productes químics disponibles a escala comercial que s'apliquen per al seu control no són efectius a camp i/o a postcollita. A més a més, es coneix que aquesta malaltia no està solament ocasionada per *Geotrichum* spp., sinó que també la causa un consorci de microorganismes on s'inclouen llevats del gènere *Pichia* spp. Aquest fet complica encara més el seu control, i és per això que en aquest projecte s'ha estudiat l'eficàcia dels productes en ambdós microorganismes. Amb la realització d'aquest projecte, s'ha profunditzat en el coneixement de l'epidemiologia d'aquesta malaltia, determinant la terra del sòl dels camps la principal font d'inòcul de *G. candidum*, així com la capacitat de dispersió a òrgans vegetals, com fulles, i fruits de la part baixa de l'arbre. A més a més, s'ha focalitzat a estudiar possibles estratègies de control, incloent-hi l'efecte de productes de baix risc (hipoclorit de sodi, àcid peracètic i diòxid de clor), alternatius (quitosan), i agents de control biològic (*T. asperellum*), que puntualment van mostrar certa eficàcia. Així com pràctiques culturals a aplicar en camp, també efectives. Finalment, tot el coneixement generat i eines de control eficaces es van integrar en una mateixa estratègia de control avaluada a camp, la que va incloure pràctiques potencialment eficaces per al control de la malaltia com l'aclarida de la fruita al moment òptim, la bona gestió del reg evitant els entollaments i disminuir les pràctiques agràries que aixequin pols del terra dels camps, especialment als moments pròxims a la collita.

Objectius

L'objectiu general del present Grup Operatiu és controlar de manera sostenible la podridura àcida que afecta la fruita de pinyol i que és causada per *Geotrichum* spp. i llevats del gènere *Pichia*. Per tal d'assolir aquest objectiu general es plantegen els següents objectius:

- 1- Investigació relacionada amb l'epidemiologia de la malaltia per determinar la presència i capacitat d'infecció dels organismes causants de la podridura àcida, en funció del moment fenològic i dels factors agro-climàtics.
- 2- Determinar l'efectivitat de les diferents estratègies d'interès per a la seva aplicació a camp, que permetin controlar la malaltia de manera sostenible.
- 3- Disseny i validació comercial de les diferents estratègies.

Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

Les accions realitzades en el GO-SourPeach s'han classificat en 3 activitats d'acord amb els objectius definits en aquest projecte:

1. Epidemiologia de la malaltia

- Objectiu específic 1.1. Determinar els efectes epidemiològics que afecten la incidència i gravetat de la malaltia en fruita de pinyol produïda pels microorganismes causants de la podridura àcida (*G. candidum* i *Pichia* spp.).
- Objectiu específic 1.2. Estudiar el consorci de microorganismes que causen la podridura àcida.

- Objectiu específic 1.3. Avaluar el risc d'infecció de la fruita sana que arriba a la central hortofructícola causada per la presència d'inòcul a les línies de confecció.

2. Control de la podridura àcida

- Objectiu específic 2.1. Avaluar l'eficàcia dels nous productes a escala comercial o descrits com a efectius a la bibliografia més recent, que no es van testar a l'anterior convocatòria (Geopeach), en estudis 'in vivo' de laboratori.
- Objectiu específic 2.2. Estudiar l'aplicació a camp dels productes potencialment efectius per al control de la podridura àcida.
- Objectiu específic 2.3. Determinar l'eficàcia i la viabilitat de les pràctiques culturals aplicades a camp per al control de la podridura àcida.
- Objectiu específic 2.4. Estudiar la tecnologia més efectiva per aplicar els productes potencialment efectius per al control de la podridura àcida en postcollita de fruita de pinyol.
- Objectiu específic 2.5. Estudiar el tractament tèrmic basat en el bany d'aigua calenta a 60 °C durant 40 segons per controlar la podridura àcida en fruita de pinyol.

3. Estratègia integrada per al control de la podridura àcida

- Objectiu específic 3.1. Dissenya i estudiar l'eficàcia d'una estratègia d'acord amb tot el coneixement generat a les línies d'investigació 1 i 2, on s'integraran les accions de camp més efectives per controlar la podridura àcida.

Resultats finals i recomanacions pràctiques

- **Presència d'inòcul primari al terra dels camps:** es van detectar conidis viables de *Geotrichum candidum* a la terra de tots els camps i anys avaluats, essent la terra, la font d'inòcul més important.
- **Variació anual en la concentració d'inòcul:** El 2024, la concentració de conidis al sòl va ser major que en 2023. Aquesta diferència s'atribueix a les condicions climàtiques, el 2023 va ser un any dràsticament sec, mentre que el 2024 va tenir una pluviometria més pròxima a la normal de la zona. El fong necessita aigua lliure per desenvolupar-se, el que explicaria aquesta variació.
- **Dispersió d'inòcul a les fulles i als fruits:** La presència de conidis a la superfície de les fulles i fruits es va començar a detectar aproximadament un mes abans de collita. Aquest fet suggereix que les condicions climatològiques i les pràctiques agrícoles van influir a la dispersió de l'inòcul des del terra fins a l'arbre.
- **Baixa incidència de fruits afectats a camp i a postcollita:** El nombre de fruits amb símptomes de podridura àcida a camp va ser baixa i es va observar principalment en mostres pròxims a la collita. No es va observar correlació entre els fruits afectats a camp i els de postcollita.
- **No presència d'inòcul en altres òrgans vegetals:** No es va detectar conidis a les flors ni a les branques de la fusta al sòl (inòcul primari), el que indica que aquests òrgans no són fonts significatives d'inòcul.
- **Variació en la presència de conidis viables segons la profunditat al sòl:** A la capa superficial (0 cm) es va detectar un ampli rang de conidis viables de *Geotrichum* spp. entre 0 i 265 conidis/g de terra. Això implica una elevada variabilitat de la concentració d'inòcul a la superfície del sòl. Mentre que per als nivells mostrejats de profunditats 10 i 20 cm, també es van detectar conidis viables, però la quantitat va ser menor, oscil·lant entre 0 i 14 conidis/g de terra.
- **Susceptibilitat dels fruits a la infecció per la podridura àcida:** Augmenta l'última setmana abans de la collita. Això suggereix que les mesures de control han de focalitzar-se, especialment, que aquest període final del cicle fenològic, per tal que siguin més efectives.
- **Posada a punt de la metodologia per produir infeccions artificials al laboratori:** S'han determinat les condicions per aconseguir infeccions artificials, amb ferida a la fruita, inòcul procedent de teixit macerat per la podridura àcida, que conté els enzims pectinolítics, i condicions d'humitat relativa elevades.

- **Sensibilitat varietal:** S'ha observat, que dins de les varietats avaluades, existeix un patró de sensibilitat a la podridura àcida causada per *G. candidum*. Les varietats que es van avaluar durant 2 anys com a mínim i van conservar el mateix perfil de sensibilitat van ser: 1) Sensibles: 'Extreme July', 'Royal Summer' i 'Flat Reine'; 2) Tolerants: 'Sweet Dream', 'Sweet Henry' i 'Rayan Sun').
- **Consorci de microorganismes:** S'ha confirmat la importància dels tres factors que intervenen en la podridura àcida (*G. candidum*, *P. kluyveri* i enzims pectinolítics) estiguin presents per al desenvolupament de la podridura àcida.
- **Risc d'infecció a les línies de classificació:** La fruita sana que passa per les línies de classificació contaminades amb *G. candidum* pot infectar-se i desenvolupar la malaltia durant la seva vida comercial, ressaltant la importància d'aplicar bones pràctiques de profilaxi a les centrals hortofructícoles.
- **Eficàcia de productes:** Els productes Beltasur, quitosan, Araw i Syllit Max van mostrar bons resultats en condicions 'in vitro' reduint els conidis viables en un 90%. Aquests resultats ja no es van observar en les avaluacions realitzades a la fruita.
- **Escalada a camp de productes efectius per controlar la podridura àcida:** Es va avaluar l'eficàcia del producte Kitomani (quitosan d'origen fúngic) de manera foliar, a camp. Es va observar que l'aplicació de quitosan no va afectar els nivells de conidis de *G. candidum* a la terra, ni en fulles i fruits. De la mateixa manera, no es va observar diferències del nivell de malaltia determinat en postcollita.
- **Pràctiques culturals per al control de la podridura àcida a camp per evitar la dispersió d'inòcul del terra als fruits:** Les pràctiques culturals que minimitzin o evitin la dispersió d'inòcul de *G. candidum* tindran un paper rellevant per controlar la malaltia, ja que les condicions climatològiques i pràctiques agràries poden afavorir la dispersió de conidis. Els estudis realitzats en condicions de laboratori amb *Trichoderma asperellum* (T34) van mostrar una reducció dels conidis de *G. candidum* a les temperatures de 10 i 30°C, essent del 80% i 50%, respectivament, en terra estèril i després de 2 dies dels tractaments. Aquesta eficàcia es va disminuir després de 7 dies, i es va mantenir fins a 30 dies de l'aplicació del tractament. A les condicions de camp, aquesta reducció ja no es va observar. De la mateixa manera que altres tractaments avaluats, no es va observar reduir la presència d'inòcul de *G. candidum* a terra, fulles o fruits, així com tampoc la incidència final de la malaltia en postcollita. L'àcid peracètic va ser el producte de baixa toxicitat que millors resultats va presentar pel que fa a la reducció d'inòcul en condicions de laboratori.
- **Productes efectius en postcollita:** No es disposa de productes prou efectius per al control de la podridura àcida, amb només una sola aplicació en postcollita, i es proposa tractar amb quitosan a camp a través d'un programa d'aplicacions.
- **Aigua a 60°C durant 40 segons per al control de la podridura àcida en postcollita per al control de la podridura àcida en postcollita:** Aquesta estratègia no va ser efectiva, i tampoc combinada amb desinfectants que prèviament havien mostrat eficàcia en altres condicions.
- **Estratègia integrada per al control de la podridura àcida a camp:** L'aplicació foliar del quitosan va reduir el nombre de conidis viables en fulles. Malgrat això, l'estratègia integrada que a més del tractament foliar amb quitosan també va incloure tractaments per reduir l'inòcul del terra, no va mostrar resultats concloents. Cal destacar que la millor estratègia per controlar la podridura àcida està basada en un bon maneig del cultiu, especialment, evitant zones d'entollament i realitzant l'aclarida de la fruita en un moment prou primerenc perquè la fruita es degradi, i no actuï com a font d'inòcul que pugui dispersar-se cap a la fruita de l'arbre.

Conclusions

- **Importància del maneig del sòl:** La terra és la principal font d'inòcul de *Geotrichum candidum*, per el que les pràctiques culturals que minimitzin la dispersió de l'inòcul del sòl als fruits són rellevants per controlar la podridura àcida.
- **Variabilitat climàtica i risc d'infecció:** La concentració d'inòcul de *G. candidum* al sòl varia en funció de les condicions climàtiques, observant-se majors riscos en anys més humits. Això posa en rellevància la necessitat d'ajustar les estratègies en funció del clima anual.
- **Susceptibilitat i maneig del cicle fenològic:** La susceptibilitat dels fruits a la podridura àcida augmenta l'última setmana abans de la collita, el que suggereix que les mesures de control han d'enfocar-se a aquesta etapa crítica. A més a més, certes varietats de fruita de pinyol mostren un patró consistent de sensibilitat o tolerància, el que podria guiar en la selecció de varietats.
- **Eficàcia limitada dels tractaments actuals:** Encara que alguns productes han mostrat eficàcia en assaigs *in vitro* com el cas de la *Trichoderma asperellum* (T34), no van mostrar reduccions de la incidència de la malaltia en condicions de camp o postcollita. El quitosan aplicat a camp, encara que va mostrar resultats prometedors en la reducció d'inòcul a la superfície de les fulles, no es van poder extreure resultats concloents. L'àcid peracètic va demostrar ser el producte amb millors resultats en condicions de laboratori per reduir l'inòcul de la terra.
- **Estratègia integrada de maneig:** La millor estratègia per controlar la podridura àcida es basa a realitzar un maneig adequat de la producció, evitant entollaments i realitzant l'aclarida de la fruita en el moment adequat.
- **Risc en postcollita:** La fruita sana que passa per les línies de classificació contaminades pot infectar-se i desenvolupar la malaltia. Cal destacar la importància d'aplicar unes bones pràctiques de profilaxis a les centrals hortofructícoles.
- **Limitacions de control en postcollita:** No s'han detectat tractaments efectius per al control de la podridura àcida amb aplicacions úniques en postcollita. Es destaca la necessitat d'explorar noves estratègies o combinacions de tractaments.
- **Valoració d'estratègies alternatives:** El tractament a base d'aigua calenta a 60°C no va ser efectiu per al control de la podridura àcida.

Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: AGROPECUARIA DE SOSES SCCL

Coordinador del Grup Operatiu

ENTITAT: IRTA

Altres membres del Grup Operatiu (no perceptors d'ajut)

ENTITAT: GRUP COOPERATIU FRUITS DE PONENT SCCL

ENTITAT: AGRICOLA ESPAX SL

ENTITAT: BARO E HIJOS SL

ENTITAT: PRODUCCIONS AGRARIES DE CAMP PAC SAT 1375 CAT

Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVÍNCIA/ES	COMARCA/QUES
Lleida	El Segrià

Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)

Comunicacions a congressos:

- Congrés del International Congress of Plant Pathology 2023 – Lyon (França). “Re-emerging disease: The sour rot irruption on peach production”. Erick Zúñiga, Neus Teixidó, Rosario Torres, Júlia Borràs, Josep Usall, Guillem Segarra, Carla Casals. Comunicació Oral, 23 Agost de 2023.
- Congrés de la Sociedad Española de Fitopatología (SEF) 2024 – Córdoba. Comunicació Oral. “Enfermedad re-emergente: irrupción de la podredumbre ácida en fruta de hueso”. Casals Carla, Zúñiga Erick, Usall Josep, Borràs-Bisa Júlia, Plaza Pilar, Teixidó Neus. Comunicació Oral, 18 de setembre de 2024.

Jornades Tècniques:

- VI Jornada d'Estudis Fruit Net. Comunicació oral: *Geotrichum* spp. en fruita de pinyol: què en sabem més? Carla Casals, Lleida 18 d'abril de 2023.
- XXVII Exposició de varietats de Préssec i Nectarina. Podridures de postcollita que afecten a la fruita de pinyol en el context de canvi climàtic. Carla Casals, Alcarràs, 31 d'agost de 2023.
- XXII Jornada Tècnica de Postcollita. Podridura àcida causada per *Geotrichum* spp. en fruita de pinyol: de malaltia emergent a establerta (SOUR PEACH). Carla Casals. Programa Postcollita de l'IRTA. Lleida 30 de maig de 2024.
- I Trobada del Programa de Postcollita. Control de la podridura àcida en fruita de pinyol en el context de sostenibilitat. Carla Casals, Lleida 26 d'abril de 2024.

Article de divulgació:

- Revista Postcosecha. “Puntos clave a considerar para el control de *Geotrichum* spp., una enfermedad reemergente que afecta en postcosecha de fruta de hueso”. Carla Casals, Pilar Plaza, María Sisquella, Erick Zúñiga, Júlia Borràs-Bisa, Rosario Torres, Josep Usall, Neus Teixidó.

Pàgina web del projecte

No aplica.

Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici: Juliol 2021	Pressupost total: 246.450,00 €
Data final: Setembre 2024	Finançament DACC: 113.971,50 €
Estat actual: Finalitzat	Finançament UE: 85.978,50 €
	Finançament propi: 46.500,00 €

Amb el finançament de:

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022.

Ordre ARP/113/2021, de 20 de maig, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ACC/1660/2021, de 27 de maig, per la qual es convoca l'esmentat ajut.



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals