



Memòria de resultats del projecte de l'ajut a la Cooperació per a la innovació del PDR 2014-2022 (Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (cooperació per a la innovació) del PDR de Catalunya 2014-2022)

Realització de **projectes pilot innovadors** per part dels Grups Operatius de l'Associació Europea per a la Innovació (AEI) en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles

Dades de la persona beneficiària / líder del projecte

Cognoms i nom o raó social
AGROPECUARIA DE SOSES SCCL

Títol del projecte

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

Membres del Grup Operatiu

Raó social	Adreça electrònica (indicar únicament una adreça corporativa que no contingui dades personals)
AGROPECUARIA DE SOSES SCCL	sonia@coopsoses.cat
AGRÍCOLA ESPAX, SL	irene@frutasespax.com
FRUITS DE PONENT SCCL	mnart@fruitsponent.com
BARÓ E HIJOS SL	yamel@baroehijos.com
PRODUCCIONS AGRARIES DE CAMP, PAC SAT 1375 CAT	camp@pacfruit.es
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIES AGROALIMENTÀRIES (IRTA)	neus.teixido@irta.cat

Centre de recerca i/o universitat

Raó social	Adreça electrònica (indicar únicament una adreça corporativa que no contingui dades personals)
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIES AGROALIMENTÀRIES (IRTA)	neus.teixido@irta.cat

Coordinador/a del Grup Operatiu

Raó social	Adreça electrònica (indicar únicament una adreça corporativa que no contingui dades personals)
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIES AGROALIMENTÀRIES (IRTA)	silvia.fernandez@irta.cat

Localitat i data
Soses, 30 de maig de 2023
Signatura



Informació sobre protecció de dades:

Nom del tractament: Gestió d'ajuts del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Responsable del tractament: Secretaria General del Departament.

Finalitat: Verificar el compliment dels requisits necessaris per accedir als ajuts/subvencions i, en cas que correspongui, pagar els ajuts.

Drets de les persones interessades: Podeu sol·licitar l'accés a les vostres dades, la seva rectificació, així com la supressió o la limitació del tractament quan sigui procedent, d'acord amb la informació que trobareu web del Departament.

Informació addicional: Trobareu més informació d'aquest tractament al web del Departament

Direcció General d'Empreses Agroalimentàries, Qualitat i Gastronomia

Desenvolupament del projecte i resultats obtinguts

En aquest document es descriurà el desenvolupament del projecte, els resultats i les conclusions obtingudes. S'inclourà també una descripció de la contribució del projecte a l'objectiu de l'AEI.

1. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

1.1. Accions a realitzar

L'objectiu general del present Grup Operatiu (GO) 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*. A continuació es llisten els objectius específics a assolir:

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. A continuació es descriuen els objectius específics:

1.1. Determinar els factors epidemiològics que afecten la incidència i severitat de la malaltia en fruita de pinyol produïda pels microorganismes que causen la podridura àcida (*G. candidum* i *Pichia* spp.)

1.2. Estudiar el consorci de microorganismes que causen la podridura àcida.

1.3. Avaluar el risc d'infecció de fruita sana que arriba a la central hortofructícola a causa de la seva contaminació per via de l'inòcul present a les línies de confecció.

2. Investigació relacionada amb l'efectivitat de les diferents estratègies d'interès per a la seva aplicació a camp o en postcollita, que permetin controlar la malaltia de manera sostenible. A continuació es descriuen els objectius específics:

2.1. Avaluar l'efectivitat dels productes nous a escala comercial o apuntats com efectius en la bibliografia més recent, que no es van testar en l'anterior convocatòria (Geopeach), en estudis 'in vivo' de laboratori.

2.2. Estudiar l'escalat a camp dels productes potencialment més efectius per al control de la podridura àcida.

2.3. Determinar l'eficàcia i viabilitat de les pràctiques culturals aplicades a camp per al control de la podridura àcida.

2.4. Estudiar la tecnologia més efectiva per a aplicar els productes potencialment efectius per al control de la podridura àcida en postcollita de fruita de pinyol.



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. Validació comercial:

3.1. Dissenyar i estudiar l'eficàcia d'una estratègia de control a partir de tot el coneixement generat en les línies d'investigació 1 i 2, on s'integrarà les actuacions de camp i de postcollita més efectives per controlar la podridura àcida.

1.2. Estat de desenvolupament de les accions a realitzar

El present projecte estava planificat per iniciar les accions durant el mes de març del 2022. Tanmateix, la resolució definitiva no va ser fins al juliol. Això va implicar una reorganització del cronograma de les tasques a realitzar, sense efectes negatius per al projecte.

Per altra banda, és important remarcar que s'està estudiant una malaltia nova, la podridura àcida, aquest fet ha implicat, puntualment, la necessitat de modificar els objectius i/o tasques a fer segons els resultats que es van obtenint. A la següent figura (Fig. 1), es mostra l'esquema general a tenir en compte en l'estudi de les malalties: coneixement de la malaltia i estratègies per al seu control, tenint en compte l'efecte del canvi climàtic i el microbioma, i la biodiversitat. En el mateix diagrama s'han disposat les accions que s'estan duent a terme en aquest projecte utilitzant diferents colors per fer palès l'estat de desenvolupament de les diferents accions en funció de si ja estan acabades (negre), es van començar el 2022 (taronja), s'han posat en marxa aquest 2023 (verd) o encara no s'han iniciat, ja que estan previstes per al 2024 (vermell). En rosa s'ha marcat una acció a realitzar fora de projecte, però d'una rellevància important, d'acord amb els resultats obtinguts, tal com ja s'ha explicat anteriorment.

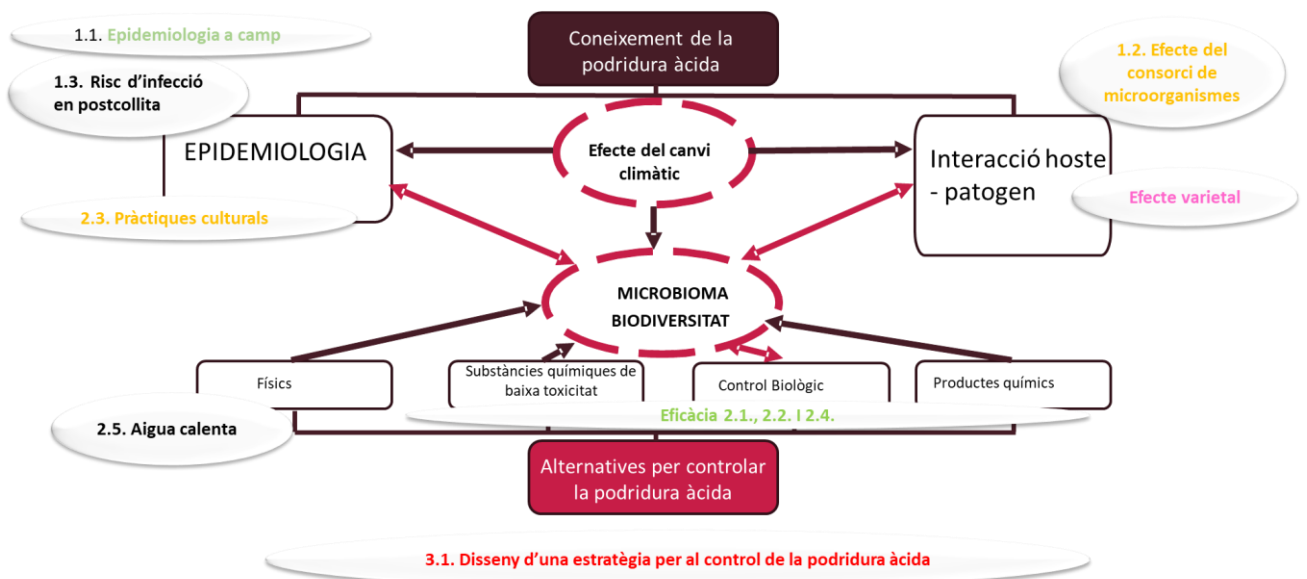


Fig. 1. Accions a desenvolupar en el marc de l'estudi de les malalties que afecten la fruita. Accions començades el 2022 (taronja), iniciades al 2023 (verd), finalitzades (negre), pendents de començar (vermell) i fora de projecte (rosa).



2. RESULTATS I CONCLUSIONS

A continuació es descriuran els resultats obtinguts i les seves principals conclusions, d'acord amb cadascun dels objectius descrits al punt 1.1. (accions a realitzar) del present informe.

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.*

1.1. Determinar els factors epidemiològics que afecten la incidència i severitat de la malaltia en fruita de pinyol produïda pels microorganismes que causen la podridura àcida (*G. candidum* i *Pichia spp.*)

Aquesta acció s'ha iniciat aquest 2023. S'han seleccionat dos finques de fruita de pinyol de les varietats 'Platifun' i 'Flatstart' amb històric de la malaltia (podridura àcida) i dates de collita previstes per a l'11/07/2023 i 6/08/2023, respectivament.

En cadascuna d'aquestes finques s'ha iniciat un mostreig específic de la presència d'inòcul i dels símptomes de la malaltia en 30 arbres seleccionats a l'atzar. A la Taula 1 s'especifiquen els mostrejos que es faran al llarg de tot el cicle fenològic del cultiu durant el 2023 i el 2024. Al moment de la redacció d'aquest informe ja s'ha realitzat els mostrejos 1, 2 i 3, tot i així, no es disposa de resultats. Es presentaran en el proper informe.

Taula 1. Descripció dels mostrejos a realitzar en el punt 1.1. durant el 2023 i 2024.

MOSTREIG	CODI BBCH	DESCRIPCIÓ	TIPUS DE MOSTRA	OBJECTIU
1	11	Després de l'esporga	Sòl: terra (a diferents nivells), herba, fruits avortats. Arbre: mòmies, xanques i fruits avortats	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Presència de malaltia
2	65	Floració	Sòl: terra, herba, Arbre: flors (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Presència de malaltia
3		Fruit set	Sòl: terra, herba, Arbre: fulles i fruits (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Sensibilitat - Presència de malaltia
4	75	Dimensió del fruit la meitat de la final (Pit-hardening)	Sòl: terra, herba, Arbre: fulles i fruits (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Sensibilitat - Presència de malaltia
5	81	Començament de la coloració dels fruits (30 dies abans de collita)	Sòl: terra, herba, Arbre: fulles i fruits (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Sensibilitat - Presència de malaltia
6	-	21 dies abans collita	-	- Presència de malaltia
7	85	14 dies abans collita – coloració del fruit avançada	Sòl: terra, herba, Arbre: fulles i fruits (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Sensibilitat - Presència de malaltia
8	87	7 dies abans collita	-	- Presència de malaltia
9	87	Collita comercial: la fruita té un sabor i fermesa típics	Sòl: terra, herba, Arbre: fulles i fruits (diferents nivells)	- Presència d'inòcul a la superfície de les mostres - Sensibilitat - Presència de malaltia

1.2. Estudiar el consorci de microorganismes que causen la podridura àcida

Durant la campanya 2022 es va estudiar el consorci de microorganismes format per *G. candidum* (F11041) i *P. Kluyveri* (FP1) inoculats en fruita de manera artificial mitjançant ferida o sense.

Es van realitzar dos assaigs per estudiar l'efecte del consorci, utilitzant la metodologia, per a la infecció artificial de fruita, determinada durant l'execució de l'anterior Grup Operatiu 'Geopeach'. Els resultats obtinguts, amb relació al nivell de malaltia obtinguda amb la metodologia usada, van evidenciar que no hi havia consistència amb els resultats anteriors ('Geopeach'). La metodologia d'inoculació de fruita que teòricament havia de proporcionar al voltant d'un 80 % de fruits amb símptomes, no va ocasionar malaltia a la fruita en cap dels dos assaigs duts a terme. Això va fer replantejar l'estudi, i anar una pas



endarrere per profunditzar en quins eren els factors que afectaven el patògen per desenvolupar malaltia. Es va decidir, que, en primer lloc, se centrarien els esforços només en *G. candidum*, per determinar quins eren aquests factors que afectaven la seva infecció en fruita. Es va estudiar l'efecte de la varietat, la presència de ferida o no a la fruita, la procedència de l'inòcul i la seva concentració.

Al llarg de la campanya 2022 es van realitzar 3 assaigs, i en cadascun es van incloure 3 varietats de préssec, així, per aquestes 3 varietats es podia assegurar que l'inòcul utilitzat era el mateix, i per tant eliminar-lo com a factor a l'hora de treure les conclusions per als resultats observats.

En tots els casos es va inocular fruita amb *G. candidum* provinent de cultiu *in vitro* (placa) (Fig. 2), per tant sense presència d'enzims pectinolítics, i amb inòcul provinent de teixit macerat per *G. candidum*, on estudis previs ja ens van indicar que el fong hi sintetitza enzims pectinolítics (Fig. 3).



Fig. 2. Cultiu *in vitro* de *Geotrichum candidum*.



Fig. 3. Fruit amb teixit macerat per *Geotrichum candidum*.

A taula 2 es pot observar la descripció dels diferents tractaments avaluats en fruita.

Taula 2. Descripció dels tractaments avaluats per a cadascun de les varietats estudiades.

TRACTAMENT	FRUIT	INÒCUL	CONCENTRACIÓ (espores/mL)
T1	Ferida	Cultiu <i>in vitro</i> (placa Petri)	1x10 ⁶
T2	Ferida	Cultiu <i>in vitro</i> (placa Petri)	1x10 ⁷
T3	Ferida	Cultiu <i>in vivo</i> (fruit)	1x10 ⁶
T4	Ferida	Cultiu <i>in vivo</i> (fruit)	1x10 ⁷
T5	Sense ferida	Cultiu <i>in vitro</i> (placa Petri)	1x10 ⁶
T6	Sense ferida	Cultiu <i>in vitro</i> (placa Petri)	1x10 ⁷
T7	Sense ferida	Cultiu <i>in vitro</i> (placa Petri)	1x10 ⁸
T8	Sense ferida	Cultiu <i>in vivo</i> (fruit)	1x10 ⁶
T9	Sense ferida	Cultiu <i>in vivo</i> (fruit)	1x10 ⁷
T10	Sense ferida	Cultiu <i>in vivo</i> (fruit)	1x10 ⁸

Els 10 tractaments especificats a la Taula 2 es van aplicar en 9 varietats, 3 assaigs diferents de 3 varietats cadascun, el primer assaig (Bloc 1) va incloure 'Elegant Lady', 'Sweet Dream' i 'Extrem July', l'assaig 2 (bloc 2) va incloure 'Royal Summer', 'Sweet Dream' i 'Sweet Henry', i el bloc 3 va incloure 'Ryan Sun', 'Tardibelle' i 'FFPG3GA'.

Resultats

A les Figures 4 i 5 es mostren la severitat (diàmetre) i la incidència (% fruits podrits) de la malaltia, respectivament, després de 5, 7 o 10 dies d'incubació a 20 °C, en funció del tractament i la varietat avaluats.



A la Figura 4 s'ha indicat el nivell de la malaltia (requadre al nom de la varietat) en funció de 3 colors: verd (nivell baix), taronja (nivell mitjà) i vermell (nivell alt). Es pot observar, clarament, que per a les varietats incloses en cada bloc, de l'1 al 3, totes inoculades amb el mateix dia i inòcul, el comportament de les mateixes ha estat diferent, mostrant diferents nivells de sensibilitat. Per al bloc 1, les varietats 'Elegant Lady' i 'Sweet Dream' no s'han mostrat sensibles a *G. candidum* (color verd), mentre que la varietat 'Extrem July' ha mostrat un nivell de sensibilitat mitjà (color taronja). Per a les varietats avaluades al Bloc 2, de nou succeeix el mateix, on s'observa que les varietats 'Sweet Henry' i 'Sweet dream' mostren un nivell de sensibilitat baix (color verd), mentre que la varietat 'Royal Summer' va presentar un nivell de sensibilitat a la malaltia elevat (color vermell). Finalment, per a les varietats avaluades al Bloc 3, 'Ryan Sun', 'Tardibelle' i 'FFPG36A' el nivell de sensibilitat va ser mitjà en tots els casos (color taronja).

En general, els tractaments per als quals s'observa major severitat de la malaltia són els tractaments 3 i 4. Ambdós, són inoculacions realitzades en fruita amb ferida prèvia i amb inòcul procedent de teixit macerat per *G. candidum*, és a dir amb presència d'enzims pectinolítics a l'inòcul utilitzat, fet que no succeeix quan s'utilitza l'inòcul procedent de cultiu *in vitro*. La severitat de la malaltia va ser major al tractament 4 on la concentració d'inòcul va ser de 1×10^7 conidis per mL en comparació del tractament 3, on la concentració va ser de 1×10^6 conidis/mL. En general, per a una mateixa procedència d'inòcul i concentració, la severitat de la malaltia va ser inferior en fruita sense ferida prèvia, indicant que la pell del fruit actua com a barrera física a la infecció del fong.

Pel que fa a la lectura corresponent a la incidència de la malaltia, el perfil dels resultats va ser similar a l'explicat prèviament per a la severitat (Fig. 5).

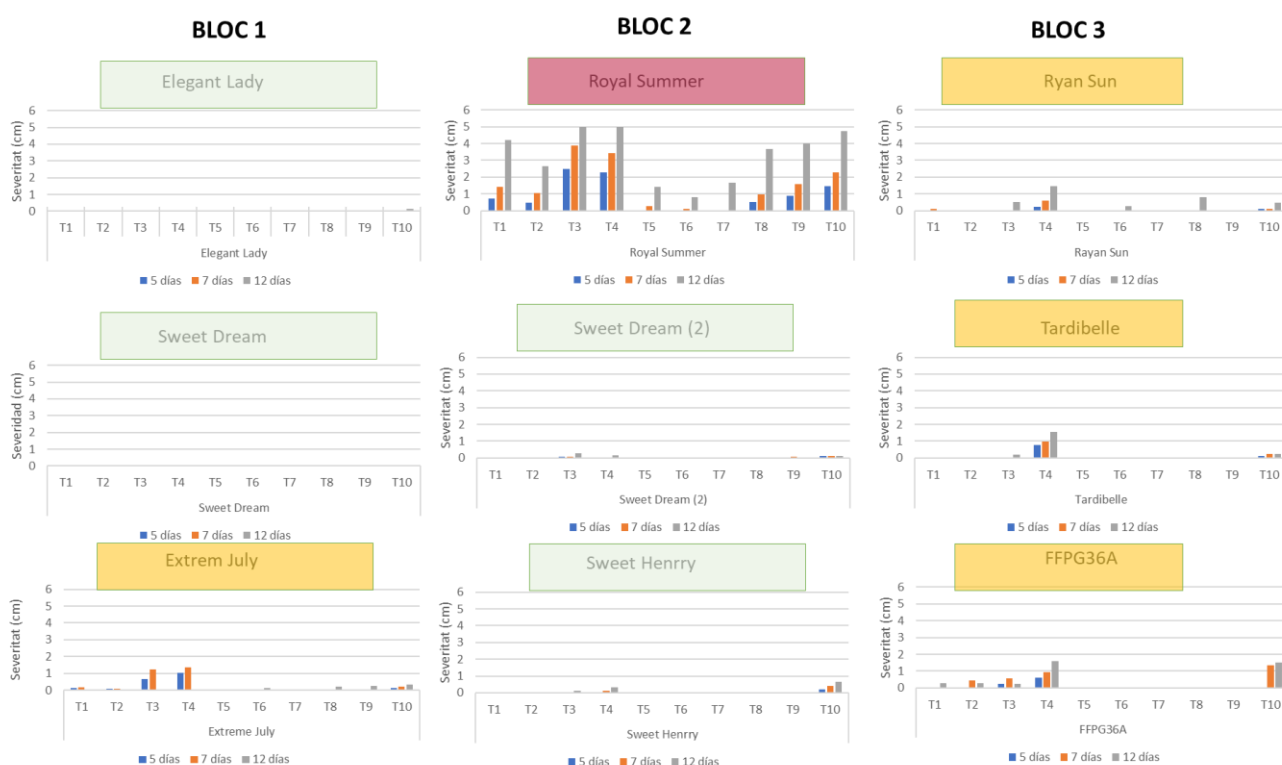


Fig.4. Severitat de la malaltia causada per *G. candidum* en funció del bloc del dia d'assaig (1-3), de la varietat i del tractament, després de conservar la fruita 5, 7 i 10 dies a 20 °C (columnes de diferents colors per cada tractament).

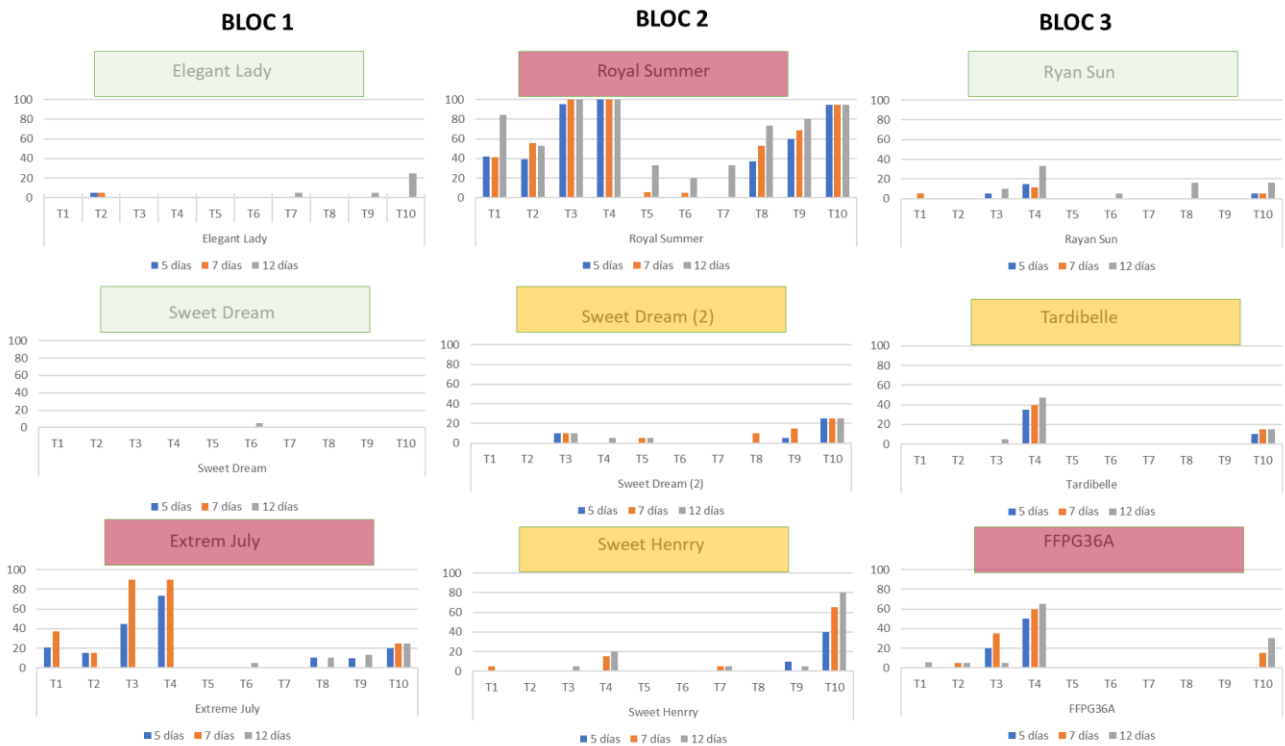


Fig.5. Incidència de la malaltia causada per *G. candidum* en funció del bloc del dia d'assaig (1-3), de la varietat i del tractament, després de conservar la fruita 5, 7 i 10 dies a 20 °C (columnes de diferents colors per cada tractament).

Conclusions

- Els resultats obtinguts apunten que hi ha un efecte varietal en el desenvolupament de la malaltia. A més, per al cas de la varietat 'Sweet Dream', que es va avaluar en dos blocs diferents, per al cas de la severitat de la malaltia els resultats es corroboren, on la varietat va mostrar en els dos casos un nivell de sensibilitat baix.
- En general, la incidència i la severitat de la malaltia va ser superior en fruita amb ferida prèvia a la inoculació, utilitzant inòcul procedent de teixit macerat i concentracions d'inòcul més elevades, en comparació amb la fruita inoculada sense ferida, utilitzant inòcul procedent de cultiu *in vitro* i utilitzant les concentracions més baixes.
- La campanya 2023 es repetirà aquest estudi per confirmar l'efecte varietal observat en el desenvolupament de la malaltia. Aquesta informació serà clau per als productors de fruita de pinyol del nostre país, especialment per als ubicats al Baix Segre, on la malaltia hi té un major impacte econòmic.

1.3. Avaluar el risc d'infecció de fruita sana que arriba a la central hortofructívola a causa de la seva contaminació per via de l'inòcul present a les línies de confecció.

Per tal d'assolir aquest objectiu, en primer lloc, es va realitzar un assaig preliminar en la varietat de préssec 'Sweet Dream' per determinar la millor metodologia que ens permetés simular la contaminació de la fruita a les línies de classificació de les centrals hortofructícoles. La metodologia seleccionada va ser utilitzar una superfície (simulació de la línia de classificació) d'una superfície de 20 cm x 40 cm que es va impregnar d'una suspensió 20 mL de *G. candidum* procedent de teixit macerat a una concentració de 5×10^7 conídies/mL. Es van produir 5 ferides a la fruita a contaminar i posteriorment es va posar la fruita en contacte amb aquesta superfície, sense repetir en cap cas la zona de la superfície inoculada.

Un cop contaminada la fruita es van simular un total de 5 situacions comercials (de T3 a T4), més dos tractaments que van actuar de control (T1 i T2) (Fig. 6).

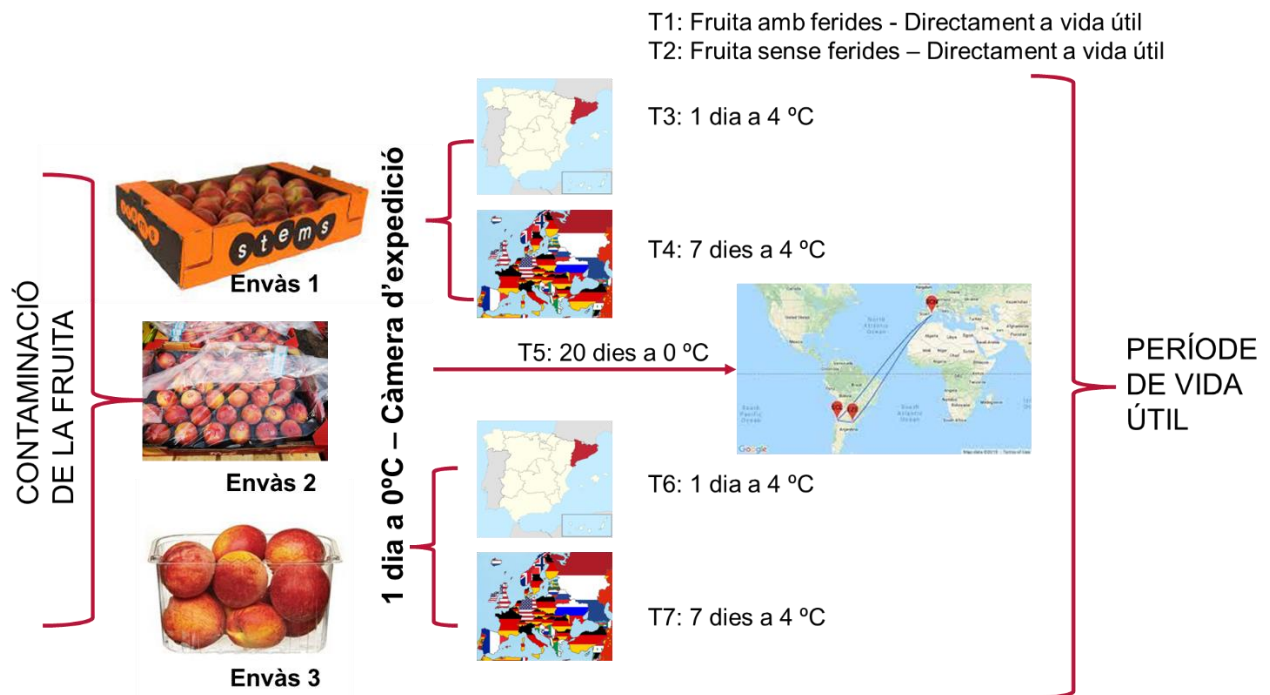


Fig. 6. Diagrama dels tractaments avaluats a l'apartat 1.3. d'aquest informe. L'assaig es va realitzar en un total de 4 varietats: 'Elegant Lady', 'Extrem Great', 'Tardibelle' i 'Ryan Sun'.

Resultats

A les figures 7 i 8 es pot observar la incidència i severitat de la malaltia en funció del tractament avaluat, per a les varietats 'Elegant Lady' i 'Extreme Great', respectivament.

Per a la varietat 'Elegant Lady' els resultats van indicar que es va produir malaltia en els dos controls utilitzats, T1 i T2, corresponents a fruita amb ferida prèvia i sense, respectivament. La incidència de fruits afectats per al T1 (fruits amb ferida) després de 10 dies a 20 °C (tercera columna) va ser del 64%, mentre que per al T2 va ser del 52 % (fruits sense ferida). Pel que fa a la fruita contaminada i disposada en envasos tipus 'platonet', es va observar que una exportació nacional (T3), implicaria una incidència de malaltia del 51 %, després de 10 dies a 20 °C. Per al mateix tipus d'envàs, però simulant una exportació a escala europea (T4), la incidència de malaltia va ser del 49 %. Quan es compara el mateix tipus de vida comercial (exportació nacional o europea) però canviant l'envàs a barqueta, es va observar un increment de la incidència de la malaltia, a nivells del 71 i 86 %, per al mercat nacional i Europeu, respectivament. Finalment, per a la vida útil corresponent a l'exportació internacional, és on es van observar els majors valors d'incidència de malaltia, essent del 92 % de fruits afectats. Els valors de severitat mostren un perfil similar al que s'ha explicat per a la incidència de fruits afectats.

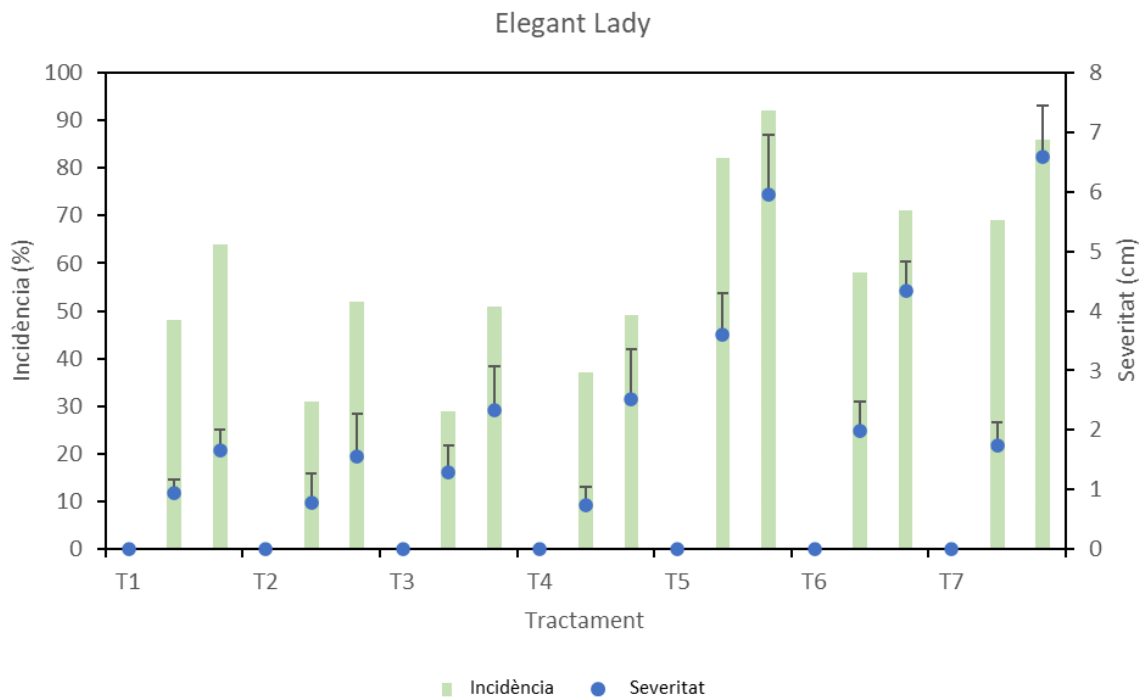


Figura 7. Incidència (eix principal) i severitat de la malaltia (eix secundari) per a la varietat 'Elegant Lady' en funció del tractament aplicat (T1-T7) després de 5, 7 i 10 dies a 20 °C, primera, segona i tercera columna de cadascun dels tractaments, respectivament.

A la figura 8 es poden observar els resultats obtinguts per a la varietat 'Extreme Great'. El Perfil dels resultats va ser molt semblant a l'explicat per a la varietat 'Elegant Lady'. No obstant, en aquest cas, per al control T2 (fruita sense ferida) no es va observar malaltia en cap de les lectures realitzades.

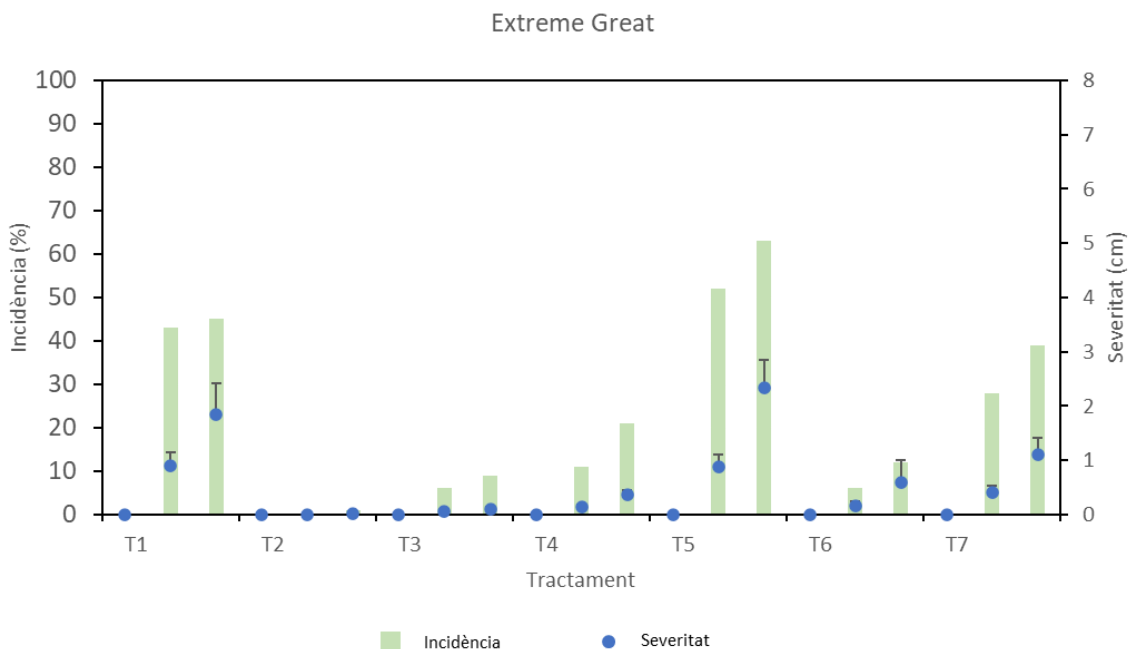


Figura 8. Incidència (eix principal) i severitat de la malaltia (eix secundari) per a la varietat 'Extreme Great' en funció del tractament aplicat (T1-T7) després de 5, 7 i 10 dies a 20 °C, primera, segona i tercera barra de cadascun dels tractaments, respectivament.



Finalment, per a les varietats avaluades 'Ryan Sun' i 'Tardibelle', només es va observar malaltia en la fruita corresponent als controls T1 i T2, i al T5, tractament corresponent a l'exportació internacional (aquests resultats no es mostren).

Conclusions

- La fruita sana que passa a través de les línies de classificació de les centrals de fruita, contaminades amb *G. candidum*, es contamina, i durant la seva vida comercial es pot donar el risc per a què el patògen infecti i es desenvolupi. Per tant, remarcar la importància d'aplicar les bones pràctiques de profilaxi a les centrals.
- El nivell de fruits afectats final podrà dependre de la varietat. Això va lligat al punt 1.2. explicat en el present document. Aquests resultats es confirmaran durant la campanya 2023.
- Molta atenció per mercats internacionals, és on hi ha major risc de desenvolupament de la malaltia. Això pot ser degut al període de temps que impliquen aquestes exportacions, uns 20 dies. Però també al tipus d'envàs (envàs 2) que afavoreix la presència d'humitat en el seu interior.
- El 'Flowpack' (envàs 3) afavoreix més el desenvolupament de la malaltia en comparació del platonet (envàs 1). Probablement, aquest fet és causat per la humitat relativa que s'acumula (condensació) quan s'utilitza l'envàs 'Flowpack'.

2. *Investigació relacionada amb l'efectivitat de les diferents estratègies d'interès per a la seva aplicació a camp o en postcollita, que permetin controlar la malaltia de manera sostenible. A continuació es descriuen els objectius específics:*

2.1. Avaluació de l'efectivitat dels productes nous a escala comercial o apuntats com efectius en la bibliografia més recent, que no es van testar en l'anterior convocatòria (Geopeach), en estudis 'in vivo' de laboratori

Per tal d'assolir aquest objectiu, s'ha realitzat una recerca de quins productes encara no s'han avaluat per al control de la podridura àcida. Per decidir els productes a avaluar s'ha comptat amb les aportacions dels tècnics de les empreses participants i s'ha elaborat la llista que es mostra a continuació:

1. Natamicina
2. *Bacillus amyloliquefaciens*
3. *Saccharomyces cerevisiae*
4. Hipoclorit de sodi
5. Diòxid de clor
6. Àcid peracètic
7. Metabisulfit de sodi
8. Polisulfur de calci*
9. Eugenol, geraniol i timol*
10. Quitosan
11. Kresoxim-metil
12. Fosetil-Al
13. Estrobilurina
14. Captan
15. Oxiclòrid de coure



16. Laminarina
17. Difenconazol
18. Dodina
19. Clortalonil
20. Mefentrifluconazol

Per la naturalesa dels productes marcats amb ‘*’, s’avaluaran com a preventius i curatius. La resta s’avaluaran com a curatius.

Els productes Curatio i Araw, a base de polisulfur de calci, i eugenol, geraniol i timol, respectivament, ja s’havien avaluat durant l’execució del ‘Geopeach’. Donada la irregularitat dels resultats obtinguts, es va decidir repetir-los.

Encara no es disposa de resultats, d’aquesta acció, que es presentaran al proper informe de seguiment.

2.2. Estudiar l’escalat a camp dels productes potencialment més efectius per al control de la podridura àcida.

Aquesta acció està planificada per la campanya 2024.

2.3. Determinar l’eficàcia i viabilitat de les pràctiques culturals aplicades a camp per al control de la podridura àcida.

Amb l’execució de l’anterior Grup Operatiu ‘Geopeach’ ja es va observar que una part important de l’inòcul que causa la podridura àcida es troba a la terra del sòl dels camps. Per tant, a part de les pràctiques culturals que impliquin una aeració dels arbres per evitar microclimes humits i la retirada d’inòcul (fruits amb malaltia), es van focalitzar els esforços en actuar sobre l’inòcul del terra, estudiant estratègies que permetin reduir-lo o evitar la seva dispersió.

En primer lloc, s’han iniciat els estudis de laboratori, i en base als resultats obtinguts, s’ha dissenyat una estratègia que s’estudiarà a camp durant la campanya 2023. En relació als estudis de laboratori, s’està treballant en dos tipus d’estratègies:

- 1) **Estratègies físiques** per evitar la dispersió de l’inòcul del terra a l’arbre. En aquest cas s’ha posat a punt una metodologia basada en l’equip el túnel del vent (Fig. 9). S’ha optimitzat l’equip posant a punt el temps, tipus de mostreig i potència, essent 2 minuts, mostra en suspensió i posició 4, respectivament. En un primer estudi es va disposar terra a l’equip del túnel del vent, prèviament inoculada amb *G. candidum* i es van simular diferents condicions que es podrien donar a camp i que potencialment implicarien dispersió d’inòcul (Taula 3).

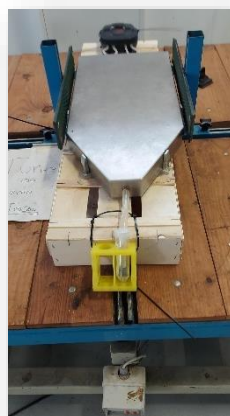


Fig. 9. Equip túnel del vent, utilitzat per determinar la dispersió de d’inòcul.



Taula 3. Descripció dels tractaments avaluats amb el túnel del vent.

Tractament	Condicció
T1	Estàtic (sense aire i sense moviment)
T2	Vent (aire)
T3	Treball de la terra (moviment)
T4	Vent + treball de la terra (aire i moviment)

Resultats

A la Figura 10 es pot observar el nombre de conídies de *G. candidum* determinades en funció de la condició aplicada (T1–T4). Es pot observar que quan no hi ha ni aireació ni moviment, no hi ha dispersió de conidis (T1-control). Es va observar dispersió de les conídies en tots els tractaments aplicats basats en aire (T2), moviment (T3) i ambdós (T4), essent els conidis capturats per mL de suspensió de 2.5, 0.25 i 3 log, respectivament.

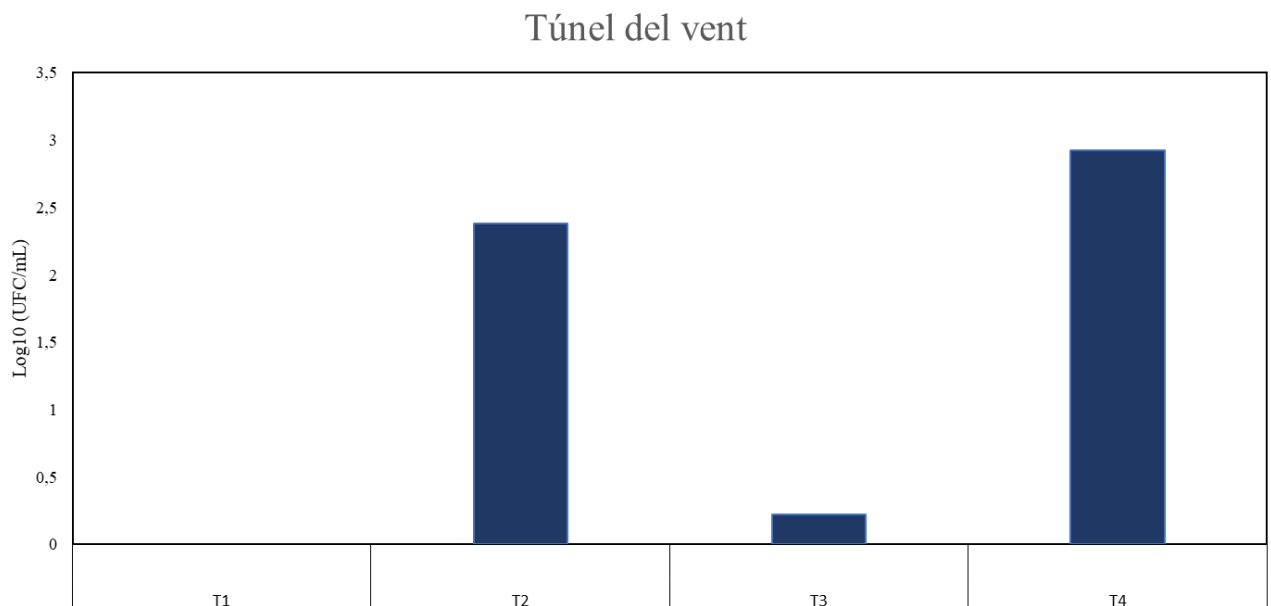


Fig. 10. Conidis de *G. candidum* capturats en funció del tractament aplicat mitjançant l'ús del túnel del vent.

Conclusions

- En condicions de laboratori, s'ha observat que la simulació de diferents condicions que es poden donar a camp impliquen dispersió dels conidis de *G. candidum*, per tant, qualsevol pràctica cultural que pugui minimitzar i/o evitar aquesta dispersió d'inòcul tindrà un paper important per al control de la malaltia.
- Els resultats apunten que pot ser d'interès estudiar les cobertes vegetals com a barrera física que eviti la dispersió de l'inòcul del terra cap a la vegetació de l'arbre, inclosos els fruits.

- 2) En paral·lel a l'estudi de les barreres físiques com a estratègia de control per evitar la dispersió de *G. candidum* (punt 1), també s'ha estudiat el **control biològic** a base de *Trichoderma asperellum* (T-34) aplicat al sòl. Els estudis realitzats fins al moment s'han realitzat a nivell de laboratori. Es van avaluar 3 tractaments: 1) T1 - terra inoculada amb *G. candidum*; 2) T2 – terra



tractada amb *T. asperellum* (T-34); T3 – terra inoculada amb *G. candidum* i tractada amb *T. asperellum* (T-34). Cadascun dels tractaments es va avaluar a 3 temperatures (10, 30 i 40 °C), i es van realitzar mostres periòdics dins 30 dies.

Resultats

A la Figura 11 es pot observar a l'eix principal el logaritme del nombre de conidis de *G. candidum* per mL per a T1 (control) i T3 (*G. candidum* i *T. asperellum*) en funció de la temperatura d'incubació i del dia del mostreig. A l'eix secundari es representa la reducció del nombre de conidis de *G. candidum* en comparació del control. Per la temperatura de 40 °C, s'observa, clarament, que la viabilitat dels conidis de *G. candidum* es redueix fins a 0, als 7 dies d'incubació, i en cap cas s'ha observat reducció del nombre de conidis per *G. candidum* per l'efecte de *T. asperellum* (aquestes dades no es mostren). Per a les temperatures de 10 i 30 °C, en ambdós casos, després de 2 dies del tractament, s'observa una reducció important del nombre de conidis, del 80 i 50 %, respectivament, i a partir dels 7 dies, el perfil dels resultats mostra una reducció d'aquesta eficàcia, però mantenint-se amb el temps fins a 30 d.

Aquest estudi s'ha repetit incloent-hi una quarta temperatura (35 °C) i incrementant el període de mostreig fins a 60. Encara no es disposa dels resultats, que es presentaran en el proper informe de seguiment.

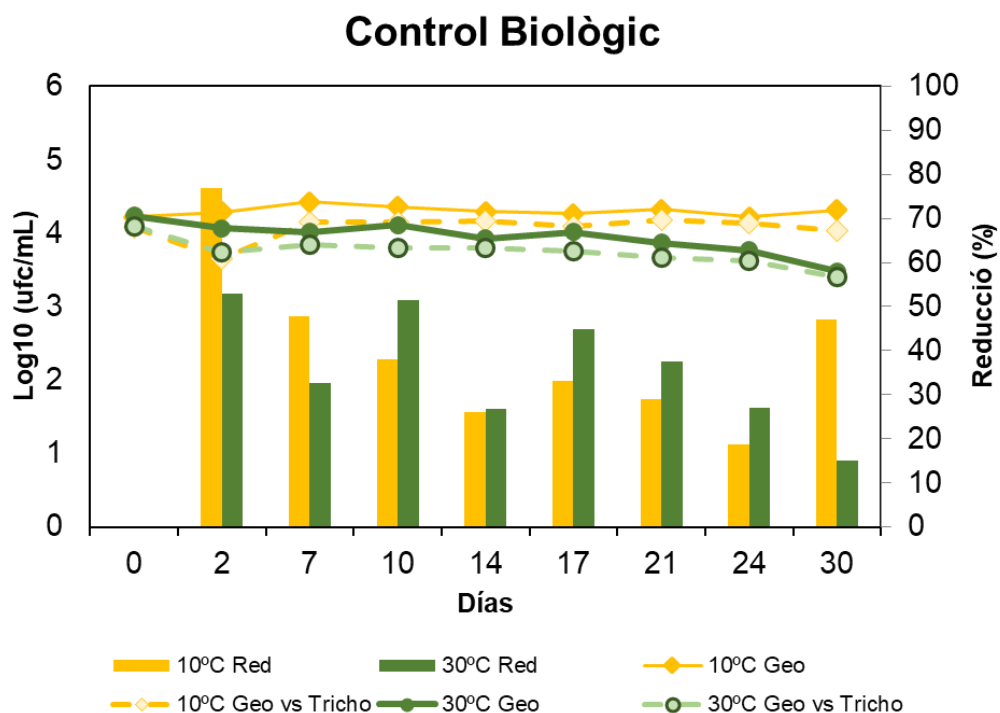


Fig. 11. Conidis de *G. candidum* (eix principal – línies) i la seva reducció (eix secundari – columnes) al tractament T3 (s'ha aplicat *T. asperellum*) en comparació del T1 (control), en funció de la temperatura avaluada 10 °C (sèrie en groc) i 30 °C (sèrie en verd) i en funció del temps d'incubació (fins a 30 dies).



Conclusions

- El tractament a base de *T. asperellum* (T-34) redueix l'inòcul de *G. candidum* inoculada al terra fins a 30 dies després d'aplicar el tractament, a les temperatures de 10 i 30 °C. A 40 °C, després de 7 dies d'incubació, *G. candidum* ja no és viable.
- Es dissenya un assaig per aplicar *T. asperellum* (T-34) a camp, per reduir la presència d'inòcul com una pràctica cultural potencialment efectiva per al control de la podridura àcida. Durant el 2023 s'executarà aquest estudi i en el proper informe es presentaran els resultats.

2.4. Estudiar la tecnologia més efectiva per a aplicar els productes potencialment efectius per al control de la podridura àcida en postcollita de fruita de pinyol

Aquesta acció es realitzarà durant la campanya 2024.

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

El tractament amb aigua calenta és una estratègia alternativa als productes fungicides, efectiu per al control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol. Tant el temps com la temperatura d'aplicació estan optimitzats, per controlar el fong i per a què pugui ser aplicable en l'àmbit comercial. En aquesta acció es va estudiar la possibilitat d'ampliar l'espectre d'acció d'aquest tractament per al control de la podridura àcida. Dos varietats de fruita de pinyol artificialment inoculades amb *G. candidum* es van tractar a 60 °C durant 40 s.

Resultats

No es va observar control de la podridura àcida en cap de les dos varietats avaluades (Fig. 12).

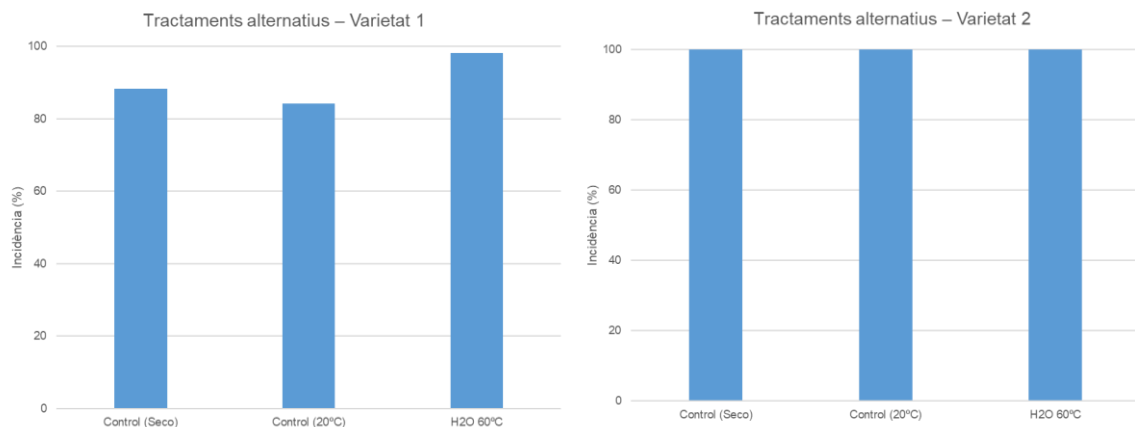


Fig. 12. Incidència de fruits afectats per *G. candidum* en funció del tractament: control sec, control humit (immersió de la fruita en aigua a 20 °C durant 40 s) i tractament amb aigua calenta (immersió de la fruita en aigua a 60 °C durant 40 s).



3. DESCRIPCIÓ DE LA CONTRIBUCIÓ DEL PROJECTE A L'OBJECTIU DE L'AEI

La contribució d'aquest projecte al repte de l'AEI que es va plantejar va ser el d'aconseguir un sector agroalimentari més competitiu (article 55.1 del Reglament (UE) núm. 1305/2013 del Parlament i del Consell, de 17 de desembre de 2013), augmentant la productivitat i la gestió sostenible dels recursos, que respon al focus àrea 3A i també al 2A.

Amb el primer any d'execució d'aquest Grup Operatiu s'ha millorat el coneixement de la malaltia causada per la podridura àcida, malaltia que cada cop causa més pèrdues i preocupació al sector productor de fruita de pinyol del nostre país. La informació generada és bàsica per facilitar eines de control als productors i, per tant aconseguir el seu control i disminuir les pèrdues. En aquest context, amb els resultats obtinguts fins al moment ja s'apunta:

- Una pràctica cultural que els productors podrien implementar a curt termini, basada en el control biològic a base de *Trichoderma* spp. i que podria contribuir de manera eficient al control de la malaltia.
- Importància d'elegir correctament la vida comercial que se li donarà a la fruita durant el període de postcollita, per aquells casos de lots de fruita que s'hagin pogut contaminar amb *G. candidum* a les línies de classificació de les centrals de fruita. I també cal tenir en compte que seran importants els envasos a elegir així com el destí.
- Sensibilitat de la varietat de fruita de pinyol a la malaltia causada per *G. candidum*.

Aquests resultats, un cop estiguin confirmats (campanya 2023 i 2024) tindran conseqüències importants per al sector, ja que permetran optimitzar les estratègies de producció a camp en funció de la sensibilitat de l'hoste, integrant les pràctiques culturals més efectives. Les estratègies de camp es complementaran amb tractaments en postcollita i estratègies de profilaxi necessàries. Tot això contribuirà a obtenir uns millors resultats econòmics per les explotacions, per una banda, reduint les pèrdues, i per l'altra, obtenint un producte amb un valor afegit en el context de més eficiència dels recursos i producció agrícola més sostenible. Alhora es traduirà en una millor competitivitat del sector, ja que s'evitarà que arribi fruita amb malaltia al client, que minvaria la imatge del producte català, implicant una pèrdua de confiança cap al sector.

Lligat amb el focus àrea 2A, els resultats d'aquest Grup Operatiu implica oferir eines als productors per controlar una malaltia, la podridura àcida, i per tant la millora dels resultats econòmics de les explotacions, especialment en anys on la climatologia afavoreix el desenvolupament d'aquesta malaltia. Així mateix, seran més competitiu i veuran un major retorn econòmic. A més a més, permetrà fidelitzar clients, donat que s'evitarà reclamacions a destí i possibilitat d'exportacions a mercats llunyans amb garantia.

A la vegada, lligat amb el focus àrea 3A, els resultats obtinguts milloren la competitivitat dels productes primaris, amb uns productes d'alta qualitat que podran integrar-se millor en la cadena agroalimentària, ja que no es veuran rebutjats per l'aparició de malalties. Per tant, el mercats local i internacional podran disposar d'aquest producte amb major qualitat.

Finalment esmentar que els nostres resultats ja estan contribuint a una agricultura més competitiva, eficient i amb menor impacte ambiental dintre del nostre territori, millorant el seu posicionament tant a l'àmbit nacional com internacional.



4. ALTRES ACTIVITATS

4.1. Divulgació

- Congrés de ICPP – Lyon (França). Comunicació Oral que es presentarà el proper més d'agost de 2023.

Erick Zúñiga, Neus Teixidó, Rosario Torres, Júlia Borràs, Josep Usall, Guillem Segarra, Carla Casals. Re-emerging disease: The sour rot irruption on peach production.

- VI Jornada d'Estudis Fruit.Net. Comunicació oral: *Geotrachum* spp. en fruita de pinyol: què en sabem més? Carla Casals, Lleida 18 d'abril de 2023.

4.2. **Reunions de seguiment** amb les empreses (3 reunions: 25/07/2022-Kick off, 08/03/2023-Resultats 2022 i 25/04/2023-Planificació campanya 2023) i reunions de seguiment amb els investigadors del Grup de recerca que participen al projecte (5 reunions: 2/11/2022, 12/1/2022, 25/01/2023, 3/03/2023, 17/03/2023 i 19/05/2023).



Fig. 13. Reunió de seguiment del Grup Operatiu al Fruitcentre, Lleida (08.03.23)

4.3. **Difusió:** Presentació del projecte a través de la pàgina web del centre tecnològic ([Control de la podridura àcida en fruita de pinyol en el context de sostenibilitat: SOUR-PEACH ~ IRTA](#)) i de les seves xarxes socials.



Fig. 14. Publicació al Twitter de l'IRTA (18.05.23)