



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

GRUP COOPERATIU FRUITS DE PONENT, SCCL

Títol del projecte

Control integral i sostenible de la taca bacteriana per tal de minimitzar l'impacte econòmic i ambiental en ametller i presseguer (XAPFREE)

Membres del Grup Operatiu

Raó social	Adreça electrònica (indicar únicament una adreça corporativa que no contingui dades personals)
FRUITS DE PONENT SCCL	mnart@fruitsponent.com
AGROPECUARIA DE SOSES SCCL	sonia@coopsofes.cat
VIVERS VILADEGUT SL	andreu@viversviladegut.com
AGRO-SORIGUÉ SAU	f.soliva@sorigue.com
UNIÓ FRUITS SCCL	j.ruiz@unio.coop

Centre de recerca i/o universitat

Raó social	Adreça electrònica (indicar únicament una adreça corporativa que no contingui dades personals)
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	jordi.cabrefiga@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 TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	silvia.fernandez@irta.cat

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.

Desenvolupament del projecte i primers resultats

L'objectiu principal d'aquest projecte consisteix en **millorar l'eficiència en el control** de la taca bacteriana en ametller i presseguer reduint la dependència dels fitosanitaris. Els objectius secundaris consisteixen en **racionalitzar l'ús de productes fitosanitaris**; prioritzar **mètodes de defensa de baix impacte mediambiental**, reduir el nivell de residus a la fruita i, finalment, fomentar la cooperació per a la innovació entre el sector productor i la recerca.



Els objectius concrets són:

- 1) Avaluar i definir una **estratègia de lluita fitosanitària** basada en compostos de coure, productes biològics i productes inductors de les defenses de les plantes.
- 2) Definir diferents **estratègies de maneig** orientades al sanejament de les parcel·les per tal de reduir la pressió de la malaltia en finques amb alta incidència de taca bacteriana.
- 3) Validar, avaluar i implementar un **model de predicció de risc** de taca bacteriana per tal de reduir el nombre de tractaments amb fungicides millorant-ne el seu posicionament.
- 4) Determinar la **sensibilitat varietal** de les varietats comercials i de les varietats en desenvolupament per tal de definir una recomanació per zones de risc.
- 5) Definir una **estratègia integral de control de la taca bacteriana** amb alta eficàcia i amb una reducció dels tractaments fitosanitaris.
- 6) **Transferir els resultats** més destacats al sector per impulsar la seva implementació.

ACTIVITAT 1. Avaluar i definir una estratègia de lluita fitosanitària

En aquesta activitat s'està avaluant l'eficàcia de diferents formulats de coure i diferents estratègies combinant diferents formulats que presentin diferents propietats de persistència i d'alliberació de coure actiu. Paral·lelament també s'estan avaluant s'avaluarà l'eficàcia de diferents productes (biològics i inductors de defenses de la planta). Els assajos s'estan realitzant en una primera fase en petita parcel·la. A partir dels resultats es determinarà una estratègia fitosanitària integral.

1.1. Avaluar una estratègia basada en compostos de coure

En aquesta tasca es van avaluar diferents formulats de coure i diferents combinacions buscant en cada moment les característiques més adequades a nivell de persistència i de percentatge de coure lliure. Les diferents estratègies es van comparar amb l'estratègia de referència i amb un testimoni on no es van realitzar tractaments contra la taca bacteriana. En concret es va avaluar la incidència i la severitat de les infeccions de taca bacteriana en ametllers en la parcel·la de la varietat 'Vairo'. El disseny era de blocs a l'atzar amb 4 repeticions i 5 arbres per parcel·la elemental, avaluant els 3 arbres centrals. Els tractaments de coure avaluats es presenten a la *Taula 1*. Es varen realitzar 3 aplicacions dels productes cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha.

A la *Figura 1* es presenten els resultats de la incidència i severitat dels diferents productes testats per al control de la taca bacteriana. Destacar que la pressió de malaltia va ser elevada amb una incidència de més del 60% en el control no tractat. Tots els productes van controlar de manera eficaç la malaltia, però va destacar l'elevada eficàcia de l'òxid cuprós i de l'hidròxid de coure.



Taula 1. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Tractament	M. activa	Dosis (gr cc/hl)	Nº Aplic.	Moment de les aplicacions*					
				Cdp *	Cdp +20 d	Cdp +40 d	Cdp +70 d	Cdp +100 d	Cdp +130 d
TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COURE 1	Oxiclorur de coure 50%	130	6	x	x	x	x	x	x
COURE 2	Hidròxid de coure 50%	130	6	x	x	x	x	x	x
COURE 3	Òxid cuprós 75%	90	6	x	x	x	x	x	x
COURE 4	Sulfat cuprocàlcic 20%	325	6	x	x	x	x	x	x
COURE 5	Sulfat tribàsic de coure 19%	340	6	x	x	x	x	x	x
COURE 6	Gluconat de coure 6,8%	200	6	x	x	x	x	x	x

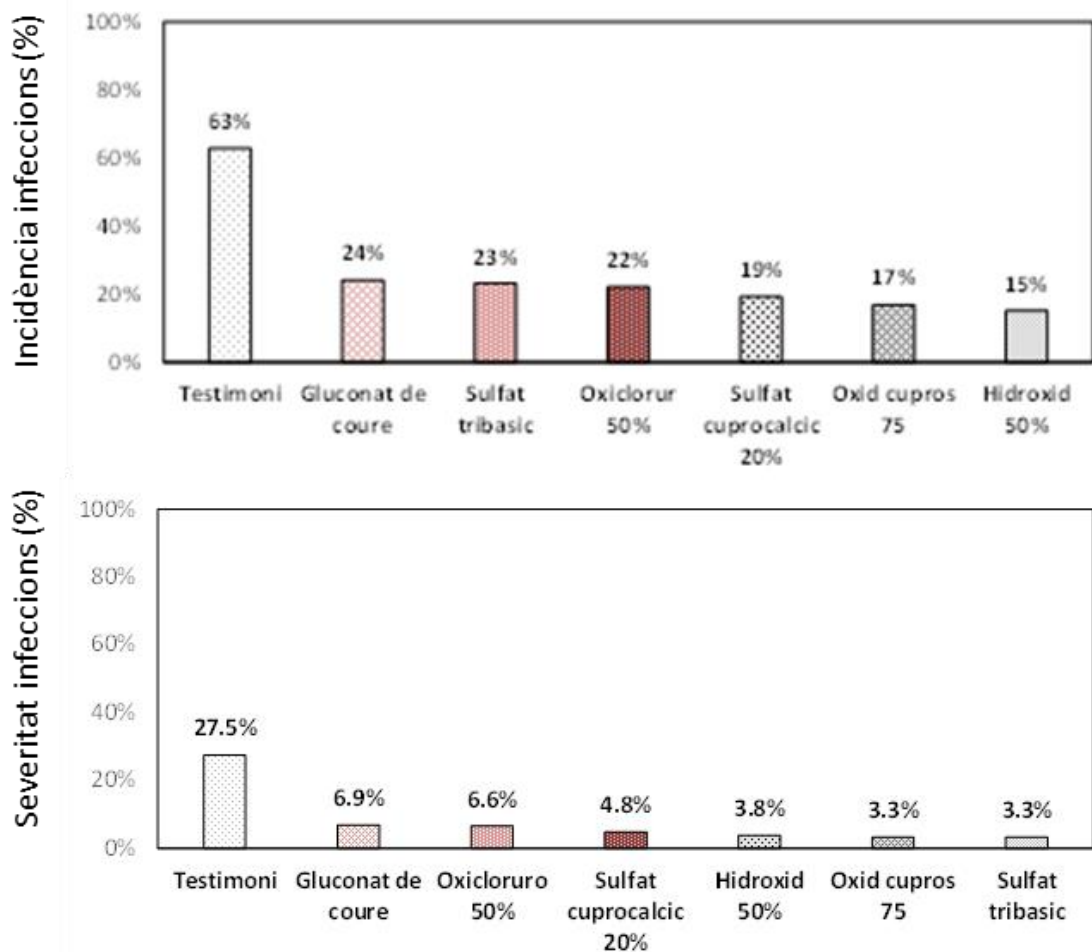


Figura 1. Incidència i severitat de les infeccions de taca bacteriana en plantes d'ametller en l'assaig d'avaluació de diferents formulats de coure.



L'any 2023 hi ha un assaig en marxa on s'avaluaran 10 formulats de coure (*Taula 2*) en el control de la taca bacteriana en ametller. L'assaig s'ha realitzat en parcel·la petita amb 4 blocs aleatoritzats de 5 arbres per bloc (). Es realitzaran 3 aplicacions dels productes cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha. L'assaig està en curs i encara no es tenien resultats en el moment de redactar la memòria parcial.

Taula 2. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Tractament	M. activa	Dosis (gr cc/hl)	Nº Aplic.	Moment de les aplicacions*					
				Cdp*	Cdp +20 d	Cdp +40 d	Cdp +70 d	Cdp +100 d	Cdp +130 d
TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COURE 1	Oxiclorur de coure 35%	186	6	x	x	x	x	x	x
COURE 2	Oxiclorur de coure 50%	130	6	x	x	x	x	x	x
COURE 3	Oxiclorur de coure 52%	125	6	x	x	x	x	x	x
COURE 4	Hidròxid de coure 40%	163	6	x	x	x	x	x	x
COURE 5	Hidròxid de coure 50%	130	6	x	x	x	x	x	x
COURE 6	Òxid cuprós 75%	90	6	x	x	x	x	x	x
COURE 7	Òxid cuprós 50%	130	6	x	x	x	x	x	x
COURE 8	Sulfat cuprocàlcic 20%	325	6	x	x	x	x	x	x
COURE 9	Sulfat cuprocàlcic 20%	325	6	x	x	x	x	x	x
COURE 10	Hidròxid cúpric 13,6% + Oxiclorur de coure 13,6%	240	6	x	x	x	x	x	x



Figura 2. Imatge de la finca on s'està realitzant l'assaig de control de la taca bacteriana amb diferents formulats de coure.



1.2. Avaluar una estratègia fitosanitària de baix impacte

En aquesta activitat es van avaluar diferents productes de baix impacte en el control de la taca bacteriana en presseguer, en concret un producte basat en un agent de biocontrol, un *Bacillus*, i un altre producte basat en un estimulant de les defenses, la laminarina. L'assaig es va realitzar en petita parcel·la, amb 4 repeticions i blocs aleatoritzats. L'eficàcia es va comparar amb l'estratègia de referència basada en oxiclòrid de coure i amb un testimoni on no es van realitzar tractaments contra la taca bacteriana. L'assaig es va realitzar en una finca de préssec ubicada al terme municipal de Soses amb historial d'atacs importants i susceptibilitat varietal alta (Figura 3). Es va fer servir una plantació adulta en fase de plena producció. El marc de plantació, sistema de formació, reg i fertilització van ser els habituals a la zona de cultiu estant els arbres distanciat 2.5 m entre si i sent de 6 m la distància entre files (Figura 4).

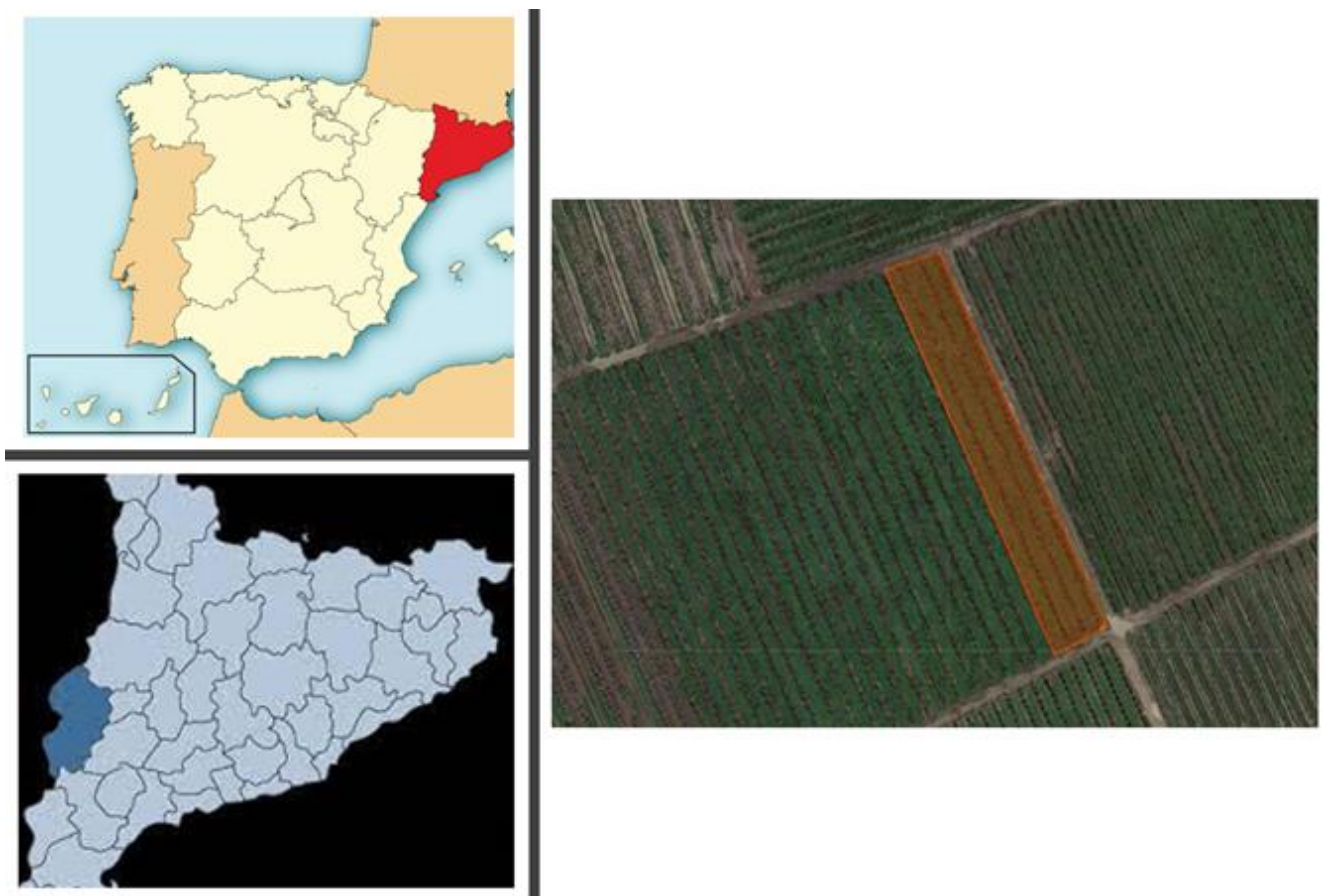


Figura 3. Localització i vista aèria de la finca d'assaig amb coordenades 41.57959° N, 0.43247° E.

L'assaig es va localitzar en una explotació de més de 50 ha amb una superfície de 1 ha i amb antecedents de taca bacteriana. Disposava de sistema de reg localitzat. El maneig era el comú a les finques comercials de la zona i els tractaments fitosanitaris que es van realitzar van ser els necessaris per aconseguir una producció comercial, encara que es van restringir els tractaments que poguessin afectar XANTPR, principalment el coure a les tesis que no s'havia de aplicar aquesta matèria activa al període de l'assaig. A la Taula 3 es mostren els tractaments que es van realitzar. En total es van realitzar 3 aplicacions amb un cadència de 15 dies. El disseny inicial va ser de tres files amb característiques semblants amb quatre repeticions de cada tractament distribuïdes a l'atzar.



Taula 3. Descripció de les tesis de l'assaig de productes de baix impacte en presseguer i detalls de les aplicacions.

TESIS	PRODUCTE	DOSIS	NOMBRE D'APLICACIONS	DATES
T1	Control sense tractar	-	-	-
T2	Oxiclorur 50% WP	1,5 kg/ha	3	08/06; 21/06; 08/07
T3	Bacillus	6,0 L/ha	3	08/06; 21/06; 08/07
T4	Laminarina	1,5 L/ha	3	08/06; 21/06; 08/07



Figura 4. Detall dels presseguers de la finca d'assaig.

Cada parcel·la elemental va estar formada per 5 arbres, avaluant-se els 3 centrals. Es van fer dues avaluacions, la primera el dia 9 de juny de 2022 coincidint amb l'aparició de símptomes i la segona després del darrer tractament el dia 29 de juliol de 2022 coincidint amb la data de recol·lecció. L'avaluació de símptomes en fulles i fruits es va fer tenint en compte el percentatge de superfície afectada a una escala de 0 a 5 segons el grau d'afectació seguint les recomanacions de l'estàndard EPPO PP1/137(1) (Taula 4, Figura 5).

Taula 4. Avaluació de l'àrea afectada per infecció de XANTPR en fulles i fruits segons guia EPPO PP1/137 (1).

INDEX SEVERITAT	SÍNTOMES
0	Sense símptomes
1	Lleus o inicials (1% superfície afectada)
2	Moderats (3% superfície afectada)
3	Greus (6% superfície afectada)
4	Molt greus (14% de la superfície afectada)
5	Afectació total (>24% de la superfície afectada)













	Index		Index	Severity
No symptoms	0	No symptoms	0	0%
	1		1	1%
	2		2	3%
	3		3	6%
	4		4	14%
	5		5	>24%

Figura 5. Escala de símptomes per infecció de XANTPR en fulles i fruits segons EPPO PP1/137 (1).

L'avaluació en fulles es va fer observant 20 brots a l'atzar de cada parcel·la elemental (10 per cada costat). De cada brot es van avaluar un total de 10 fulls, tenint en total 200 resultats per parcel·la. En fruits se'n van comptabilitzar 50 de cada costat de cada parcel·la.

A partir de les dades de camp es va calcular la incidència i la severitat utilitzant les següents fórmules:

$$Incidència = \frac{\text{Número de fulles o fruits infectats}}{\text{Número de fulles o fruits totals}} \times 100$$

$$Severitat = \sum_{i=1}^i \left(\frac{\text{índex de severitat de cada fulla o fruit}}{\text{Nombre total de fulles o fruits} \times 3} \right) \times 100$$

Els resultats van mostrar que els dos productes de baix impacte avaluats van presentar bona activitat (Figura 6), mostrant diferències significatives respecte el control no tractat tant a nivell de incidència com de severitat de les infeccions causades per XANTPR, mostrant una millor eficàcia que l'oxiclorur de coure, i mostrant que poden ser productes interessants a incorporar en l'estratègia fitosanitària contra la taca bacteriana tot esperant la consistència dels resultats observats en els assajos desenvolupats en els propers anys.

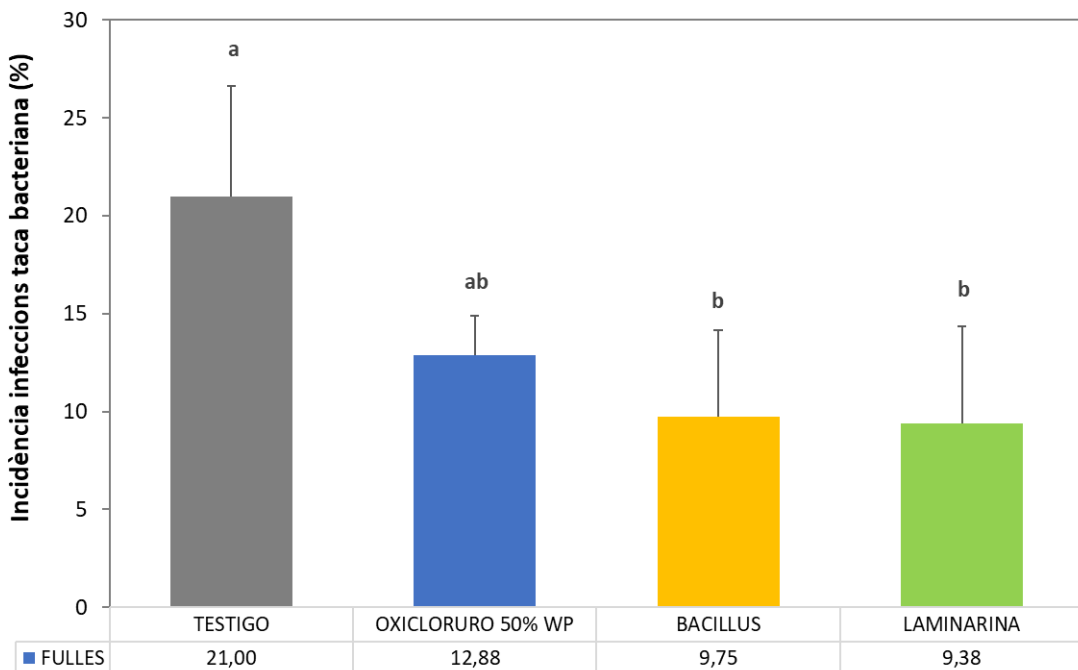
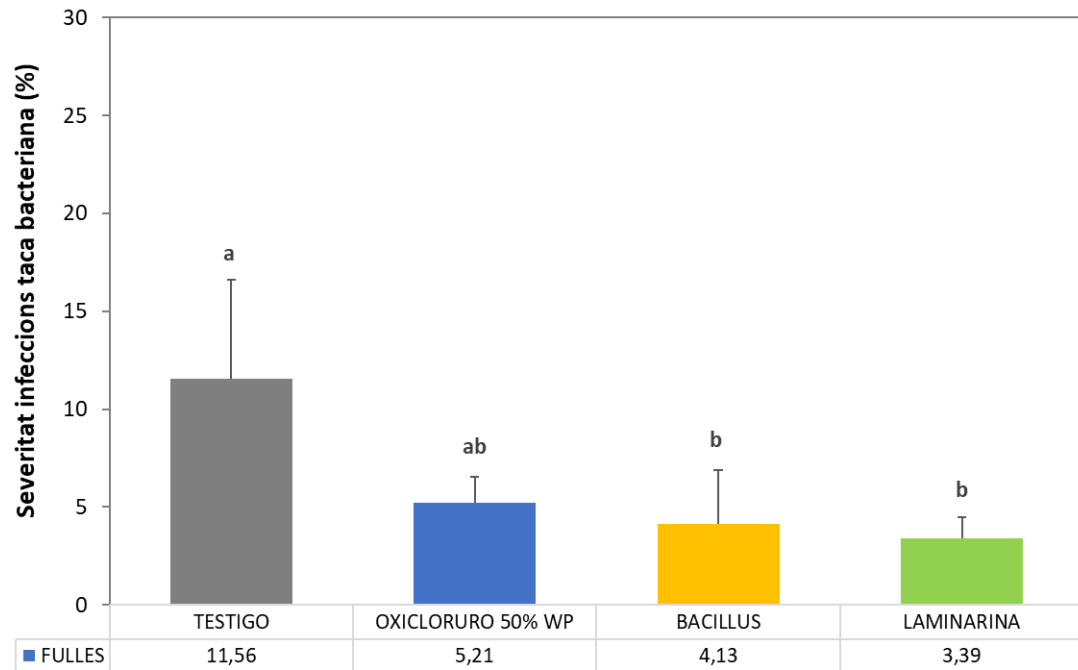


Figura 6. Incidència i severitat de les infeccions causades per XANTPR en les fulles de nectarina en les diferents tesis avaluades el dia 29/07/22. Lletres diferents indiquen que existeixen diferències significatives segons el test de Tukey.

També es va realitzar un assaig en ametller, avaluant productes experimentals de baix impacte. El disseny va ser de blocs a l'atzar amb 4 repeticions i 3 arbres per parcel·la elemental. Els tractaments avaluats es presenten a Taula 5. Es varen realitzar 3 aplicacions dels productes bioestimulants cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha. Per cada tesis es va avaluar la incidència i la severitat de la malaltia de la taca bacteriana en ametllers de la varietat 'Vairo'.



Taula 5. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Nº	Tractament	Matèria activa	Dosis (gr o cc/hl)	Moment de les aplicacions					
				Cdp*	Cdp + 20	Cdp + 40	Cdp + 70	Cdp + 100	Cdp + 130
T1	TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	REFERENCIA	Oxiclorur de coure 50%	66	x	x	x	x	x	x
T3	ESTRATÈGIA 1	Prototip 1	200	x	x	x	x	x	x
T4	ESTRATÈGIA 2	Oxiclorur de coure 50%	66	x		x		x	
		Prototip 1	200		x		x		
T5	ESTRATÈGIA 3	Prototip 2	200	x	x	x	x	x	x
T6	ESTRATÈGIA 4	Oxiclorur de coure 50%	66	x		x		x	
		Prototip 2	200		x		x		

A la *Figura 7* es presenten els resultats de la incidència i severitat dels diferents productes testats per al control de la malaltia. En aquesta assaig la pressió de malaltia va ser molt elevada, amb una incidència del 90%, i en aquest cas els productes van presentar una baixa eficàcia. Les estratègies 2 i 4 van presentar una eficàcia similar a l'estratègia de referència i per tant són productes a tenir en compte per futurs assajos.

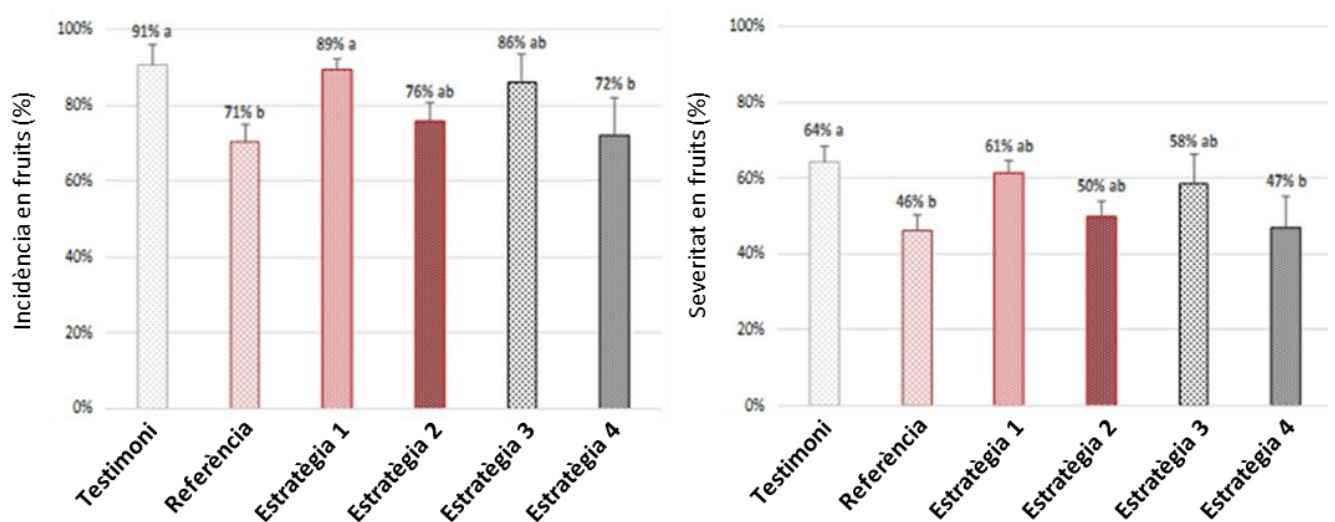


Figura 7. Incidència i severitat de les infeccions de taca bacteriana en plantes d'ametller en l'assaig d'avaluació de diferents estratègies combinant estimulants de defenses i formulats de coure.



Finalment es va realitzar un segon assaig en ametller, en aquest cas avaluant l'eficàcia de *Bacillus* en el control de taca bacteriana. En aquesta cas també es va avaluar la incidència i la severitat de la malaltia de la taca bacteriana en fruits en ametllers de la varietat 'Vairo'. El disseny va ser de blocs a l'atzar amb 4 repeticions i 3 arbres per parcel·la elemental. Els tractaments de avaluats es presenten a *Taula 6*. Es varen realitzar 3 aplicacions dels productes bioestimulants cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha.

Taula 6. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Tractament	Matèria activa	Dosis (gr o cc/hl)	Moment de les aplicacions*					
			Cdp	Cdp + 20	Cdp + 40	Cdp + 70	Cdp + 100	Cdp + 130
TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-
REFERENCIA	Oxiclorur de coure 50%	66	x	x	x	x	x	x
BACILLUS 1	<i>Bacillus subtilis</i>	700	-	x	-	x	-	-
	Oxiclorur de coure 50%	100	x	-	x	-	x	x
BACILLUS 2	<i>Bacillus subtilis</i>	700	-	x	-	x	-	-
	Sulfat cuprocàlcic 9%	5 l/ha	x	-	x	-	x	x

A la *Figura 8* es presenten els resultats de la incidència, severitat i de l'eficàcia dels diferents *Bacillus* avaluat per al control de la malaltia. Destacar que tot i que la pressió de malaltia va ser molt elevada, amb incidència propera al 90%, algunes de les tesis van mostrar eficàcies interessants, especial la referència i la basada en el Bacillus 2.

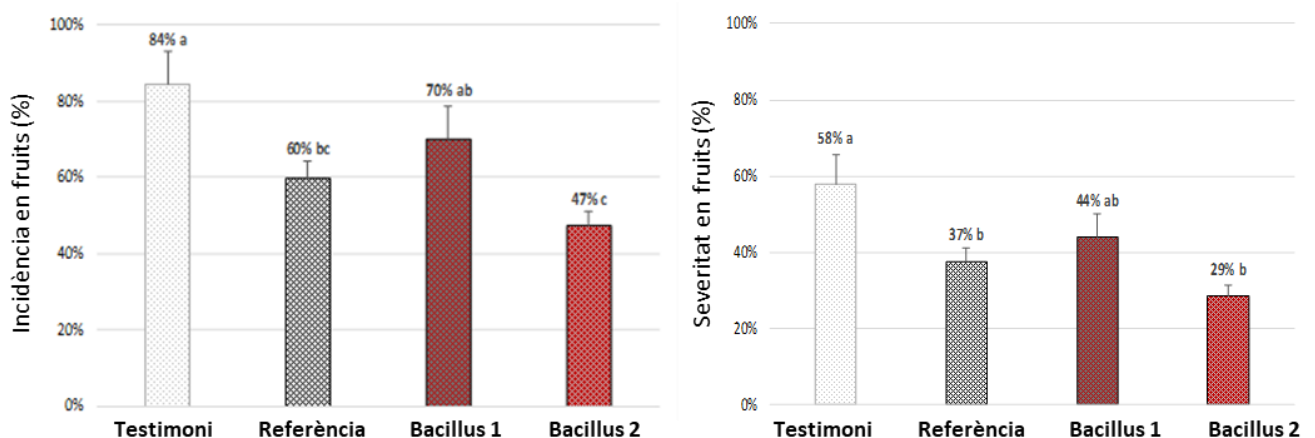


Figura 8. Incidència i severitat de les infeccions de taca bacteriana en plantes d'ametller en l'assaig d'avaluació de diferents Bacillus.



L'any 2023 també hi ha un assaig en marxa on s'avaluaran 5 productes de baix impacte (*Taula 7*) en el control de la taca bacteriana en ametller. L'assaig s'ha realitzat en parcel·la petita amb 4 blocs aleatoritzats de 5 arbres per bloc. Es realitzaran 3 aplicacions dels productes cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha. L'assaig està en curs i encara no es tenien resultats en el moment de redactar la memòria parcial.

Taula 7. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Tractament	M. activa	Dosis (gr cc/hl)	Nº Apli c.	Moment de les aplicacions*					
				Cdp *	Cdp +20 d	Cdp +40 d	Cdp +70 d	Cdp +100 d	Cdp +130 d
TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BIO 1	Laminarin 4,5%	200	6	x	x	x	x	x	x
BIO 2	Mn 5% + B2% + Ma 0,5%	200	6	x	x	x	x	x	x
BIO 3	<i>Bacillus</i>	250	6	x	x	x	x	x	x
BIO 4	Eugenol 3,3% + geraniol 6,6% + timol 6,6%	400	6	x	x	x	x	x	x
BIO 5	Quitosano	600	6	x	x	x	x	x	x

Durant aquest any 2023 també s'està realitzant un assaig amb productes de baix impacte en presseguer (*Taula 8*). Concretament s'estan provant extractes vegetals, estimulants de defenses, fertilitzants foliars i *Bacillus*. L'assaig s'ha realitzat en parcel·la petita amb 4 blocs aleatoritzats de 5 arbres per bloc. Es realitzaran 3 aplicacions dels productes cada 20 dies a partir de caiguda de pètals i 2 més cada 30 dies a partir de la tercera aplicació. Les aplicacions foliars es varen realitzar amb una motobomba, amb un consum de brou d'aproximadament 1.000 l/ha. L'assaig està en curs i encara no es tenien resultats en el moment de redactar la memòria parcial.

Taula 8. Descripció de les tesis: productes a aplicar, dosis i moments d'aplicació.

Tractament	M. activa	Dosis (gr cc/hl)	Nº Apli c.	Moment de les aplicacions*					
				Cdp *	Cdp +20 d	Cdp +40 d	Cdp +70 d	Cdp +100 d	Cdp +130 d
TESTIMONI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BIO 1	<i>Bacillus subtilis</i>	300	6	x	x	x	x	x	x
BIO 2	Laminarin 4,5%	300	6	x	x	x	x	x	x
BIO 3	<i>B. amyloliquefaciens</i>	150	6	x	x	x	x	x	x
BIO 4	Equisetum 10%	600	6	x	x	x	x	x	x
BIO 5	Quitosano	600	6	x	x	x	x	x	x
BIO 6	Extracta aquos d'ortiga	350	6	x	x	x	x	x	x
BIO 7	Quelato de cobre	200	6	x	x	x	x	x	x



ACTIVITAT 2. Estratègies de maneig orientades al sanejament de les parcel·les

En aquesta activitat s'estan avaluant diferents estratègies de maneig encaminades a reduir l'inòcul de *Xanthomonas* tant en ametller com en presseguer. Entre les estratègies que s'estan avaluant hi ha les següents: (1) l'eliminació de fulles, (2) tractament amb biocides abans de la caiguda de fulla i (3) tractament de les fulles un cop caigudes amb agents degradants (urea, *Trichoderma*...). S'estan realitzant tant assajos en petita parcel·la i com també assajos en parcel·la comercial.

2.1. Assaig del maneig de les fulles en microparcel·les

L'any 2022 es va portar a terme un assaig en una finca de nectarina que va consistir en l'eliminació de les fulles d'una part de la finca per veure quin efecte tenia en la reducció del nivell de malaltia. Per a l'eliminació de les fulles es van escombrar les fulles de la finca i posteriorment es va passar amb una màquina que les recollia (Figura 9). Al no disposar d'una màquina específica per fer aquesta feina es va utilitzar una màquina de recollir fulles dels camps de golf. Cal destacar que per les dificultats logístiques aquest maneig no es va poder desenvolupar en el moment òptim i quan es va fer l'actuació ja quasi no hi havia fulles a la finca, i per tant, no es va poder fer el sanejament tal com estava programat. Segurament per aquest motiu no es van observar diferències a nivell de dany entre la parcel·la on es van eliminar les fulles i la resta de finca.



Figura 9. Màquina utilitzada per aspirar les fulles en l'assaig (esquerra), i estat en què va quedar la finca després de l'eliminació de les fulles (dreta).

Aquest any 2023, s'ha realitzat un assaig en una finca d'ametller, on a més a més de l'estratègia d'eliminació de fulles s'han incorporat 3 estratègies més: (1) Tractament de les fulles amb urea per accelerar la degradació de les fulles i reduir la presència de XANTPR; (2) Tractament de les fulles amb *Trichoderma* per tal de inhibir el desenvolupament de XANTPR, i (3) Tractament de les fulles amb *Bacillus* també per tal de inhibir el desenvolupament de XANTPR però utilitzant un altre producte biològic. Aquest assaig s'ha realitzat amb un disseny de blocs a l'atzar amb 7 files/repeticions, o s'avaluaran els arbres de la fila central (Figura 10). En l'assaig es compararan cada una de les estratègies amb un testimoni no tractat, i un testimoni únicament tractat amb fitosanitaris i sense fer cap mena de gestió de l'inòcul. L'assaig està en curs i encara no es tenien resultats en el moment de redactar la memòria parcial.



Figura 10. Mapa de la distribució dels tractaments: *Trichoderma* (A), *Bacillus* (B), Urea (C), Aspiració (D) i control (E).

2.2. Validació del maneig de fulles en finques comercials

Aquest any 2023 també s'estan desenvolupant assajos en parcel·les comercials de presseguer (Figura 11). En total s'han seleccionat 2 finques amb antecedents de taca bacteriana. En cada una de les finques s'està aplicant una estratègia de gestió de fulles caigudes i es compara amb la resta de la finca, on s'aplicarà l'estratègia comercial. L'eficàcia de cada estratègia es determinarà en base a la reducció dels símptomes de taca bacteriana que apareguin durant la campanya. Al final es comparà l'eficiència de cada una de les estratègies. En una de les finques, la de s'ha aplicat urea a la meitat de la parcel·la i a la resta de finca ha funcionat com a control, mentre que en l'altra s'ha aplicat un bioestimulant. L'assaig està en curs i encara no es tenien resultats en el moment de redactar la memòria parcial.



Figura 11. Mapa de les finques comercials de paraguayó en convencional (esquerra) i ecològic (dreta) on s'estan realitzant els assajos de gestió d'inòcul.



ACTIVITAT 3. Validar, avaluar i implementar un model de predicció de risc

En aquesta activitat s'està validant, avaluant i implementant un model de predicció de risc de taca bacteriana en ametller i presseguer. El model de partida s'ha desenvolupat en un projecte anterior i té en compte 3 paràmetres meteorològics, la temperatura, la pluja i les hores d'humectació. La idea és que amb l'ajuda del model es redueixi el nombre de tractaments alhora que es millori el posicionament d'aquests incrementant la seva eficàcia.

3.1. Validar el model de predicció de risc en ametller i presseguer

L'any 2022 el model es va validar en presseguer i aquest 2023 s'està validant en ametller. La validació va consistir en fer el seguiment de l'aparició dels símptomes en base a la predicció de riscos segons el model, i seguint els paràmetres meteorològics (Figura 12). Es va agafar un finca de referència per cadascun dels cultius on es van fer el seguiment de l'aparició dels símptomes de manera setmanal a partir de la floració fins a mitjans juliol. El seguiment s'ha fet sobre 4 blocs de 5 arbres distribuïts de manera aleatòria dins la finca. Les dades corresponents a l'aparició de símptomes s'ha correlacionat amb les dades climàtiques obtingudes d'estacions meteorològiques pròximes a les finques, i també amb la sortida del model de predicció de risc. Es pot observar com el model va donar 8 avisos de risc concentrats en 5 períodes. Aquestes períodes de risc han vingut associats a pluges i es correlacionen bastant bé amb l'evolució de la malaltia, posant de manifest que l'evolució del símptomes va associat a aquests moments de risc. Aquest 2023 està previst completa la validació del model en l'ametller.

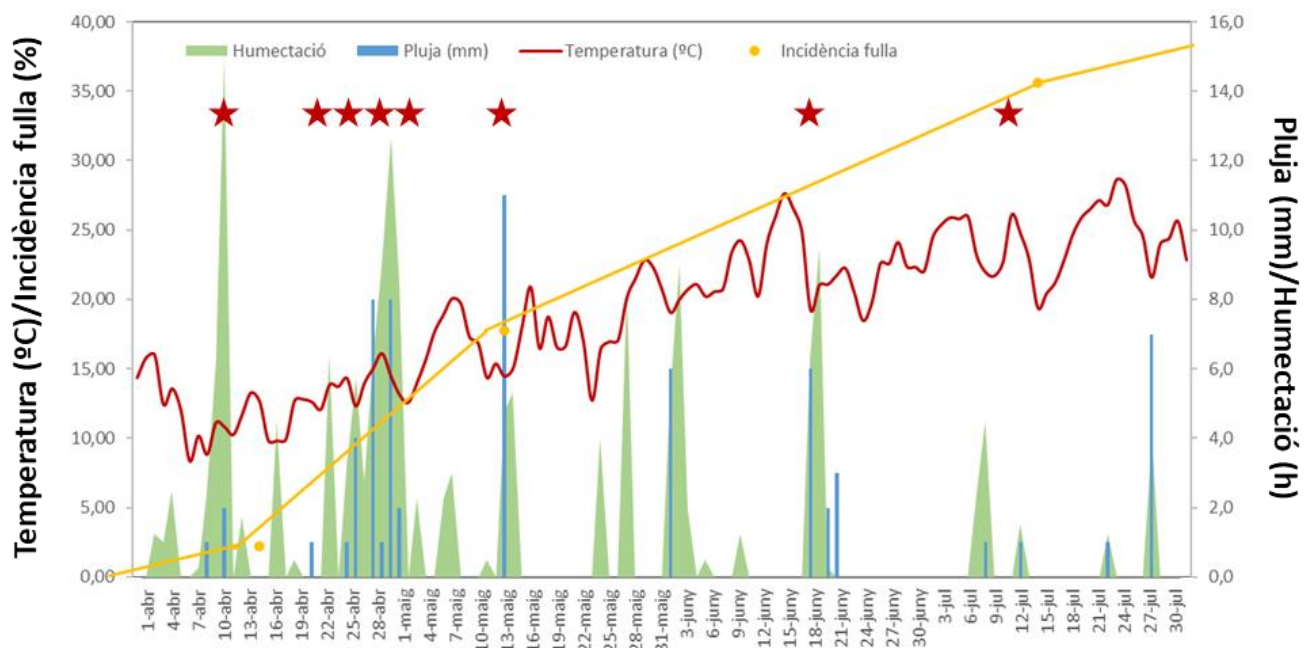


Figura 12. Dades meteorològiques, evolució de la malaltia (línia taronja) i risc (estrelles vermelles) de la finca de presseguer on es realitzava la validació del model.

3.2. Avaluar el model de predicció de risc en una estratègia de control

Un cop validat i ajustat el model, s'està avaluant l'eficàcia de l'estratègia basada en els tractaments realitzats segons el model de predicció de risc en comparació amb una estratègia convencional amb tractaments realitzats segons calendari. Aquest 2023 s'estan realitzant dos assajos en parcel·la petita, un dels assajos en nectarina i l'altre en ametller. El model que es segueix és el XapRISK que ja està implementat per consulta entre els membres del grup operatiu. Cada estratègia contempla 4 repeticions de un mínim de 5 arbres per repetició. A la Figura 13 es mostren les dues parcel·les on es realitzen els assajos.



Figura 13. Mapa de les finques comercials de paraguay (esquerra) i ametller (dreta) on s'estan realitzant els assajos de validació del model.

3.3. Implementar el model de predicció de risc en una plataforma online consultable

Actualment no hi ha models comercials disponibles per predir els moments de risc d'infeccions per taca bacteriana, tanmateix hi ha un model experimental desenvolupat a la Universitat de Girona per grup del Dr. Isidre Llorente, que està en fase experimental, i encara no està disponible per poder-lo implementar. Per aquest motiu, dins d'una activitat Demostrativa de l'any 2019-2021 finançada pel DACC es va desenvolupar un nou model de predicció de risc més senzill que el XapCast i que es basa en l'indar de pluja, de temperatura i de hores d'humectació. Aquest model, el XapRISC, es va comparar amb el XapCast durant l'any 2021 a una finca d'Alcarràs, i els resultats van ser molt interessants. Així el XapRISC va donar 2 avisos de risc baix, 5 avisos de risc moderat i 8 avisos de risc alt, mentre que el model XapCast va donar 1 avisos de risc baix, 4 avisos de risc moderat i 8 avisos de risc alt. Per tant, el model XapRISC afina molt bé amb els riscos predits pel model XapCast, amb la gran diferència que el XapRISC és molt més senzill i de fàcil implementació. L'ús d'aquest model podria suposar un pas important en el control de la malaltia i alhora poder-ho fer d'una manera més sostenible perquè permetria tractar només quan hi ha risc i per tant millorant l'eficiència dels tractaments (Figura 14).

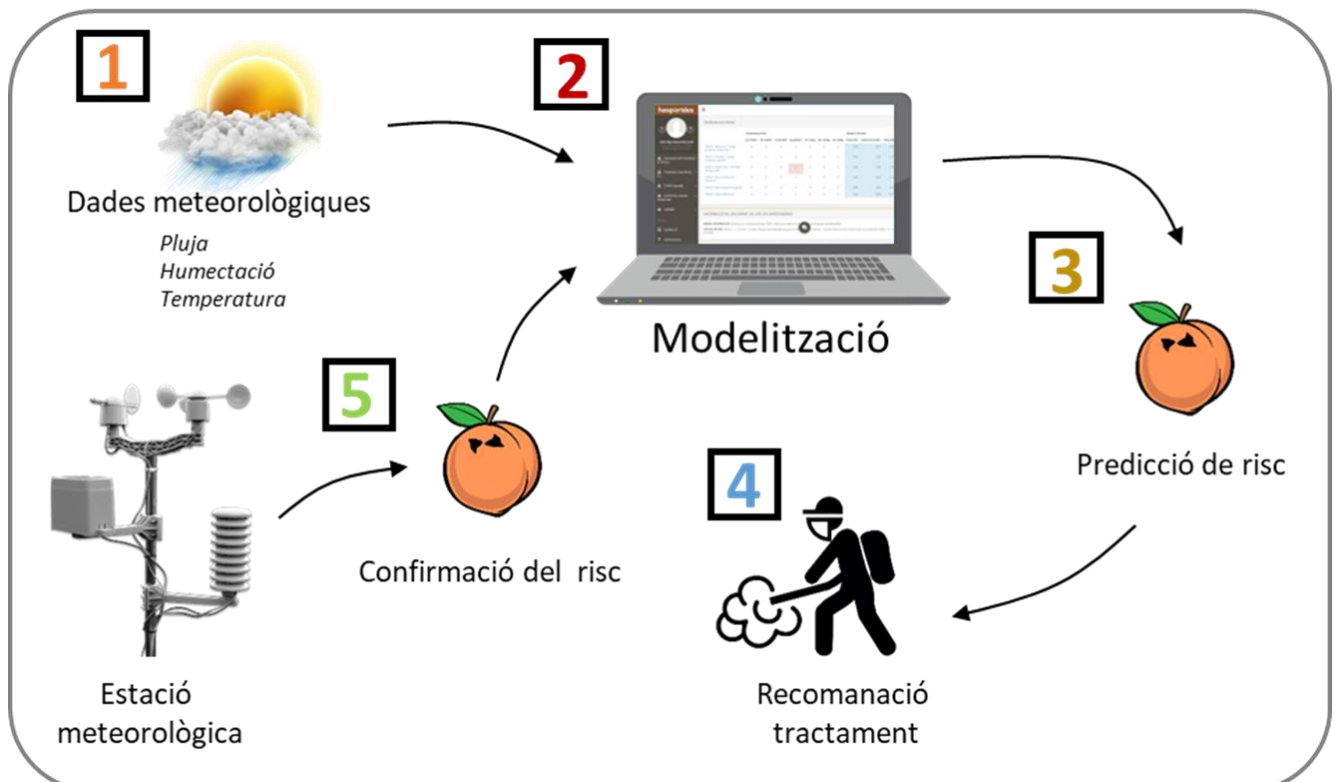


Figura 14. Esquema del funcionament del model de risc XapRISC.



Durant la campanya 2022 es va engegar el model XapRISC en fase de prova en una estació, concretament a una finca d'Alcarràs, on s'ha instal·lat una estació meteorològica per tal de disposar de dades fiables (Figura 15). Paral·lelament, es va vincular el model a una estació virtual proporcionada per METEOBLUE per tal de poder treballar amb previsió.



Figura 15. Fotografia de l'estació meteorològica i detall de la sonda d'humectació foliar.

El model es va implementar a la plataforma ATLANT integrada en el quadern de camp HESPERIDES, i estava disponible per consulta a nivell tècnic per fer el seguiment. El motor del model treballa amb dades de predicció de temps basat en el servei METEOBLUE, i es va alimentant amb les dades de l'estació meteorològica un cop confirmades les dades reals. El model XapRISC, apareix la pantalla amb el detall de risc de malaltia per a l'estació, amb el risc del dia i la previsió de risc per a dos dies vista feta a partir de les dades numèriques subministrades per l'agència METEOBLUE (Figura 16).

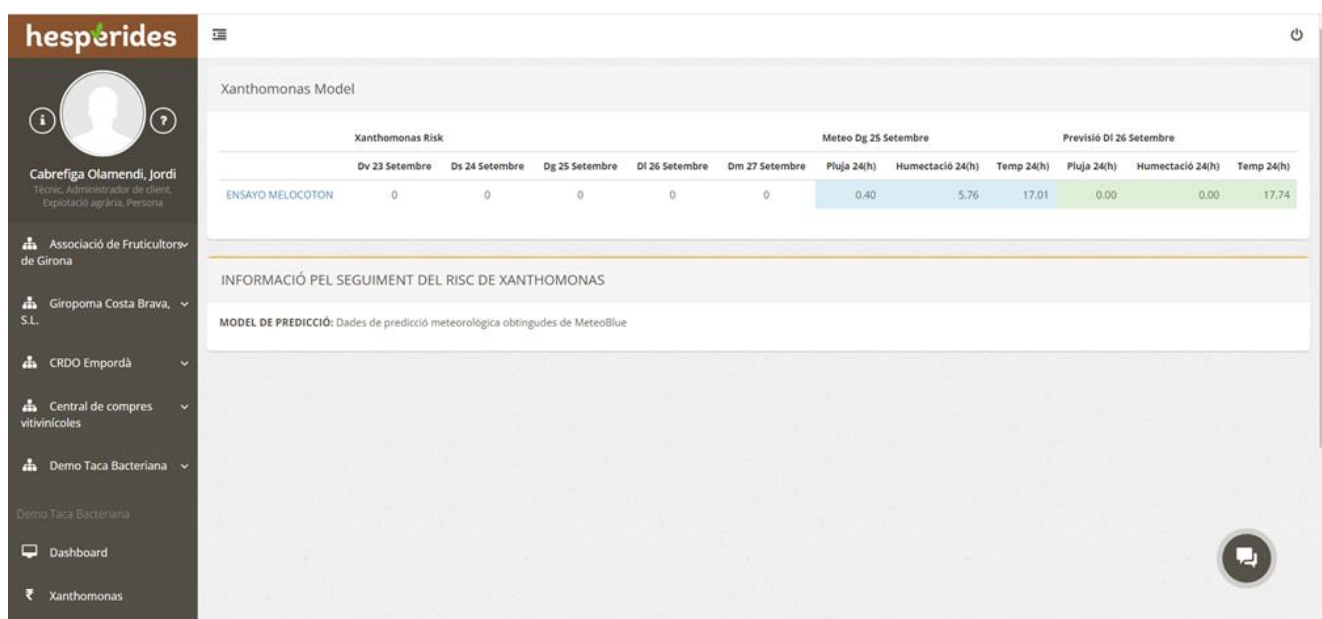


Figura 16. Pantalla del model XapRISC amb indicació del risc pel dia de la consulta i els previstos pels dos propers dies. La previsió es a partir de les dades meteorològiques previstes per l'agència METEOBLUE.



La previsió del risc pels dos propers dies es fa per facilitar la planificació dels tractaments i millorar el control de la malaltia en aplicar estratègies de tractament preventives. Una tercera pantalla mostra el detall dels riscos històrics d'infecció per l'estació (Figura 17).

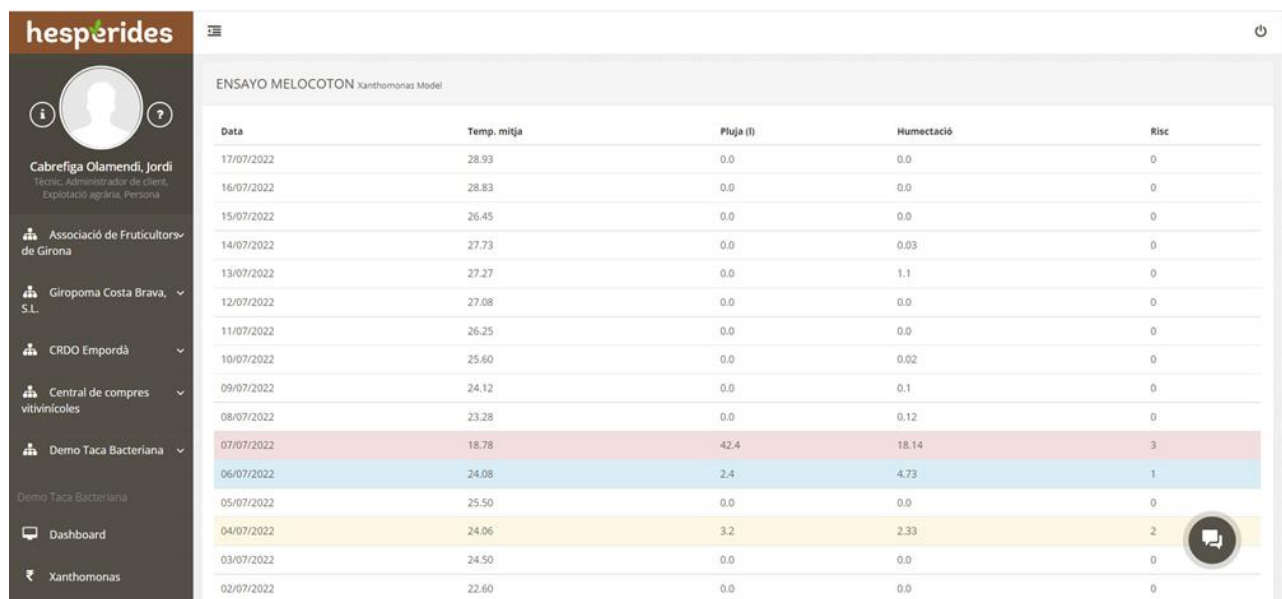


Figura 17. Pantalla del model XapRISC amb els riscos històrics i els paràmetres climàtics de cada dia.

El funcionament del model XapRISC va ser adequat i lligat amb les condicions climàtiques de l'any i amb l'evolució de la malaltia. Un cop validat el bon funcionament, aquest 2023, es va implementar el model a totes les finques on hi havia assajos del projecte. Per la qual cosa es va establir una xarxa de 6 estacions virtuals per donar cobertura a una zona ampla d'explotacions (Figura 18), i utilitzant les estacions del METEOCAT properes com a referència per anar validant les prediccions.

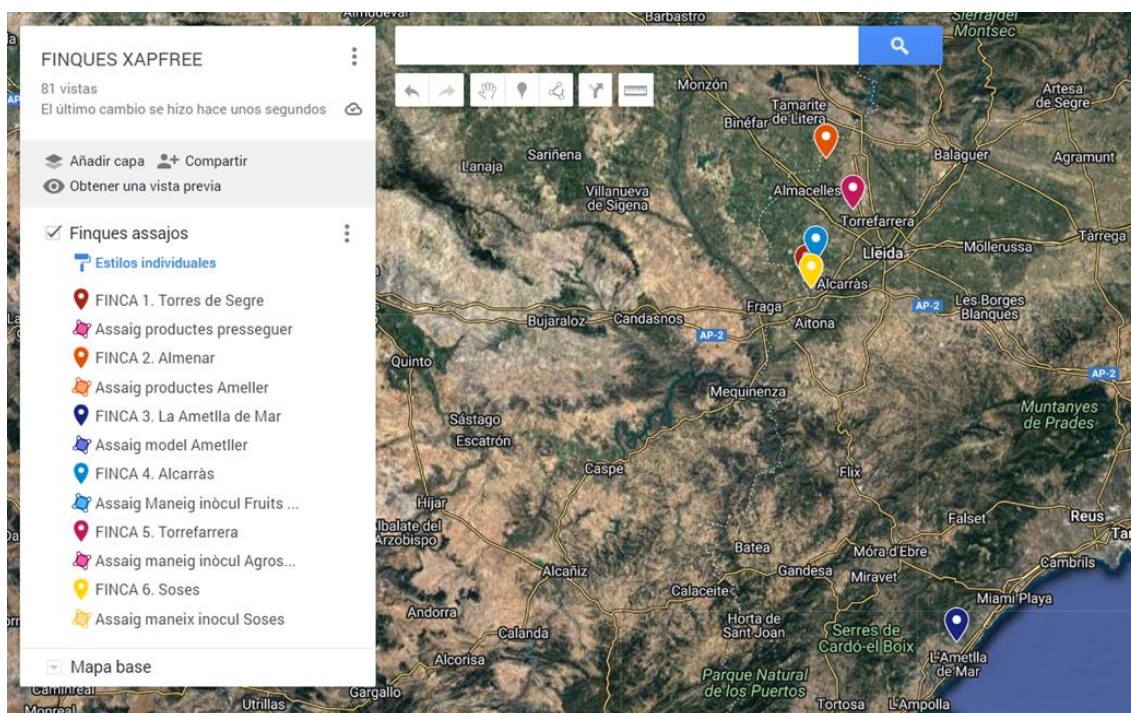


Figura 18. Mapa amb la ubicació de les finques on es realitzen assajos del projecte i que conformen la xarxa d'estacions on està implementat el model de risc XAPRISC.



En el “dashboard” es mostra una etiqueta a la part superior que indica el nivell de risc a cada estació, en verd indica que l'estació no hi ha risc, i en vermell quan hi ha avís de risc d'infecció (Figura 19).

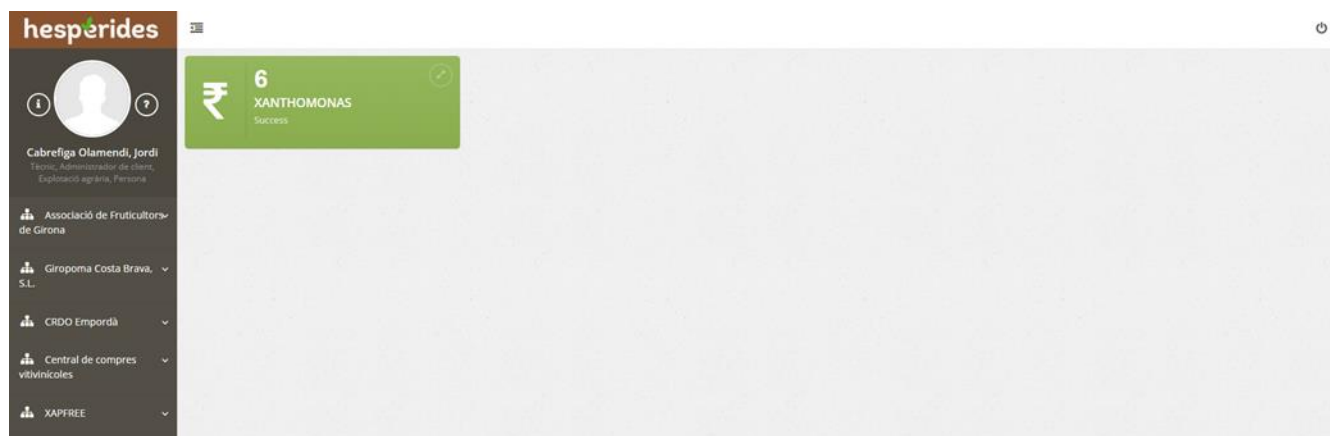


Figura 19. Dashboard del model XapRISC implementat en les 6 estacions del projecte.

Un cop s'entra dins el model XapRISC, apareix la pantalla amb el detall de risc de malaltia per a l'estació, amb el risc del dia i la previsió de risc pels següents dies a partir de les dades numèriques subministrades per l'agència METEOBLUE (Figura 20). A diferència del model inicial on només s'indicava la previsió pels dos següents dies, en aquesta nova versió implementada el 2023 s'ha incorporat la previsió de 5 dies per tenir més marge de maniobra de cares a gestionar cada explotació.

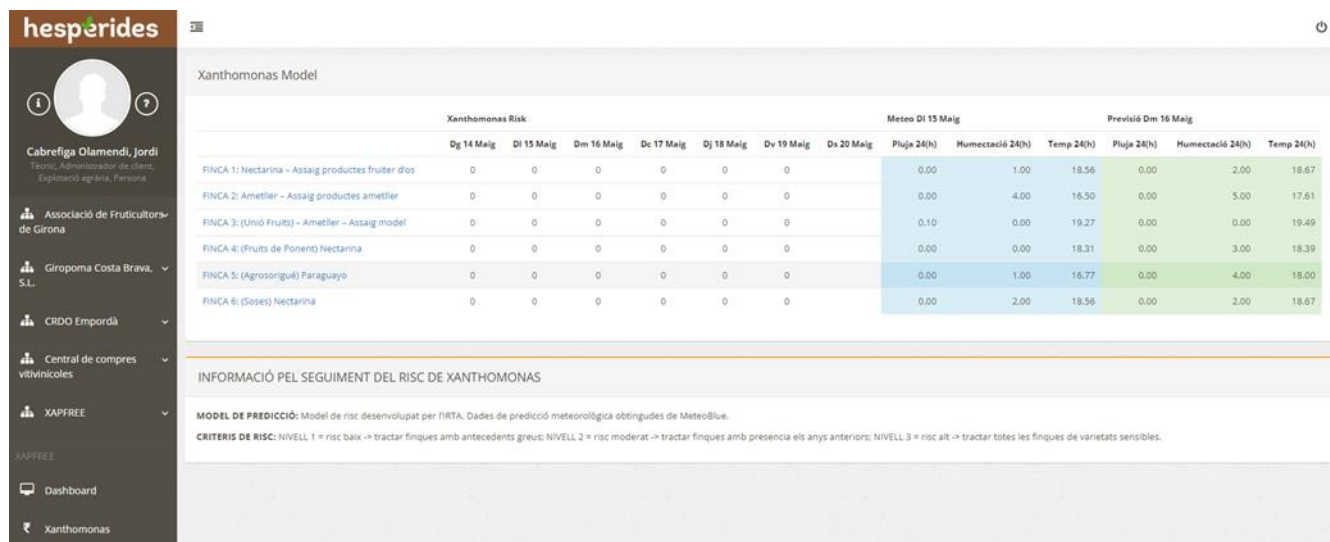


Figura 20. Pantalla del model XapRISC amb indicació del risc pel dia de la consulta i els previstos pels 5 propers dies. La previsió es a partir de les dades meteorològiques previstos per l'agència METEOBLUE.

Aquesta plataforma es va obrir a nivell de consulta dels tècnics de les empreses que participen en el projecte, per tal que puguin utilitzar aquesta eina per assessorar als seus productors i validar el model a nivell comercial. Abans d'obrir-lo es va fer una formació per tal d'explicar el seu funcionament i per donar indicacions de com fer les recomanacions en les diferents situacions de risc.



ACTIVITAT 4. Validar, avaluar i implementar un model de predicció de risc

L'objectiu d'aquesta activitat és elaborar un mapa de risc de la presència de taca bacteriana a partir de la prospecció de les finques dels socis participants, i també a partir de les informacions aportades per les ADVs, dins del marc dels comitès tècnics sectorials. També determinar la sensibilitat varietal de les varietats comercials més habituals i de les varietats en desenvolupament per tal de definir una recomanació per zones de risc.

4.1. Catalogació de les finques en base la varietat i a la incidència de taca bacteriana

Aquesta activitat s'ha iniciat l'any 2023. La idea és elaborar un mapa de l'afectació de taca bacteriana en ametller i fruita de pinyol a partir de les dades aportades pels socis participants del projecte així com de les ADVs. Per aquest motiu s'han fet diverses reunions per explicar el projecte i en què consistirà aquest mapa de risc. Poder disposar d'aquest mapa serà essencial per decidir quines varietats són les recomanades en cada zona en funció de la pressió de malaltia, prioritzant les varietats més tolerants en zones d'alta presència de taca bacteriana. Per aquest motiu s'ha elaborat una enquesta on caldrà aportar les dades referents al grau d'afectació qualitatiu dels últims anys, la varietat i el porta-empelt (*Figura 21*). Això ens permetrà obtenir un mapa de risc així com una aproximació de les varietats més sensibles.

NOM FINCA	
CULTIU	- <input type="text"/> VARIETAT
COORDENADES	
PORTA-EMPELT	
NIVELL AFECTACIÓ FRUIT	- <input type="text"/>
NIVELL AFECTACIÓ FRUIT	- <input type="text"/>
DISPOSA D'ESTACIÓ METEOROLÒGICA	SI <input type="radio"/> NO <input checked="" type="radio"/>

Figura 21. Format enquesta de l'afectació

Per tal de facilitar tant la recollida com el tractament de les dades, es va generar un formulari amb el *Google Forms* (*Figura 22*), el que permet fer una major difusió de l'enquesta i alhora, un cop omplert cada formulari automàticament es genera una base de dades amb tota la informació. Per accedir al formulari es va generar QR que es col·locarà a totes les presentacions del projecte per tal de donar visibilitat i facilitar que la gent interessada pugui completar l'enquesta (*Figura 22*).

Les dades obtingudes es passaran al programa ArcGis, en forma de taula d'atributs, marcant la finca afectada amb les coordenades. En aquesta taula s'afegiran diferents valors a tenir en compte com el cultiu, la varietat, el portaempelt i el grau d'afectació. Amb els punts de les coordenades, utilitzant l'eina "Kernel Density" s'obindrà el mapa de calor, escollint el nombre de colors que es volen a l'escala, en aquest cas 10 i un rang de colors entre el verd i el vermell, on verd marca poca densitat i el vermell punts calents amb moltes parcel·les afectades, o graus d'afectació elevats. La idea és crear diversos mapes en funció dels diferents factors analitzats tenint en compte el nombre les parcel·les afectades.



Enquesta mapa taca bacteriana

Recollida de dades d'afectació de taca bacteriana per tal de generar un mapa de risc de taca bacteriana

jordi.cabrefiga@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

Nom de la finca

Tu respuesta



Figura 22. Formulari Google forms i QR d'accès al formulari d'afectació taca bacteriana.

4.2. Avaluació de la sensibilitat de diferents varietats

Es va realitzar l'avaluació de la susceptibilitat en plançons d'ametller d'un any de les principals varietats comercials i algunes de les seleccions avançades del programa de millora de l'IRTA. Aquesta activitat es va realitzar conjuntament amb l'entitat viverista (Vivers Viladegut) que va facilitar 10 plançons de cada varietat comercial. En total es van avaluar 13 varietats comercials d'ametller, 9 seleccions avançades del programa de millora de l'IRTA i 4 portaempelts (Taula 9). Tot el material es va avaluar contra la soca XAP33 de XANTPR, i només 8 varietats comercials i les 9 seleccions es van avaluar també per la soca XAP173. Les dues soques de XANTPR van ser cedides pel Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). L'assaig es va realitzar en unes instal·lacions de bioseguretat ubicades al FRUIT.CENTRE i on prèviament es va sol·licitar l'autorització corresponent a Sanitat Vegetal del DACC per poder treballar amb XANTPR.

Per a l'assaig es van utilitzar plantes de viver de mida entre 30 a 50 cm d'alçada amb 5-6 fulles joves i en test de 10x10 cm (Figura 23).



Figura 23. Detall de les plantes d'una de les varietats que es van inocular durant l'assaig de susceptibilitat.



Taula 9. Relació de varietats comercials, seleccions avançades i portaempelts avaluats per la susceptibilitat a la taca bacteriana l'any 2022.

NOM	TIPUS	SOCA XANTPR AVALUADA
Guara	Varietats	XAP33, XAP173
Belona	Varietats	XAP33, XAP173
Avijor	Varietats	XAP33, XAP173
Llangueta	Varietats	XAP33
Ferraduel	Varietats	XAP33
Marinada	Varietats	XAP33, XAP173
Mardia	Varietats	XAP33, XAP173
Constantí	Varietats	XAP33
Masbovera	Varietats	XAP33
Vialfas	Varietats	XAP33, XAP173
Makako	Varietats	XAP33, XAP173
Soleta	Varietats	XAP33, XAP173
Ferragnes	Varietats	XAP33
35-164	Seleccions	XAP33, XAP173
29-148	Seleccions	XAP33, XAP173
37-19	Seleccions	XAP33, XAP173
41-208	Seleccions	XAP33, XAP173
41-893	Seleccions	XAP33, XAP173
13-531	Seleccions	XAP33, XAP173
30-297	Seleccions	XAP33, XAP173
38-2	Seleccions	XAP33, XAP173
41-1592	Seleccions	XAP33, XAP173
P. zabulica	Portaempelts	XAP33
P. fenzliana	Portaempelts	XAP33
A x P. arg	Portaempelts	XAP33
P. persica x P. mira	Portaempelts	XAP33

Per cada varietat i soca es van inocular 10 plantes, amb lo qual es van inocular en total 430 plantes. Per a la preparació de l'inòcul, les dues soques es van cultivar en medi LB durant 48 hores a 25°C. A partir de les plaques es va preparar una suspensió ajustada a 10⁸ unitats formadores de colònia (ufc) per ml mitjançant l'ajust de l'absorbància amb l'espectròmetre i posterior validació amb el recompte en placa (Figura 24).

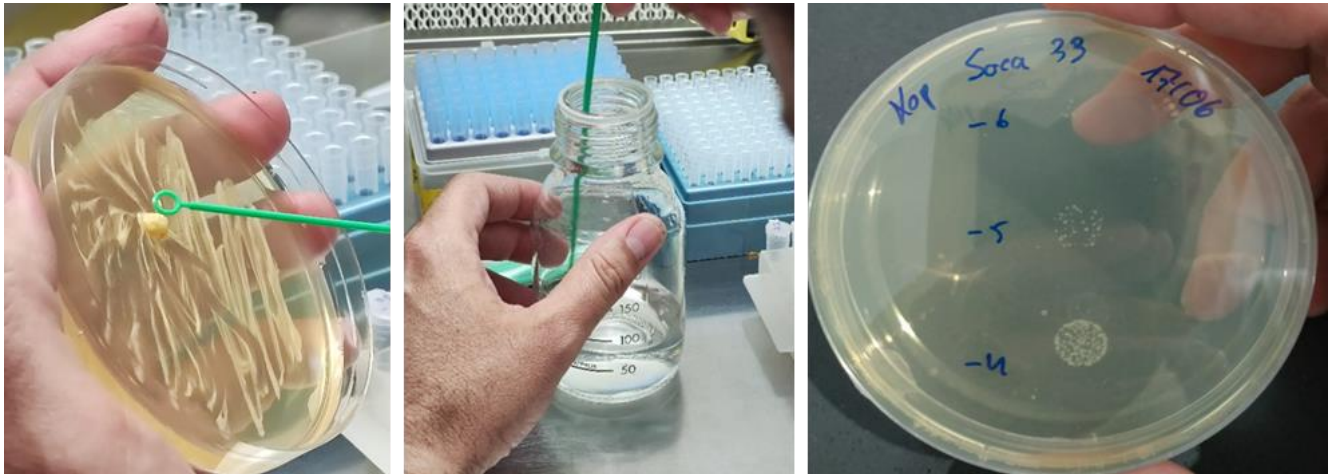


Figura 24. Preparació de la suspensió de la soca CITA33 de XANTPR utilitzada per l'assaig d'avaluació de la sensibilitat varietal i el corresponent recompte en placa per verificar la concentració.

Un cop ajustada la suspensió, es van polvoritzar les plantes amb un aerògraf treballant alta pressió (30 psi) en condicions de seguretat en una sala adaptada, tancada i de fàcil desinfectar al finalitzar l'experiment (Figura 25). Un cop inoculades les plantes es van embossar per mantenir unes condicions d'alta humitat relativa, i es van incubar durant 48 hores a 28°C per afavorir el procés d'infecció (Figura 26). Passades les 48 hores, les plantes es van desembossar i es van mantenir a la mateixa temperatura, amb fotoperíode de 16 hores de llum, i una humitat relativa entre el 40% i el 60%. Es van mantenir en aquestes condicions durant 20 dies moment en el que es va realitzar l'avaluació dels símptomes utilitzant una escala semi-quantitativa basada en la superfície foliar afectada descrita per l'EPPO PP1/137(1) (Figura 27).



Figura 25. Inoculació de les plantes amb la suspensió de XANTPR utilitzant un aerògraf.



Figura 26. Plantes inoculades amb XANTPR i embossades durant 48 hores per afavorir el procés d'infecció.

	Index	Severity (% affected leaf surface)
No symptoms	0	0%
	1	1%
	2	3%
	3	6%
	4	14%
	5	>24%

Figura 27. Escala utilitzada per avaluar el nivell d'afectació per XANTPR en fulles segons la guia EPP0 PP1/137(1).



A partir dels 20 dies ja van aparèixer els símptomes de manera generalitzada. Els símptomes observats van ser molt similars als observats en condicions naturals, consistents en taques necròtiques angulars (*Figura 28*).



Figura 28. Símptomes observats en les fulles de les plantes inoculades amb XANTPR.

A la *Figura 29* i *Figura 30* es mostren els resultats de la severitat de les infeccions per XANTPR obtinguts després de 20 dies de la inoculació en les plantes de les 13 varietats comercials avaluades i de les seleccions i portaempelts, respectivament. La majoria de varietats es van mostra susceptibles a les infeccions amb severitats altes en molts casos, com per Guara, Avijor, Llargueta, Mardia, Constantí, Soleta i Ferragnes, que van mostrar severitat per sobre del 50%. Destacar les varietats Ferraduel, Guara, Marinada i Masbovera que es van mostrar tolerants a les infeccions, amb valors de severitat per sota del 10%. Pel que fa a les seleccions del programa de millora i als portaempelts, tots es van mostrar molt susceptibles a les infeccions de XANTPR, amb severitats per sobre el 50% en tots els casos.

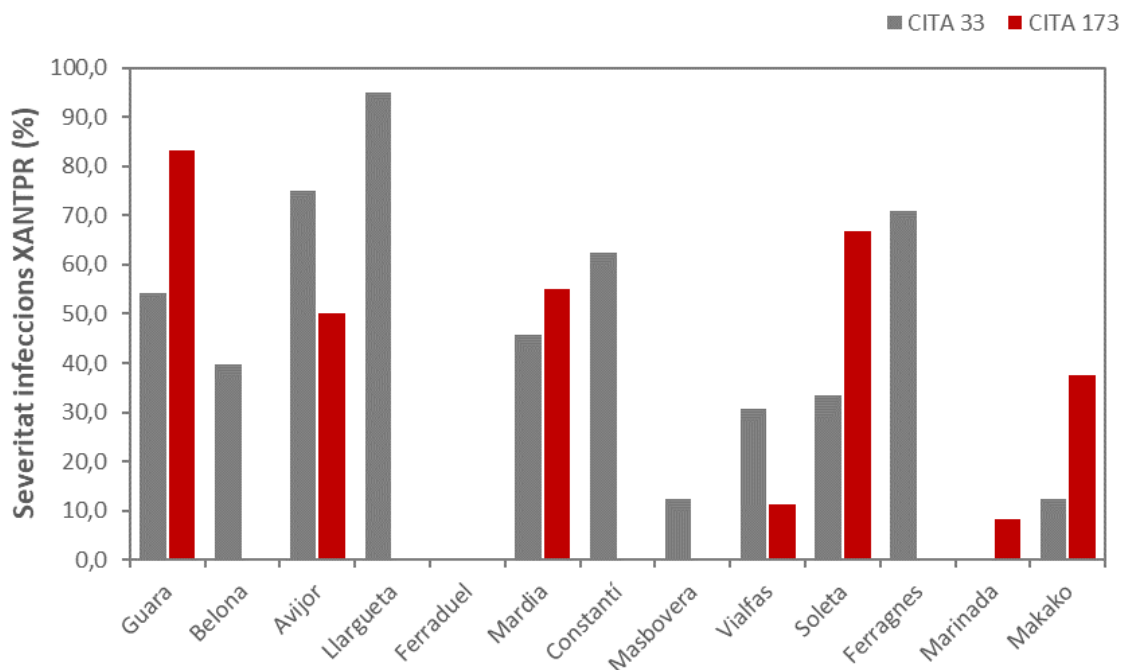


Figura 29. Grau de susceptibilitat de les 13 varietats comercials a les infeccions produïdes per les soques CITA33 i CIT173 de XANTPR.

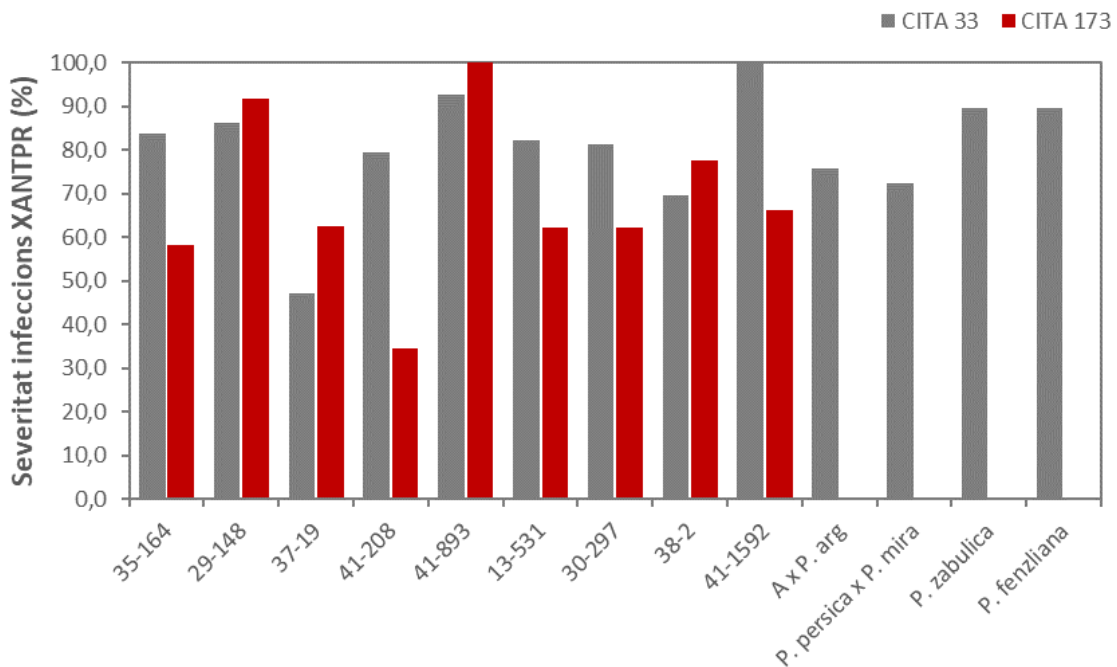


Figura 30. Grau de susceptibilitat de les 9 seleccions IRTA i 4 portaempelts a les infeccions produïdes per les soques CITA33 i CIT173 de XANTPR.

ACTIVITAT 5. Transferència de resultats al sector

En el marc del projecte XAPFREE es considera imprescindible que els agricultors prenguin consciència de les noves pràctiques agronòmiques pel control de la taca bacteriana. És per aquest motiu, que es considera prioritari desenvolupar un pla de comunicació amb jornades de camp i de sala, on es puguin veure in-situ les millores aportades. Per últim, es pretenen recollir els resultats i les bones pràctiques mitjançant una guia de control de motejat que incorpori totes les innovacions que aportin millores a l'estratègia actual. El pla de comunicació contempla actuacions a diversos nivells, amb un intens programa de transferència tecnològica dels resultats obtinguts mitjançant la participació dels membres del grup operatiu.

Pel que fa al seguiment intern del projecte, es va realitzar una reunió d'inici de projecte on tots els membres del Grup Operatiu hi van participar (Lleida, 4 de novembre de 2022).

5.1. Jornades de transferència

En el marc del Grup Operatiu s'han realitzat diverses jornades o comunicacions comentant els resultats dels assajos aprofitant les diferents trobades que es fan amb el sector:

- Jornada setmana fructícola Mollerusa. La taca bacteriana, una amenaça real. 20 d'octubre 2021.
- Curs de tècnic en cultiu d'ametller en bardissa. Identificació de malalties en el cultiu de l'ametller i casos pràctics de recomanacions per controlar-los. Bloc de Sanitat Vegetal. Febrer 2022.
- Jornada PAT. Noves estratègies de control de la taca bacteriana. 10 de febrer de 2022.
- Jornada tècnica JARC. Millores agronòmiques per al cultiu de l'ametller. Malalties emergents. Març 2022.
- REUNIÓ D'ESTUDIS Fruit.Net. Noves estratègies de control de la taca bacteriana. 21 d'abril de 2022.
- Curs d'innovacions tecnològiques al cultiu de l'ametller. Formacions Escoles Agràries. Principals malalties del cultiu de l'ametller. Les Borges Blanques. 30 de juny 2022.



Descripció de la contribució a l'objectiu de l'AEI de potenciar la productivitat i la gestió sostenible dels recursos (d'acord amb l'article 53 del Reglament (UE) núm. 1305/2013 del Parlament Europeu i del Consell de 17 de desembre de 2013)

Aquest projecte engloba principalment tres de les àrees focals objectiu de l'AEI, 2A, 3A, i 4B les quals es descriuen a continuació:

- **4B:** *Millorar la gestió de l'aigua, incloent la gestió dels fertilitzants i dels plaguicides.*
- **2A:** *Millorar els resultats econòmics de totes les explotacions i facilitar la reestructuració i modernització de les mateixes, particularment amb l'objectiu d'incrementar la seva participació i orientació cap al mercat, així com la diversificació.*
- **5D:** *Reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i d'amoníac provinents de l'agricultura.*

Aquest GO pretén reduir els fitosanitaris químics que s'apliquen en la pomera per reduir el clapejat causat per un fong. La primera àrea focal esmentada (4B) seria la principal que s'abordaria en aquest projecte, tot i que també contribuiria de manera moderada en la segona (2A) i tercera (5D). El principal objectiu del GO es millorar la sostenibilitat ambiental a les explotacions agràries, reduint el nombre d'aplicacions químiques i substituint-les per alternatives naturals (4B) que generin uns beneficis econòmics similars als tradicionals augmentant el valor afegit dels productes obtinguts. Per a això, es donarà suport als agricultors per aconseguir productes d'alta qualitat amb prou feines residus i que les explotacions segueixin sent rendibles (2A). A més, es contribuirà a la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle amb la reducció de les aplicacions de fitosanitaris. Això comporta menor contaminació al disminuir la producció per part de la indústria química i l'ús de maquinària necessari per realitzar els tractaments (5D). La innovació i desenvolupament són elements fonamentals per aconseguir aquests objectius i aquest tipus de convocatòries són essencials per donar suport i empènyer el sector agrícola cap a la sostenibilitat sense comprometre la qualitat productiva.

Localitat i data

Alcarràs,

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