

INFORME:	Memòria tècnica
PROJECTE:	Projecte de recerca aplicada en matèria de producció agroalimentària ecològica
TÍTOL:	Millora en el control del motejat en Producció Ecològica mitjançant el maneig de l'inòcul hivernal i el tractament amb nous productes estimuladors de defenses.
PERIODE:	2020-2021

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)

Mas Badia

E-17134 La Tallada d'Empordà (Girona)

Tel. 93 467 40 40 Extensió 2456

irta@irta.cat, www.irta.cat

**MILLORA EN EL CONTROL DEL MOTEJAT EN PRODUCCIÓ ECOLÒGICA MITJANÇANT EL MANEIG DE
L'INÒCUL HIVERNAL I EL TRACTAMENT AMB NOUS PRODUCTES ESTIMULADORS DE DEFENSES**

Memòria tècnica

Data: 28 / octubre / 2021

ACTIVITAT DE RECERCA FINANÇADA PER:

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



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

AUTORS:

- Jordi Cabrefiga Olamendi
- Pere Vilardell Coderch

INDEX

INDEX	4
Resum.....	5
Introducció	5
Objectius	6
Tasca 1. Gestió de l'inòcul hivernal.	7
1.1. Assaig eliminació de l'eliminació de les fulles	7
1.2. Assaig tractament de les fulles.....	9
Tasca 2. Control fitosanitari del motejat amb productes compatibles en producció ecològica.	10
2.1. Assaig eficàcia de productes	10
2.2. Assaig eficàcia de reforç de la laminarina	13
Conclusions.....	14

Resum

Una de les problemàtiques més importants en producció ecològica de pomera a la zona de Girona és el motejat. Aquesta malaltia té una alta incidència econòmica i és un dels punts crítics que condicionen la viabilitat del cultiu de la poma en producció ecològica. És per aquest motiu que a la zona de Girona, el control del motejat concentra més del 80% dels tractaments fitosanitaris. En aquest context, actuacions que vagin encaminades a reduir la incidència del motejat poden ser crucials. Aquest projecte pretén avaluar l'efecte de l'eliminació de l'inòcul d'hivern, consistent en el tractament o l'eliminació de les fulles, i del tractament amb estimuladors de defensa de les plantes en la millora del control del motejat. L'activitat s'iniciaria al novembre amb les actuacions per l'eliminació o reducció de l'inòcul. A partir del març s'iniciaria el període d'infeccions i els conseqüents tractaments amb les diferents estratègies, que s'allargarien fins a finals de maig. Paral·lelament es faria el seguiment de l'avaluació de les infeccions i de la presència d'espores de motejat. La actuació es realitzaria en una plantació jove de la varietat Golden en producció ecològica i amb alta incidència de motejat. La fina està ubicada a Fonolleres i té una extensió d'aproximadament 2 hectàrees.

Introducció

El motejat de la pomera és degut al fong ascomicet *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. i a la seva forma anamòrfica *Spilocaea pomi* Fr. Aquesta malaltia és la més important en pomera i suposa un nivell de pèrdues de producció en funció de les condicions climàtiques però que pot oscil·lar entre l'1 i el 10% tot i que en alguns casos les pèrdues poden superar el 80% de la collita, com ha estat el cas en moltes finques aquest 2020. Aquestes pèrdues es poden produir tot i l'ús de fungicides tant en sistemes de producció estàndard com en producció ecològica. El control d'aquesta malaltia és un dels principals factors que limiten el pas de producció fructícola convencional a un sistema de producció sota Normativa Ecològica. Pel control eficient d'aquest fong és essencial conèixer la seva biologia. El cicle biològic del fong es caracteritza per dues fases. La sexual deguda a *V. inaequalis* té lloc a l'hivern en les restes de les fulles afectades al final del cicle del cultiu anterior. Sobre aquest material es desenvolupen els òrgans de fructificació, pseudotecis, a l'interior dels quals evolucionen les ascòspores. A finals d'hivern els pseudotecis estan madurs i per efecte de l'absorció d'aigua de pluja alliberen les ascòspores que es projecten sobre les fulles i fruits en formació. El període d'emissió d'ascòspores s'inicia a principis del mes de març i finalitza a finals de maig a la nostra zona geogràfica. Les espores necessiten temperatures entre 15 a 24 °C en períodes de humectació continua de 8 a 12 hores per infectar material susceptible. Passat un període d'incubació variable entre 10 i 20 dies, apareixen les primeres lesions a les fulles i als fruits i la formació de conidis que al ser dispersats pel vent i la pluja provoquen les infeccions secundàries, quan les condicions són favorables, durant el resta de la primavera i fins la collita. La majoria de les varietats estàndard de pomera són sensibles a la malaltia. Si bé la resistència natural a motejat és un aspecte especialment important en producció ecològica i, actualment, al món hi ha més de 200 varietats resistents (Sansavini *et al.*, 2004), la presència de plantacions de varietats resistent és encara molt baixa. Això s'explica perquè per un costat es desconeix el seu comportament agronòmic, i per l'altre perquè els

fruits tenen un aspecte diferent a les varietats estàndard i no es coneix el grau d'acceptació dels consumidors. Els darrers anys l'IRTA ha avaluat més de 35 noves varietats de pomera d'aquest grup tant pel que fa al comportament agronòmic com al grau d'acceptació per part del consumidor (Iglesias *et al.*, 2009). Quan no es disposa de varietats resistents, i donada la baixa disponibilitat de productes d'acció fungicida efectius, el control de la malaltia es basa en evitar que les infeccions primàries evolucionin. Actualment es disposa de nombrosos estudis sobre la epidemiologia de la malaltia i de models predictius del risc que es produeixin infeccions i per determinar la necessitat de tractament. Un dels models més emprats a Europa és el model RIMpro que prediu l'evolució de l'inòcul primari i l'emissió de les ascòspores, juntament amb la taula de Mills que estableix les condicions ambientals de risc que les infeccions prosperin.

L'eficàcia en el control del motejat s'ha vist que pot incrementar-se notablement si s'apliquen els tractaments fitosanitaris en el moment idoni, sent per tant crític la determinació d'aquest moment. Tanmateix també és molt important reduir el nivell d'inòcul per augmentar l'eficàcia dels tractaments. Així doncs, la producció fructícola sota normativa PAE necessita eines que permetin no només tenir informació sobre productes eficaços de control de malalties sinó també d'estratègies d'aplicació que optimitzin l'eficàcia d'aquests productes així com tècniques agronòmiques, com seria la gestió de l'inòcul hivernal, per tal de reduir l'inòcul. En aquest sentit aquest projecte pretén innovar i aportar informació que sigui útil en el maneig ecològic de la pomera.

Objectius

L'objectiu principal de l'estudi és reduir la incidència del motejat en plantacions de pomera en producció ecològica. Per altra banda, els objectius secundaris són la reducció del nombre de tractaments mitjançant la reducció de l'inòcul hivernal, així com l'estudi de la viabilitat de productes amb molt baix impacte ambiental i amb capacitat de induir les defenses de les plantes, com seria la laminarina. Amb la reducció del nombre de tractaments es busca augmentar la sostenibilitat del cultiu a nivell econòmic però també la reducció de l'impacte medioambiental tant a nivell de la quantitat de fitosanitaris utilitzats com del combustible consumit a l'hora de fer les aplicacions.

Els objectius específics del present projecte són:

- 1) Avaluar l'efecte del maneig de l'inòcul hivernal en el control del motejat
- 2) Avaluar l'eficàcia de la laminarina en el control del motejat

Tasca 1. Gestió de l'inòcul hivernal.

1.1. Assaig eliminació de l'eliminació de les fulles

Es van realitzar dos assajos per avaluar diferents estratègies per inactivar l'inòcul primari de motejat. En un primer assaig es va avaluar l'efecte de l'aspiració de les fulles sobre el nivell de motejat en fulles i fruits. Per aquest motiu, en una de les parcel·les es van eliminar les fulles mitjançant l'escombrat i aspiració de les fulles, mentre que a l'altra parcel·la no es va realitzar cap gestió de l'inòcul (*Figura 1*). Aquesta actuació es va realitzar un cop caiguda la fulla, concretament el 10 de febrer. Cada una de les parcel·les va consistir en 4 files de 140 m², i per tant un total de 525 m² per parcel·la. Dins de cada parcel·la es van distribuir aleatòriament 4 blocs de 10 arbres per cada estratègia.



Figura 1. Parcel·la control on no es va realitzar cap gestió de les fulles (esquerra), i parcel·la on es van aspirar les fulles (dreta).

En aquest primer assaig, es va avaluar l'efecte de control sobre el motejat tant a nivell dels símptomes desenvolupats en fulles i fruits com a nivell de la quantitat d'inòcul present en cada una de les parcel·les d'assaig. En quant als símptomes, per cada parcel·la elemental es van avaluar 20 brots a l'atzar i 10 fulles per brot (10 per costat), classificant les fulles segons un índex relatiu d'infecció (*Taula 1*). Paral·lelament es van avaluar 100 fruits (50 per cada costat) i es van classificar segons un índex relatiu d'infecció (*Taula 2*). Es van realitzar 3 avaluacions, aproximadament 1 cada mes.

Taula 1. Índexs de severitat de motejat en fulles en funció del percentatge de superfície afectada en el conjunt de fulles del brot.

Índex	Severitat (Àrea afectada en percentatge)
0	0
1	<10
2	10-50
3	>50

Taula 2. Índexs de severitat de motejat en fruits en funció del nombre de lesions per fruit.

Índex	Severitat (nº de lesions)
0	0
1	1
2	2-3
3	>3

En aquest assaig també es va fer el seguiment de l'alliberació d'espores. Pel seguiment de les espores es van disposar dispositius fixes de captura d'espores consistents en porta-objectes impregnats d'adhesiu fixats en un tutor. Es van instal·lar 3 dispositius per parcel·la elemental, i per tant es van obtenir les dades de 12 porta-objectes per estratègia. Els canvis de porta-objectes es van realitzar cada 10 dies, i es van iniciar del març fins a finals de maig. El recompte d'espores es va realitzar mitjançant microscòpia òptica.

En quant als resultats, es va observar que a la parcel·la on es van aspirar les fulles, el nivell de dany per motejat va ser menor (*Figura 2*), observant-se una reducció significativa tant de la incidència com de la severitat de les infeccions en fulles i fruits. La reducció de danys va ser del 47% en el cas de les fulles i del 85% en el cas dels fruits.

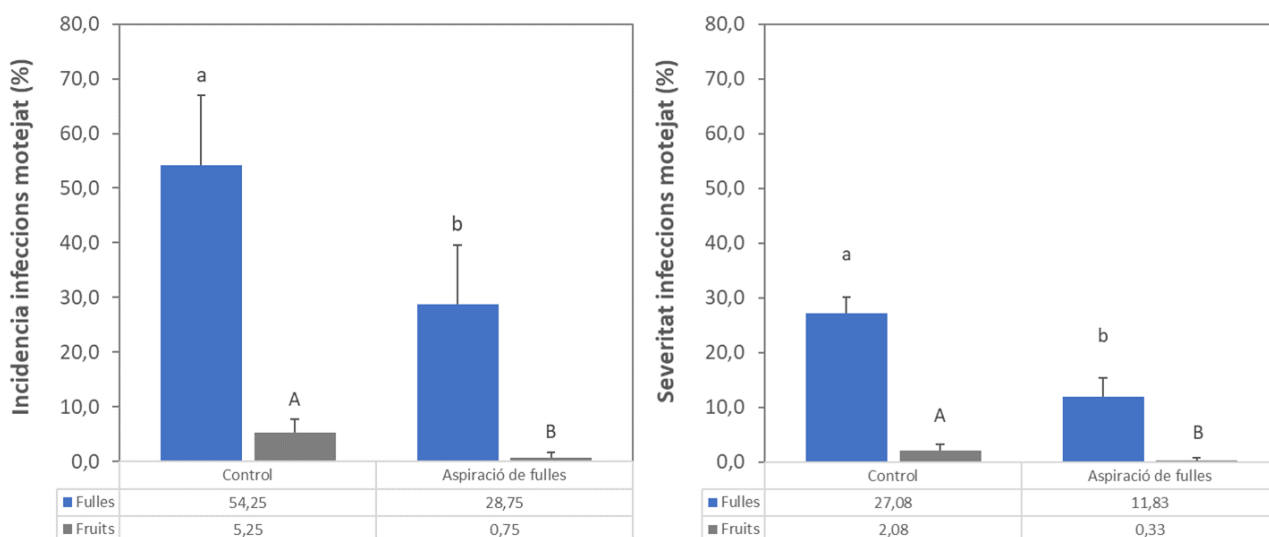


Figura 2. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en la parcel·la control i en la parcel·la on es van aspirar les fulles. Lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives.

El seguiment de les espores no va anar bé, perquè el sistema utilitzat no va ser prou eficient en capturar les espores alliberades i no es va poder fer un seguiment acurat de les espores. Segurament caldria buscar alternatives basades en sistemes que aspirin aire per tal d'incrementar el volum d'aire analitzat i per tant també el nombre d'espores capturades.

1.2. Assaig tractament de les fulles

En un segon assaig, es va avaluar l'efecte del tractament de les fulles caigudes amb *Trichoderma* (T34) en comparació amb un control on no es va fer cap tipus de tractament de les fulles (*Figura 3*). El tractament es va realitzar l'11 de març. El disseny de l'assaig va ser similar a l'anterior assaig, amb parcel·les de 4 files d'uns 140 m² i amb 4 blocs de 10 arbres distribuïts aleatòriament.



Figura 3. Parcel·la control on no es va realitzar cap gestió de les fulles (esquerra), i parcel·la on es va aplicar *Trichoderma* (dreta).

En aquest assaig, només es va avaluar l'efecte de control sobre el motejat a nivell dels símptomes desenvolupats en fulles i fruits seguint el mateix procediment descrit amb anterioritat. En aquest cas, no es van observar diferències significatives entre el control i el tractament amb *Trichoderma* (*Figura 4*), indicant que la *Trichoderma* no va fer cap efecte sobre l'inòcul de motejat en el moment en què es va aplicar. L'estratègia basada en el tractament de les fulles caigudes amb *Trichoderma* no ha tingut cap efecte, possiblement perquè el moment d'aplicació no ha estat l'apropiat, donat que aquest tractament ha donat bons resultats en el control d'altres malalties de fruiters com l'estemfiliosi de la perera o l'alternariosis de la pomera.

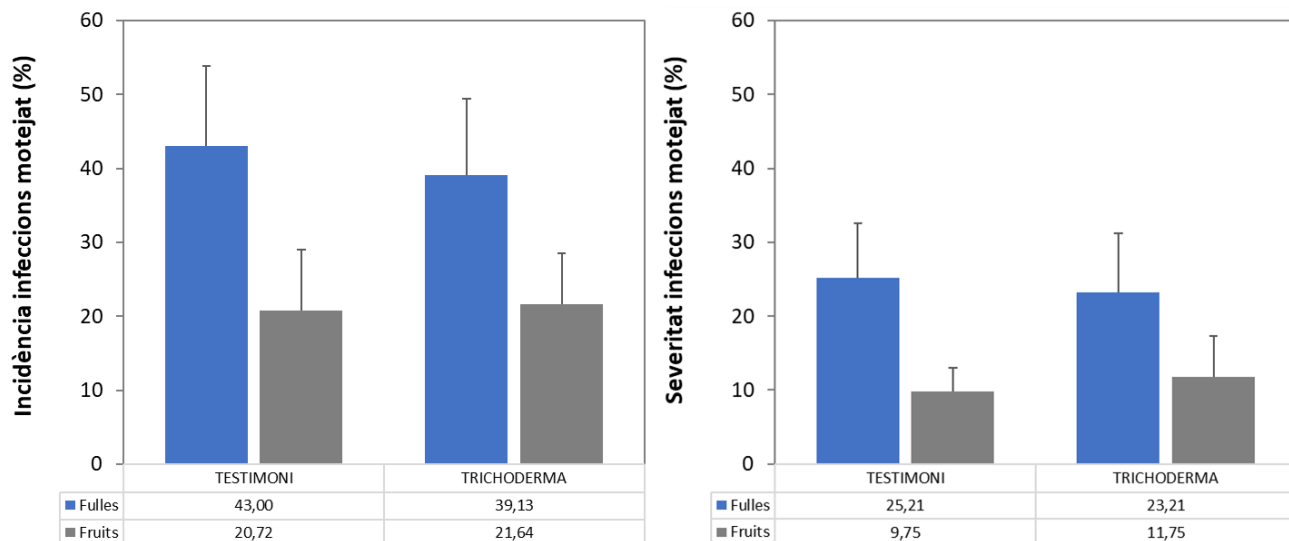


Figura 4. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en la parcel·la control i en la parcel·la on es van aspirar les fulles. Lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives.

Tasca 2. Control fitosanitari del motejat amb productes compatibles en producció ecològica.

En aquesta tasca es va abordar el control del motejat amb tractaments fitosanitaris. Es van realitzar 2 assaigs. En un primer es va avaluar l'eficàcia de l'aplicació preventiva de diferents productes ecològics seguint la previsió de risc d'infecció donat pel model RIMpro. En el segon assaig l'estratègia va consistir en complementar els tractaments de polisulfur de calci aplicats segons el model RIMpro amb l'aplicació de laminarina per cobrir el període de màxim risc.

2.1. Assaig eficàcia de productes

En aquest assaig es van realitzar els tractaments preventius amb 4 productes diferents (*Taula 3*), incloent un producte de referència, en aquest cas el polisulfur de calci, 2 estimuladors de defensa i un agent de biocontrol. Les 4 estratègies es van comparar amb un control no tractat. Els tractaments es van realitzar seguint els avisos de risc d'infecció emesos per Sanitat Vegetal i que estan suportats pel model RIMpro (*Figura 5*). Els tractaments es van iniciar a partir de l'estadi fenològic C-C3 (borró inflat) i van finalitzar quan es van acabar les infeccions primàries, concretament a principis de juny. El disseny experimental va consistir en blocs 4 blocs de 7 arbres per estratègia, distribuïts aleatòriament en 2 files de pomeres. Es van realitzar 9 tractaments mitjançant una motxilla atomitzadora SITHL S450, i les aplicacions es van fer preventivament just abans d'un episodi de risc d'infeccions.

Taula 3. Relació de les estratègies avaluades

Tesi		Producte (dosi)	Condicions
1	Control	Sense tractaments	Les aplicacions es van realitzar de forma preventiva per cobrir les infeccions primàries predites pel model RIMpro. Es van realitzar 9 tractaments segons les condicions meteorològiques. Els tractaments es van realitzar amb atomitzador STIHL d'esquena amb règim ajustat a 1000 L / ha.
2	Polisulfur de calci	CURATIO (12 L/ha)	
3	Extracte vegetal	GWN-10320 (3 L/ha)	
4	Laminarina	VACCIPLANT (1 L/ha)	
3	<i>Bacillus subtilis</i>	AMYLO-X (2 kg/ha)	

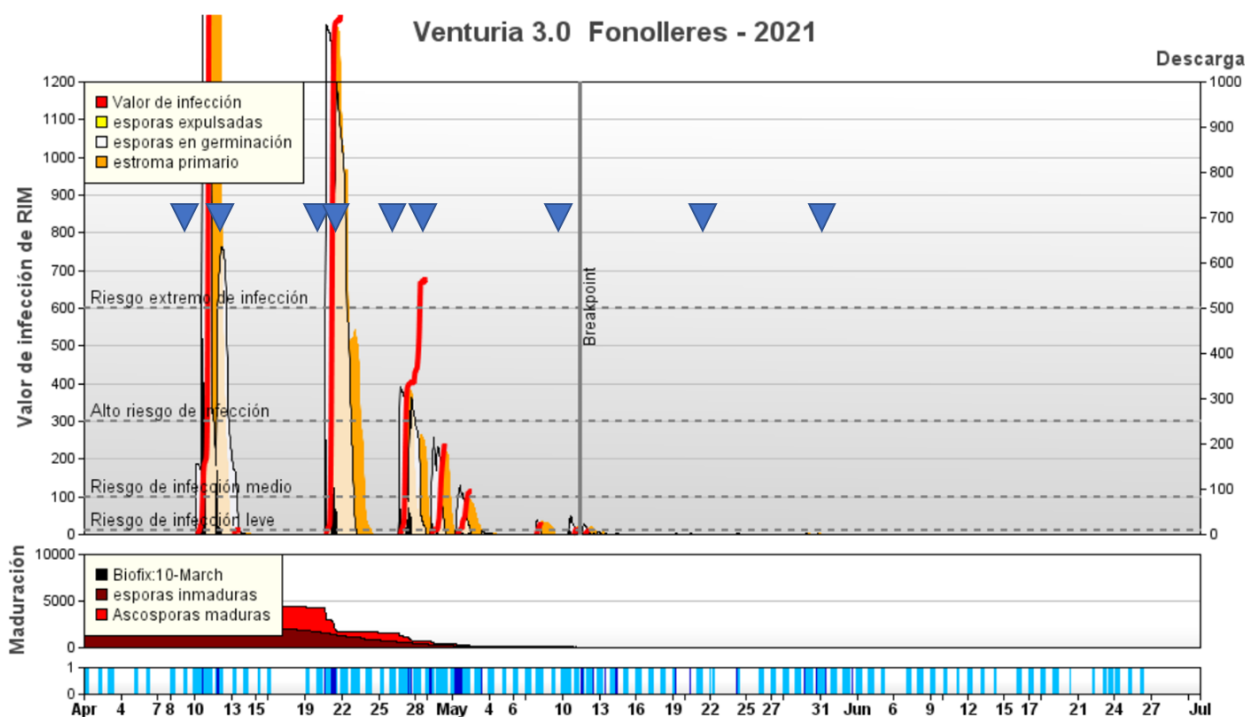


Figura 5. Sortida del model RIMpro que indica els períodes de risc indicats amb les línies vermelles, com més alta la línia més és el risc de la infecció. Indicats amb fletxes les tractaments realitzats.

Com en l'assaig anterior, es va avaluar l'efecte de control sobre el motejat a nivell dels símptomes desenvolupats en fulles i fruits seguint el mateix procediment descrit amb anterioritat. Es van realitzar 3 avaluacions a les dates 20/05/21 (Figura 6), 02/06/21 (Figura 7) i el 05/07/21 (Figura 8). Es va observar el nivell de malaltia va ser bastant elevat, amb valors de incidència i severitat en el control no tractat del voltant del 80% i del 60%, respectivament. El producte que va mostrar més eficàcia va ser el polisulfur de calci, amb una eficàcia pròxima al 45% en la reducció de les infeccions en fruits en la última avaluació. La resta de tractaments van mostrar una eficàcia moderada, essent l'extracte vegetal el que es va mostrar una mica més efectiu. Tot i això, tots els tractaments van reduir significativament les infeccions en fruits i en la majoria de casos també en fulles.

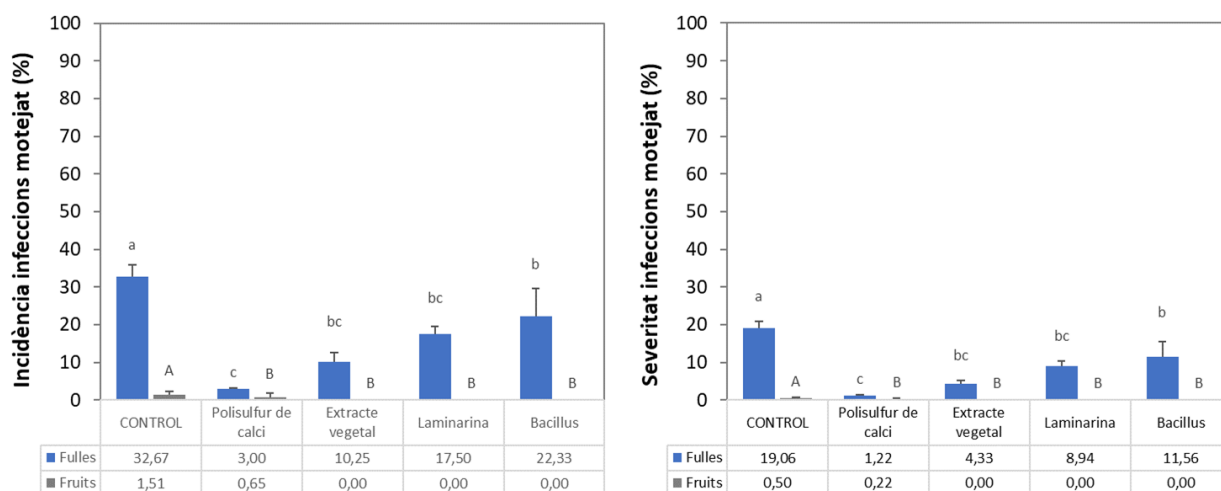


Figura 6. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en el control i en les altres tesis el dia 20/05/21. Lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives.

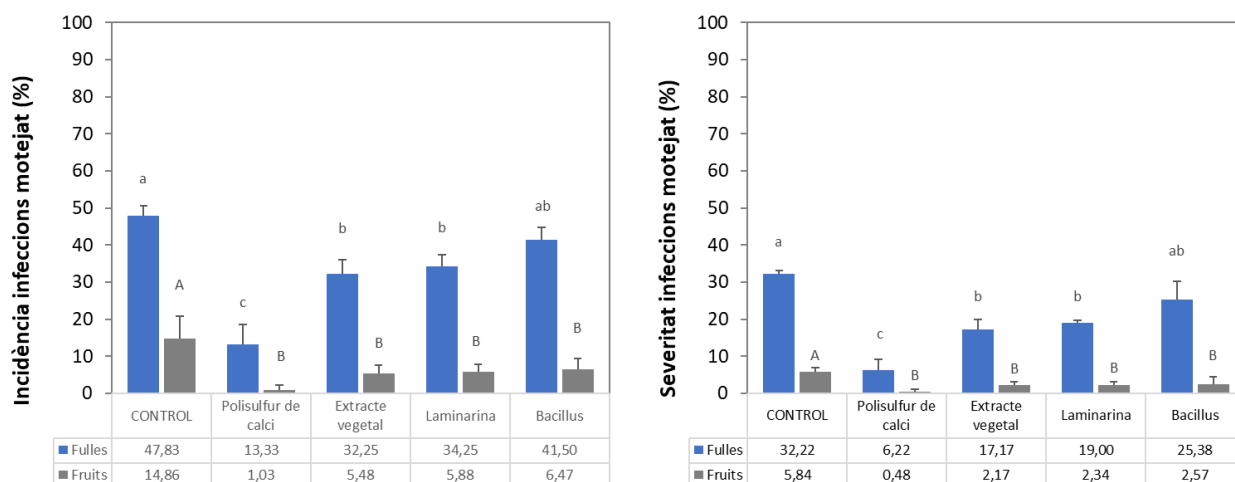


Figura 7. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en el control i en les altres tesis el dia 02/06/21. Lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives.

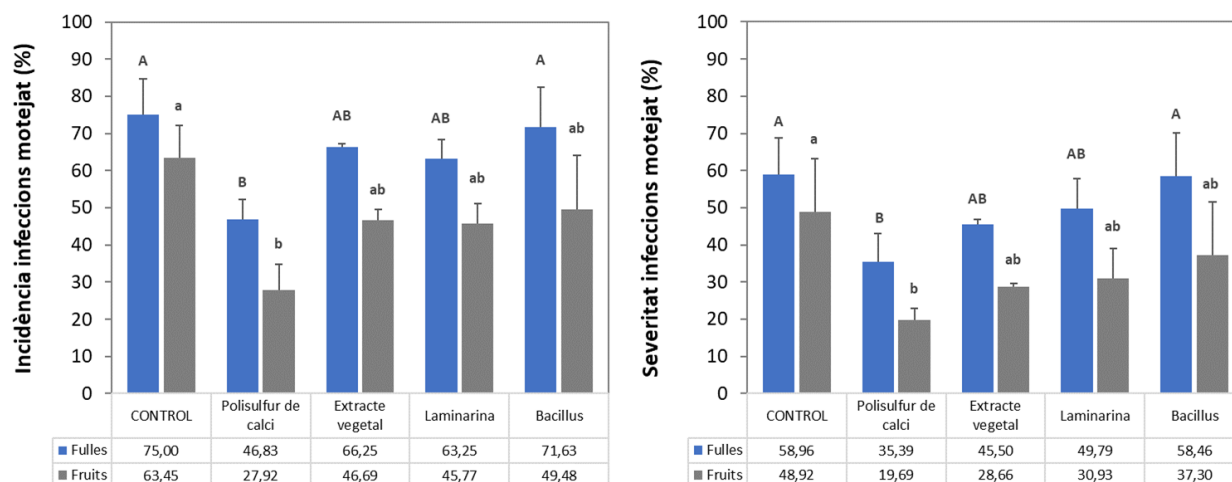


Figura 8. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en el control i en les altres tesis el dia 05/07/21. Lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives.

2.2. Assaig eficàcia de reforç de la laminarina

Aquest segon assaig va consistir en combinar els tractaments estàndards de polisulfur de calci amb l'aplicació de laminarina, un inductor de les defenses de la planta. La laminarina es va aplicar amb una cadència de 10 dies durant el període de màxim risc d'infeccions. Així, durant el període de màxim risc d'infeccions, que es van concentrar en el mes d'abril, es van aplicar els tractaments amb polisulfur de calci quan hi havia risc d'infeccions segons el model RIMpro, però també es van realitzar tractaments de laminarina cada 10 dies independentment del risc d'infeccions de motejat. En total es van realitzar 3 aplicacions amb laminarina. Un cop superat el període de risc es va continuar amb els tractaments estàndard amb polisulfur de calci seguint les indicacions de Sanitat Vegetal. En aquest cas, la parcel·la estàndard va ser tota la parcel·la, mentre que la tesi assajada on es combinaven els tractaments de polisulfur de calci amb la laminarina, va consistir en 4 files de 140 m de llarg, és a dir un 525m². Tant a la parcel·la estàndard com en la parcel·la d'assaig es van senyalar 4 blocs aleatoris de 10 arbres per bloc. Com en els assajos anteriors es va avaluar la incidència i la severitat de les infeccions de motejat tant en fulles com en fruits (Figura 9). Es va observar que l'aplicació de laminarina per estimular les defenses de les pomeres en combinació amb els tractaments amb polisulfur de calci no va suposar una millora en el control del motejat. Pensem que aquesta alternativa té potencial però l'ús d'aquest tipus de productes no és senzill perquè el moment d'aplicació és crític. En aquest sentit caldria realitzar més assajos per tal d'ajustar el moment òptim d'aquestes aplicacions per tal que la planta estigui estimulada quan arribin les infeccions primàries de motejat.

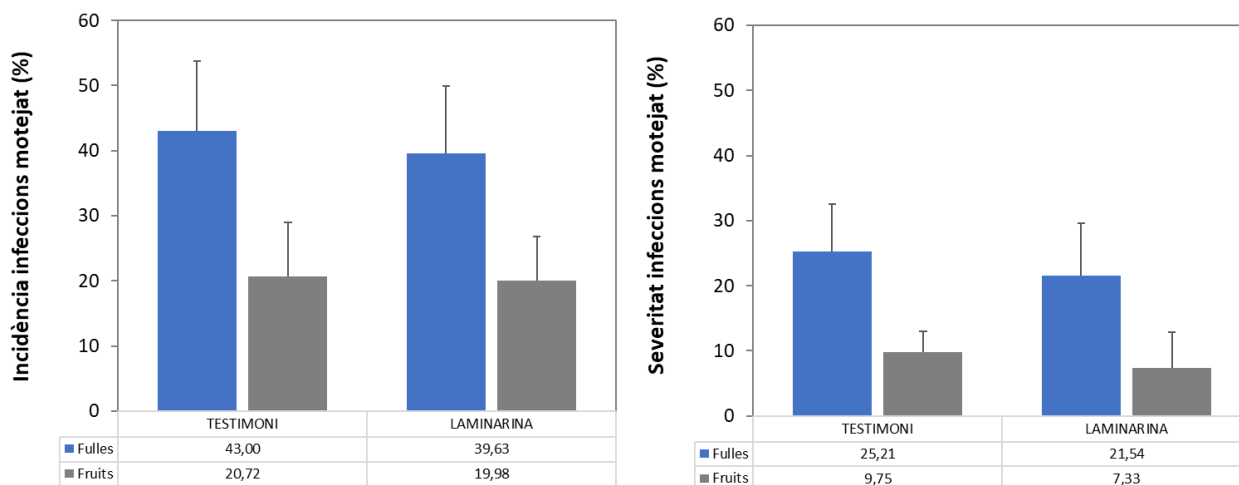


Figura 9. Incidència (esquerra) i severitat (dreta) de les infeccions en fulles i fruits, en el testimoni on es va aplicar polisulfur de calci i en l'assaig on es van reforçar els tractaments de polisulfur de calci amb laminarina. Les dades es corresponen a l'avaluació del dia 06/07/21.

Conclusions

A partir resultats obtinguts en els diferents assaigs, podem concloure el següent:

- (1) L'eliminació de fulles a l'hivern és una estratègia molt eficaç per la reducció de la incidència de motejat.
- (2) El tractament de les fulles caigudes a l'hivern amb *Trichoderma* no ha millorat el control del motejat.
- (3) Només el tractament basat en l'aplicació del polisulfur de calci de manera preventiva ha mostrat una eficàcia elevada en el control del motejat.
- (4) Els tractaments basats en estimulants de les defenses han mostrat eficàcia moderada.
- (5) L'aplicació de laminarina per reforçar els tractaments amb polisulfur de calci no han millorat l'eficàcia.