

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2019 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

FOCUS AREA 4B DGR N. 1098 DEL 01 LUGLIO 2019

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO **5150379** DOMANDA DI PAGAMENTO **5700700**

FOCUS AREA: 4B

Titolo Piano	Maculatura bruna del pero: approfondimenti su agenti causali, tecniche innovative di prevenzione e contenimento alla luce dei cambiamenti climatici - MAC
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Associazione "O.I. Pera". Sede: Via Bela Bartok, 29G - 44124 – Ferrara (FE).
Elenco partner del Gruppo Operativo	O.I.Pera (Capofila) RI.NOVA (ex CRPV) (PE) UNIBO (PE) ASTRA INNOVAZIONE E SVILUPPO (PE) OROGEL (PE) CAP RA (PE) IRECOOP Emilia-Romagna (PE) Az. Agr. Govoni Pierluigi (PE) Az. Agr. Baldini Franco (PA) Az. Agr. Cera Roberto (PA) Az. Agr. Corradini David (PA) Soc. Coop. Lo Stradello (PA)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	30
Data inizio attività	01 Febbraio 2020
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	27 Ottobre 2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	01 Febbraio 2020	Al 27 Ottobre 2023
Data rilascio relazione	30 novembre 2023	

Autore della relazione	Maria Grazia Tommasini		
telefono		e-mail	mgtommasini@rinova.eu

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

Il Gruppo Operativo ha dato avvio alle attività previste nel piano a partire dal 1 febbraio 2020. Tutte le attività sono state realizzate seguendo i protocolli presentati nel piano, e conseguentemente anche le spese previste sono state eseguite. In particolare, è già stata rendicontata l'attività svolta nel periodo 1 febbraio 2020 – 30 giugno 2022 nell'ambito della rendicontazione intermedia presentata a fine luglio 2022, successivamente approvata dopo verifica della Regione Emilia Romagna (E.R.), mentre le attività svolte nel restante periodo 1 aprile 2021 – 25 gennaio 2023 sono unitamente presentate in questo rendiconto tecnico.

In sintesi:

- l'azione 1 è stata realizzata come previsto seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel piano.
- Non era prevista, e non è stata svolta alcuna attività nell'Azione 2.
- L'intera azione 3 è stata realizzata completamente conformemente con quanto previsto nel Piano (di seguito anche denominato anche Progetto). Ciò detto sono state apportate alcune modifiche minori di carattere tecnico che non hanno modificato né gli obiettivi, né i costi del progetto. In generale tutte le prove svolte nell'azione 3 hanno fornito risultati molto funzionali a fornire innovazioni e risposte importanti per la gestione operativa in campo della problematica legata alla maculatura del pero, sia per i partecipanti al GOI che a tutto il territorio regionale e non, grazie alla estesa condivisione degli stessi operata con le numerose azioni di divulgazione svolte.
- L'azione 4 sulla divulgazione è stata attivata sin dalle prime fasi progetto ed è stata particolarmente ricca di eventi ed ha visto sviluppare dal GO diverse iniziative che hanno incluso sia visite in campo che incontri tecnici, campus cloud e altri strumenti di informazione. RINOVA ha messo a disposizione del Gruppo Operativo il proprio Portale Internet, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano fossero facilmente fruibili dall'utenza. Il personale di RINOVA si è inoltre fatto carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla Rete PEI-Agri.
- L'azione 5 sulla formazione è stata svolta conformemente a quanto previsto.

Il Gruppo Operativo ha dato avvio alle attività complessivamente previste nel piano a partire dal 1 febbraio 2020 al fine di poter procedere con le diverse attività e prove sin dalla campagna agraria 2020 e sono state completate entro l'estate 2022 a cui è seguita una fase conclusiva legata al completamento della fase di Formazione, alla realizzazione della relazione tecnica e rendicontazione completata il 25 novembre 2023.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività reale	Mese termine attività previsto	Mese termine attività reale
1	RI.NOVA soc. coop	Cooperazione	1	1	30	44
3	O.I. Pera RI.NOVA soc. coop ASTRA Consorzio Agraria di Ravenna UNIBO RI.NOVA soc. coop Orogel soc. coop. Az. agr. Govoni Pierluigi	Azioni specifiche	1	1	26	36
4	RI.NOVA soc. coop	Divulgazione	3	4	30	36
5	IRECOOP	Formazione	10	24	30	44

AZIONE 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

OI PERA, nel suo ruolo di mandatario, ha mantenuto la funzione di coordinamento generale, demandando, in accordo con gli altri Partner, a RI.NOVA (ex CRPV) la funzione di coordinamento organizzativo per garantire il funzionamento tecnico e amministrativo del Gruppo Operativo (GO). RI.NOVA ha quindi avuto il compito di pianificare le attività previste nel Piano mettendo in atto tutte le iniziative necessarie alla realizzazione e al conseguimento dei risultati previsti. Per fare questo si è avvalso di proprio personale tecnico, amministrativo e di segreteria qualificato e dotato di esperienza pluriennale nel coordinamento tecnico-organizzativo di progetti di ricerca, sperimentazione e divulgazione a vari livelli, nonché nella gestione di comitati tecnici e gruppi di lavoro riguardanti i principali comparti produttivi. In particolare M.Grazia Tommasini ha svolto il ruolo di Responsabile del Progetto (RP).

Attivazione del Gruppo Operativo

La fase di attivazione del GO ha riguardato sia gli aspetti formali e amministrativi, sia il consolidamento degli obiettivi con l'intero gruppo di referenti coinvolti a vario titolo nel Piano.

In merito agli aspetti formali, con particolare riferimento alle attività del Piano e ai relativi costi ammessi, RI.NOVA, unitamente al Responsabile Scientifico (RS) e ai Responsabili dei partner del GO, ha verificato la congruenza dei budget approvati rispetto alle attività da svolgere. Con questo passaggio si è autorizzata l'attivazione del GO, comunicata a tutti i partner tramite e-mail. Inoltre, in questa fase si è proceduto alla costituzione formale del raggruppamento (ATS).

Una volta soddisfatti gli aspetti formali, è stato svolto un incontro del GO (10/04/20) per l'attivazione formale delle azioni del piano alla presenza di tutte le figure coinvolte per ogni partner rispettivamente nelle azioni 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5. A questo incontro ne sono seguiti altri 23 a intervalli anche molto brevi far loro specie nei primi 2,5 anni (7/5/20, 3/6/20, 10/6/20, 29/6/20, 15/7/20, 27/8/20, 24/9/20, 8/10/20, 15/10/20, 30/10/20, 11/12/20, 15/12/20, 15/2/21, 1/3/21, 14/5/21, 28/5/21, 8/6/21, 30/7/21, 8/10/21, 28/10/21, 15/11/21, 3/2/22, 18/2/22), periodo nel caso sono state in generale completate le attività dell'azione 3, a cui hanno seguito numerosi contatti, confronti e scambi sia via mail che telefono fra i partners. Questa organizzazione è stata ritenuta utile per una coesa azione di coordinamento e funzionale anche al trasferimento contemporaneo delle informazioni con il capofila e tutto il settore pericolo regionale, estremamente attento a causa della gravità in campo della problematica oggetto del piano e in attesa di informazioni puntuali in tempo reale.

Tali incontri sono stati altresì funzionali per approfondire la discussione sui singoli aspetti da sviluppare data la cogenza delle attività operative nelle fasi di campo.

In queste sedi, il Responsabile del Progetto (RI.NOVA) e il Responsabile Scientifico (UNIBO) hanno tenuto sempre attenta l'attenzione agli obiettivi del Piano, al fine di avere la più ampia condivisione possibile delle informazioni e impostare le modalità di realizzazione delle azioni d'innovazione.

Costituzione del Comitato di Piano

In occasione della riunione di attivazione si è anche proceduto alla costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO, che è così composto:

- RO-RP, M.Grazia Tommasini (RI.NOVA)
- RS, Marina Collina (UNIBO)
- Rappresentante di OI PERA: Ugo Palara
- Rappresentante di Astra: Michele Preti
- Rappresentante di CAP RA: Luca Fagioli
- Rappresentante di Orogel: Stefano Vergnani
- Rappresentante di Az. agr. Govoni Pierluigi: Govoni Pierluigi
- Rappresentante di Irecoop: Elisa Nanni

OI Pera ha poi istituito con gruppo Tecnico con 5 propri rappresentanti del settore produttivo che sono stati regolarmente coinvolti sia in incontri di progetto che, e soprattutto, in occasione delle numerose iniziative di divulgazione svolte in campo e online.

Gestione del Gruppo Operativo

Dalla data di attivazione del GO, il Responsabile di Progetto ha svolto una serie di attività funzionali a garantire la corretta applicazione di quanto contenuto nel Piano stesso, e in particolare:

- Il monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori;
- La valutazione dei risultati in corso d'opera;

- L'analisi degli scostamenti, comparando i risultati intermedi raggiunti con quelli attesi;
- La definizione delle azioni correttive.

Il Responsabile di Progetto (RP), in stretta collaborazione con il Responsabile Scientifico (RS), si è occupato di pianificare una strategia di controllo circa il buon andamento delle attività del Piano, attraverso un sistema basato sull'individuazione delle fasi decisive, cioè momenti di verifica finalizzate al controllo del corretto stato di avanzamento lavori. Allo stesso modo, il RP e il RS si sono occupati di valutare i risultati/prodotti intermedi ottenuti in ciascuna fase. Tutto ciò agendo in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali di RI.NOVA (v. Autocontrollo e Qualità).

Verifica dei materiali, strumenti e attrezzature impiegate in campo e in laboratorio

A campione, il RP ha verificato la congruenza tra le caratteristiche dei materiali e prodotti impiegati dai partner, rispetto a quanto riportato nel Piano. A tal fine il RP ha eseguito alcune verifiche ispettive presso i partner, in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali del Sistema Gestione Qualità di RI.NOVA.

Preparazione dei documenti per le domande di pagamento

In occasione di questa domanda di pagamento (stralcio), il RP e il RS, insieme a tutti i partner coinvolti, hanno effettuato l'analisi dei risultati ottenuti, nonché l'analisi della loro conformità a quanto previsto dal Piano. In particolare, è stata verificata la completezza della documentazione relativa alle spese affrontate dai singoli soggetti operativi e raccolta la documentazione per la redazione del rendiconto tecnico ed economico.

Altre attività connesse alla gestione del GO

Oltre alle attività descritte in precedenza, RI.NOVA ha svolto una serie di attività di supporto al GO, come le attività di interrelazione con la Regione Emilia-Romagna, l'assistenza tecnico-amministrativa agli altri partner, le richieste di chiarimento.

RI.NOVA si è inoltre occupato dell'aggiornamento della Rete PEI-AGRI in riferimento al Piano, come richiesto dalla Regione, al fine di stimolare l'innovazione, tramite l'apposita modulistica presente sul sito.

Autocontrollo e Qualità

Attraverso le Procedure Gestionali e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, RI.NOVA ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia all'azione di esercizio della cooperazione, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il Piano;
- Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il Piano;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi.

La definizione delle procedure, attraverso le quali il RP ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa di RI.NOVA. In particolare, sono state espletate le attività di seguito riassunte.

Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento del GO si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

Attività di controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti:

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto;
- Visite ai campi sperimentali e ai laboratori coinvolti nella conduzione delle specifiche attività.

Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto.

Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità di RI.NOVA.

Il Sistema Qualità RI.NOVA, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, è monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).

In data 1 luglio 2022 è stata inoltrata una richiesta di **PROROGA di 12 mesi** (a seguito della D.G.R. n. 833 del 23/05/2022) sulla scadenza del progetto in oggetto (posticipando, quindi, la chiusura al 26/10/2023), a causa delle difficoltà nella realizzazione dell'attività di formazione e consulenza, legate in gran parte all'emergenza COVID. La richiesta è stata funzionale anche a completare alcune indagini nell'ambito delle Azioni 3.1 e 3.2 "Indagini bio-epidemiologiche su agente/i causali della maculatura bruna" e "Indagini su meccanismi di azione e efficacia di principi attivi di sintesi e di origine naturale nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria spp*" ed in particolare per poter concludere al meglio l'attività relativa alla quali-quantità del corredo tossigeno di *S. vesicarium* oltre che gli approfondimenti sulle infezioni che causano il sintomo calcicino. La proroga è stata approvata con Determina n. 13486 del 12/07/2022 dalla Regione Emilia Romagna.

Sull'azione 1 sono state sviluppate tutte le attività previste nel piano. Gli obiettivi sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

Cognome e nome		Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	216	27	5.832,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	81	43	3.483,00
	RI.NOVA	Impiegato amm.vo	Supporto amm.vo	12	27	324,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	25	27	675,00
	RI.NOVA	Impiegato amm.vo	Supporto amm.vo	45	27	1.215,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento tecnico	65	43	2.795,00
	RI.NOVA	Impiegato amm.vo	Supporto amm.vo	19	43	817,00
	O.I. PERA	Impiegato amm.vo	Supporto coordinamento	100	27,54	2754,00
					Totale:	17.895,00

TRASFERTE

Cognome e nome	Descrizione	Costo totale
RINOVA	Incontri per coordinamento	77,70
Totale:		77,70

AZIONE 2 – STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO (di mercato, di fattibilità, piani aziendali, etc.)

Non sono previste attività per questa specifica azione.

AZIONE 3 – AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

SOTTO-AZIONE 3.1 – Indagini bio-epidemiologiche su agente/i causali della maculatura bruna

Uar: UNIBO

Attività 3.1.1 – Saggi su frutti staccati in ambiente controllato con *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

FASE 1- Saggi di patogenicità su frutto in ambiente controllato con *Alternaria* spp. (2020-2021).

Questo filone di sperimentazione nasce dall'esigenza di una maggiore comprensione del ruolo di *Alternaria* spp. nel determinare la comparsa del sintomo da maculatura in campo e quindi di indagare la loro effettiva patogenicità o meno. A tal fine sono state impostate prove di inoculazione artificiale su frutti (cv. Abate Fétel) feriti e non in ambiente controllato.

MATERIALI E METODI

I biosaggi sono stati condotti utilizzando in totale 163 popolazioni di *Alternaria* spp. (90 isolate nel 2019, 30 nel 2020 e 43 nel 2021) che sono state inoculate (6 gocce da 20 µL di sospensione conidica/frutto) su frutti feriti e non feriti. I frutti sono stati poi mantenuti in incubazione per 12-15 gg in condizioni termoisometriche ideali per lo sviluppo fungino (23-25°C, UR 100%, fotoperiodo 12/12) nelle celle climatizzate di UNIBO. Il rilievo si è basato sulla valutazione visiva della presenza del sintomo e della severità dello stesso. Inoltre, quando necessari ai fini di ulteriore verifica

dell'agente eziologico, sono stati eseguiti opportuni isolamenti da tessuto, su entrambe le tipologie di frutto (ferito e non).

RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Delle 163 popolazioni di *Alternaria* spp. saggiate, 123 hanno causato sintomi sempre e solo su frutti feriti (Fig. 1). Le altre 40 popolazioni non hanno evidenziato sintomi né su frutto ferito né su non ferito. Le popolazioni di *Alternaria* spp., selezionate casualmente dalle collezioni degli ultimi tre anni e isolate da frutti, sono risultate non patogene in quanto non in grado di infettare frutti non feriti. Di conseguenza si stabilisce il loro ruolo del tutto secondario di *Alternaria* spp. nel causare danni produttivi, assolutamente non paragonabile a quello detenuto da *S. vesicarium* che, grazie alle tossine note da lungo tempo, da saprofita diventa patogeno primario su pero.



Figura 1 – Progressione dei sintomi su pere ferite e inoculate con *Alternaria* spp. Nella parte alta di ciascuna foto il confronto con frutti non feriti (e inoculati) che non hanno mai manifestato sintomi

FASE 2- Da progetto questa fase era stata pensata come propedeutica alla effettuazione di approfondimenti analitici sul corredo tossigeno di *S. vesicarium* e infatti ha previsto saggi su frutti staccati dopo allegazione e prima della raccolta su 10 popolazioni di *S. vesicarium* provenienti da precedenti stagioni vegetative a confronto con popolazioni isolate negli anni di svolgimento del progetto stesso (annate con accresciuta dannosità del patogeno). Tale fase non ha consentito di determinare una effettiva maggiore patogenicità delle popolazioni campionate negli anni più recenti, ciononostante è stato comunque avviato un approfondimento con studi biochimici ed analisi cromatografiche (ricerca di base) svolti all'interno di altro programma di finanziamento viste le sue peculiari caratteristiche. Per completezza d'informazione, si riportano di seguito i principali risultati ottenuti nella seguente Fase 3.

FASE 3- Analisi del corredo tossigeno di *S. vesicarium* (finanziamento diretto OI Pera)

Tale attività di ricerca nasce dall'esigenza di indagare la natura biochimica delle tossine prodotte da *S. vesicarium* ai fini di comprendere se, rispetto alle conoscenze acquisite negli ultimi decenni del '900, il corredo tossigeno quali-quantitativo di *S. vesicarium* sia rimasto lo stesso o se invece sia mutato nel tempo, anche a seguito del cambiamento climatico in atto.

MATERIALI E METODI

La capacità tossigena di diversi ceppi di *S. vesicarium* è stata prima valutata *in vivo* (su frutti e foglie). Conseguentemente, a seguito di saggi di patogenicità positivi. le soluzioni contenenti tossine sono state consegnate al gruppo di ricerca (Terra & Acqua Tech) per la separazione (TLC – Cromatografia su strato sottile) e isolamento delle due tossine principali di *S. vesicarium*.

L'attività ha consentito la messa a punto di un metodo estrattivo e separativo delle tossine a partire dai filtrati da coltura liquida del fungo. Sono stati presi come riferimento i metodi descritti in letteratura (Sing *et al.*, 1999; Sing *et al.*, 2000; Tanahashi *et al.*, 2000) per elaborare un protocollo di estrazione e isolamento delle tossine, adattato alle tecnologie presenti nel laboratorio di ricerca. Una volta validata la metodologia si è proceduto confrontando la quantità relativa delle tossine in 5-6 ceppi differenti di *S. vesicarium*.



Figura 2 - Fasi della preparazione del filtrato di *S. vesicarium* contenente tossine.

Successivamente, i filtrati contenenti tossine sono stati inoculati sul tessuto vegetale (pere staccate allo stadio di maturazione) per verificarne la capacità patogenica.



Figura 3 - Saggi di patogenicità del filtrato di *S. vesicarium* contenente tossine su frutti e foglie in condizioni controllate

Contestualmente, alcune gocce del filtrato sono state inoculate su piastre di PDA e l'assenza di crescita fungina è stata accertata. Ciò ha confermato l'assenza di propaguli e spore di *S. vesicarium* nei filtrati tossigeni. La presenza di danni sui frutti inoculati è pertanto stata attribuita unicamente alla presenza di tossine nei filtrati.

RISULTATI

Sono state identificate e verificate le tossine di *S. vesicarium*. Sembra essere presente un complesso tossigeno non riportato in bibliografia (Fig 4).

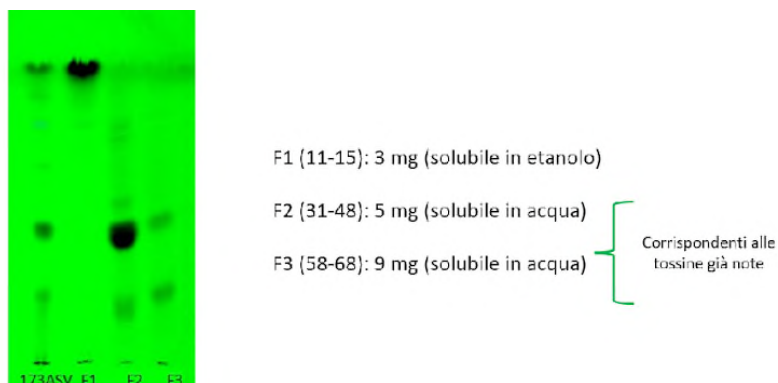


Figura 4 - Separazione delle tossine su TLC e loro identificazione

Al contrario di quanto atteso, F1 è risultata attiva, mentre le altre 2 frazioni F2 e F3 hanno mostrato scarsa attività quando verificate su tessuto fogliare da parte di UNIBO. UNIFE ha in seguito verificato altre metodologie di estrazione e la frazione definita “F1” nell’estrazione tramite resine non era rintracciabile con altri metodi. Indagini successive hanno permesso di definire che le molecole presenti nella frazione F1 venivano principalmente rilasciate dalla resina stessa e non dal fungo ma evidentemente contenevano composti tossici per il materiale fogliare. E’ stata quindi abbandonata la tecnica con resine (XAD-2) a favore di altre tecniche. Con queste sono state evidenziate nell’analisi un numero maggiore di frazioni rispetto al primo metodo. Oltre alle F2 e F3, sono state identificate frazioni denominate F4, F5 e F6, valutate come putativamente contenenti molecole di interesse nel giustificare la tossicità del fungo (vedi Fase 4). Tutte le frazioni hanno determinato necrosi, di maggiore o minore intensità, sulle foglie nelle prove *in vivo* presso UNIBO.

Le frazioni sono state successivamente separate su colonna cromatografica e analizzate in TLC e spettroscopia di risonanza magnetica, per cercare di individuarne la struttura. Attualmente l’unica molecola ottenuta in frazione molto pura è la frazione F2 (figura 5). Tutte le altre molecole isolate non sono state ancora ottenute in frazione pura. Tuttavia, la spettroscopia di risonanza magnetica ci indica che non hanno una struttura riferibile a quella indicata da Andersen et al. (1995).

Le analisi biochimiche sono attualmente ancora in corso all’interno di un progetto finanziato dalla Regione Emilia-Romagna

FASE 4 - Ruolo dell’innalzamento delle temperature sullo sviluppo di *S. vesicarium*

Si tratta di studi non presenti nel progetto iniziale in quanto scaturiti da ipotesi costruite solo in seguito ai risultati e osservazioni effettuate nello svolgimento del progetto stesso che si è ritenuto opportuno inserire nella rendicontazione come attività comunque portata avanti all’interno del finanziamento. Tale approccio è stato concepito alla luce della chiara tendenza dell’aumento delle temperature massime stagionali e del numero di giornate con temperature maggiori di 33°C degli ultimi decenni ed, in particolare, negli ultimi 6 anni (dal 2017). E’ nata quindi l’esigenza di indagare se l’innalzamento termico conseguente al cambiamento climatico potesse influenzare lo sviluppo dell’agente causale della maculatura bruna (*S. vesicarium*).

MATERIALI E METODI

L’attività è stata condotta nelle celle climatizzate di UNIBO. Sospensioni conidiche di *S. vesicarium* (100.000 conidi/ml) sono state nebulizzate sulla superficie di frutti non feriti. Dopo l’inoculazione, i frutti sono stati posti ad incubare in cella climatica a 5 differenti temperature e UR saturante all’interno di box chiusi. Le temperature scelte sono state: 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C.

I rilievi sono stati effettuati dopo 8, 11, 14 e 16 giorni valutando la percentuale di tessuto infetto.

RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Il grafico seguente mostra la severità (% di superficie infetta) della malattia sui frutti (rilievo su singolo frutto).

Appare evidente come la T ottimale di sviluppo dello *S. vesicarium* sia attorno ai 25°C al di sopra e al di sotto della quale la severità diminuisce (Fig. 5)

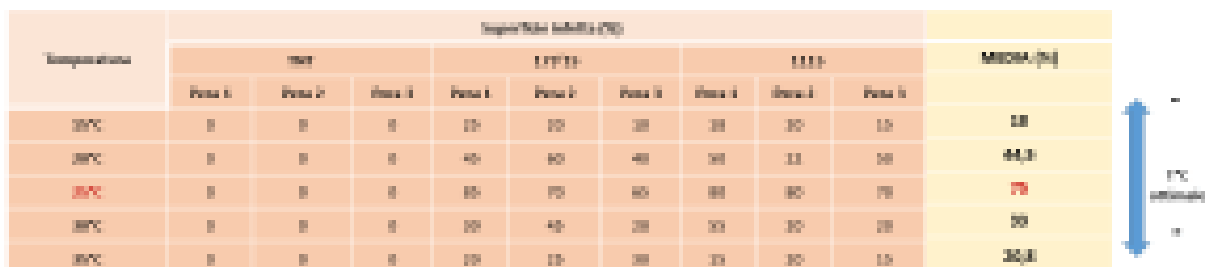


Figura 5 – Incidenza della malattia a 14 giorni dall’inoculazione

In seguito alla verifica di una media infezione anche alle più alte temperature, è stata allestita una prova di crescita in terreno liquido di due ceppi a tre diverse temperature: 15-23 e 35°C per valutare l’influenza della temperatura sullo sviluppo delle tossine fornendo i rispettivi filtrati all’unità di Ferrara. La frazione F2 (vedi Fase 3) mostra un aumento con l’aumentare della temperatura. I valori di F3 e F4 crescono più o meno marcatamente dalla temperatura di 15°C a quella di 23°C per entrambi i ceppi mentre hanno un andamento diverso nei due ceppi alla temperatura di 35°C (F4 tende a salire nel ceppo 173 e a diminuire nel 1115, F3 tende a diminuire nel ceppo 173 e ad incrementare nel 1115).

Attività 3.1.2 – Inoculazioni artificiali di *Alternaria* spp. e *S. vesicarium* in pieno campo

Attività 2020

MATERIALI E METODI

Nel 2020, l’attività è stata condotta in 4 aziende, site in provincia di Ferrara (Az. Lodi, Cera, Baldini, Corradini).

Sono state effettuate in totale 5 inoculazioni artificiali nei mesi di giugno, luglio e agosto 2020 (di un ceppo di *S. vesicarium* e un ceppo di *Alternaria* spp. (isolati da ciascuna azienda nel 2019).

Date inoculazioni: 2 in giugno (1 o 3 e 15), 2 in luglio (15 e 31), 1 in agosto (20).

Per ciascun ceppo, a ciascuna data e per ciascuna azienda sono stati inoculati circa 30 frutti.

A distanza di 15-20 giorni dall’inoculazione i frutti sono stati raccolti ed è stato effettuato un rilievo visivo (numero di macchie presenti) ed isolamenti in laboratorio per stabilire l’agente eziologico.



Figura 7 - Inoculazioni artificiali di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. in pieno campo.

RISULTATI

I risultati delle inoculazioni artificiali di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. nelle varie aziende sono sintetizzati nelle figure seguenti in termini di percentuale di frutti sintomatici (rispetto agli inoculati) e gravità del sintomo (numero medio di macchie per frutto).

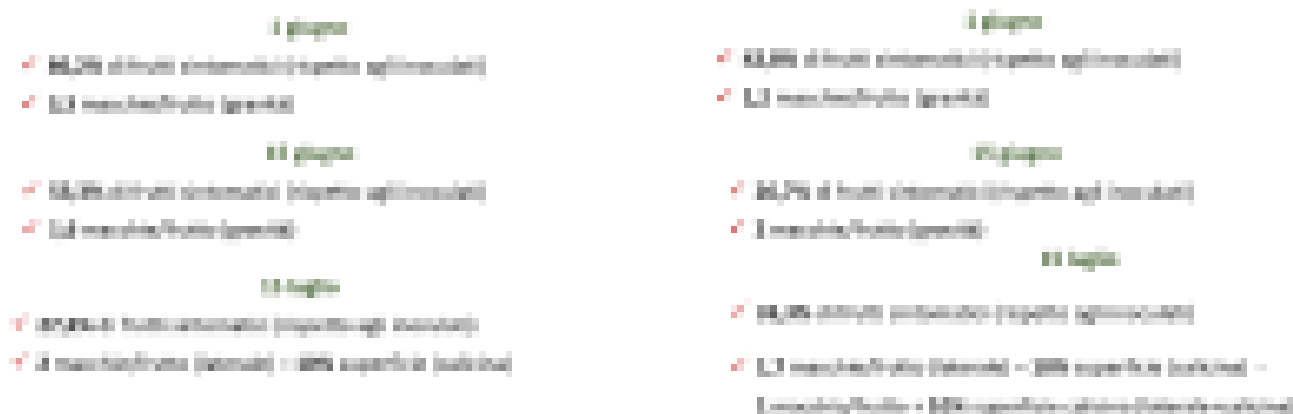


Figura 7 - Risultati di incidenza e gravità di sintomi da maculatura a seguito dell'inoculazione artificiale di *S. vesicarium* (a sx) e *Alternaria* spp. (a dx) in campo: Azienda Lodi, Masi Torello.

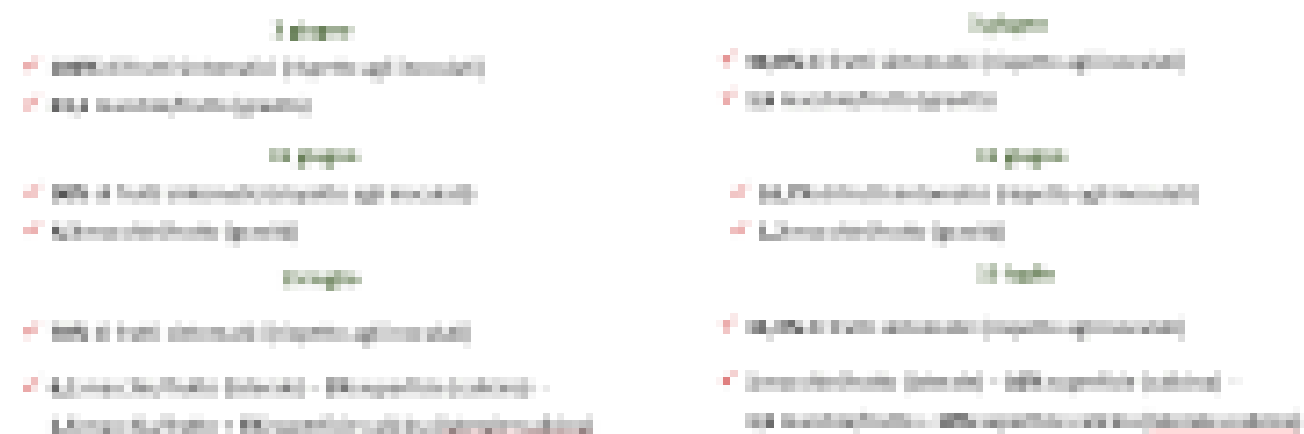


Figura 8 - Risultati di incidenza e gravità di sintomi da maculatura a seguito dell'inoculazione artificiale di *S. vesicarium* (a sx) e *Alternaria* spp. (a dx) in campo: Azienda Cera, Tresigallo.



Figura 9 - Risultati di incidenza e gravità di sintomi da maculatura a seguito dell'inoculazione artificiale di *S. vesicarium* (a sx) e *Alternaria* spp. (a dx) in campo: Azienda Baldini, Formignana.



Figura 10 - Risultati di incidenza e gravità di sintomi da maculatura a seguito dell'inoculazione artificiale di *S. vesicarium* (a sx) e *Alternaria* spp. (a dx) in campo: Azienda Corradini, Berra.

Inoculazioni effettuate in giugno

S. vesicarium era presente in quasi tutti i frutti inoculati (confermato dagli isolamenti), con sintomi laterali intensi. In diversi casi è stata rilevata la presenza contemporanea di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. (quest'ultima derivante da inoculo naturalmente presente in campo).

Meno della metà dei frutti inoculati con *Alternaria* spp. hanno mostrato sintomi e, in seguito agli isolamenti, si è stabilito essere causati da *S. vesicarium* (inoculo naturalmente presente in campo).

Inoculazioni effettuate in luglio e agosto

S. vesicarium era presente in quasi tutti i frutti inoculati (confermato dagli isolamenti), con comparsa del sintomo calicino anche se la sintomatologia laterale era preponderante. È stata rilevata in diversi casi la presenza contemporanea di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. (quest'ultima derivante da inoculo naturalmente presente in campo).

Circa il 25% dei frutti inoculati con *Alternaria* spp. hanno mostrato sintomi. Gli isolamenti hanno mostrato presenza del patogeno in mix con *S. vesicarium* (inoculo naturalmente presente in campo) ma anche elevata presenza di *Alternaria* spp. nelle poche macchie riscontrate.

CONCLUSIONI

I ceppi di *Alternaria* spp. confermano la loro presenza nei pereti e riescono a interessare il frutto. Ciò accade però in minima misura rispetto a *S. vesicarium*, anche nel caso in cui i frutti vengono artificialmente inoculati.

Attività 2021

MATERIALI E METODI

Nel 2021 l'attività è stata condotta nel pereto sperimentale dell'azienda agraria di UNIBO sita a Cadriano (BO). Sono state previste 8 tesi (21 piante totali in 3 repliche randomizzate) oltre ad 1 tesi fuori prova (testimone assoluto). Le inoculazioni artificiali sono state effettuate utilizzando un ceppo isolato nel 2020 dallo stesso appezzamento.

Date inoculazioni di tutti i fiori e frutti: 7/04 (50-70% fioritura), 19/04 (sfioritura, primi frutticini allegati) e 30/04 (frutticini allegati di 0,5 cm di diametro), 18 maggio (frutticini allegati di 1-1,5 cm di diametro). Una settimana prima e almeno una settimana dopo le inoculazioni la tesi interessata non è stata trattata.

A seguito delle gelate tardive verificatesi nel mese di aprile, il numero di frutti presenti nelle tesi è stato variabile da 162 a 63.

I rilievi hanno avuto come oggetto la valutazione di: n° totale frutti presenti, n° frutti sintomo calicino (C), n° frutti sintomo laterale (L), n° frutti con sintomo misto (C+L).

Nella tabella 1 seguente si riporta il protocollo sperimentale adottato.

Tabella 1 - Protocollo sperimentale adottato nel 2021 nella prova di Cadriano (BO): date di effettuazione dei trattamenti e delle inoculazioni

TESI	Fioritura 50-70% fioritura	Fine fioritura- Caduta petali	Frutticini allegati rivolti verso l'alto (0,5 cm)	Frutticini allegati rivolti verso l'alto (1-1,5 cm)	Resto del ciclo vegetativo
Tesi 1	Inoculazione artificiale	Nessun trattamento	fluazinam	Inoculazione artificiale	Interventi settimanali con prodotti diversi (captan+fosfito+difenonazole; isoprazam+difenonazole; dithianon+fosfito K; fludioxonil+cyprodinil; ecc.)
Tesi 2	Nessun trattamento	Inoculazione artificiale	fluazinam	Nessun trattamento	
Tesi 3	Nessun trattamento		fluazinam	fluazinam	
Tesi 4	fluazinam	fluazinam	Inoculazione artificiale	fluazinam	
Tesi 5	fluazinam	fluazinam	Nessun trattamento	fluazinam	
Tesi 6	fluazinam	fluazinam	fluazinam	fluazinam	
Tesi 7	Nessun trattamento (infezione solo naturale)				
Tesi 8	fluazinam	fluazinam	fluazinam	fluazinam	Nessun trattamento (infezione solo naturale)
Tesi 9 (FP)	Testimone non trattato (TNT) e non inoculato artificialmente per tutta la stagione (nella prova filari fiancheggianti)				

RISULTATI

Nei grafici seguenti si riportano i risultati raccolti nel corso dei 4 rilievi del: 1/06; 22/06; 22/07; 19/08 (raccolta).

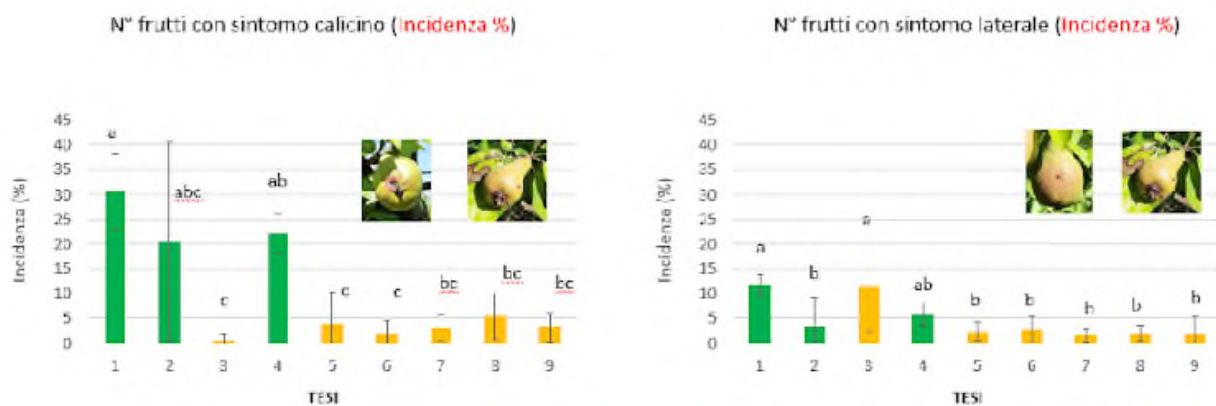


Figura 9 - 1° rilievo (1/06): risultati di incidenza % del sintomo calicino (a sx) e laterale (a dx). Elab. stat. ANOVA (con test di Bartlett) e Test di Duncan ($p < 0,05$). Dati % trasformati in $\log(x+1)$ ove necessario (sintomo calicino). Le barre indicano la dev. standard

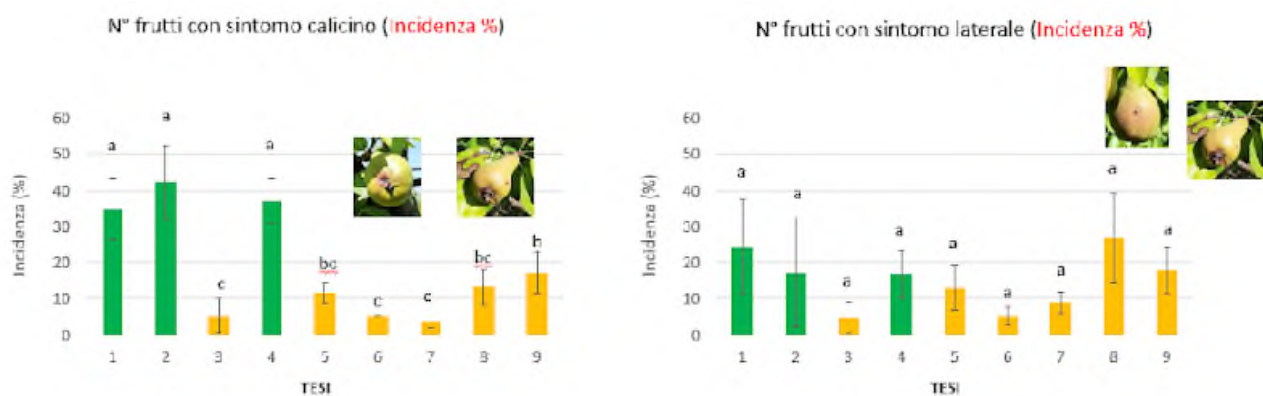


Figura 10 - 2° rilievo (22/06): risultati di incidenza % del sintomo calicino (a sx) e laterale (a dx). Elab. stat. ANOVA (con test di Bartlett) e Test di Duncan ($p < 0,05$). Le barre indicano la dev. standard

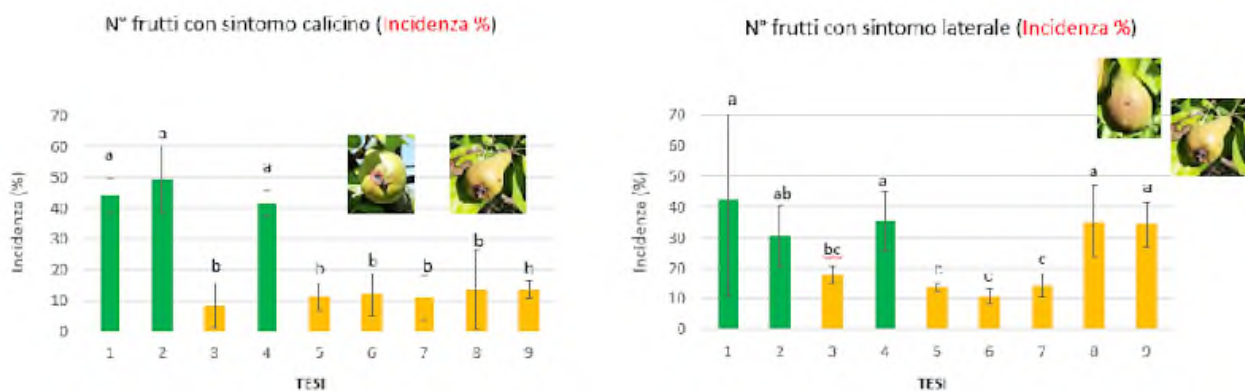


Figura 11 - 3° rilievo (22/07): risultati di incidenza % del sintomo calicino (a sx) e laterale (a dx). Elab. stat. ANOVA (con test di Bartlett) e Test di Duncan ($p < 0,05$). Dati % trasformati in $\log(x+1)$ ove necessario (sintomo calicino). Le barre indicano la dev. standard

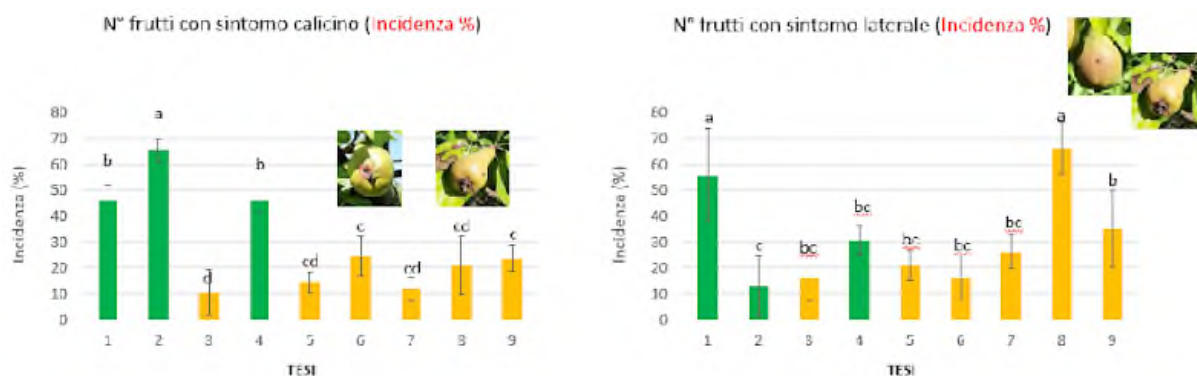


Figura 12- 4° rilievo (19/08): risultati di incidenza % del sintomo calicino (a sx) e laterale (a dx). Elab. stat. ANOVA (con test di Bartlett) e Test di Duncan ($p < 0,05$). Le barre indicano la dev. standard

CONCLUSIONI

Nonostante le difficoltà legate agli abbassamenti termici coincidenti con la piena fioritura (1° finestra per l'inoculazione artificiale) e una certa disformità nel numero di frutti tra le diverse tesi, si è comunque riusciti ad evidenziare l'importanza delle infezioni che si verificano nella fase di fine fioritura/caduta petali e in quella di post-allegagione/primo accrescimento frutti (da 0,5 a 1,5 cm di diametro) nel determinare la comparsa del sintomo calicino causato da *S. vesicarium*.

Il danno da maculatura calicina si verifica infatti a seguito di infezioni che si instaurano dalla caduta petali alle prime fasi post-allegagione.

CONCLUSIONI FINALI

La sottoazione 3.1, dedicata alle indagini bio-epidemiologiche dell'agente causale della maculatura bruna, ha innanzitutto riconfermato il ruolo centrale e primario di *Stemphylium vesicarium* nel provocare le infezioni. Le popolazioni di *Alternaria* spp., indagate per il loro potenziale coinvolgimento nel contribuire a causare la recrudescenza della maculatura bruna negli anni recenti, sono risultate non patogene in quanto non in grado di infettare frutti non feriti come lo *S. vesicarium* è in grado di fare. Ciononostante, gli studi hanno dimostrato come ceppi di *Alternaria* spp. siano presenti in campo e sono in grado di interessare il frutto, in presenza di microferite, a livelli estremamente limitati rispetto a *S. vesicarium*.

Lo *S. vesicarium* è in grado di essere patogeno primario grazie alla attività delle sue tossine specifiche delle quali, nonostante siano state studiate in passato, ad oggi non ne conosciamo la struttura e quindi non siamo in grado di identificarle e tantomeno di quantificarle. Sono quindi stati intrapresi studi (in piccola parte in questo progetto, dal momento che si tratta di ricerca di base) che potessero consentire di verificare se l'aumento della dannosità del patogeno potesse essere collegata alla messa a punto di nuova/e tossine e/o se queste fossero invece prodotte in maggior misura grazie al costante aumento delle temperature. Certamente è stato dimostrato che il fungo riesce a causare infezione anche a temperature lontane dal suo optimum (35°C rispetto ai 25°C) e un protocollo di estrazione e quantificazione è attualmente in fase di messa a punto. Altro importante problema è poi la particolare manifestazione dei sintomi concentrata a livello calicino: anche questo aspetto non era stato affrontato prima in maniera strutturata in pieno campo attraverso infezioni artificiali. La sperimentazione intrapresa ha dimostrato come, più che in fioritura, il sintomo calicino si genera a causa di infezioni che si instaurano dalla caduta petali alle prime fasi post-allegagione se in questi stadi fenologici si verificano le condizioni predisponenti l'attacco.

SOTTO-AZIONE 3.2 – Indagini su meccanismi di azione e efficacia di principi attivi di sintesi e di origine naturale nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

Uar: UNIBO

Attività 3.2.1 – Saggi *in vitro* sulla efficacia e meccanismo di azione di prodotti nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

MATERIALI e METODI

Sia per le prove *in vitro* che per quelle *in vivo*, sono stati utilizzati 2 isolati/popolazioni di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. da campioni isolati nel 2015, 2018 e 2019 nelle provincie di BO, RA e FE.

I saggi *in vitro* (in piastra e allo spettrofotometro) (Fig. 1) sono stati realizzati mediante valutazione dell'attività inibente la crescita miceliare (in piastra) e conidica (prove spettrofotometriche). Sono stati saggiati prodotti commerciali e principi attivi di sintesi e di origine naturale (per un totale di 35) (Tab. 1).



Figura 1 - prove *in vitro* (miceliari e conidiche).

In tabella 1, di seguito, sono riportati i prodotti saggiati nelle prove *in vitro*.

Tabella 1 – Sostanze attive saggate *in vitro* nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

Sostanza attiva	Classe chimica di appartenenza
Boscalid	SDHI
Fluopyram	
Fluxapyroxad	
Penthiopyrad	
Isopyrazam	
Pyraclostrobin	Strobilurine
Trifloxystrobin	
Difenoconazole	DMI (triazoli)

Tebuconazole	
Mefentrifluconazolo (Revysol)	
Cyprodinil	AP (Anilinopirimidine)
Pyrimethanil	
Dithianon	Chinoni
Captano	TFT
Folpet	
Mancozeb	DTC (ditiocarbammati)
Metiram	
Ziram	
Fosethyl -Al	Fosfonati (fosfiti)
Fosfonato di K	
Dodina	Guanidine
Fluazynam	Dinitroaniline
Fludioxonil	Fenilpirroli (PP)
Thiophanate methyl	MBC (Metil benzimidazoli carbammati)
Iprodione	Dicarbossimidi
Olio essenziale di arancio (Prev-Am plus)	OE (meccanismo d'azione multiplo)
Bicarbonato di K	Sali inorganici
Zolfo polvere (Tiovit Jet)	Prodotti a base S
Zolfo liquido (Thiopron)	
Polisolfuro di Ca	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> D747 (AMILO-X)	Prodotti a base microbica (meccanismo d'azione multiplo)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo MBI 600 (SERIFEL)	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo FZB24 (TAEGRO)	
<i>Bacillus subtilis</i> - ceppo QST 713 (SERENADE ASO)	
Distillato legno castagno (Biodea)	Fenoli vegetali (corroborante)

RISULTATI

Nella tabella seguente (Tab. 2) si riportano i risultati espressi come DE50 (in mg/L) dei saggi *in vitro* su micelio e conidi.

Sostanza attiva	Attività miceliare DE50 (mg/L)		Attività conidica DE50 (mg/L)	
	<i>S. vesicarium</i>	<i>Alternaria</i> spp.	<i>S. vesicarium</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Boscalid	0,6	4,5	0,5	6,2
Fluopyram	0,43	0,74	0,29	0,8
Fluxapyroxad	0,15	2,1	0,11	1,6
Penthiopyrad	0,01	0,63	0,06	0,66
Isopyrazam	0,42	1,7	0,33	0,75
Pyraclostrobin	12,5	18	0,01	1,8
Trifloxystrobin	15	20	0,5	2,3
Difenoconazole	0,16	0,18	0,02	0,06
Tebuconazole	0,11	2,3	0,31	4,3
Mefentrifluconazolo (Revysol)	0,11	0,53	0,12	0,6
Cyprodinil	5,2	2,1	>400	>400
Pyrimethanil	6,6	5	>400	345
Dithianon	71,6	71,4	98	68
Captano	150	182	20,5	35,6
Folpet	45	74,7	5,8	24,9
Mancozeb	30	115,6	8,4	13,1
Metiram	75	68,4	115	180
Ziram	152	207	3,3	8,9
Fosethyl -Al	1440	368	1700	1474
Fosfonato di K	>2000	>2000	>2000	>2000
Dodina	15,3	6,5	0,63	0,12
Fluazynam	0,08	0,03	0,1	0,07
Fludioxonil	1,6	0,64	0,005	0,01
Thiophanate methyl	>500	>500	>500	>500
Iprodione	2,19	0,72	0,33	0,44
O.E di arancio (Prev-Am plus)	23,1	15,5	>>250	>>250

Bicarbonato di K	1258	887	994	590
Zolfo polvere (Tiovit Jet)	>500	>500	>500	>500
Zolfo liquido (Thiopron)	>2000	>2000	>500	>500
Polisolfuro di Ca	880	1051	75% (a c.a. 10% dose campo p.a)	82% (a c.a. 10% dose campo p.a)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> D747 (AMILO-X)	68	75	-	-
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo MBI 600 (SERIFEL)	54,5	70	-	-
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo FZB24 (TAEGRO)	60,4	72	-	-
<i>Bacillus subtilis</i> - ceppo QST 713 (SERENADE ASO)	58	73	-	-
Distillato legno castagno (Biodea)	25,4 mL/L	16,3 mL/L	5,9 mL/L	8,1 mL/L

Tabella 2 – Efficacia delle s.a. saggiate nell'inibire la crescita miceliare e conidica di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

Legenda colori: buona; discreta; scarsa; nulla

Nelle tabelle seguenti si riportano le sostanze attive (s.a.) che, in base allo screening *in vitro*, si sono mostrate più efficaci nell'inibire la crescita miceliare e conidica di *S. vesicarium* (Tab. 3) e *Alternaria* spp. (Tab. 4).

S.a più efficaci <u>sul micelio</u>	S.a più efficaci <u>sui conidi</u>
Boscalid	Boscalid
Fluopyram	Fluopyram
Fluxapyroxad	Fluxapyroxad
Penthiopyrad	Penthiopyrad
Isopyrazam	Isopyrazam
Difenoconazole	Pyraclostrobin
Tebuconazole	Trifloxystrobin
Mefentrifluconazolo (Revysol)	Difenoconazole
Mancozeb	Tebuconazole
Metiram	Mefentrifluconazole (Revysol)
Fluazinam	Captano
Fludioxonil	Folpet
Iprodione	Mancozeb

Olio essenziale di arancio	Ziram
Polisolfuro di Ca	Dodine
Bicarbonato di K	Fluazinam
	Fludioxonil
	Iprodione
	Polisolfuro di Ca
	Bicarbonato di K

Tabella 3 - S.a. più efficaci nell'inibire la crescita miceliare e conidica di *S. vesicarium*

S.a. più efficaci <u>sul micelio</u>	S.a. più efficaci <u>sui conidi</u>
Fluopyram	Fluopyram
Fluxapyroxad	Fluxapyroxad
Penthiopyrad	Penthiopyrad
Isopyrazam	Isopyrazam
Difenoconazole	Pyraclostrobin
Mefentrifluconazolo (Revysol)	Trifloxystrobin
Metiram	Difenoconazole
Fluazinam	Mefentrifluconazolo (Revysol)
Fludioxonil	Captano
Iprodione	Folpet
Olio essenziale di arancio	Mancozeb
Polisolfuro di Ca	Ziram
Bicarbonato di K	Dodina
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> D747 (AMILO-X)	Fluazinam
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo FZB24 (TAEGRO)	Fludioxonil
<i>Bacillus subtilis</i> - ceppo QST 713 (SERENADE ASO)	Iprodione
	Polisolfuro di Ca
	Bicarbonato di K

Tabella 4 - S.a. più efficaci nell'inibire la crescita miceliare e conidica di *Alternaria* spp.

Concludendo, per quanto riguarda i saggi *in vitro*:

- Si conferma la validità delle sostanze attive attualmente registrate contro la maculatura bruna del pero;
- *Alternaria* spp. ha un ruolo secondario nella comparsa dei sintomi e su di essa hanno comunque buona efficacia le stesse s.a. che agiscono contro *S. vesicarium*;
- Sono risultati efficaci alcune s.a. autorizzate su pero ma contro altre malattie (es. dithianon, dodina) e altre non autorizzate su pero (es. folpet);
- Efficacia di mefentrifluconazole (limitata resistenza incrociata con tebuconazole).

Attività 3.2.2 – Saggi *in vivo* sulla efficacia di principi attivi nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. (ambiente controllato)

L'attività di screening *in vivo*, come da progetto, è stata distinta in 2 gruppi di prove: prove 3.2.2.1 (su frutti staccati) e prove 3.2.2.2 (su astoni). Tutte le prove sono state condotte in ambiente controllato (serra), in celle climatizzate.

➤ Prove 3.2.2.1 (su frutto)

MATERIALI E METODI

Questa prima parte di saggi *in vivo* ha avuto come oggetto la valutazione dell'attività di prodotti commerciali di sintesi e di origine naturale (n. totale concordato 30, attualmente considerati 43) su frutti (feriti artificialmente e non) di pero raccolti durante le stagioni 2020 (a partire da giugno) e 2021. Analogamente alle prove *in vitro*, sono stati saggiati 2 isolati/popolazioni di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. da campioni 2015, 2018 e 2019 da BO, RA e FE. I frutti sono stati preventivamente trattati, successivamente inoculati artificialmente e poi collocati entro cassoni periodicamente inumiditi durante il periodo di incubazione della malattia.

Alcune foto relative alla sperimentazione condotta su frutti staccati in ambiente controllato sono riportate di seguito in Fig. 2.

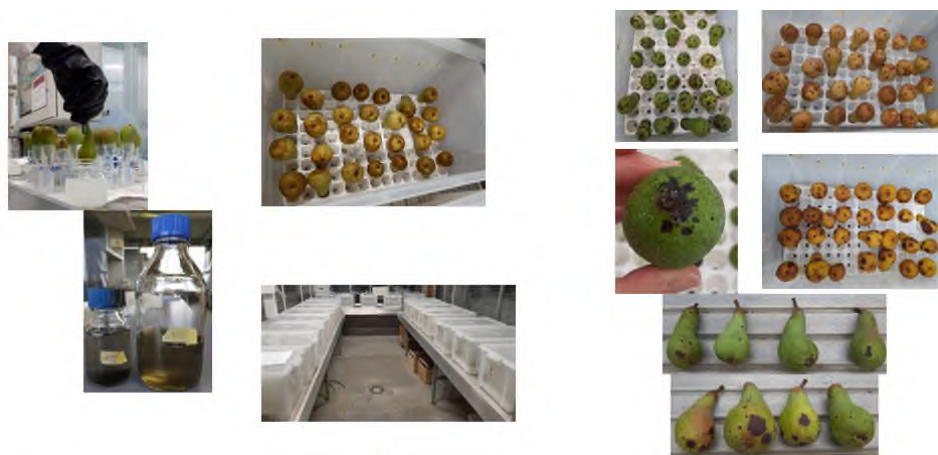


Figura 2 - Alcune fasi della sperimentazione condotta in ambiente controllato (serra) su frutti staccati.

Di seguito, in Tab. 5, è riportato l'elenco delle s.a. saggiate e valutate nelle prove condotte su frutti staccati in ambiente controllato.

Sostanza attiva	Classe chimica di appartenenza
Boscalid	SDHI
Fluopyram + tebuconazolo	
Fluopyram + fosetyl	
Fluxapyroxad	
Penthiopyrad	
Isopyrazam + difeconazolo	
Pyraclostrobin	Strobilurine
Pyraclostrobin + boscalid	
Trifloxystrobin	
Difenoconazole	DMI (triazoli)
Tebuconazole	
Mefentrifluconazolo (Revysol)	
Cyprodinil	AP (Anilinopirimidine)
Pyrimethanil	
Dithianon	Chinoni
Dithianon + pyrimethanil	
Captano	TFT
Folpet	
Mancozeb	DTC (ditiocarbammati)
Metiram	
Ziram	
Fosethyl -Al	Fosfonati (fosfiti)
Fosfonato di K	
Dodina	Guanidine
Fluazynam	Dinitroaniline
Fludioxonil	Fenilpirroli (PP)
Thiophanate methyl	MBC (Metil benzimidazoli carbammati)
Iprodione	Dicarbossimidi
Olio essenziale di arancio (Prev-Am plus)	OE (meccanismo d'azione multiplo)
Bicarbonato di K	Sali inorganici

Zolfo polvere (Tiovit Jet)	Prodotti a base S
Zolfo liquido (Thiopron)	
Polisolfuro di Ca	
Idrossido Cu (Kocide 2000)	Prodotti a base Cu
Ossicloruro di Cu (Microcopp FL)	
Poltiglia bordolese (Bordoflow new)	
Solfato di Cu tribasico (Cuproxat SDI)	
Ossido Cu (Cobre Nordox 75)	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> D747 (AMILO-X)	Prodotti a base microbica (meccanismo d'azione multiplo)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo MBI 600 (SERIFEL)	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo FZB24 (TAEGRO)	
<i>Bacillus subtilis</i> - ceppo QST 713 (SERENADE ASO)	
Distillato legno castagno (Biodea)	Fenoli vegetali (corroborante)

Tabella 5 - P.a. saggiati nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp. *in vivo* su frutti staccati.

RISULTATI

Nella tabella seguente si riporta l'efficacia delle s.a., espressa come grado d'azione %, su frutto ferito e non, nei confronti dei due ceppi di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

Sostanza attiva	Efficacia su frutto (grado d'azione %)			
	<i>S. vesicarium</i>		<i>Alternaria</i> spp.	
	FERITO	NON FERITO	FERITO	NON FERITO
Boscalid	5	60	nulla	n.p.
Fluopyram + tebuconazolo	20	80	nulla	n.p.
Fluopyram + fosetyl	15	80	nulla	n.p.
Fluxapyroxad	35	86	nulla	n.p.
Penthiopyrad	20	75	nulla	n.p.
Isopyrazam + difeconazolo	35	78	nulla	n.p.
Pyraclostrobin	30	80	nulla	n.p.
Pyraclostrobin + boscalid	30	75	nulla	n.p.
Trifloxystrobin	20	65	nulla	n.p.
Difenoconazole	48	60	nulla	n.p.
Tebuconazole	54	75	nulla	n.p.
Mefentrifluconazolo (Revysol)	60	80	nulla	n.p.
Cyprodinil	50	65	nulla	n.p.
Pyrimethanil	60	90	nulla	n.p.
Dithianon	45	60	nulla	n.p.
Dithianon + pyrimethanil	60	90	nulla	n.p.
Captano	20	70	nulla	n.p.
Folpet	10	85	nulla	n.p.
Mancozeb	30	65	nulla	n.p.
Metiram	40	63	nulla	n.p.
Ziram	35	62	nulla	n.p.
Fosethyl -Al	40	70	nulla	n.p.
Fosfonato di K	50	70	nulla	n.p.
Dodina	55	80	nulla	n.p.

Fluazynam	65	95	nulla	n.p.
Fludioxonil	50	90	nulla	n.p.
Thiophanate methyl	35	45	nulla	n.p.
Iprodione	45	85	nulla	n.p.
Olio essenziale di arancio (Prev-Am plus)	35	50	nulla	n.p.
Bicarbonato di K	35	50	nulla	n.p.
Zolfo polvere (Tiovit Jet)	20	60	nulla	n.p.
Zolfo liquido (Thiopron)	10	75	nulla	n.p.
Polisolfuro di Ca	10	35	nulla	n.p.
Idrossido Cu (Kocide 2000)	50	60	nulla	n.p.
Ossicloruro di Cu (Microcopp FL)	50	50	nulla	n.p.
Poltiglia bordolese (Bordoflow new)	30	75	nulla	n.p.
Solfato di Cu tribasico (Cuproxat SDI)	30	70	nulla	n.p.
Ossido Cu (Cobre Nordox 75)	30	65	nulla	n.p.
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> D747 (AMILO-X)	40	60	nulla	n.p.
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo MBI 600 (SERIFEL)	20	33	nulla	n.p.
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - ceppo FZB24 (TAEGRO)	10	50	nulla	n.p.
<i>Bacillus subtilis</i> - ceppo QST 713 (SERENADE ASO)	10	50	nulla	n.p.
Distillato legno castagno (Biodea)	10	35	nulla	n.p.

Tabella 6 – Efficacia delle s.a. saggate su frutto (ferito e non) nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* spp.

Legenda colori: buona; discreta; scarsa; nulla

n.p.= non patogeno

CONCLUSIONI

Efficacia nei confronti di *S. vesicarium*

I risultati dello screening hanno mostrato, per quanto riguarda *S. vesicarium* su frutto non ferito, una buona efficacia dei seguenti p.a. (da soli o in miscela): fluopyram + tebuconazolo; fluopyram + fosetyl; fluxapyroxad; penthiopyrad; isopyrazam + difenoconazolo; pyraclostrobin; pyraclostrobin + boscalid; pyrimethanil; dithianon + pyrimethanil; folpet; dodina; fluazynam; fludioxonil; iprodione; zolfo liquido (Thioproton); poltiglia (Bordoflow new); tebuconazolo; mefentrifluconazolo (Revysol).

Su frutto ferito hanno invece mostrato una discreta attività: pyrimethanil; dithianon + pyrimethanil; fluazynam; mefentrifluconazolo (Revysol).

Efficacia nei confronti di *Alternaria* spp.

Per quanto riguarda *Alternaria* spp., l'assenza (o la scarsissima presenza) di sintomi sul testimone non trattato è indice dell'assenza di patogenicità dei ceppi saggiati (su frutti non feriti). Non è stato possibile, pertanto, stilare una classifica dei prodotti più efficaci. Al contrario, nessun prodotto è risultato sostanzialmente efficace in presenza di ferite sui frutti.

➤ Prove 3.2.2.2 (su astoni)

La prova 3.2.2.2 su astoni è stata svolta in serra nella primavera-estate 2021. Sono state svolte 2 prove per un totale di 15 prodotti saggiati.

MATERIALI E METODI

Questa parte di attività è stata realizzata mediante prove di semicampo (*in vivo*, su astoni di pero allevati in vaso, in condizioni controllate: cella climatizzata).

Di seguito si riportano alcune foto (Fig.3).



Figura 3- Saggi *in vivo* su astoni di pero in ambiente controllato

Nell'immagine seguente (Tab. 7) si riportano i protocolli con i prodotti saggiati nelle due prove condotte su astoni.

Tesi	Formulato	Principio attivo	Dose/hl	Tesi	Formulato	Principio attivo	Dose/hl
1	Testimone n.t.	-	-	1	Testimone n.t.	-	-
2	Folpan 80 WDG	folpet 80%	200 g	2	Aliette	fosetyl Al 80%	250 g
3	Syllit 65	dodine 65%	120 g	3	Thinpron	Zolfo puro, g 57,3 (=825 g/l)	900 ml = 1796 g
4	Delan	dithianon	70 ml = 83,3 g	4	Chorus	cyprodinil	50 g
5	Vision Plus	dithianon (21,9 g=250 g/L) + pyrimethanil (21,9 g-250 g/L)	80 ml = 91,3 g	5	Cobre Nordox 75	ossido di rame	125 g
6	Scala	pyrimethanil	100 ml = 108 g	6	Amilo-X	<i>B. amyloliquifaciens</i> subsp. Plantarum D747	250 g
7	Century SL	fosfonato di K	400 ml = 584 g	7	Serenade ASO	<i>B. subtilis</i> ceppo QST 713	800 ml = 832 g
8	Karma 85	bicarbonato di K	500 g	8	Rovral WG (75%)	iprodione	100 g
9	Polisenio	Polisolfuro Ca	1000 g				

Tabella 7 - Protocolli relativi alle 2 prove realizzate su stoni allevati in vaso in condizioni controllate

RISULTATI

I risultati di incidenza (% di foglie infette) e severità (% superficie fogliare sintomatica) della malattia ottenuti nelle due prove sono riportati di seguito (Fig. 4 e 5).

1° Prova (rilievo dopo 7 giorni) dall'inoculazione.

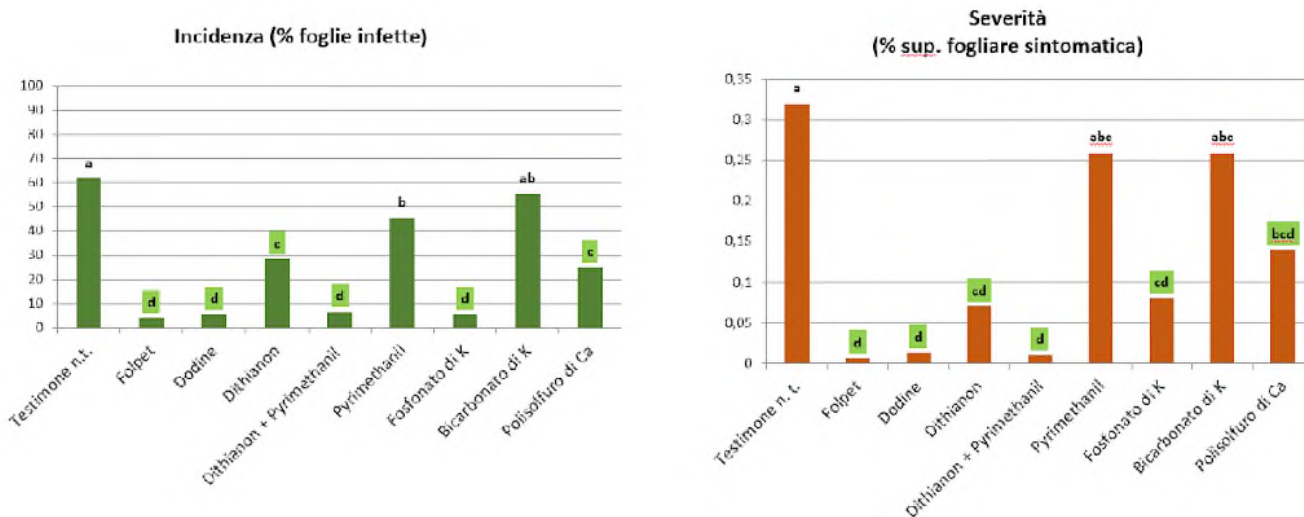


Figura 4 - Risultati di incidenza e severità ottenuti nel corso della 1° prova. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative (Elab. Statistica: ANOVA e Test di Duncan, p<0,05)

2° Prova (rilievo dopo 6 giorni) dall'inoculazione.

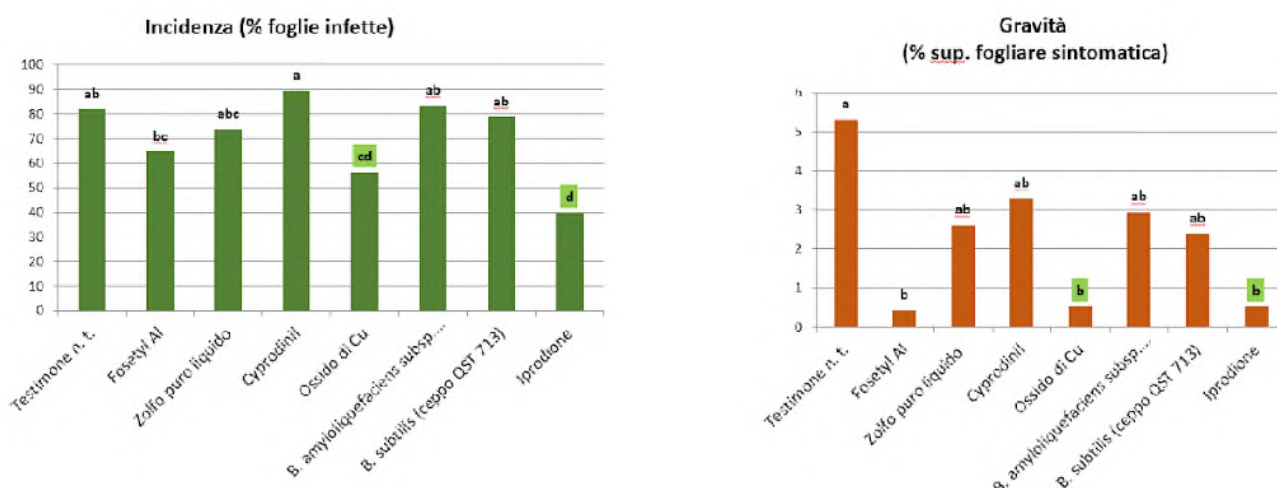


Figura 5 - Risultati di incidenza e severità ottenuti nel corso della 2° prova. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative (Elab. Statistica: ANOVA e Test di Duncan, $p < 0,05$)

CONCLUSIONI

I risultati delle prove condotte su astoni fanno emergere:

- La buona efficacia di alcune delle s.a. registrate su pero nei confronti della maculatura bruna: dithianon + pyrimethanil, fosfonato di K e, in particolare in termini di gravità, anche fosetyl Al e ossido di rame.
- L'efficacia di alcune s.a. autorizzate su pero ma contro altre malattie (es. dithianon, dodina) e altre non autorizzate su pero (folpet).

CONCLUSIONI FINALI

I numerosi saggi svolti su substrato artificiale in condizioni controllate hanno permesso di riconfermare, in condizioni di sensibilità delle popolazioni del patogeno, la validità di tutte le sostanze attive autorizzate su pero nei confronti di *S. vesicarium* sia a livello miceliare che conidico. Nonostante il genere *Alternaria* non sia patogeno ma "commensale", le prove effettuate su ceppi appartenenti a questo genere hanno dimostrato una medio-alta efficacia delle stesse sostanze attive che agiscono contro *S. vesicarium*. Interessante è apparsa la capacità di contenimento di sostanze registrate su pero ma, all'inizio del progetto, non verso *S. vesicarium* come dithianon e dodina o anche non autorizzate su pero (folpet) o autorizzate solo al termine del progetto (mefentrifluconazole).

In relazione ai saggi in ambiente controllato ma con inoculazioni artificiali di *S. vesicarium* su frutti di pero non feriti, molteplici sono stati i formulati efficaci, nella maggioranza già autorizzati su pero (fluopyram + tebuconazole; fluopyram + fosetyl; fluxapyroxad; penthiopyrad; isopyrazam + difenoconazole; pyraclostrobin; pyraclostrobin + boscalid; pyrimethanil; dithianon + pyrimethanil; folpet; dodina; fluazinam; fludioxonil; zolfo liquido (Thiopron); poltiglia (Bordoflow new); tebuconazole; mefentrifluconazole (Revysol)). Nel momento in cui il frutto viene artificialmente ferito, l'attività della gran parte dei prodotti osservati decresce o si annulla vista l'assenza di "barriera" posta dall'ospite. Una discreta attività viene conservata da pyrimethanil, dithianon + pyrimethanil, fluazinam e mefentrifluconazole (Revysol). Tutti i prodotti distribuiti su frutti feriti inoculati con *Alternaria* spp. non hanno capacità di contenimento dell'infezione.

Una selezione dei prodotti saggiati *in vitro* e sui frutti è stata adottata nelle prove su astoni di pero Abate F. in condizioni controllate di serra a livello esclusivamente fogliare. E' stata confermata l'efficacia di dithianon + pyrimethanil e fosfonati (fosfonato di K, fosetyl Al) autorizzati contro maculatura bruna insieme a quella di dithianon e dodina (oggi registrati) oltre che di folpet i cui prodotti anche attualmente non riportano il pero in etichetta.

SOTTO-AZIONE 3.3 – Indagini in pieno campo su efficacia e strategie di difesa nei confronti di maculatura bruna

Uar: ASTRA, CAP RA, RI.NOVA (CAI)

Attività 3.3.1 – Validazione in pieno campo di prodotti e strategie nei confronti della maculatura bruna del pero

MATERIALI e METODI

Nel biennio 2020-2021 sono state svolte in totale 4 prove efficacia: 2 nel 2020 (da CAI e CAP RA) e 2 nel 2021 (da CAI e ASTRA) con un protocollo analogo di seguito descritto:

- Metodologia Sperimentale di riferimento: EPPO Guidelines 135 (4), PP 1/152 (4), PP 1/181 (4);
- Layout: Blocco Completamente Randomizzato con 3 (CAI) - 4 (CAP RA e ASTRA) ripetizioni e parcelle di 4-5 piante contigue lungo la fila;
- Attrezzatura per i trattamenti: atomizzatore spalleggiato STHIL mod. SR 430;
- Volume di irrorazione: da 500-1000 L/ha;
- Rilievi a partire dalla comparsa dei sintomi con turno di 3-4 settimane su foglie e frutti.
 - o FOGLIE: Incidenza (% foglie colpite) e Severità (% area del lembo fogliare colpita);
 - o FRUTTI: Incidenza totale; in alcuni rilievi distinguendo anche: Incidenza Calicina (presenza di soli sintomi a livello calicino), Laterale (presenza di soli sintomi laterali), Calicina + Laterale (con presenza simultanea di entrambe le tipologie di sintomi);
- Analisi statistica: analisi della varianza ANOVA per $P < 0.05$, test di Duncan per la separazione delle medie.

Nella tabella seguente (Tab. 1) viene sintetizzato il protocollo sperimentale con il timing applicativo per ciascuna delle 4 prove condotte nel biennio.

Testato nel:		Principio attivo e concentrazione	Dose p.a. ml - g / ha	Formulato commerciale	Dose f.c. L - Kg / ha	Timing applicazione			
2020	2021					Prova 1 CAI 2020	Prova 2 CAP 2020	Prova 3 CAI 2021	Prova 4 ASTRA 2021
X	X	—	—	TESTIMONE	—	—	—	—	
X	X	Metiram 70%	1820 g	POLYRAM	2.0 Kg	21/04/20 30/04/20 09/05/20	22/04/20 28/04/20 05/05/20	01/04/21 09/04/21 14/04/21	31/03/21 07/04/21 14/04/21
X		Tebuconazole 25%	150 g	FOLICUR WG	0.6 Kg	18/05/20 27/05/20	12/05/20 19/05/20	21/04/21 28/04/21	20/04/21 28/04/21
	X	Difenoconazole 250 g/l	75 g	SCORE 25 EC	0.3 L	03/06/20 12/06/20	26/05/20 03/06/20	06/05/21 14/05/21	05/05/21 13/05/21
X		Fluxapyroxad 300 g/l	90 g	SERCADIS	0.3 L	26/06/20 02/07/20	09/05/20 16/05/20	21/05/21 28/05/21	18/05/21 25/05/21
	X	Fluxapyroxad 300 g/l Fosetil-Al 80%	90 g 1995 g	SERCADIS + ALIETTE WG	0.3 L + 2.493 Kg		23/06/20 30/06/20	04/06/21 10/06/21	03/06/21 09/06/21
X	X	Fluxapyroxad 5% + Fosetil-Al 66.5%	150 g + 1995 g	LUNA CARE	3 Kg		08/07/20 15/07/20	18/06/21 25/06/21	16/06/21 22/06/21
X		Fosetil-Al 80%	1994.4 g	ALIETTE WG	2.493 Kg		22/07/20 29/07/20	02/07/21 12/07/21	29/06/21 07/07/21
	X	Fluxazinam 500 g/l	750g	NANDO MAXI	1.5 L		05/08/20 12/08/20		14/07/21 21/07/21
X	X	Dithianon 125 g/l + Fosfonato di K 561 g/l	312.5 g + 1402.5 g	DELAN PRO	2.5 L				
X	X	Dithianon 250 g/l + Pirimetanil 250 g/l	300 g + 300 g	VISION PLUS	1.2 L				
X	X	Dithianon 70%	300.3 g	DELAN 70 WG	0.429 Kg				
	X	Dodina 544 g/l	680g	SYLLIT 544 SC	1.52 L				
	X	Captano 80%	1600g	MERPAN 80 WDG	2 kg				

Tabella 1 - Protocollo operativo e timing di applicazione dei prodotti fitosanitari

Di seguito si riportano alcuni dettagli agrometeorologici e le correlazioni con il modello BSP CAST nelle 4 diverse prove.

Prova 1 eseguita nel 2020 dal Consorzio Agrario dell'Emilia (CAE ora CAI) in località Tamara (FE) su cv. Abate Fetel (allevata a fusetto, con sesto: 2.5 m x 0.5 m e presenza rete antigrandine).
Danno alla raccolta 2019: 80% frutti colpiti.

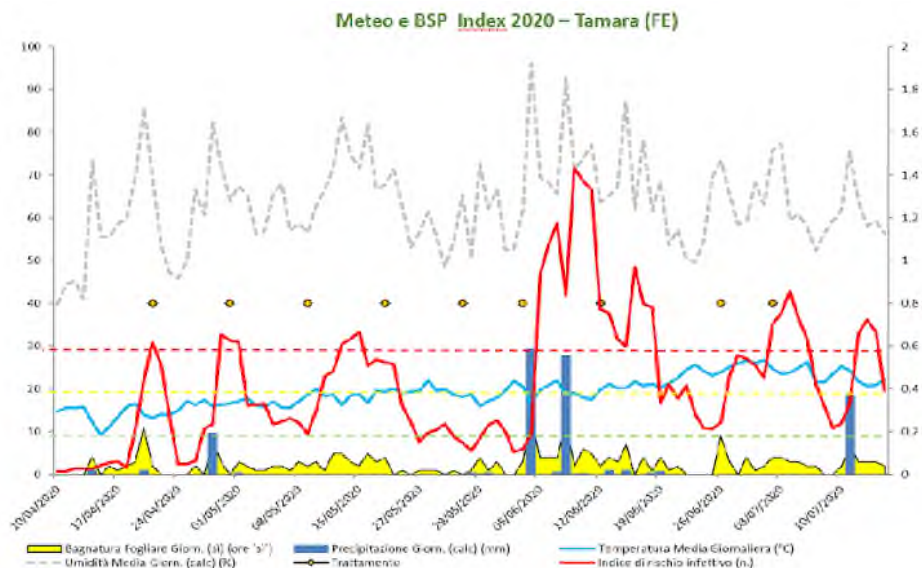


Fig.1 - Andamento agrometeorologico nel corso del 2020 a Tamara (FE)

Prova 2 eseguita nel 2020 dal Consorzio agrario di Ravenna (CAP RA) in località Barbiano (RA) su cv. Abate Fetel (allevata a fusetto con sesto: 4 x 1 m e in assenza di rete antigrandine).
Danno alla raccolta 2019: 20% frutti colpiti.

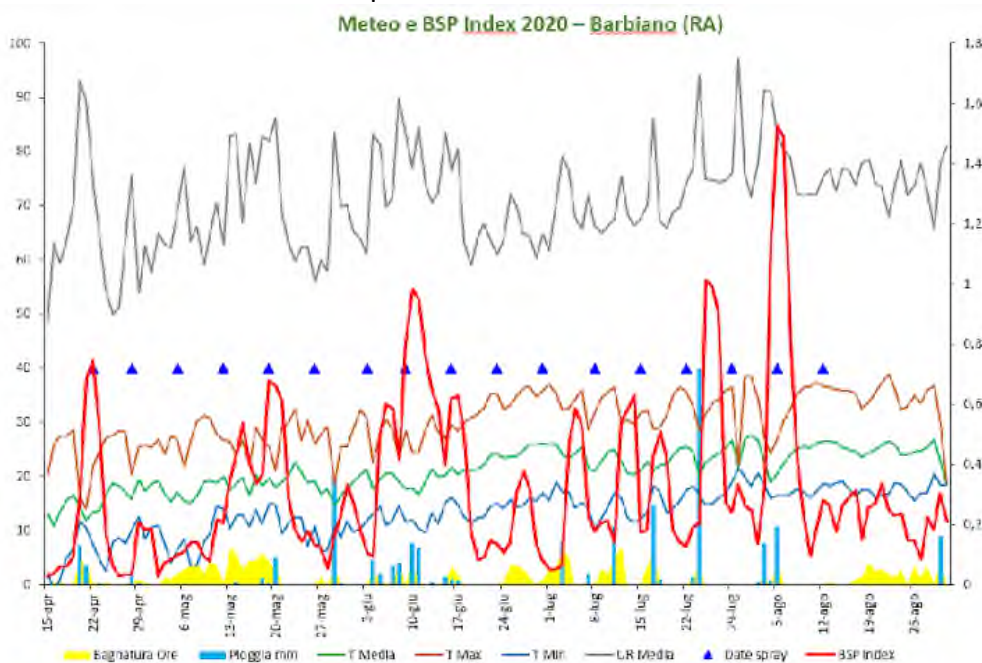


Fig. 2 - Andamento agrometeorologico nel corso del 2020 a Barbiano (RA)

Prova 3 eseguita nel 2021 da Consorzi Agrari d'Italia (CAI) in Località Tamara (FE) su cv. Abate Fellet (allevata a fusetto con sesto: 2.5 x 0.5 m e presenza rete antigraedine).

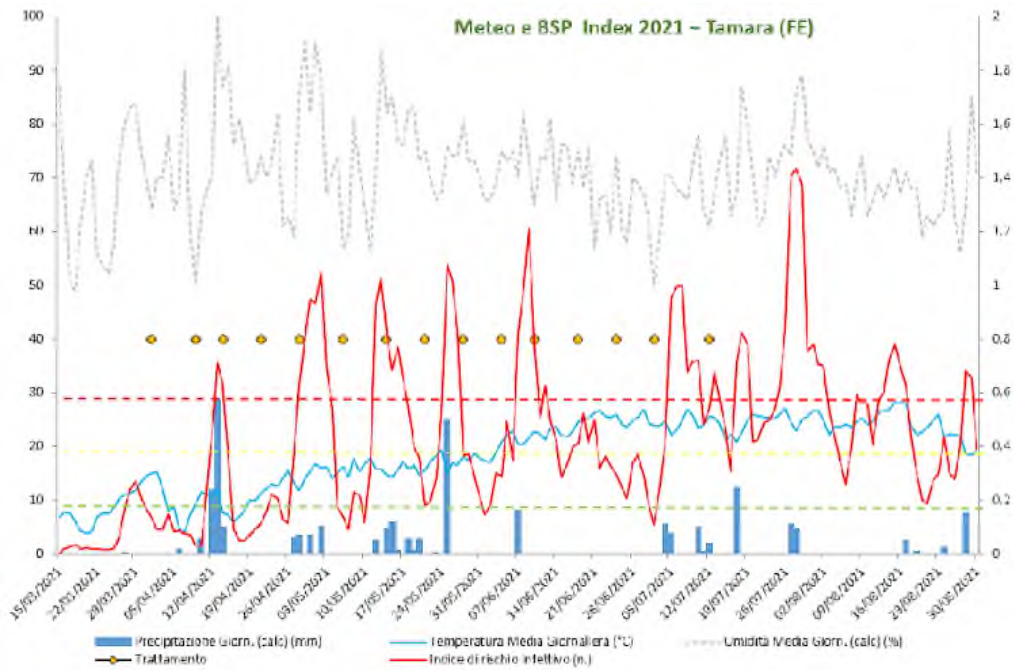


Fig. 3 - Andamento agrometeorologico nel corso del 2021 a Tamara (FE)

Prova 4 eseguita nel 2021 da ASTRA in Località San Bartolomeo in Bosco (FE) su cv. Abate Fellet, (allevata a fusetto con sesto: 4.0 m x 1.5 m in assenza di rete antigraedine).
Danno alla raccolta 2020: 50% frutti colpiti.

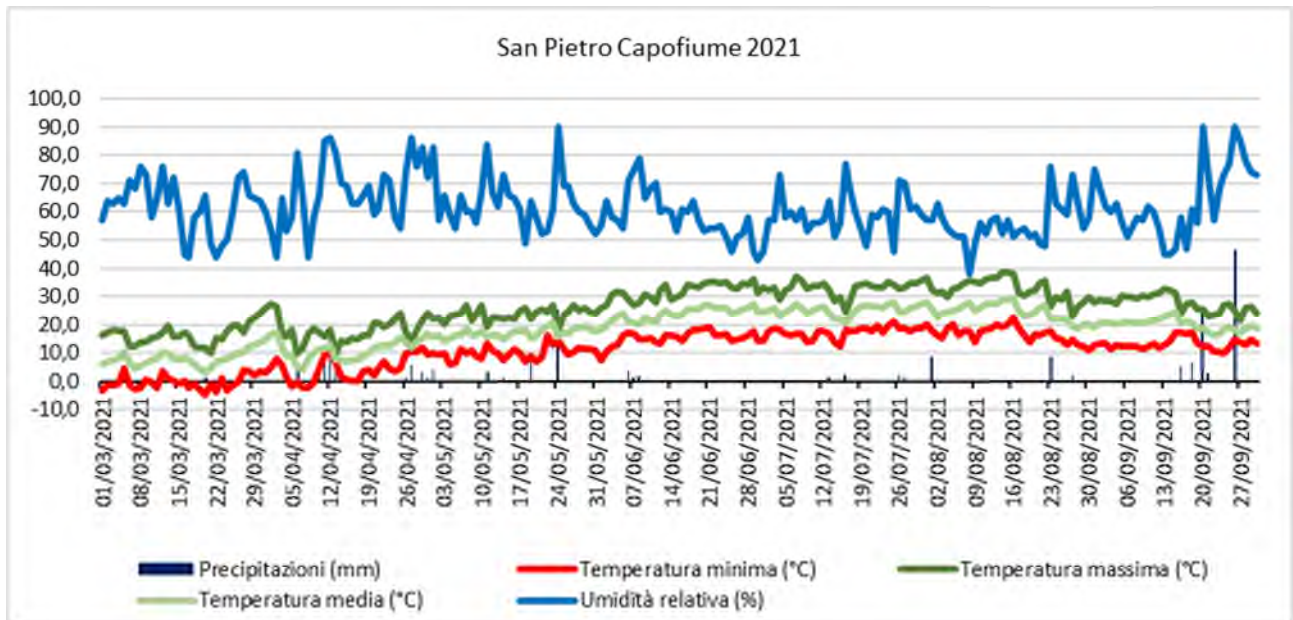


Fig. 4 - Andamento agrometeorologico nel corso del 2021 a San Pietro Capofiume (FE)

RISULTATI

Nonostante la diffusa e ingente problematica delle gelate tardive, particolarmente sentita nel mese di aprile 2021, che ha in certi casi più che dimezzato la presenza di frutti nei pereti, è stato comunque possibile portare avanti le sperimentazioni ed effettuare i rilievi su un numero significativo di frutti. Nei grafici e tabelle seguenti sono riportati i risultati, in termini di incidenza (% di foglie e frutti colpiti) e severità (% superficie colpita per foglia/frutto), delle 4 prove di campo nel corso del biennio 2020-2021, suddivisi per prova.

✓ Prova 1 (CAI 2020)

I principali risultati della prova 1 sono di seguito riportati in Figura 5 (rilievo sulle foglie) e Figura 6 (rilievo sui frutti).

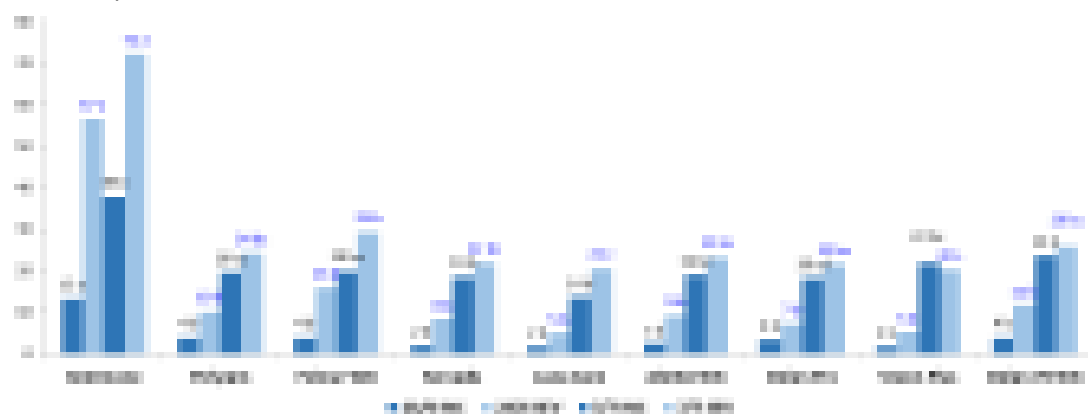


Figura 5 - Incidenza (% colpite) e severità (% superficie colpita) su foglie

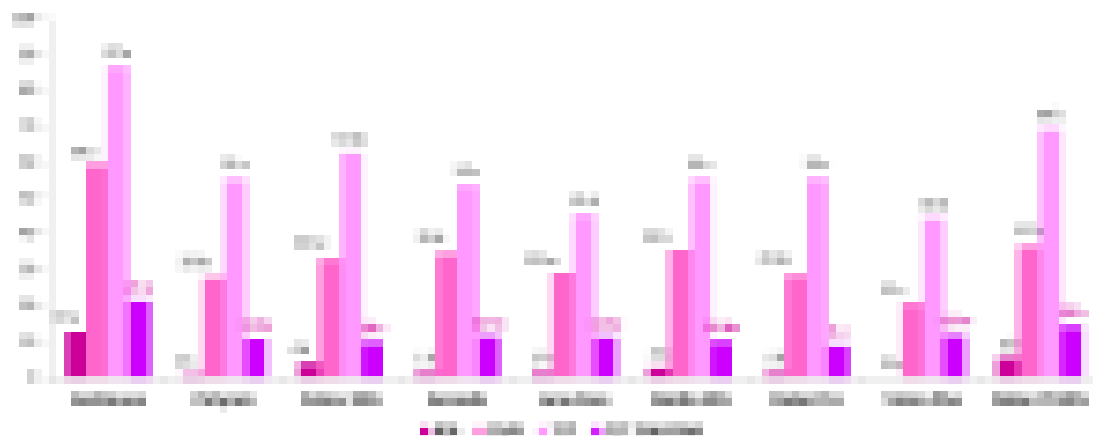


Figura 6 - Incidenza sui frutti (% frutti colpiti)

✓ Prova 2 (CAP RA 2020)

I principali risultati della prova 2 sono di seguito riportati in Figura 7 (rilievo sulle foglie) e Figura 8 (rilievo sui frutti).

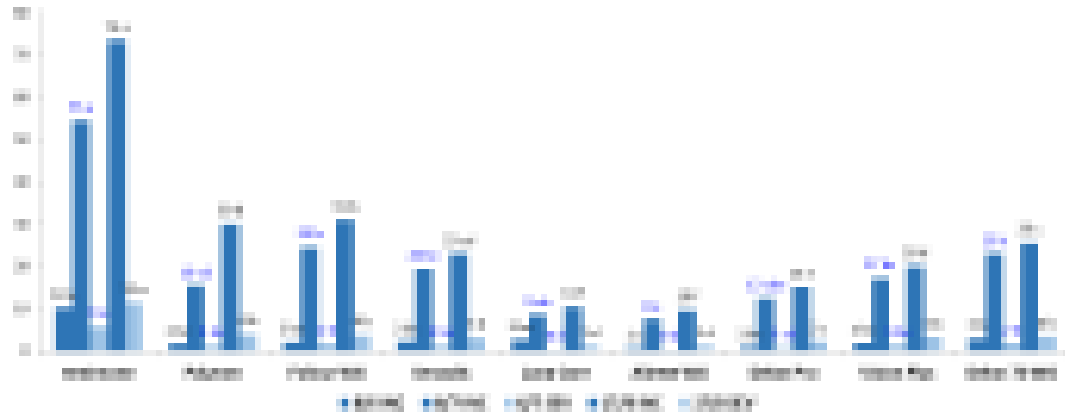


Figura 7 - Incidenza (% colpite) e severità (% superficie colpita) su **foglie**

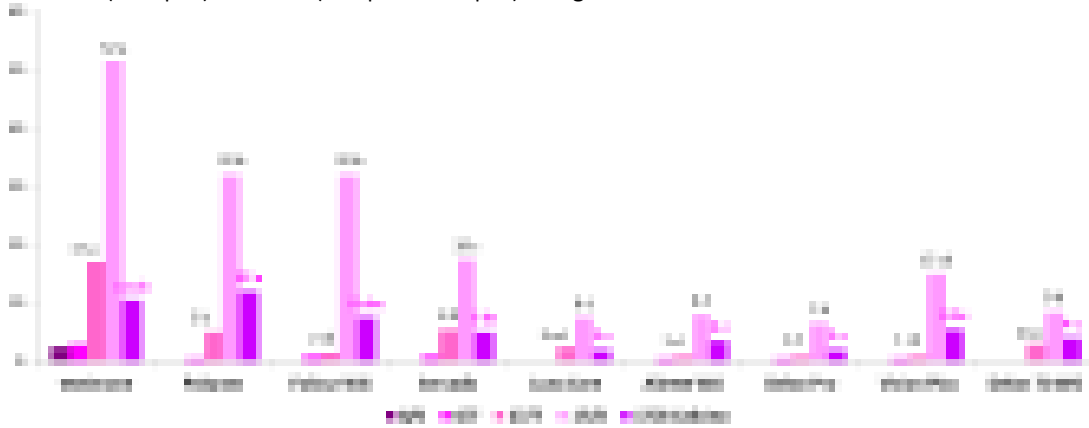


Figura 8- Incidenza sui **frutti** (% frutti colpiti)

✓ Prova 3 (CAI 2021)

I principali risultati della prova 3 sono di seguito riportati in Tabella 2 e 3 (rilievo sui frutti).

Tabella 2- Incidenza sulle **foglie** (% foglie colpite) nel rilievo del 7/07/21

N° Tesi	Principio attivo	Dose ml o g di p.a/ha	Formulato commerciale	Dose f.c. L-Kg/ha	Foglie: 07/07//21				
					A	B	C	% foglie colpite (Media)	% efficacia
1	-	-	TESTIMONE	-	34,2	34,2	42,5	36,9	-
2	Metiram 70%	1820g	POLYRAM	2600g/ha	20,8	20,8	14,2	18,6	49,6
3	Difenconazolo 250g/l	75g	SCORE 25 EC	300ml/ha	12,5	9	24,2	15,2	58,8
4	Fluxapyroxad 300g/l Fosetil-AI 80%	90g 1995g	SERCADIS + ALIETTE WG	300ml/ha + 2493g/ha	23,3	16,7	16,7	18,9	48,8
5	Fluazinam 500g/l	750g	NANDO MAXI	1500ml/ha	14,2	22,5	20,8	19,2	47,9
6	Dodina 544g/l	680g	SYLLIT 544 SC	1520ml/ha	20	18,3	21,7	20,0	45,8
7	Fluopyram 5% + Fosetil-AI 66,5%	150g + 1995g	LUNA CARE	3000g/ha	13,3	18,3	15	15,5	58,0
8	Dithianon 250g/l + Pirimetanil 250g/l	300g + 300g	VISION PLUS	1200ml/ha	22,5	24,2	20	22,2	39,8
9	Dithianon 70%	300,3	DELAN 70 WG	429g/ha	29,2	18,3	25,8	24,2	33,9
10	Captano 80%	1600g	MERPAN 80 WDG	2000g/ha	24,2	20,8	26,7	23,9	35,2
11	Dithianon 125g/l + Fosfonato di K 561g/l	312,5+ 1402,5	DELAN PRO	2500ml/ha	19,2	24,2	30,8	24,7	33,1

Tabella 3- Incidenza sulle **frutti** (% frutti colpiti) nel rilievo del 7/07/21

N° Tesi	Principio attivo	Dose ml o g di p.a/ha	Formulato commerciale	Dose f.c. L-Kg/ha	Frutti: 07/07/21				
					RIPETIZIONI			MEDIA 3 RIP. % frutti colpiti (% eff)	% frutti colpiti: somma 3 rip. (% eff)
					A (% eff)	B (% eff)	C (% eff)		
1	-	-	TESTIMONE	-	100	42,8	0	47,6 (-)	50,0
					(1/1)	(3/7)	(0/0)		(4/8)
					(-)	(-)	(-)		(-)
2	Metiram 70%	1820g	POLYRAM	2600g/ha	0	14,3	0	4,8 (89,9%)	11,1
					(0/3)	(2/14)	(0/1)		(2/18)
					(100,0%)	(66,6%)	(-)		(77,8%)
3	Difenconazolo 250g/l	75g	SCORE 25 EC	300ml/ha	0	26,7	0	8,9 (81,3%)	25,8
					(0/1)	(8/30)	(0/0)		(8/31)
					(100,0%)	(37,1%)	(-)		(48,4%)
4	Fluxapyrox ad 300g/l Fosetil-AI 80%	90g 1995g	SERCADIS + ALIETTE WG	300ml/ha + 2493g/ha	0	16,7	0	5,6 (88,2%)	9,5
					(0/0)	(2/12)	(0/9)		(2/21)
					(-)	(61,0%)	(-)		(81,0%)
5	Fluazinam 500g/l	750g	NANDO MAXI	1500ml/ha	0	20	0	6,7 (85,9%)	16,7
					(0/0)	(1/5)	(0/1)		(1/6)
					(-)	(53,3%)	(-)		(66,6%)
6	Dodina 544g/l	680g	SYLLIT 544 SC	1520ml/ha	0	20,7	0	6,9 (85,5%)	20,7
					(0/0)	(6/29)	(-)		(6/29)
					(-)	(51,6%)	(-)		(58,6%)
7	Fluopyram 5% + Fosetil-AI 66,5%	150g + 1995g	LUNA CARE	3000g/ha	50	12,5	100	54,2 (-)	27,3
					(1/2)	(1/8)	(1/1)		(3/11)
					(50,0%)	(70,8%)	(-)		(45,4%)
8	Dithianon 250g/l + Pirimetanil 250g/l	300g + 300g	VISION PLUS	1200ml/ha	0	18,7	27,3	15,3 (67,8%)	20,7
					(0/2)	(3/16)	(3/11)		(6/29)
					(100,0%)	(56,3%)	(-)		(58,6%)
9	Dithianon 70%	300,3	DELAN 70 WG	429g/ha	46,1	50	0	32,0 (32,8%)	47,4
					(6/13)	(3/6)	(0/0)		(9/19)
					(53,9%)	(-)	(-)		(5,2%)
10	Captano 80%	1600g	MERPAN 80 WDG	2000g/ha	42,1	5,5	0	15,9 (66,6%)	24,3
					(8/19)	(1/18)	(0/0)		(9/37)
					(57,9%)	(87,1%)	(-)		(51,4%)
11	Dithianon 125g/l + Fosfonato di K 561g/l	312,5+ 1402,5	DELAN PRO	2500ml/ha	16,7	0	33,3	16,7 (64,9%)	20,0
					(2/12)	(0/2)	(2/6)		(4/20)
					(83,3%)	(100,0%)	(-)		(60,0%)

✓ Prova 4 (ASTRA 2021)

Un importante evento grandinigeno, verificatosi il giorno 26/07/2021, ha ulteriormente ridotto la già limitata presenza di frutti sulle piante, causata dalle gelate tardive di inizio aprile 2021. Tuttavia, è stato comunque possibile effettuare 4 rilievi di incidenza del danno sui frutti (25/05; 7/06; 7/07; 30/07) ed un rilievo di severità del danno (30/07) sia sui frutti rimasti sulla pianta che su quelli caduti al suolo a seguito della grandinata. I risultati sono riportati in Figura 9 (rilievo sui frutti).

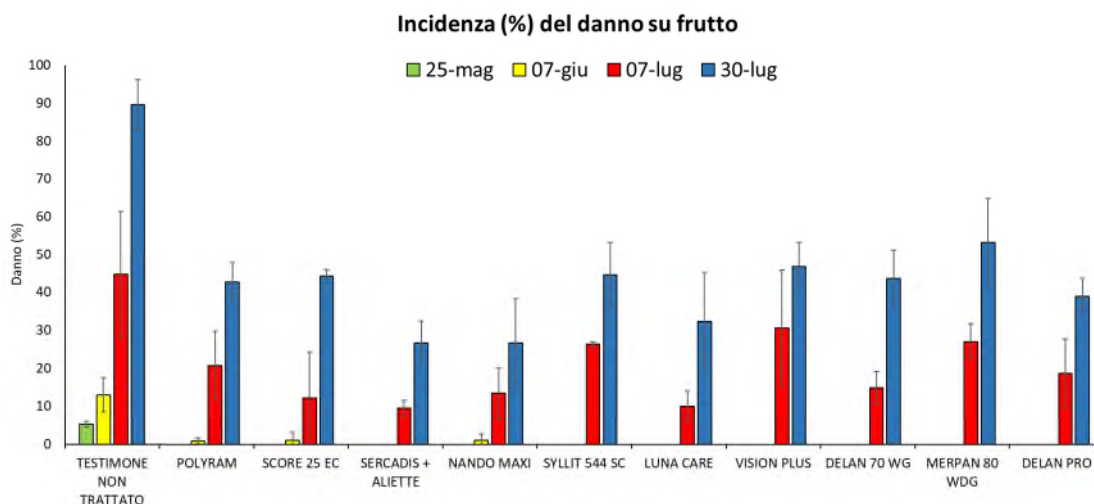


Figura 9 - Incidenza sui frutti (% frutti colpiti) nei 4 rilievi

Nel grafico seguente (Figura 10) si riportano i risultati del rilievo di presenza di frutti per replica (su pianta e al suolo) effettuato il giorno 30/07. Sia sui frutti su pianta che al suolo sono stati rilevati i sintomi di maculatura bruna (Figura 11).

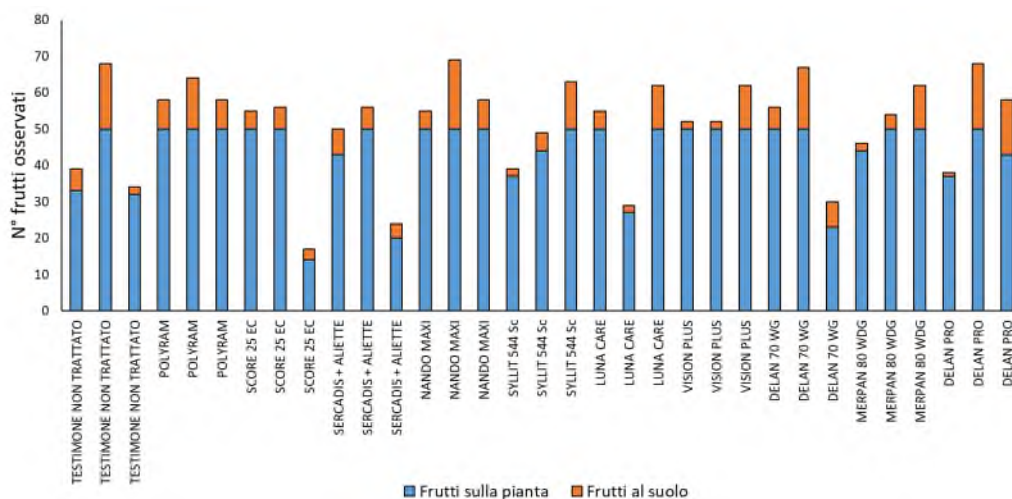


Figura 10 – 30/07: rilievo del numero di frutti rimasti sulla pianta e caduti al suolo a seguito della grandinata del 26/07/21

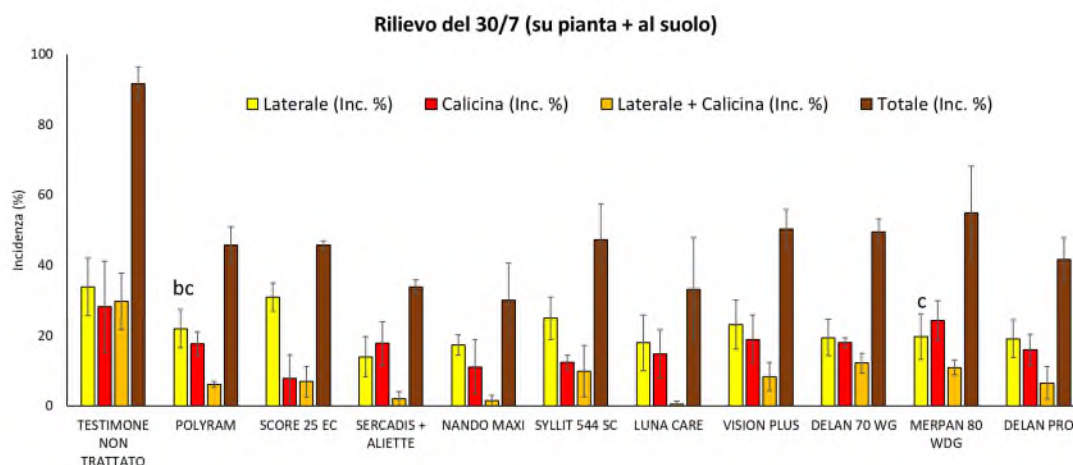


Figura 11 – Incidenza del sintomo di maculatura bruna sul frutto nel rilievo del 30/07/2021

Nella tabella seguente (Tabella 3) sono riassunti i risultati dei rilievi effettuati nelle 4 prove di efficacia, riportando a lato l'efficacia media (delle 4 prove) per ciascuna tesi ed una indicazione cromatica del grado di efficacia raggiunta (verde=buona; rossa=scarsa).

Tabella 4 - Confronto dell'efficacia nelle 4 prove e efficacia media

p.a.	f.c.	PROVA 1 CAI 2020		PROVA 2 CAR 2020		PROVA 3 CAI 2021		PROVA 4 ASTRA 2021		Media delle 4 prove
		Rilievo intermedio	Dati sensibilità (UniBO)	Rilievo finale	Dati sensibilità (UniBO)	Rilievo finale	Dati sensibilità (UniBO)	Rilievo finale	Dati sensibilità (UniBO)	
Metiram	Polyram	53		38		78		52		55
Tebuconazolo	Folicur WG	44	normale	38	normale	---	---	---	---	41
Difenoconazolo	Score 25 EC	---	---	---	---	48		51		50
Fluxapyroxad	Sercadis	41	normale	66	intermedia	---	---	---	normale	54
Fluxapyroxad + Fosetil Al	Sercadis + Aliette	---	---	---	---	81	normale	70	normale	76
Fluopyram + Fosetil Al	Luna Care	50	normale	86	intermedia	45	normale	64	normale	61
Fosetil Al	Aliette WG	40		85		---	---	---	---	62
Ditiano + Fosfonato K	Delan Pro	51		88		60		57		64
Ditiano + Pirimetanil	Vision Plus	65		71		59		48		61
Ditiano	Delan 70 WG	38		84		5		51		44
Captano	Merpan 80 WDG	---	---	---	---	51		41		46
Dodina	Syllit 544	---	---	---	---	59		50		55
Fluazinam	Nando Maxi	---	---	---	---	67		70		69

VALUTAZIONE EFFICACIA

- < 30 % nulla
- 30 - 50 % scarsa
- 51 - 75 % discreta
- > 75 % buona

CONCLUSIONI FINALI

- Nel complesso, tutte e 4 le prove fanno emergere un'efficacia parziale dei vari p.a. saggiati, in particolare nelle condizioni di pressione elevata del patogeno (elevato potenziale di inoculo, presenza di copertura antigrandine, microclima favorevole);
- IBE: emerge una lieve migliore efficacia di difenoconazolo rispetto a tebuconazolo. L'efficacia scarsa di tebuconazolo (Folicur WG) nelle prove 1 e 2, pur non essendo in presenza di ceppi di *S. vesicarium* con ridotta sensibilità, può essere determinata dalla minore performance del prodotto a seguito delle applicazioni in momenti successivi a quelli ottimali (fioritura - frutto noce);
- SDHI: fluxapyroxad da solo fornisce un risultato analogo alla miscela fluopyram + fosetyl AI; la miscela fluxapyroxad + fosetyl AI sembra fornire un risultato lievemente migliore;
- Fosetyl AI: anche quando impiegato da solo fornisce un'attività non trascurabile; quindi, si riconferma l'utilità di inserirlo in miscela con vari p.a.;
- Metiram: interessante, attività analoga o superiore a quella di altri contatticidi (captano, ditianon);
- Captano: ha mostrato un'attività medio-scarsa, confermando le sensazioni emerse dopo anni di impiego diffuso in campo;
- Ditianon: da solo ha mostrato un'attività medio-scarsa; discreta l'efficacia delle miscele con fosfonato K e pirimetanil;
- Fluazinam: efficacia discreta/buona; pur essendo un multisito e pur non emergendo evidenze di selezione di ceppi resistenti, è utile prendere in considerazione l'ipotesi di impiegarlo in miscela con altre sostanze attive;
- Dodina: efficacia discreta, migliore rispetto altri contatticidi (captano, ditianon).

Attività 3.3.1.1 - Validazione di prodotti emersi da precedenti screening di laboratorio e semicampo

Nel corso del 2021, il Consorzio Agrario di Ravenna ha effettuato una prova sperimentale per valutare l'efficacia in campo di prodotti alternativi ai classici fungicidi di sintesi, emersi positivamente da precedenti screening di laboratorio e semicampo.

MATERIALI E METODI

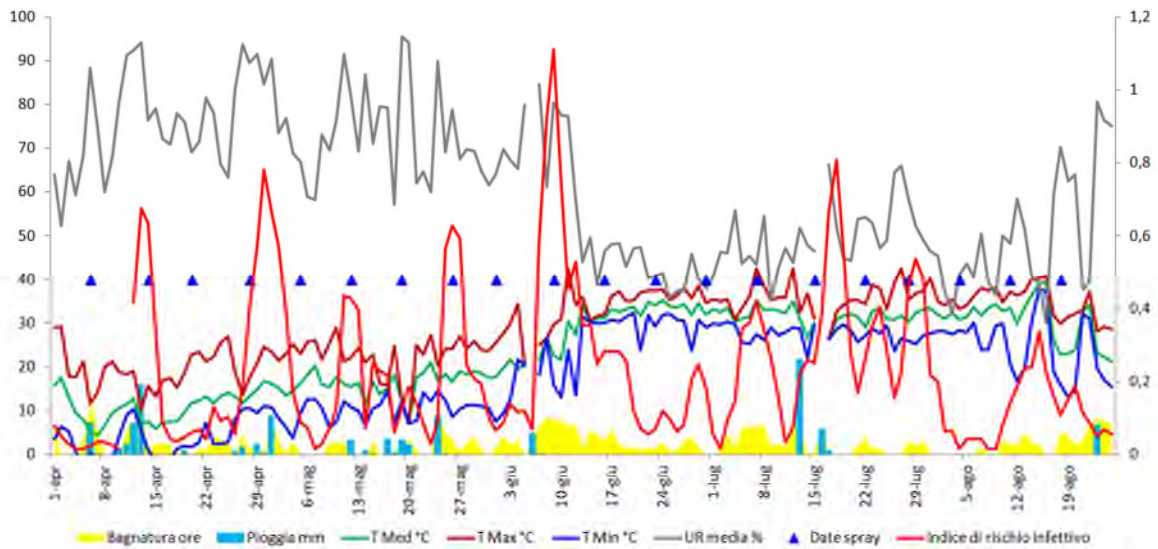
Metodologia Sperimentale di riferimento: EPPO Guidelines 135 (4), PP 1/152 (4), PP 1/181 (4);

- Prova eseguita in località Barbiano (RA) su cv. Abate, 6° foglia (allevata a fusetto con sesto: 4 x 1 m e in assenza di rete antigrandine);
- Layout: Blocco Completamente Randomizzato con 4 ripetizioni e parcelle di 5 piante contigue lungo la fila;
- Attrezzatura per i trattamenti: atomizzatore spalleggiato STHIL mod. SR 430;
- Volume di irrorazione: 1000 L/ha;
- Rilievi a partire dalla comparsa dei sintomi con turno di 3-4 settimane su foglie e frutti.
 - o FOGLIE: Incidenza (% foglie colpite) e Severità (% area del lembo fogliare colpita);
 - o FRUTTI: Incidenza totale; in alcuni rilievi distinguendo anche: Incidenza Calicina (presenza di soli sintomi a livello calicino), Laterale (presenza di soli sintomi laterali), Calicina + Laterale (con presenza simultanea di entrambe le tipologie di sintomi);
- Analisi statistica: analisi della varianza ANOVA per $P < 0.05$, test di Duncan per la separazione delle medie.

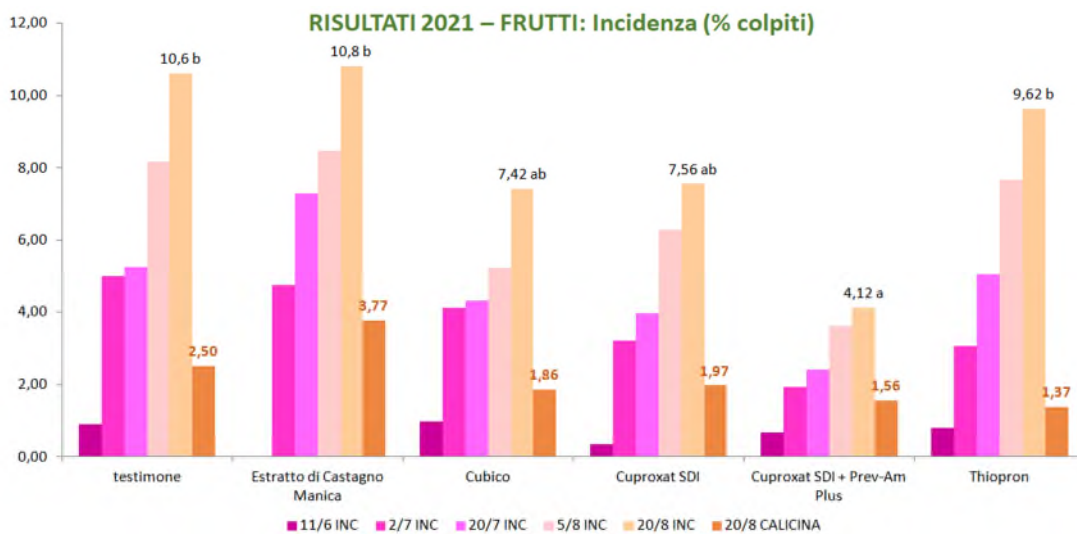
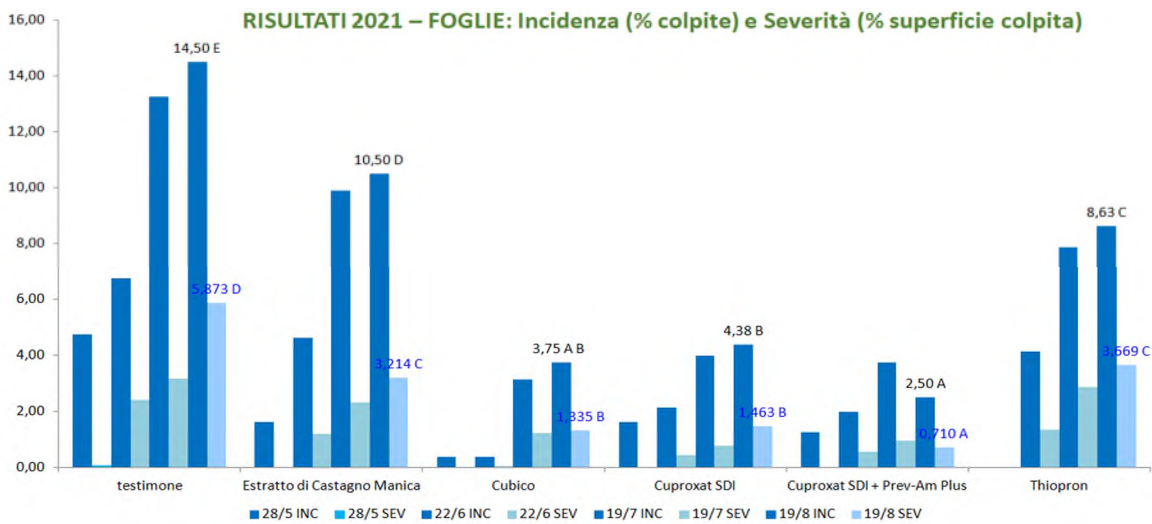
Nella tabella seguente viene sintetizzato il protocollo sperimentale con il timing applicativo:

N° tesi	Principio attivo e concentrazione	Dose p.a. ml - g / Ha	Formulato commerciale	dose / Ha	timing	date spray
1	---	---	Testimone	---	---	---
2	Tannini di castagno 36%	3600 ml	Estratto di Castagno Manica	10 L	da prefioritura a raccolta ogni 6-8gg	24/3, 31/3, 06/4, 14/4, 20/4, 28/4, 05/5, 12/5, 19/5, 26/5, 01/6, 09/6, 16/6, 23/6, 30/6, 07/7, 15/7, 22/7, 28/7, 04/8, 11/08, 18/08
3	Gluconato di rame 5.5% Cu ⁺⁺	165 g Cu ⁺⁺	Cubico	3 L**		
		110 g Cu ⁺⁺		2 L*** (dal 20/4)		
4	Solfato tribasico 190 g/l Cu ⁺⁺	237,5 g Cu ⁺⁺	Cuproxat SDI	1,25 L		
5	Solfato tribasico 190 g/l Cu ⁺⁺ Olio <u>ess.</u> Arancio dolce 60 g/l	237,5 g Cu ⁺⁺ 168 g	Cuproxat SDI + Prev-Am Plus	1,25 L + 2,8 L		
6	Zolfo 825 g/l	7425 g	Thiopron	9 L		

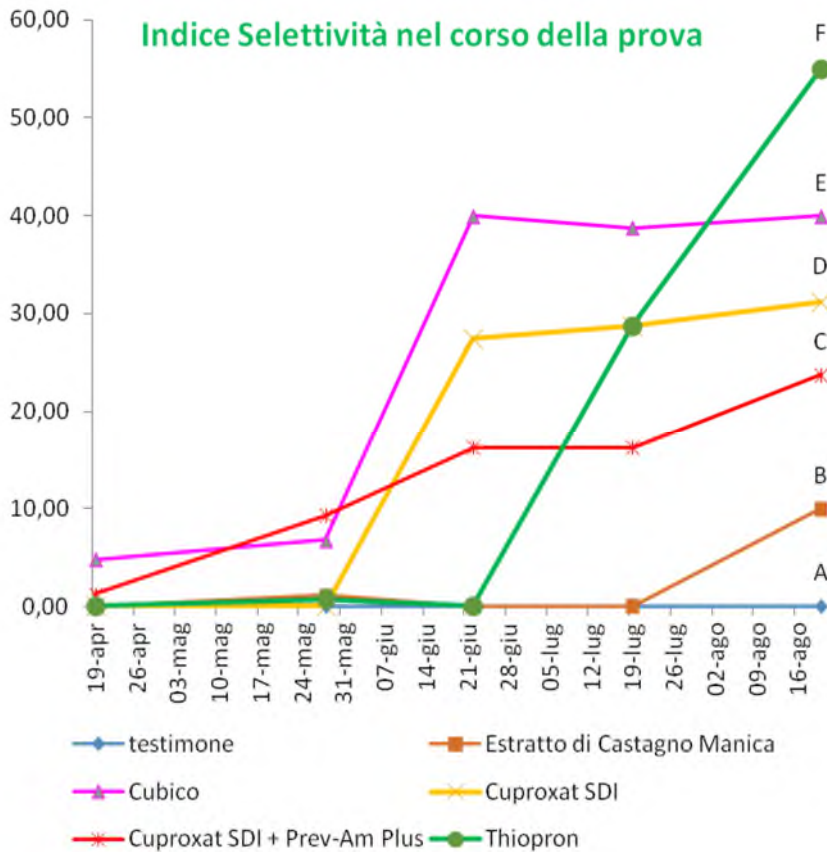
Di seguito si riporta l'andamento meteo e dell'indice di rischio del modello BSP Cast nel corso della prova:



RISULTATI



Si segnala una certa fitotossicità per alcuni prodotti: Cubico, per cui si è resa necessaria una riduzione di impiego della dose dello stesso nel corso della prova; la miscela Cuproxat SDI + Prev-Am Plus, in misura meno marcata rispetto il precedente; Thiopron, emersa solo nei mesi estivi a seguito dell'innalzamento delle temperature al di sopra dei 35 °C; Estratto di Castagno Manica, che di fatto ha causato solo un leggero imbrattamento della vegetazione. Di seguito si riporta il riepilogo dei rilievi di selettività, con alcune immagini a corredo:



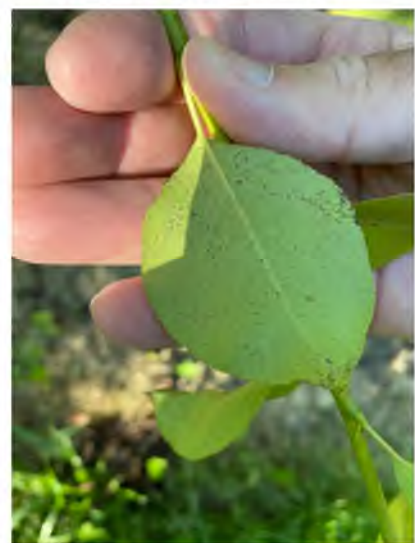
Cubico 19 aprile



Cubico 28 maggio



Cuproxat + Prev-Am 28 maggio



Estratto di Castagno 28 maggio



Thiopron 20 agosto (lato ovest)



Nella tabella seguente sono riassunti i risultati dei rilievi effettuati nelle 4 prove di efficacia, riportando a lato l'efficacia media (delle 4 prove) per ciascuna tesi ed una indicazione cromatica del grado di efficacia raggiunta (verde=buona; rossa=scarsa).

p.a.	f.c.	2021
		Rilievo finale
tannini castagno 36%	Estratto di Castagno Manica	-2
gluconato rame 5,5% Cu ⁺⁺	Cubico	30
solfo tribasico 190 g/L Cu ⁺⁺	Cuproxat SDI	29
solfo tribasico 190 g/L Cu ⁺⁺ + olio essenziale arancio dolce 60 g/L	Cuproxat SDI + Prev-Am Plus	61
zolfo 825 g/L	Thiopron	9

VALUTAZIONE EFFICACIA	
< 30 %	nulla
30 – 50 %	scarsa
51 – 75 %	discreta
> 75 %	buona

CONCLUSIONI

- Scarsa attività dei tannini di castagno e dello zolfo, in quanto il grado d'attacco su frutto è stato analogo al controllo, mentre su foglia pur differenziandosi statisticamente dal testimone sono stati peggiori rispetto gli altri formulati testati;
- Intermedia l'attività del solfato tribasico da solo, e del gluconato di rame (quest'ultimo risulta interessante per il basso apporto di Cu⁺⁺/Ha);
- Interessante la miscela di solfato tribasico (Cuproxat SDI) con olio essenziale di arancio dolce (Prev-Am Plus) essendo risultata statisticamente la tesi migliore sia su frutto che foglia;
- A livello di selettività è risultato molto fitotossico il formulato a base di zolfo (Thiopron), in particolare a partire dal mese di luglio quando le T Max si sono mantenute stabilmente sopra i 35°C per diverse settimane, con sintomi sia su foglie ma anche sui frutti (nella parte esposta a Sud-Ovest);
- Anche i formulati rameici sono risultati moderatamente fitotossici su foglia, con la comparsa inizialmente di necrosi puntiformi nella pagina inferiore, seguita poi dalle necrosi agli apici e margini fogliari, in particolare per il gluconato di rame. Interessante notare che il solfato tribasico è risultato meno selettivo quando utilizzato da solo piuttosto che in miscela con olio essenziale di arancio dolce.

Attività 3.3.2 – Verifica dell'efficacia in funzione dell'espressione della dose

ASTRA ha realizzato una prova dosaggi nella prima annualità (2020), mentre per il 2021 si è concordato di convertire la prova dosaggi in prova di timing (prova a finestre). In entrambe le annualità la prova è stata condotta in località San Bartolomeo in Bosco (FE) su cultivar Abate Fetel allevata a fusetto (sesto d'impianto 4 m x 1,5 m). Il disegno sperimentale adottato è a blocchi randomizzati (RCB) con 5 tesi e 4 repliche/tesi. Di seguito si riportano in maniera distinta i dettagli delle due prove.

- Prova 2020 (prova a dosaggi)

MATERIALI E METODI

Una sintesi del protocollo sperimentale è riportata in Tab. 1.

Tesi	s.a. (% o g/L)	Dosaggio	Formulato commerciale	Date interventi
1	testimone non trattato	-	-	14-4 21-4 27-4
2	captano (80%)	160 g/hl	Merpan 80 WDG	5-5 13-5 20-5 27-5
3		2000 g/ha	Merpan 80 WDG	3-6 9-6
4	fluazinam (500 g/l)	100 ml/hl	Nando Maxi	16-6 23-6 30-6
5		1500 ml/ha	Nando Maxi	8-7 14-7 21-7

Tabella 1 – Tesi, prodotti saggati e timing di intervento

Sono stati impiegati 2 principi attivi di copertura: captano (Merpan 80 WDG) e fluazinam (Nando Maxi) a due diverse concentrazioni (160 g/ha; 2 kg/ha per captano e 100 ml/hl; 1500 ml/ha per fluazinam) con diverse applicazioni, allo scopo di verificarne l'effetto dose. I rilievi sono stati eseguiti nei mesi di maggio (25/5/20), giugno (26/6/20) e luglio (7-21-27/7/20).

RISULTATI

Nei grafici seguenti vengono riportati in sintesi i risultati (Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

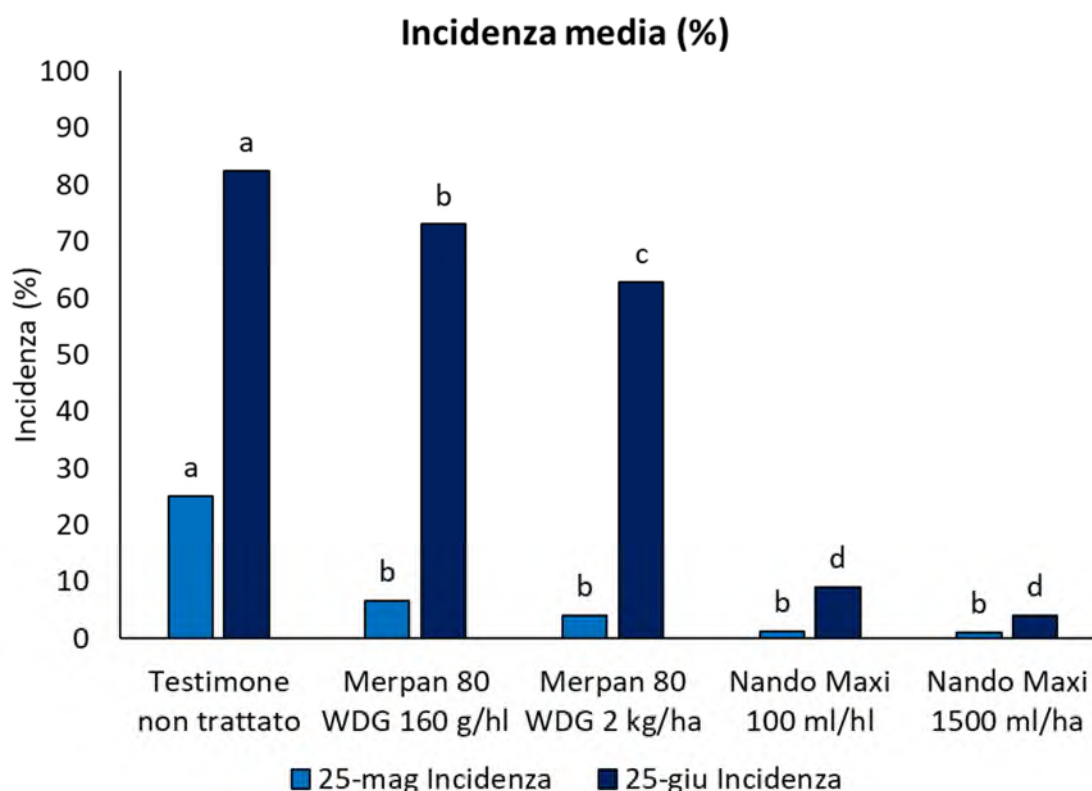


Figura 1 - Prova dosaggi Merpan 80 WDG e Nando Maxi: incidenza medie % su foglia

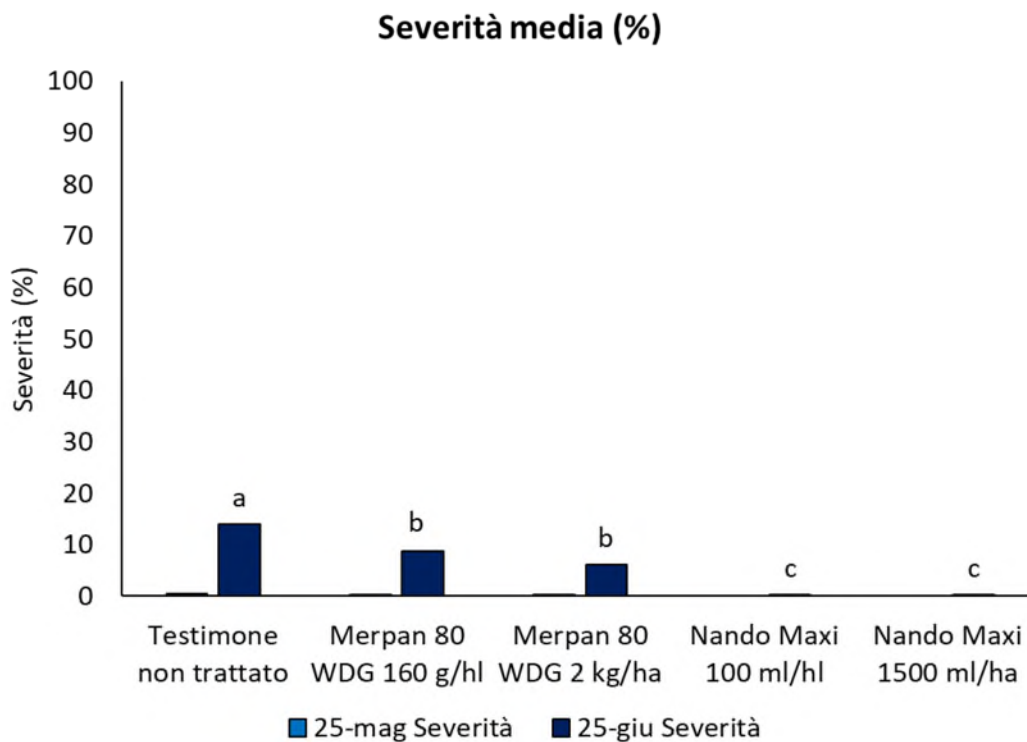


Figura 2 - Prova dosaggi Merpan 80 WDG e Nando Maxi: severità medie % su **foglia**

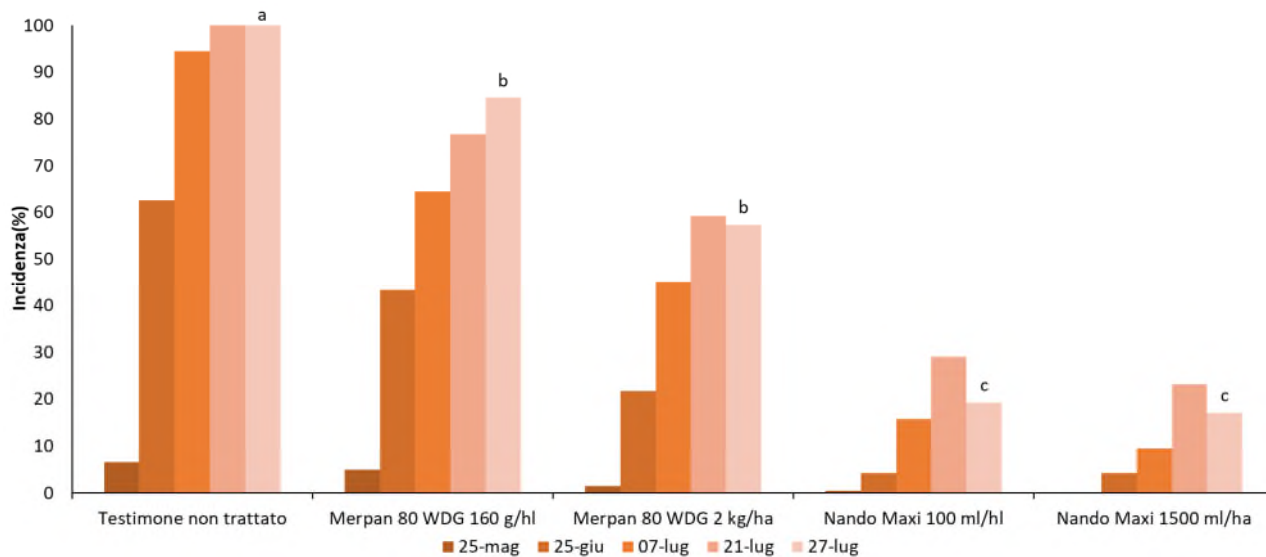


Figura 3 - Prova dosaggi Merpan 80 WDG e Nando Maxi: incidenza media % su **frutti** dopo 6 (25/5), 11(25/6), 12(7/7), 14 (21/7) e 15 (27/7) applicazioni.

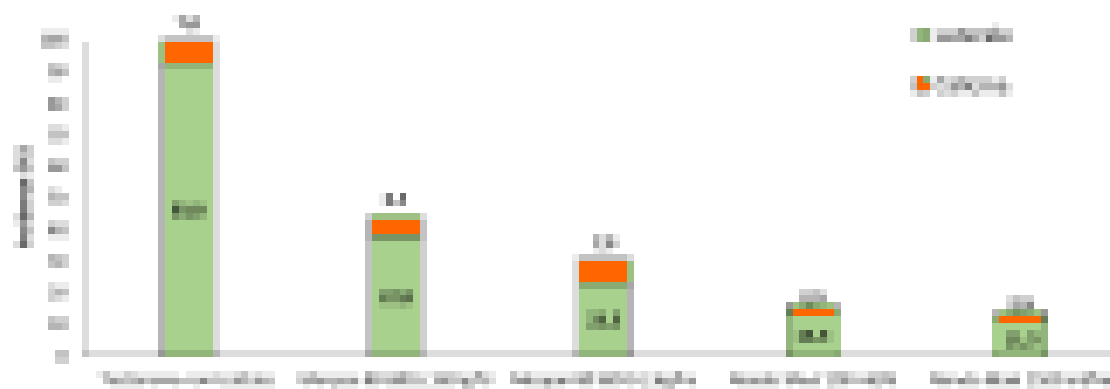


Figura 4 - Prova dosaggi Merpan 80 WDG e Nando Maxi: incidenza % del sintomo laterale e calicino su frutti al rilievo finale (27/7/20) dopo 15 applicazioni.

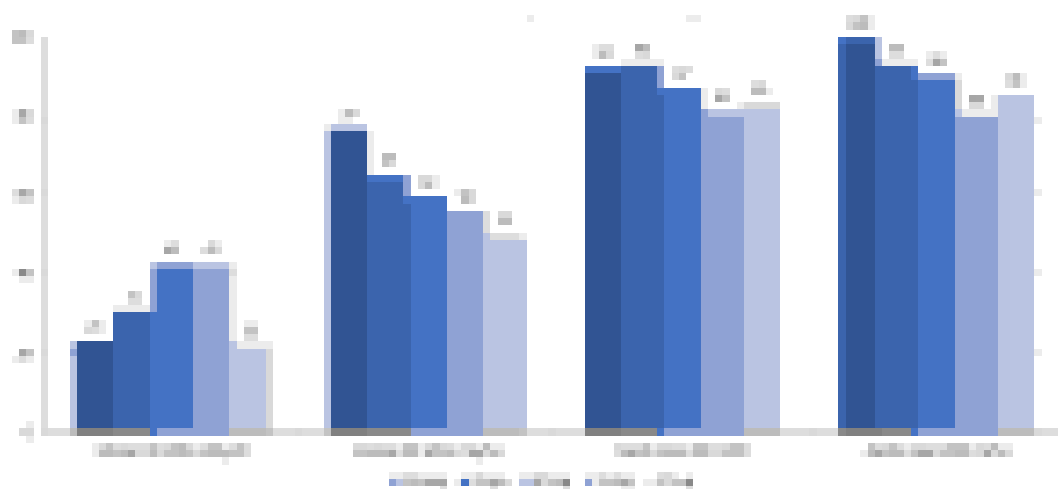


Figura 5 – Grado d’azione (efficacia Abbot %) di Merpan 80 WDG e Nando Maxi dopo 6 (25/5), 11 (25/6), 12 (7/7), 14 (21/7) e 15 (27/7) applicazioni sperimentali.

Nella tabella seguente (Tabella 2) si riporta una sintesi dell’efficacia media % dei due formulati oggetto della sperimentazione nei vari rilievi conseguenti le 5 applicazioni.

Tabella 2 - Efficacia media % di Merpan 80 WDG e Nando Maxi nei vari rilievi.

p.a.	Prodotto commerciale	Dosaggio	Rilievo del 25-5	Rilievo del 25-6	Rilievo del 7-7	Rilievo del 21-7	Rilievo del 27-7	Dati sensibilità (UniBo)
-	Testimone	-	Inc. 6,5%	Inc. 62,5%	Inc. 94,5%	Inc. 100%	Inc. 100%	-
captano	Merpan 80 WDG	160 g/hl	23	31	43	43	22	Normale
captano	Merpan 80 WDG	2000 g/ha	77	65	60	56	50	Normale
fluazinam	Nando Maxi	100 ml/hl	92	93	87	81	83	Normale
fluazinam	Nando Maxi	1500 ml/ha	100	93	90	80	86	Normale

VALUTAZIONE EFFICACIA < 30 % nulla 30 – 50 % scarsa 51 – 75 % discreta > 75 % buona

Prova 2021 (prova a finestre con SDHI)

Nella seconda annualità del progetto, la prova ha avuto come obiettivo quello di verificare se durante il periodo fiorale (BBCH 60-69) o immediatamente dopo la fioritura (BBCH 71-72) l'applicazione di SDHI riduca i sintomi di maculatura calicina.

MATERIALI E METODI

Una sintesi del protocollo sperimentale con le date di effettuazione dei trattamenti è riportata in Tabella 3.

Tabella 3 - Sintesi del protocollo sperimentale previsto nel 2021

Data	BBCH	Tesi 1	Tesi 2	Tesi 3	Tesi 4	Tesi 5
31/3/21	61	-	-	Sercadis	Nando Maxi	Nando Maxi
7/4/21	65-67	-	-	Sercadis	Nando Maxi	Nando Maxi
14/4/21	71	-	-	Sercadis	Nando Maxi	Nando Maxi
20/4/21	71	-	Nando Maxi	Nando Maxi	-	Sercadis
28/4/21	71-72	-	Nando Maxi	Nando Maxi	-	Sercadis
5/5/21	72	-	Nando Maxi	Nando Maxi	-	Sercadis
12/5/21	73	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
18/5/21	73	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
25/5/21	73	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
1/6/21	74	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
9/6/21	75	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
16/6/21	75	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
22/6/21	75-76	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
29/6/21	76	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
7/7/21	76-77	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
14/7/21	77	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi
21/7/21	77	-	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi	Nando Maxi

RISULTATI

Nei grafici seguenti (Figura 6) si riportano i risultati di incidenza media % nei 4 rilievi durante la stagione. Nella figura 7 è rappresentato il rilievo del 30-07-2021 con la distinzione del sintomo della maculatura: in laterale, calicino, entrambe.

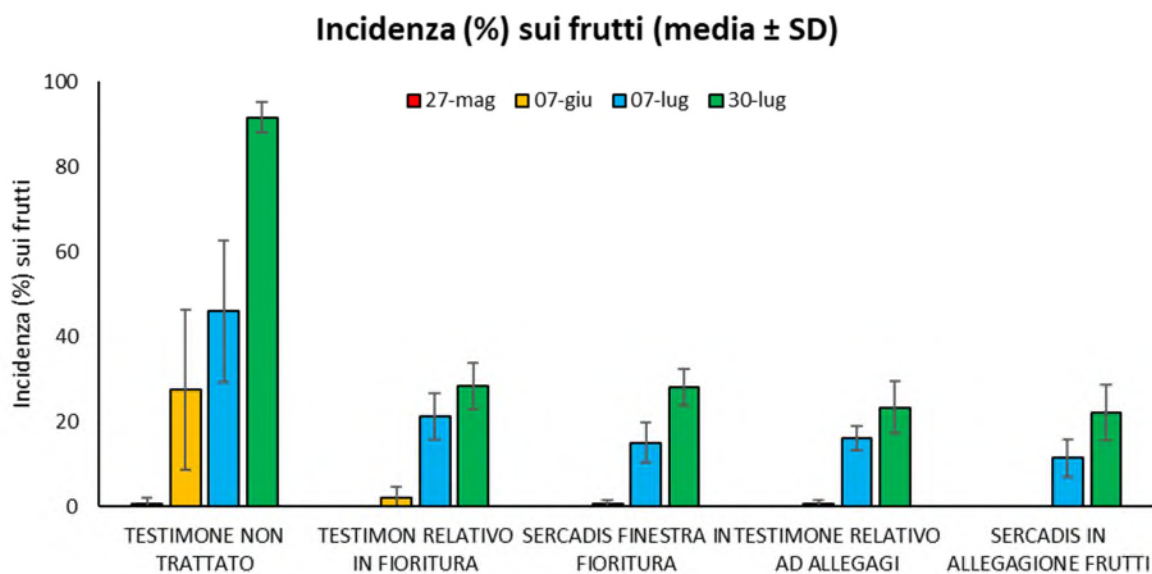


Figura 6 – Incidenza media % del sintomo di maculatura sui frutti nei 4 diversi rilievi durante la stagione 2021.

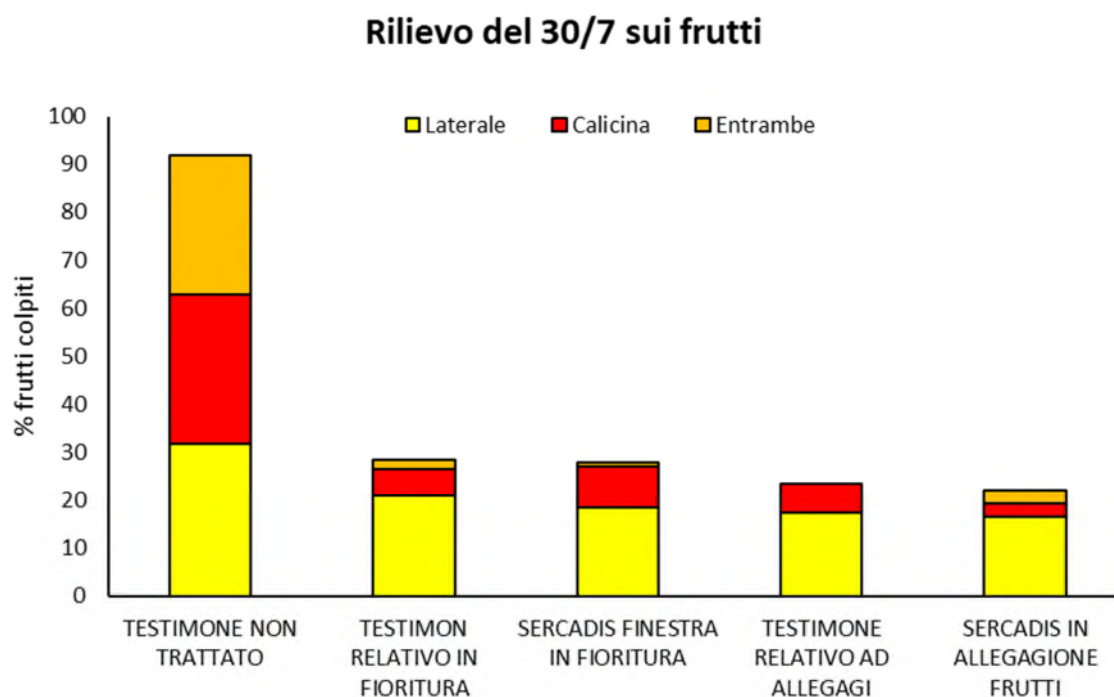


Figura 7 – Distinzione (dell'incidenza %) del sintomo di maculatura sui frutti.

Non sono mai emerse differenze significative tra le tesi trattate né su foglia né su frutto, anche analizzando separatamente i sintomi calicini e laterali.

CONCLUSIONI

- Nella prova 2020, il captano applicato secondo concentrazione (160 g/hl) o secondo superficie (2000 g/ha) mostra un effetto dose fino al numero massimo di interventi da etichetta, oltre i quali cede indistintamente; nel rilievo effettuato dopo 11 interventi, captano ha un'efficacia prossima al 30% o superiore al 65% in funzione della dose. Fluazinam si è distinto in tutti i rilievi per la buona performance ottenuta sia utilizzando il dosaggio a concentrazione (100 ml/hl) sia il dosaggio a superficie (1500 ml/ha), senza evidente effetto dose e con un'efficacia superiore all'80%.
- Nel 2021 la gelata tardiva ha colpito nel periodo della fioritura. La produzione nel sito di prova, sebbene ridotta, è stata comunque sufficiente per ottenere informazioni attendibili (almeno 50 frutti/replica). Tuttavia, il posizionamento del Sercadis (SDHI) nel periodo fiorale e post-fiorale (durante il quale ci sono state piogge e quindi potenzialmente eventi infettivi) è stato penalizzato dal verificarsi della gelata primaverile.
- L'SDHI fluxapyroxad saggiato in due finestre applicative (BBCH 60-69 = fioritura e BBCH 71-72 = allegazione) non ha portato a nessuna differenza significativa rispetto ai testimoni relativi (non trattati nel medesimo periodo) a fronte di una copertura omogenea con fluazinam prima e dopo tali finestre. Tutti i trattati si sono differenziati dal testimone assoluto ma non tra loro. Pertanto, in questa prova non è stato apprezzabile il contributo dell'SDHI nel ridurre i sintomi calicini su frutto.

Attività 3.3.3 – Verifica dell'efficacia in funzione del rischio epidemico

Prova 2020

MATERIALI E METODI

La prova è stata condotta da ASTRA in località San Bartolomeo in Bosco (FE) su cultivar Abate Fetel allevata a fusetto (sesto d'impianto 4 m x 1,5 m).

Il disegno sperimentale adottato è a blocchi randomizzati (RCB) con 4 repliche/tesi. La prova ha previsto 4 tesi in cui oltre ad un testimone non trattato e ad una tesi con linea aziendale come standard di riferimento, sono state messe a confronto 2 diverse strategie: la prima, in cui i prodotti sono stati applicati a calendario (con cadenza settimanale), e la seconda in cui la stessa strategia/prodotti sono stati applicati secondo modello BSP-Cast. È stato seguito l'output del modello BSP-Cast al fine di posizionare gli interventi di copertura sui momenti di maggior rischio epidemico. Sono state effettuate in totale più di 15 applicazioni sperimentali e 7 rilievi (su foglie e frutti) durante il periodo primaverile-estivo. Di seguito, in Tabella 1 si riporta una sintesi del protocollo sperimentale adottato: data e modalità di applicazione dei p.a. (a calendario o secondo modello).

Tabella 1 – Data applicazioni, strategie di impiego.

Data (bagnatura)	2 - Linea A (calendario)	3 - Linea A (modello)	4 - Linea B (calendario)	5 - Linea B (modello)
21/4 (800 l/ha)	mancozeb + fosetyl-alluminio	mancozeb + fosetyl-alluminio	mancozeb + fosetyl-alluminio	mancozeb + fosetyl-alluminio
27/4 (800 l/ha)	dithianon + pyrimethanil	dithianon + pyrimethanil	dithianon + pyrimethanil	dithianon + pyrimethanil

5/5 (800 l/ha)	captano + fosfito di K	-	captano + fosfito di K	-
8/5 (800 l/ha)	-	captano + fosfonato di K	-	captano + fosfonato di K
13/5 (800 l/ha)	fluazinam	fluazinam	fluazinam	fluazinam
20/5 (800 l/ha)	floupyram + fosetyl Al	floupyram + fosetyl Al	fluxapyroxad	fluxapyroxad
27/5 (800 l/ha)	dithianon + pyrimethanil	-	ziram	-
1/6 (800 l/ha)	-	dithianon + pyrimethanil	-	ziram
3/6 (1000 l/ha)	fluazinam	-	fluazinam	-
5/6 (1000 l/ha)	-	fluazinam	-	fluazinam
9/6 (1000 l/ha)	fluxapyroxad	fluxapyroxad	dithianon + pyrimethanil	dithianon + pyrimethanil
16/6 (1000 l/ha)	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K
23/6 (1000 l/ha)	fluazinam	-	fluazinam	-
30/6 (1200 l/ha)	fluazinam	-	fluazinam	-
2/7 (1200 l/ha)	-	fluazinam	-	fluazinam
8/7 (1200 l/ha)	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K	captano + fosfonato di K	captano + fosfonato di K
14/7 (1200 l/ha)	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K	captano + fosfonato di K	captano + fosfonato di K
21/7 (1200 l/ha)	dithianon + fosfonato di K	dithianon + fosfonato di K	captano + fosfonato di K	captano + fosfonato di K
28/7 (1200 l/ha)	fludioxonil + rame	-	fludioxonil + rame	-
31/7 (1200 l/ha)	-	fludioxonil + rame	-	fludioxonil + rame
03/08 (1200 l/ha)	captano + dodina	captano + dodina	captano + dodina	captano + dodina
11/08 (1200 l/ha)	rame	-	captano + fosfonato di K	-
18/08 (1200 l/ha)	rame	rame	captano + fosfonato di K	captano + fosfonato di K
25/08 (1200 l/ha)	boscalid	-	fludioxonil	-

Nella figura 1 è raffigurato l'andamento del rischio di infezione da *S. vesicarium* nel corso della stagione 2020 a San Bartolomeo in Bosco, in base al modello BSP-Cast (Brown Spot Pear Cast).

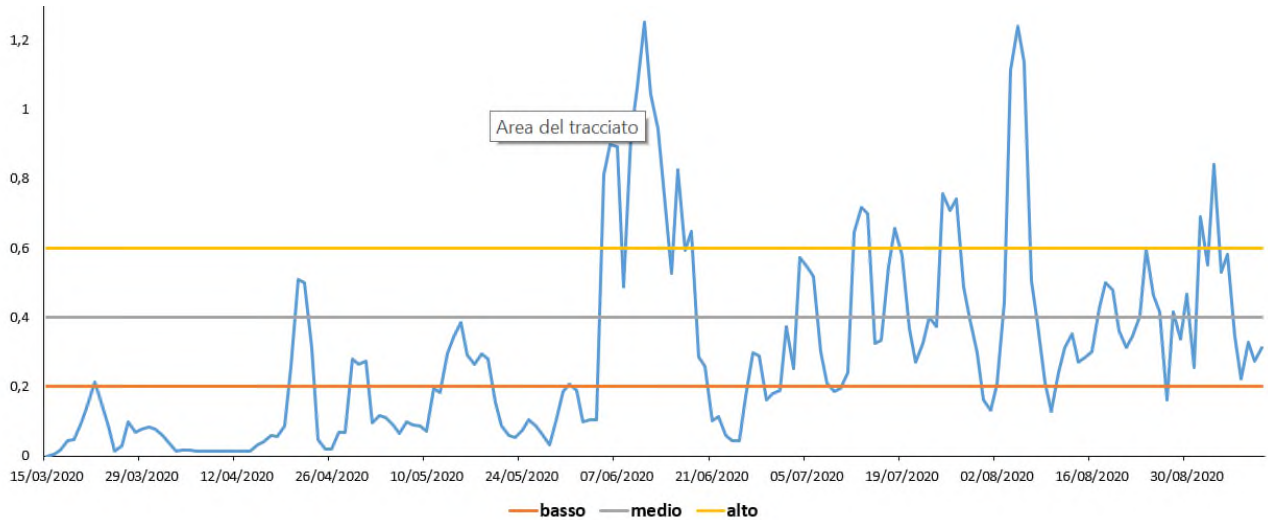


Figura 1 – BSP-Cast (Brown Spot Pear Cast) San Bartolomeo in Bosco 2020.

RISULTATI

Nella figura 2 è raffigurato l'incidenza % sulle foglie, nella figura 3 la severità % sulle foglie.

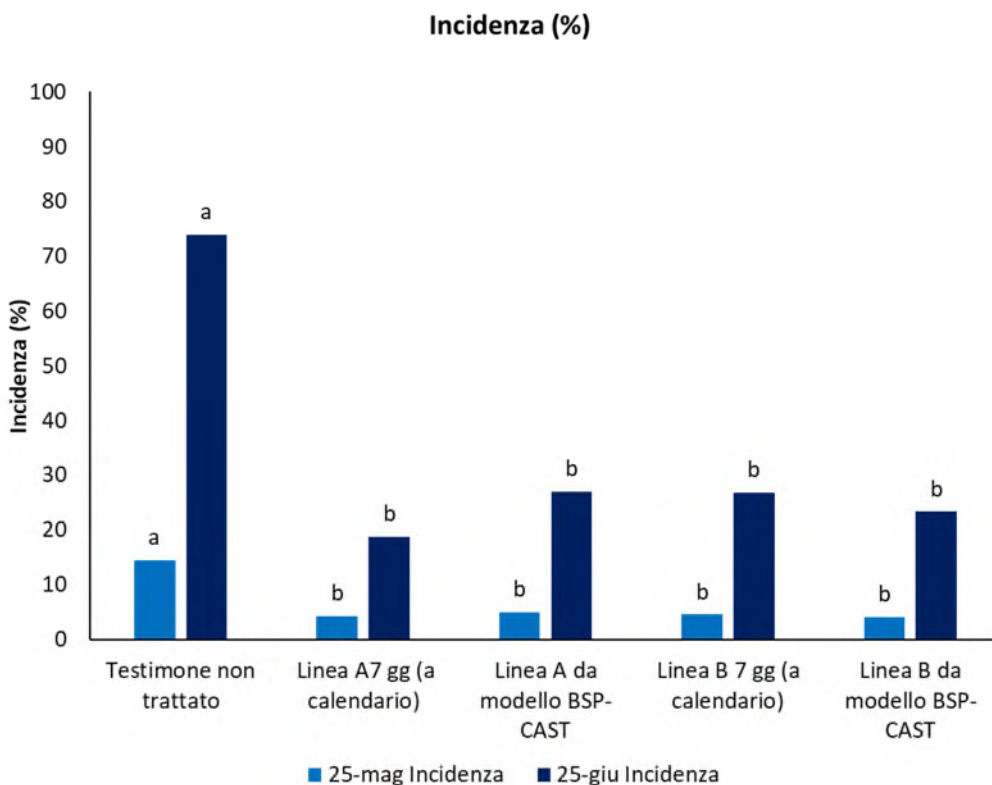


Figura 2 – Prova strategia, linee A e B (a calendario e secondo modello) a confronto: incidenza foglia.

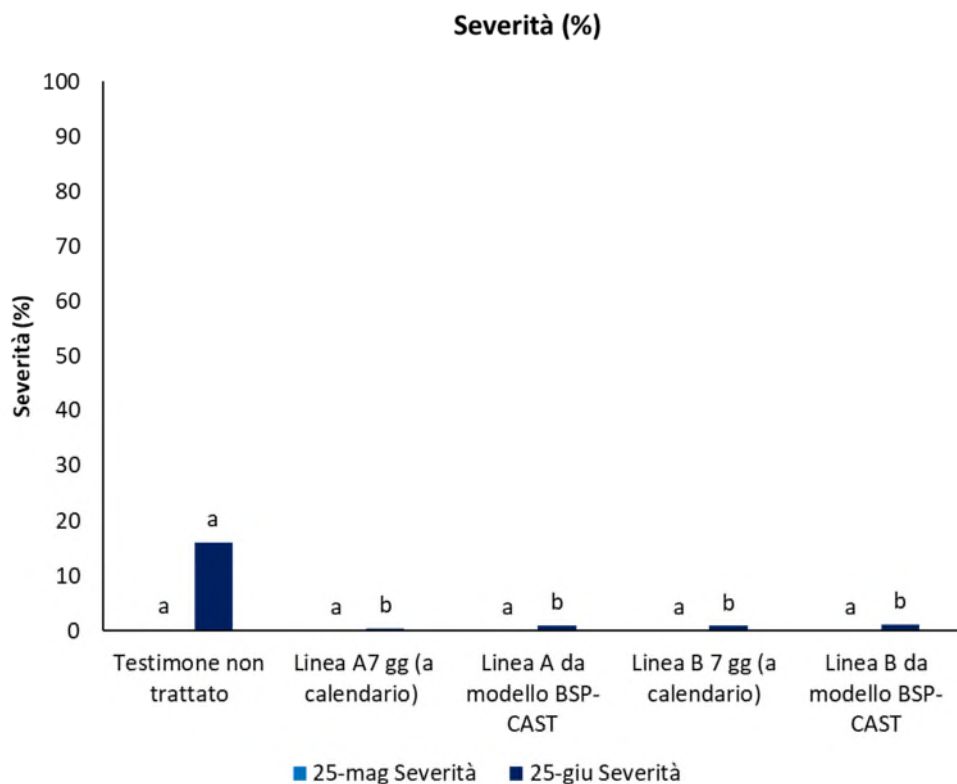


Figura 3 – Prova strategia, linee A e B (a calendario e secondo modello) a confronto: severità **foglia**.

Sono stati eseguiti 7 rilievi sui frutti nella figura 4 sono riportati i diversi dati rilevati durante la stagione, nella figura 5 è stata suddivisa la sintomatologia della maculatura bruna sul frutto in laterale e calicina. Nella tabella 2 è riportata l'efficacia sui frutti delle diverse strategie durante la stagione 2020.

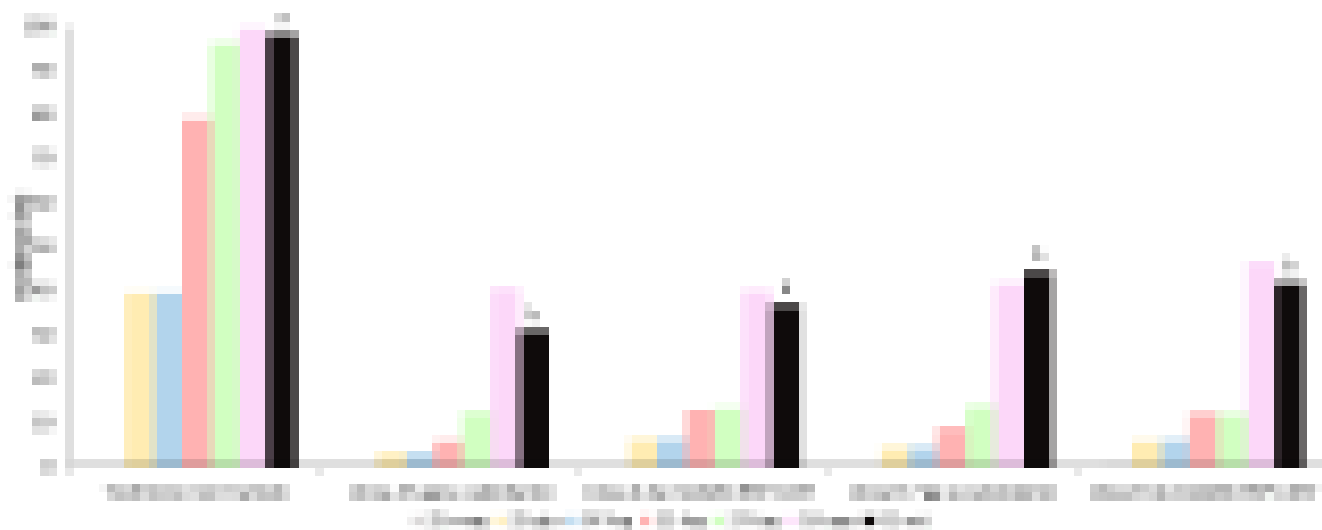


Figura 4 – Prova strategia: % di incidenza della malattia **sui frutti** nei diversi momenti di effettuazione del rilievo.

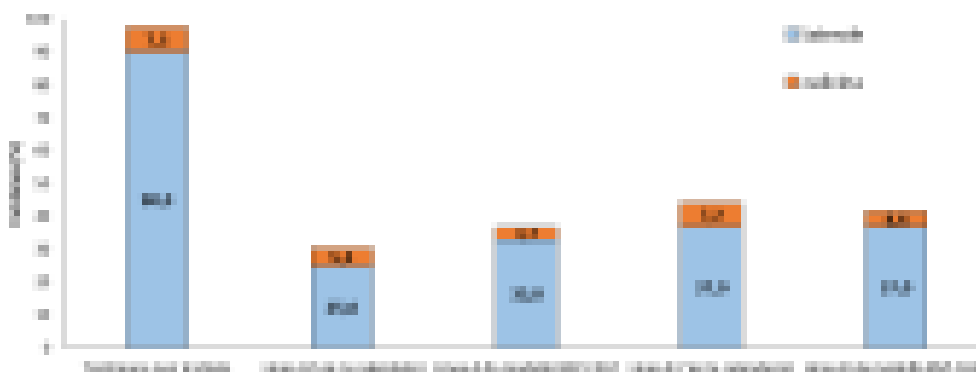


Figura 5 - % di incidenza di maculatura bruna (sintomo laterale e calicino) al rilievo finale dell'1/9/20 dopo 16-19 applicazioni.

Tabella 2 - Efficacia delle strategie sui frutti oggetto della sperimentazione nei diversi momenti di effettuazione del rilievo.

Tesi	Timing	Rilievo del 25-5	Rilievo del 25-6	Rilievo del 07-7	Rilievo del 21-7	Rilievo del 27-7	Rilievo del 10-8	Rilievo del 1-9
-	Testimone	Inc. 0%	Inc. 39%	Inc. 61%	Inc. 73%	Inc. 96%	Inc. 99%	Inc. 98%
Linea A	Calendario a 7gg	NA	92	85	85	87	59	68
Linea A	BPS-CAST	NA	83	86	84	86	59	62
Linea B	Calendario a 7gg	NA	88	83	86	85	58	54
Linea B	BPS-CAST	NA	84	87	82	87	53	57

VALUTAZIONE EFFICACIA < 30 % nulla 30 – 50 % scarsa 51 – 75 % discreta > 75 % buona

Prova 2021

MATERIALI E METODI

Analogamente al 2020, la prova è stata condotta nel medesimo appezzamento sito in località San Bartolomeo in Bosco (FE) su cultivar Abate Felcel, con un analogo disegno sperimentale a blocchi randomizzati (RCB) con 4 repliche/tesi e 4 tesi in cui, oltre ad un testimone non trattato e ad una tesi con linea aziendale come standard di riferimento, sono state messe a confronto 2 diverse strategie: la prima, in cui i prodotti sono stati applicati a calendario (con cadenza settimanale), e la seconda in cui la stessa strategia/prodotti sono stati applicati secondo modello BSP-Cast. È stato seguito l'output del modello BSP-Cast al fine di posizionare gli interventi di copertura sui momenti di maggior rischio epidemico. Di seguito, in Tab. 3 si riporta una sintesi del protocollo sperimentale adottato: data e modalità di applicazione dei p.a. (a calendario o secondo modello) e momento di effettuazione dei rilievi (in totale 6: 27/05; 07/06; 22/06; 28/07; 18/08; 02/09/2021).

Tabella 3 – Sintesi del protocollo sperimentale adottato nel 2021

Data (bagnatura)	2 - Linea A (calendario)	3 - Linea A (modello)	4 - Linea B (calendario)	5 - Linea B (modello)
31/3 (800 l/ha)	metiram	metiram	captano	captano
07/4 (800 l/ha)	fluxapiraxad	-	tebuconazolo + fluopyram	-
09/4 (800 l/ha)	-	fluxapiraxad	-	tebuconazolo + fluopyram

14/4 (800 l/ha)	captano + fosfonato di potassio + mancozeb	captano + fosfonato di potassio + mancozeb	dithianon + pyrimethanil + fosfonato di potassio	dithianon + pyrimethanil + fosfonato di potassio
20/4 (800 l/ha)	metiram + fosetyl-alluminio	-	dithianon + fosfonato di potassio	-
23/04 (800 l/ha)	-	metiram + fosetyl-alluminio	-	dithianon + fosfonato di potassio
28/4 (800 l/ha)	captano + fosfonato di potassio	captano + fosfonato di potassio	fluazinam	fluazinam
05/5 (800 l/ha)	mancozeb + captano	-	dithianon + pyrimethanil	-
10/5 (800 l/ha)	-	mancozeb + captano	-	dithianon + pyrimethanil
12/5 (800 l/ha)	captano + fosfonato di potassio	-	fluazinam	-
18/5 (800 l/ha)	captano	-	dithianon + fosfonato di potassio	-
25/5 (800 l/ha)	fluxapiraxad	fluxapiraxad	fluazinam	fluazinam
01/6 (800 l/ha)	captano + fosfonato di potassio	-	dithianon + fosfonato di potassio	-
07/6 (800 l/ha)	-	captano + fosfonato di potassio	-	dithianon + fosfonato di potassio
9/6 (800 l/ha)	captano + mancozeb	-	fluazinam	-
16/6 (800 l/ha)	metiram	-	dithianon + fosfonato di potassio	-
22/6 (800 l/ha)	captano + fosfonato di potassio	-	fluazinam	-
29/06 (800 l/ha)	captano + rame	-	dithianon + fosfonato di potassio	-
05/7 (800 l/ha)	rame	rame	rame	rame
14/7 (800 l/ha)	fluopyram + fosetyl-alluminio + metiram	fluopyram + fosetyl-alluminio + metiram	fludioxonil	fludioxonil
19/07 (800 l/ha)	-	captano + rame	-	Dithianon + fosfonato di potassio
21/07 (800 l/ha)	captano + rame	-	Dithianon + fosfonato di potassio	-
28/07 (800 l/ha)	metiram + rame	metiram + rame	fludioxonil	fludioxonil
4/8 (800 l/ha)	rame	rame	bicarbonato di potassio	bicarbonato di potassio
12/8 (800 l/ha)	fludioxonil + cyprodinil	-	bicarbonato di potassio	-
18/8 (800 l/ha)	fludioxonil	-	bicarbonato di potassio	-
25/8 (800 l/ha)	fludioxonil + cyprodinil	fludioxonil + cyprodinil	bacillus amyloliquefaciens, (D747) g 25	bacillus amyloliquefaciens, (D747) g 25

RISULTATI

Nei grafici seguenti vengono riportati in sintesi i risultati raccolti nel corso del 2021.

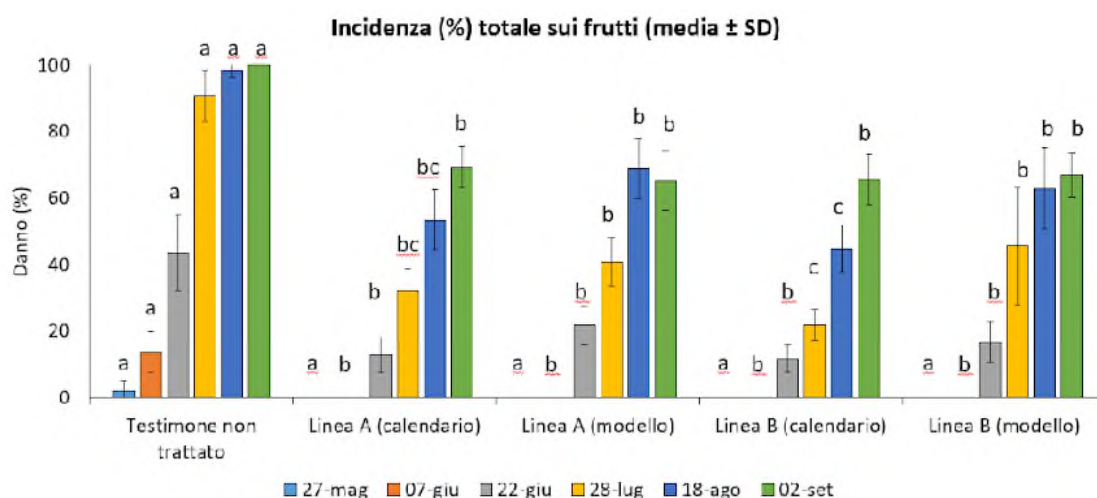


Figura 6 - Incidenza % di danno sui frutti (media ± sd) nei diversi rilievi effettuati nel corso della stagione 2021

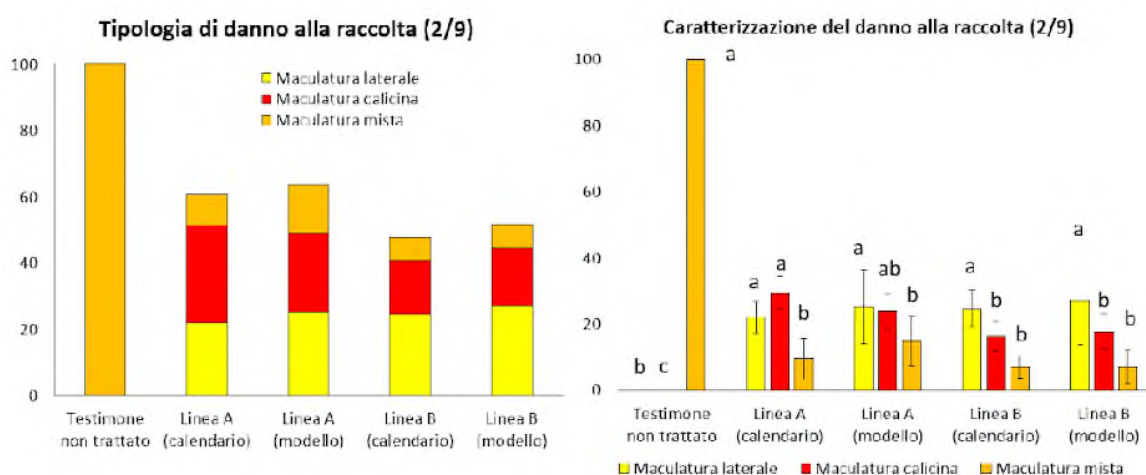


Figura 7 - Incidenza % di danno sui frutti alla raccolta (2/09/21) e caratterizzazione del sintomo (laterale, calicino, misto)

Tesi	Timing	Rilievo 27-5 (9 vs 7 appl.)	Rilievo 7-6 (10 vs 7 appl.)	Rilievo 22-6 (12 vs 8 appl.)	Rilievo 28-7 (17 vs 11 appl.)	Rilievo 18-8 (20 vs 13 appl.)	Rilievo 2-9 (22 vs 14 appl.)
		Inc. 2%	Inc. 14%	Inc. 44%	Inc. 91%	Inc. 99%	Inc. 100%
Linea A	Calendario a 7gg	NA	100	70	65	46	31
Linea A	BPS-CAST	NA	100	50	55	30	35
Linea B	Calendario a 7gg	NA	100	73	76	54	34
Linea B	BPS-CAST	NA	100	61	50	36	33

VALUTAZIONE EFFICACIA < 30% nulla 30 – 50% scarsa 51 – 75% discreta > 75% buona

Figura 8– Valutazione di efficacia delle 4 linee oggetto di sperimentazione in funzione della riduzione del danno rispetto al testimone nel corso dei rilievi

CONCLUSIONI

- Nel 2020, considerando l'andamento meteo ed il rischio epidemico tra giugno e settembre, il modello BSP-Cast ha permesso di risparmiare solo 3 interventi (16 contro 19) rispetto ad un approccio a calendario con turni settimanali. L'andamento dell'efficacia, alla luce di una ridotta forbice tra la stessa strategia applicata con turni fissi (ogni 7 gg) o variabili in funzione del rischio epidemico (secondo modello), non si discosta e gli approcci sono paragonabili. Le due linee (linea A e linea B) hanno entrambe mostrato un'efficacia soddisfacente fino alla fine di luglio, poi durante il mese di agosto hanno entrambe ceduto, arrivando ad inizio settembre ad un'efficacia compresa tra il 55% e il 70%.
- Nel 2021, la strategia secondo modello BSP-cast ha invece permesso di ridurre di 8 interventi la difesa (14 contro 22) rispetto ad un approccio a calendario con turni settimanali. La linea da modello è risultata penalizzata (più alta incidenza di danno a fronte di meno interventi) e tra giugno e luglio l'efficacia dell'approccio da modello è risultata inferiore. Alla raccolta, considerando la pressione infettiva (100% di danno nel testimone non trattato) non si apprezzano differenze tra i due approcci in termini di efficacia (< 35%).

Attività 3.3.4 – Prova di valutazione persistenza e resistenza al dilavamento dei fungicidi con timing applicativo in funzione del Modello BSP / SPOR

MATERIALI E METODI

Nel biennio 2020-21 sono state condotte dal Consorzio Agrario di Ravenna (CAP RA) due prove (una in entrambe le annualità), nel medesimo campo sito in località Barbiano (RA), su cv. Abate (5° foglia) allevata a fusetto, con sesto 4 x 1 m, in assenza di copertura antigrandine. Nel corso dell'annata 2019 nel frutteto era stato registrato un danno alla raccolta che si attesta intorno al 20% di frutti colpiti. Nella tabella seguente si riporta in sintesi il protocollo sperimentale adottato, sia per la prova 2020 che per quella 2021 (Tab. 1).

Tabella 1 – Protocollo sperimentale 2020-21: principi attivi, dosi e timing di impiego

N° Tesi	Anno	Principio attivo e Concentrazione	Dose p.a. ml - g / ha	Formulato commerciale	Dose f.c. L - Kg / Ha	timing	date spray	
							2020	2021
1	2020 2021	---	---	TESTIMONE	---	---	---	---
2	2020	Mancozeb 75%	1575 g	PENNCOZEB DG	2,1 Kg	48-24 h precedenti piogge o voli condici	17/4, 27/4; 05/5, 08/5, 14/5, 18/5, 22/5, 28/5; 03/6, 09/6, 15/6, 23/6; 02/7, 10/7, 22/7; 03/8	02/4, 07/4, 09/4; 03/5, 10/5, 18/5; 01/6, 04/6; 02/7, 13/7; 4/8, 16/8
3	2021	Metiram 70%	1820 g	POLYRAM DF	2,6 Kg			
4	2020 2021	Difenoconazole 250 g/l	56.25 g	SCORE 25 EC	0,225 L			
5	2020 2021	Fluxapiroxad 300 g/l	90 g	SERCADIS	0,3 L			
6	2021	Dodina 544 g/l	680 g	SYLLIT 544 SC	1,25 L			
7	2020	Mancozeb 75%	1575 g	PENNCOZEB DG	2,1 Kg	24-48 h successive a piogge o voli condici	22/4, 29/4; 12/5, 19/5, 21/5, 30/5; 05/6, 11/6, 16/6; 04/7, 13/7, 23/7; 05/8	08/4, 14/4; 12/5, 19/5; 07/6; 05/7, 15/7; 6/8, 18/8
8	2021	Metiram 70%	1820 g	POLYRAM DF	2,6 Kg			
9	2020 2021	Difenoconazole 250 g/l	56.25 g	SCORE 25 EC	0,225 L			
10	2020 2021	Fluxapiroxad 300 g/l	90 g	SERCADIS	0,3 L			
11	2021	Dodina 544 g/l	680 g	SYLLIT 544 SC	1,25 L			

ANNO 2021: FINESTRE DI APPLICAZIONE:

a) da inizio fioritura ad allegazione; **b)** da fine aprile / primi di maggio a metà/fine maggio; **c)** da metà giugno a inizio luglio.
Al di fuori delle finestre applicative, sono stati utilizzati i seguenti prodotti di mantenimento comuni a tutte le tesi (testimone escluso):
i) in prefioritura: Vision Plus 1,2 L/Ha (24/3); ii) altri periodi: Delan Pro (20/4), o Nando Maxi 1,5 L/Ha (29/4, 26/5, 16/6, 19/7, 28/7).

Di seguito si riportano i materiali e metodi ed i risultati delle due prove, in modalità distinta.

Prova 2020

MATERIALI E METODI

Nel grafico seguente si riporta l'andamento meteo e il BSP Index del sito in prova, oltre ai momenti di effettuazione dei trattamenti, rappresentati da triangoli blu (trattamenti preventivi) e rossi (trattamenti curativi) (Fig 1).

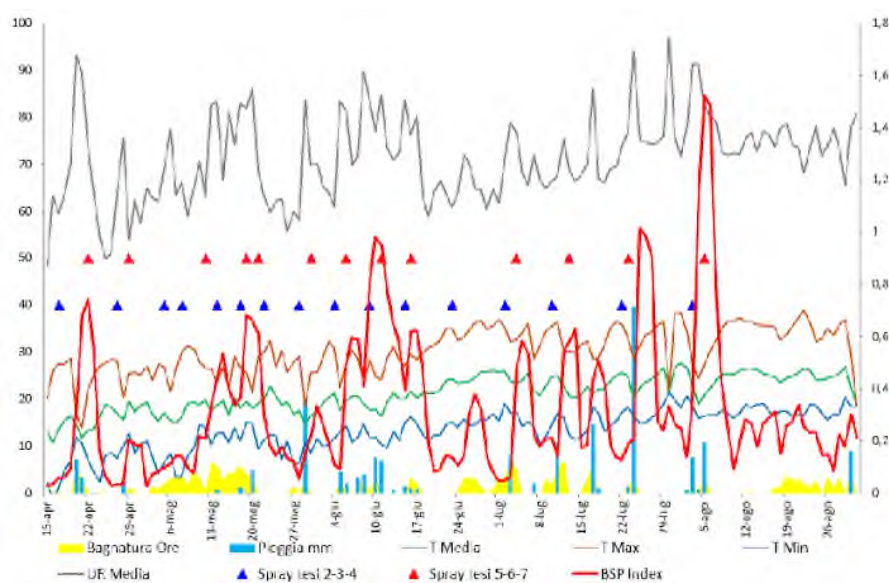


Figura 1 – Meteo e BSP Index riferiti al 2020, località Barbiano (RA)

RISULTATI

Nelle figure seguenti si riportano in sintesi i risultati ottenuti nel 2020 su foglie (Fig. 2), in termini di incidenza (% foglie colpite) e severità (% superficie colpita), e su frutti (Fig. 3), in termini di incidenza (% frutti colpiti) sia complessiva che dei soli sintomi calicini.

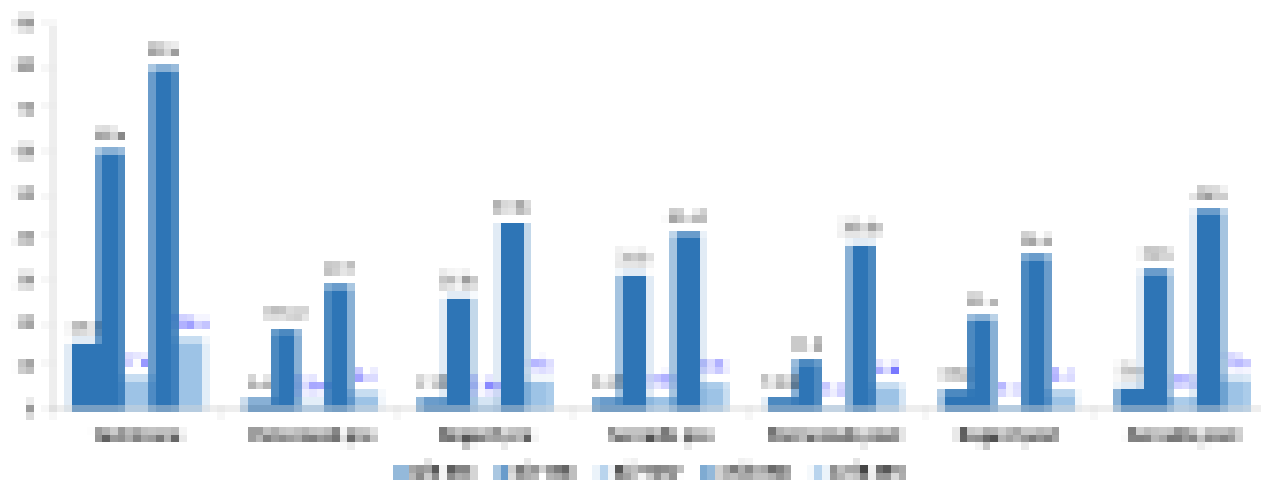


Figura 2 - Incidenza (% colpite) e severità (% superficie colpita) su foglie

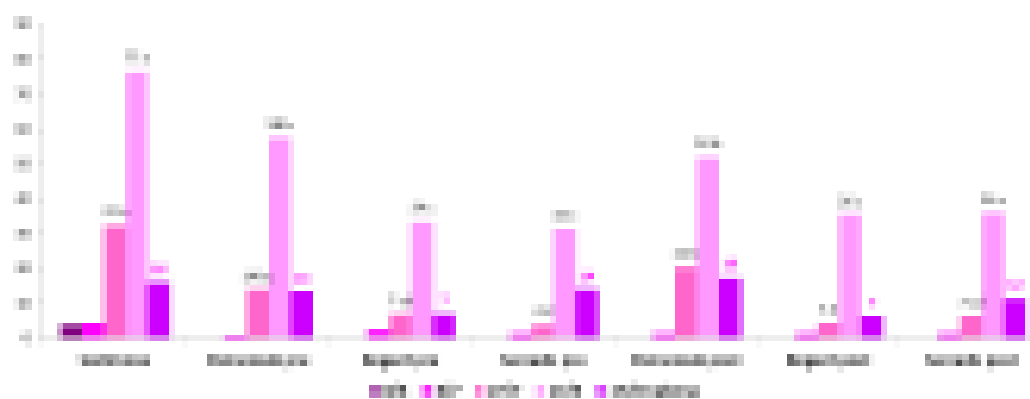


Figura 3 - Incidenza sui frutti (% frutti colpiti)

Prova 2021

MATERIALI E METODI

Nel grafico seguente si riporta l'andamento meteo e il BSP Index del sito in prova, oltre ai momenti di effettuazione dei trattamenti, rappresentati da triangoli blu (trattamenti preventivi) e rossi (trattamenti curativi) (Fig 4).

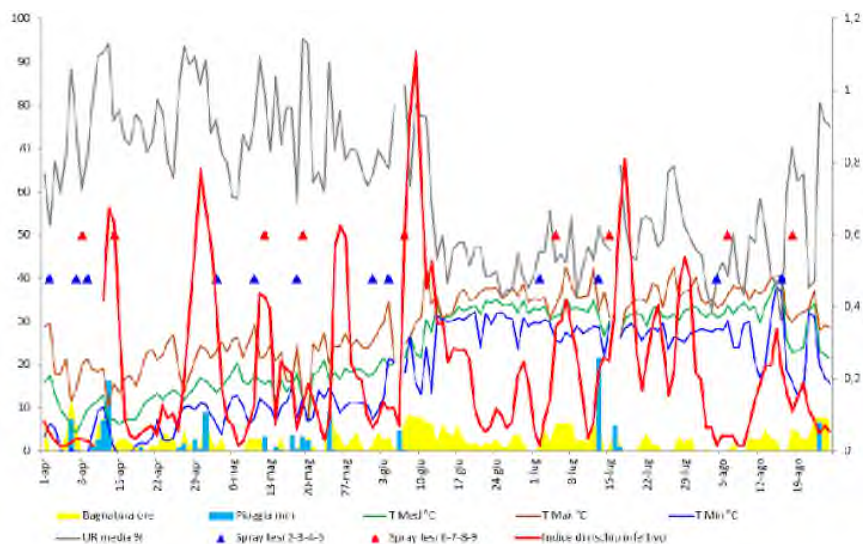


Figura 4 – Meteo e BSP Index riferiti al 2021, località Barbiano (RA)

RISULTATI

Nelle figure seguenti si riportano in sintesi i risultati ottenuti nel 2021 su foglie (Fig. 5), in termini di incidenza (% foglie colpite) e severità (% superficie colpita), e su frutti (Fig. 6) in termini di incidenza (% frutti colpiti) sia complessiva che dei soli sintomi calicini.

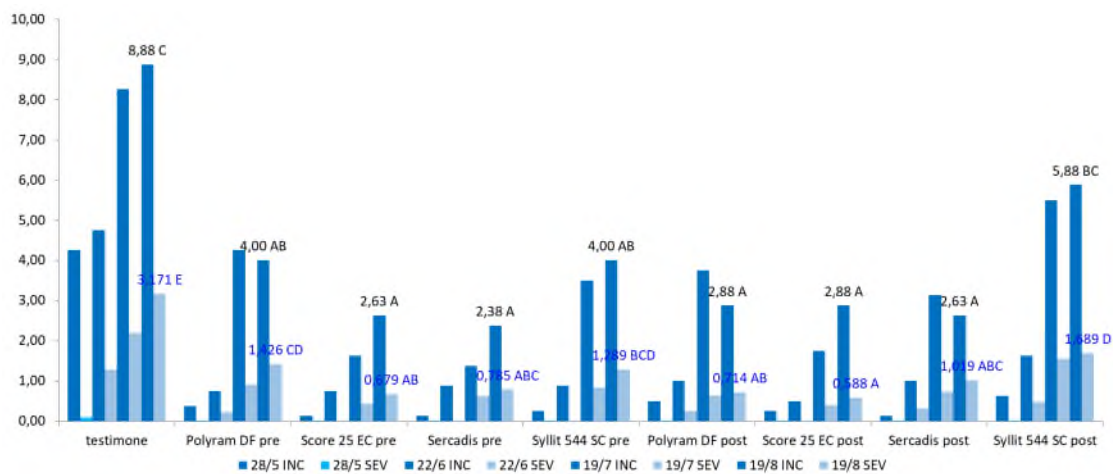


Figura 5 - Incidenza (% colpite) e severità (% superficie colpita) su foglie

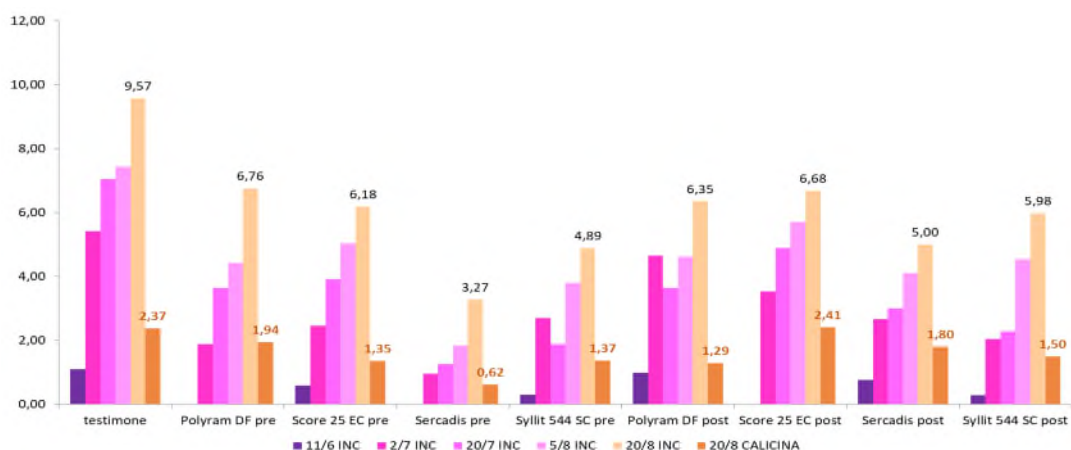


Figura 6 - Incidenza sui frutti (% frutti colpiti)

CONCLUSIONI

L'efficacia (in termini di % di riduzione dell'infezione) delle strategie a confronto nel 2020 e nel 2021 è riassunta nella tabella seguente (Tab. 2).

Tabella 2 – Valutazione dell'efficacia (% riduzione malattia) dei vari p.a. impiegati, nelle due diverse modalità applicative (pre e post-infezione) nel biennio di prove.

p.a.	f.c.	modalità applicativa	2020		2021		Media delle 2 prove	VALUTAZIONE EFFICACIA
			Rilievo finale	Dati sensibilità (UniBO)	Rilievo finale	Dati sensibilità (UniBO)		
Mancozeb	Penncozeb	pre infezione	25		---		25	
		post infezione	32		---		32	
Metiram	Poliram DF	pre infezione	---		29		29	
		post infezione	---		34		34	
Difenoconazolo	Score 25 EC	pre infezione	56	normale	35		46	
		post infezione	54		30		42	
Fluxapyroxad	Sercadis	pre infezione	59	normale	66	normale	62	
		post infezione	53		48		50	
Dodina	Syllit 544 SC	pre infezione	---		49		49	
		post infezione	---		38		38	

- Per quanto riguarda i Ditiocarbammati (mancozeb, metiram), pur senza aver osservato differenze statisticamente significative, a livello di grado d'azione emerge una efficacia lievemente maggiore trattando in post-infezione;
- Relativamente al fluxapyroxad (famiglia SDHI), è stata osservata un'efficacia maggiore (in termini di grado d'azione) trattando in pre-infezione;
- Non sono invece emerse sostanziali differenze tra i 2 timing applicativi per quanto concerne difenoconazolo e dodina, nonostante quest'ultima a livello fogliare sia stata più efficace quando applicata in pre- infezione.

CONCLUSIONI FINALI

L'Attività 3.3.1 ha permesso di valutare l'efficacia delle principali molecole fungicide applicate nei confronti della maculatura bruna del pero: captano e ditianon hanno una performance medio-scarsa, quest'ultimo incrementa l'efficacia quando in miscela con fosfonato K e pirimetanil; dodina ha un'attività discreta, così come metiram. Tra gli IBE, è in risalto difenoconazolo rispetto a tebuconazolo. Tra gli SDHI, fluxapyroxad da solo fornisce un risultato analogo alla miscela fluopyram + fosetyl Al. Fosetyl Al anche quando impiegato da solo fornisce un'attività non trascurabile. Infine, fluazinam ha sempre mostrato una buona efficacia.

L'Attività 3.3.1.1. ha messo in luce la buona performance della miscela di solfato tribasico (Cuproxat SDI) con olio essenziale di arancio dolce (Prev-Am Plus), applicabile anche in produzione biologica.

L'attività 3.3.2 ha permesso di apprezzare differenze quando i prodotti sono applicati in funzione della dose a concentrazione oppure ad ettaro: captano soffre di un effetto-dose, mentre fluazinam è attivo anche a dosaggi inferiori al dosaggio massimo per ettaro, laddove applicato a concentrazione e rispettando l'etichetta. Inoltre, non sono emerse differenze in termini di maculatura calicina posizionando un SDHI (fluxapyroxad) in fioritura o allegagione.

L'Attività 3.3.3. ha consentito di mettere in risalto le potenzialità e i limiti dei modelli previsionali come il modello BSP-Cast: laddove il rischio epidemico è modesto è possibile allungare i turni di intervento riducendo il numero di applicazioni, ma è altresì importante garantire una copertura continuativa perché anche nebbie o bagnature fogliari non derivanti da piogge possono portare ad infezioni importanti.

L'Attività 3.3.4. aveva infine lo scopo di valutare persistenza e resistenza al dilavamento di vari formulati: i Ditiocarbammati (mancozeb, metiram) presentano un'efficacia lievemente maggiore trattando in post-infezione; il fluxapyroxad (famiglia SDHI) ha un'efficacia migliore in pre-infezione; non sono invece emerse sostanziali differenze tra i 2 timing applicativi per quanto concerne difenoconazolo e dodina, nonostante quest'ultima a livello fogliare sia stata più efficace quando applicata in pre- infezione.

SOTTO-AZIONE 3.4 – Indagini sulla sensibilità di *S. vesicarium* ai fungicidi

Uar: UNIBO

MATERIALI E METODI

La sperimentazione, condotta dall'Università di Bologna, ha riguardato la valutazione di sensibilità a diversi principi attivi di ceppi di *S. vesicarium* isolati nel 2019 (da 208 frutteti, analizzati nel 2020), 2020 (da 135 frutteti, analizzati nel 2020-'21) e nel 2021 (da 220 frutteti, analizzati nel 2021-'22) campionati prevalentemente dalle province di Ferrara e Modena. Le analisi sono state svolte attraverso spettrofotometro e in piastra attraverso valutazione della inibizione miceliare e conidica a diverse concentrazioni.

In particolare, i saggi di sensibilità hanno riguardato i 4 SDHI autorizzati su pero (boscalid, fluopyram, fluxapyroxad, penthiopirad) oltre a captan (ftalimidi), fludioxonil (fenilpirroli), fluazinam (piridinammine), tebuconazole e difenoconazole (triazoli) e pyraclostrobin (strobilurine).

RISULTATI

Di seguito si riportano in sintesi i risultati ottenuti.

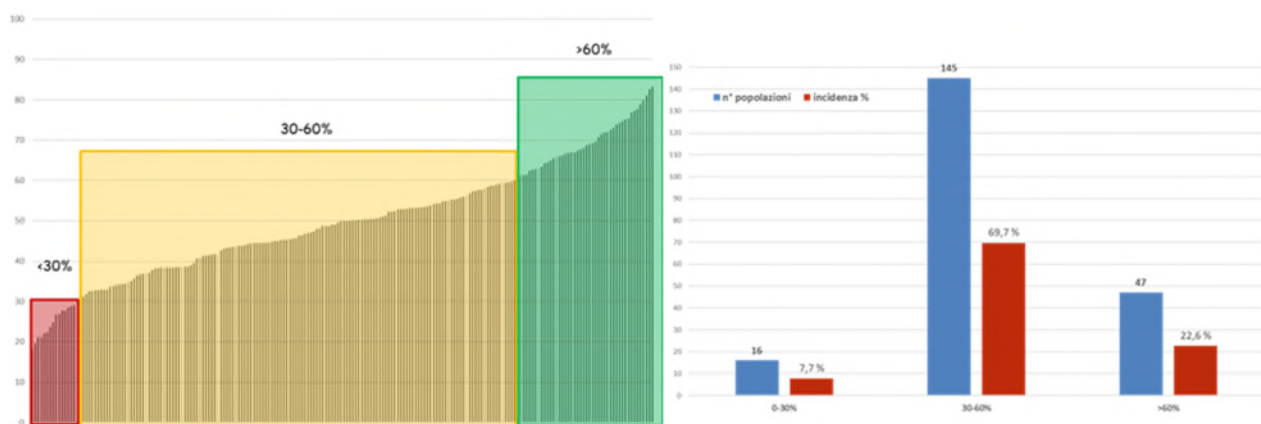


Figura 1 – Risultati campionamento 2019 relativo agli SDHI (grado d'azione a 30 mg/L p.a.) nelle diverse popolazioni

Tabella 1 - DE₅₀ (Dose Efficace al 50%) di p.a. saggiati nelle popolazioni campionate nel 2019

P.a. (concentrazioni) (mg/l)	DE ₅₀ mg/l
Captan (10-25-50-100)	< 100
Fludioxonil (15)	Assenza di crescita alla concentrazione discriminante
Fluazinam (0,02-0,05-0,5-1)	0,02 < DE50 < 0,19
Tebuconazole (0,01-0,1-1 - 10)	56,5 % delle popolazioni analizzate è Altamente Resistente (DE50>3,1)
Pyraclostrobin (0,5)	più della metà delle popolazioni presenta elevata germinazione (> 50%)

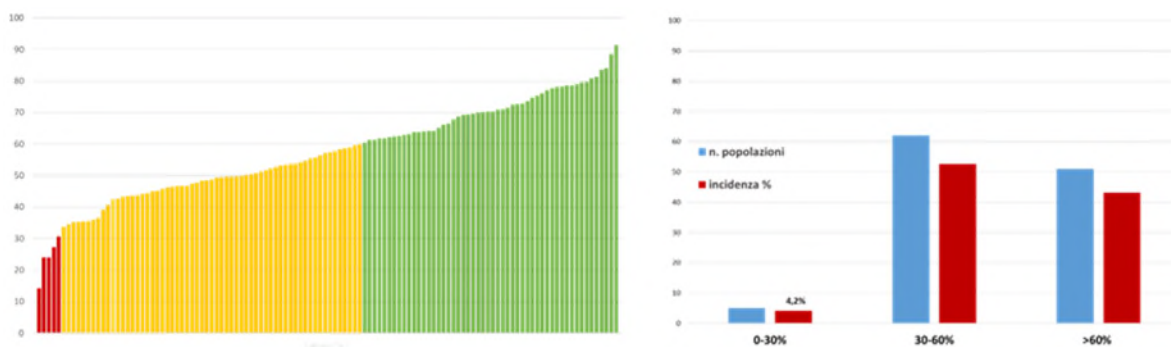


Figura 2 – Risultati campionamento 2020 relativo agli SDHI (grado d’azione a 30 mg/L p.a.) nelle diverse popolazioni

Tabella 2 - DE₅₀ (Dose Efficace al 50%) di p.a. saggiate nelle popolazioni campionate nel 2020

P.a. (concentrazioni) (mg/l)	DE ₅₀ mg/l
Captan (10-25-50-100)	< 100 - sporadici casi > 100
Fludioxonil (15)	Assenza di crescita alla concentrazione discriminante
Fluazinam (0,02-0,05-0,5-1)	0,01 < DE50 < 0,21
Tebuconazole (0,01-0,1-1 - 10)	34,6 % delle popolazioni analizzate è Altamente Resistente (DE50>3,1)

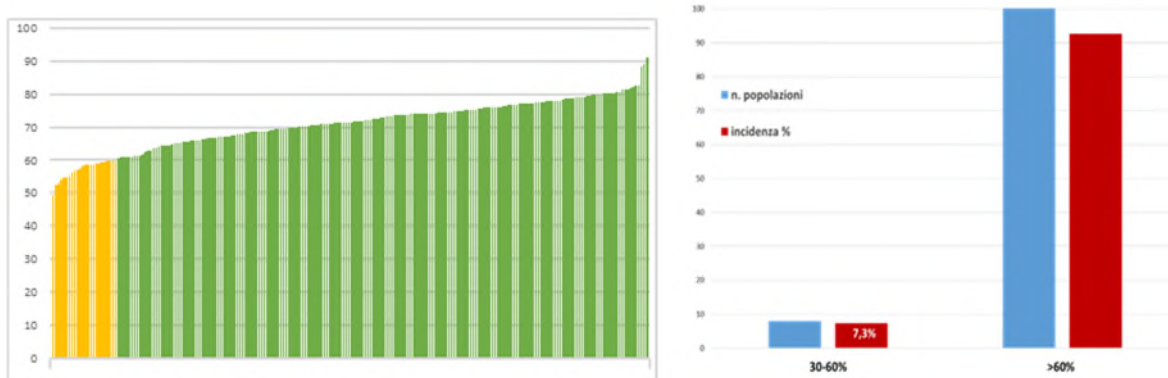


Figura 3 – Risultati campionamento 2021 relativo agli SDHI (grado d’azione a 30 mg/L p.a.) nelle diverse popolazioni

Tabella 3 - DE₅₀ (Dose Efficace al 50%) di p.a. saggiati nelle popolazioni campionate nel 2021

P.a. (concentrazioni) (mg/l)	Grado azione / DE ₅₀ mg/l
Captan (100)	11% delle popolazioni grado d'azione <60%; 9,5% delle pop. g. a. 60-80%
Fludioxonil (15)	Assenza di crescita alla concentrazione discriminante
Fluazinam (0,02-0,05-0,5-1)	0,06 < DE50 < 0,42
Tebuconazole (0,01-0,1-1 -10)	80 % delle popolazioni analizzate è Altamente Resistente (DE50>3,1)
Difenoconazole (0,01-0,1-1 - 10)	98,2 % delle popolazioni analizzate è Sensibile (DE50<1)
Pyraclostrobin (0,5)	99% delle pop. con presenza conidi resistenti e più della metà con >50% di conidi resistenti

CONCLUSIONI

a. SDHI

Fino al 2016, la sensibilità delle popolazioni analizzate era completa e in linea con quanto emerso dalle baseline di riferimento per tutti i principi attivi.

Nel 2017 sono stati evidenziati casi di riduzione di sensibilità agli SDHI in frutteti commerciali.

Nel 2018 la sensibilità mostrata *in vitro* ha subito una riduzione probabilmente legata a un utilizzo più intenso di SDHI nel corso di una stagione caratterizzata da elevatissima pressione infettiva. Nel **2019** si riconferma la presenza di riduzione di sensibilità con un tendenziale aumento delle popolazioni con grado di azione tra il 30 e il 60% rispetto al 2018 (da 54,8 a 69,7%) accompagnato da una diminuzione importante di quelle con grado di azione <30% (da 18,3 a 7,7%) e una sostanziale stabilità di quelle a sensibilità considerabile "normale" (da 26,9 a 22,6%).

Nel **2020** si consolida il dato delle popolazioni con grado di azione <30% (4,2%), una diminuzione della classe intermedia (52,6%) a netto favore di quella a normale sensibilità (43,2%). I risultati ottenuti dalla metà dei campioni del **2021** mostrano una forte diminuzione della classe intermedia (7,3%) con notevole spostamento verso la classe a normale sensibilità (92,7%) e la conseguente assenza della classe con grado di azione peggiore (del <30%).

b. Fludioxonil e fluazinam

Le popolazioni analizzate manifestano completa sensibilità ad entrambi i p.a.

c. Captano

Le analisi delle popolazioni del 2020 e 2021 hanno mostrato la presenza di popolazioni con grado di azione <80% a 100 mg/l. Nel 2021 in particolare è stato possibile concretizzare la presenza in circa il 20% del totale delle popolazioni saggiate.

d- Strobilurine (pyraclostrobin)

La percentuale di conidi resistenti all'interno delle popolazioni permane alta (nel 2021 il 44% delle popolazioni presenta una % di conidi resistenti > 70%).

e- Tebuconazole

Dal 35% all'80% delle popolazioni analizzate nel triennio ha mostrato alta resistenza al principio attivo.

f- Difenoconazole

Le popolazioni campionate nel primo anno di verifica (2021) mostrano una completa sensibilità nel 98% dei casi.

CONCLUSIONI FINALI

Le analisi di sensibilità svolte nel triennio di progetto hanno consentito di mettere in luce la presenza di abbassamenti di sensibilità verso *S. vesicarium* dei p.a. SDHI. La situazione è però migliorata nel tempo considerata la scomparsa di popolazioni sulle quali questi fungicidi mostrano un grado di azione più basso (< 30%) probabilmente legato a un migliore utilizzo dei prodotti secondo strategie antiresistenza più robuste. Il captano, pur multisito, ha mostrato la comparsa di popolazioni più tolleranti sul territorio; il tebuconazole ha perso la sua efficacia mentre l'altro triazolo, difenoconazole, è stato, a ragione, validamente inserito nelle strategie di difesa e non manifesta problemi di abbassamenti di sensibilità. Le strobilurine continuano a presentare grossi e persistenti problemi di resistenza mentre, fortunatamente, verso fludioxonil e fluazinam il patogeno non presenta ceppi resistenti neanche in minima misura.

SOTTO-AZIONE 3.5 – Prove di sanificazione del cotico erboso

Uar: ASTRA (+ consulente Consorzio Fitosanitario di Modena), OROGEL (S. Vergnani)

Attività 3.5.1 – Riduzione dell'inoculo svernante di *S. vesicarium* sul cotico erboso con diverse tecniche agronomiche a confronto

Obiettivi

La difesa verso la maculatura bruna del pero deve passare anche attraverso l'adozione di tecniche alternative ai classici trattamenti fungicidi. La difesa classica alla chioma, infatti, a causa della recrudescenza della malattia e per la perdita di efficacia delle strategie applicabili, non risulta più adeguata a contenere i danni. Per questa ragione è stato preso in considerazione il controllo del patogeno nel suo ambiente di moltiplicazione: il cotico erboso.

Obiettivo di questa azione innovativa è stato di individuare opportune pratiche agronomiche per ridurre l'inoculo svernante del fungo *S. vesicarium*. Si è ricorso all'impiego di diversi sistemi, aprendo prospettive innovative per l'ottimizzazione della difesa in un'ottica di maggior sostenibilità ambientale. Parallelamente si è inteso definire un gradiente di efficacia delle differenti tecniche saggiate, al fine di fornire un ventaglio di opzioni e indicazioni operative, modulabili in funzione delle

diverse necessità aziendali. Tale sistema non è alternativo agli interventi fitosanitari rivolti alla chioma, ma va intesa come una preziosa integrazione, che riduce in apertura di stagione la pressione della malattia.

MATERIALI E METODI

L'Attività sperimentale 2020 (interventi al cotico erboso con diversi p.a. per ridurre l'inoculo svernante di *S. vesicarium*) è stata condotta su 3 aziende site in provincia di: FE (Azienda C.R. Loc. Tresigallo), BO (Azienda B.M Loc. Baricella), MO (Azienda B.M Loc. Finale Emilia) su cv. Abate Fetel, valutando 5 tesi con superficie di ogni parcellone di 2500 m². Sono stati posizionati n. 2 vetrini per tesi (totali 10 vetrini nei 5 parcelloni), con prelievo e lettura settimanale.

L'impostazione è stata mantenuta tale nel 2021 ma nella seconda annualità l'attività sperimentale ha coinvolto con analogo protocollo solo due siti: Az. B.M. sita a San Felice sul Panaro (MO) e Az. C.R. sita a Tresigallo (FE), con una integrazione di 1 tesi in ciascuno. In entrambi i siti è stata anche realizzata la lettura settimanale dei vetrini. Il terzo sito è stato seguito con un'attività che ha visto un protocollo di maggior dettaglio focalizzando l'attenzione sul numero di applicazioni di un unico prodotto, le cui quantità complessive di prodotto impiegato sono però la costante fra le tesi a confronto (**vedi prova 3.5.2 di seguito**).

Nella Tabella 1 si riportano i protocolli operativi applicati del 2020 nelle 3 aziende: Finale Emilia (MO), Tresigallo (FE) e Baricella (BO) e 2021 nelle aziende di Finale Emilia (MO) e Tresigallo (FE). Nel 2021 è stata ampliata la valutazione delle tecniche, come riportato in Tabella 2.

Tabella 1 – Interventi di sanificazione del cotico adottate nelle aziende in prova nel 2020. Le tesi sono state messe a confronto con un testimone senza alcun intervento al prato. I trattamenti alla chioma sono stati eseguiti sull'intera azienda (tutte le tesi) senza alcun distinguo.

	Tesi in prova	Dose (kg/ha)	Interventi	
			n.	epoca
1	Calciocianamide (Perlka)	400 kg/ha	1	Fine marzo
2	Solfato ferroso (Crystalfer)	600 kg/ha	2	Metà aprile; fine maggio
3	Calce idrata (Lime Top)	100 kg/ha	2	Metà aprile; fine maggio
4	Trattamento termico (pirodiserbo)	-	2	Metà aprile; fine maggio
5	<i>Trichoderma gamsii</i> e <i>T.asperellum</i> (Radix soil)	2,5 kg/ha	3	Inizio aprile; metà aprile; fine maggio

Tabella 2 – Interventi di sanificazione del cotico adottate nel 2021 nell'Az. Tresigallo (FE).

	Tesi in prova	Dose	Interventi							
1	Trattamento termico (pirodiserbo)	-	22-mar		19-apr					
2	<i>Trichoderma gamsii</i> e <i>T.asperellum</i> (Radix soil)	2,5 kg/ha		15-apr		27-apr	25-mag			
3	Solfato ferroso (Crystalfer)	600 kg/ha		15-apr			25-mag			
4	Solfato ferroso (Crystalfer)	240 kg/ha		15 apr		27-apr	25-mag		8-giu	14-lug
5	Calce idrata (Lime Top)	100 kg/ha		15-apr			25-mag			
6	Calce idrata (Lime Top)	40 kg/ha		15 apr		27-apr	25-mag		8-giu	14-lug
7	Lavorazione	-			19-apr			2-giu		15-lug

I rilievi (4 nel corso della stagione) sono stati eseguiti su 1000 frutti/parcellone (4 ripetizioni x 250 frutti o comunque su un numero rappresentativo di frutti anche nel 2021, annata particolarmente critica a causa della gelata primaverile) a inizio/fine giugno; luglio; fine luglio/agosto e fine agosto/settembre (pre-raccolta).

RISULTATI

Prova 2020

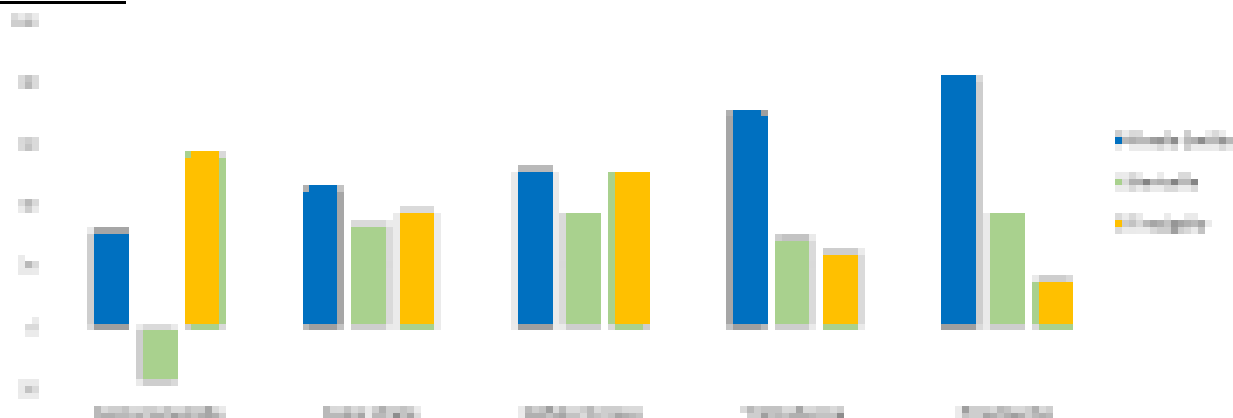


Figura 1 - Risultati prove di sanizzazione 2020 espressi come % di riduzione del danno finale.

Nel grafico e nella tabella seguente si riportano i risultati dei rilievi realizzati a Finale Emilia (MO) nel 2020. Le tesi in prova si distinguono statisticamente dal testimone a partire dal rilievo di fine luglio e le tesi più performanti sono state Radix Soil e pirodiserbo, a fronte di un'incidenza del danno nel testimone prossimo al 20% (Fig. 2).

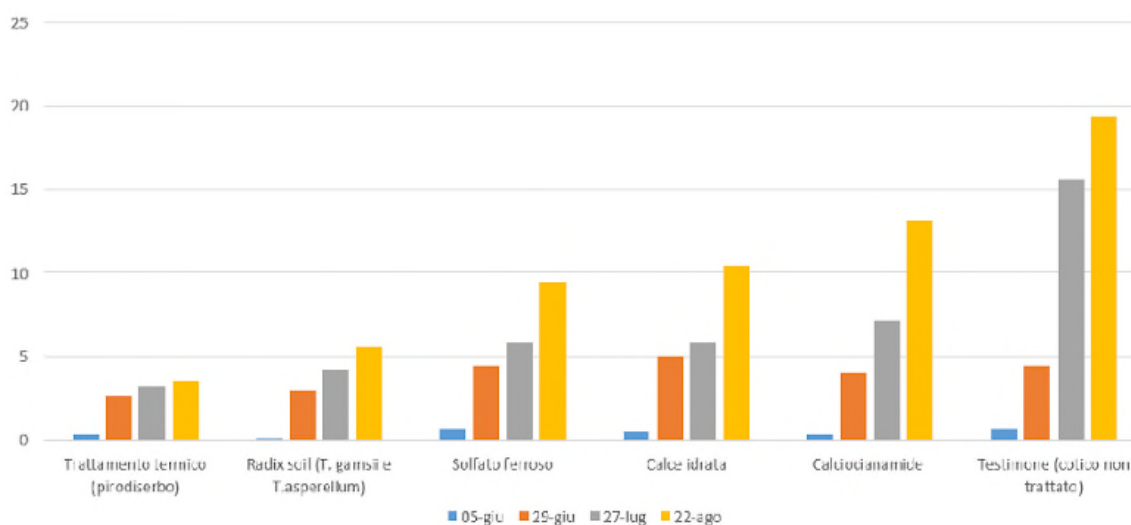


Figura 2 - Incidenza % del danno sui frutti nel 2020 nell'azienda Finale Emilia (MO)

Tesi in prova	05-giu	29-giu	27-lug	22-ago
Trattamento termico (pirodiserbo)	0,3 a	2,6 a	3,2 d	3,5 d
Radix soil (<i>T. gamsii</i> e <i>T. asperellum</i>)	0,1 a	3 a	4,2 cd	5,6 d
Solfato ferroso	0,7 a	4,4 a	5,8 bc	9,4 c
Calce idrata	0,5 a	5 a	5,8 bc	10,4 c
Calciocianamide	0,3 a	4 a	7,1 b	13,2 b
Testimone (cotico non trattato)	0,7 a	4,4 a	15,6 a	19,4 a

Figura 3 - Incidenza % del danno sui frutti nel 2020 nell'azienda Finale Emilia (MO), dati elaborati statisticamente

Nella tabella seguente si riportano i risultati dei rilievi realizzati a Tresigallo (FE) nel 2020. E' ipotizzabile che nel sito di Tresigallo fosse presente un gradiente di infezione tra i diversi parcelloni.

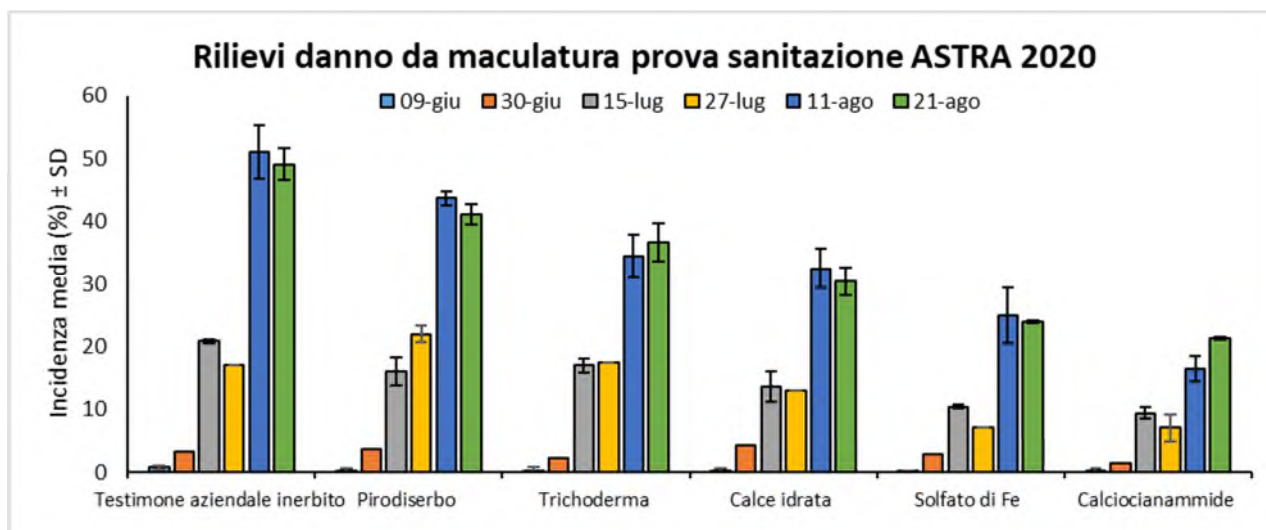


Figura 4 - Incidenza media % del danno sui frutti nel 2020 nell'azienda di Tresigallo (FE).

Prova 2021

I risultati della stagione 2021 sono riportati in Figura 5 per il sito di Modena e in Figura 6 e 7 per il sito di Ferrara.

Tesi in prova	29-giu	24-lug	18-ago	04-set
Tattamento termico (pirodiserbo)	2,5 c	5 d	13,6 e	19 d
Bioactive (ammendante)	10 c	12 cd	20 de	23,2 cd
Calciocianamide + Solfato ferroso	10 c	13 cd	27,2 cd	32,5 c
Biozon (olio vegetale ozonizzato)	10,5 c	13 cd	32 bc	35,6 bc
Solfato ferroso	24,5 ab	27,5 ab	39,6 b	46,2 ab
Radix soil (<i>T. gamsii</i> e <i>T. asperellum</i>)	20 b	22 bc	43 ab	46,5 ab
Testimone (cotico non trattato)	29,5 a	34 a	51,6 a	56,5 a

Rilievi su 200 -250 frutti

Figura 5 - Incidenza media % del danno sui frutti nel 2021 nell'Az. San Felice (MO), dati elaborati statisticamente

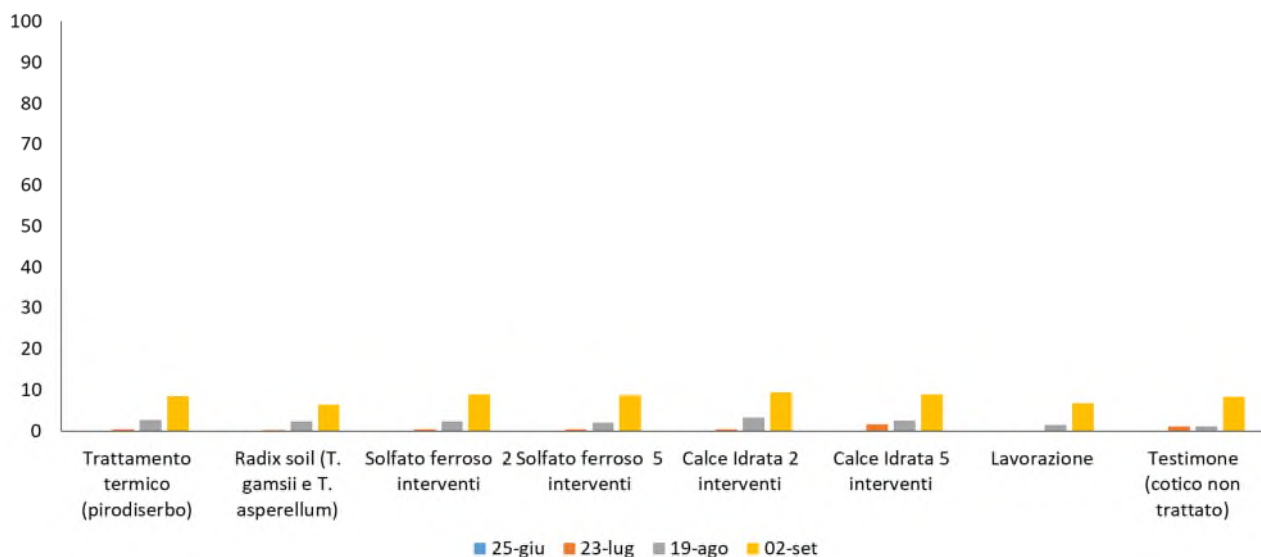


Figura 6- Incidenza media % del danno sui frutti nell’Az. Tresigallo nel 2021.

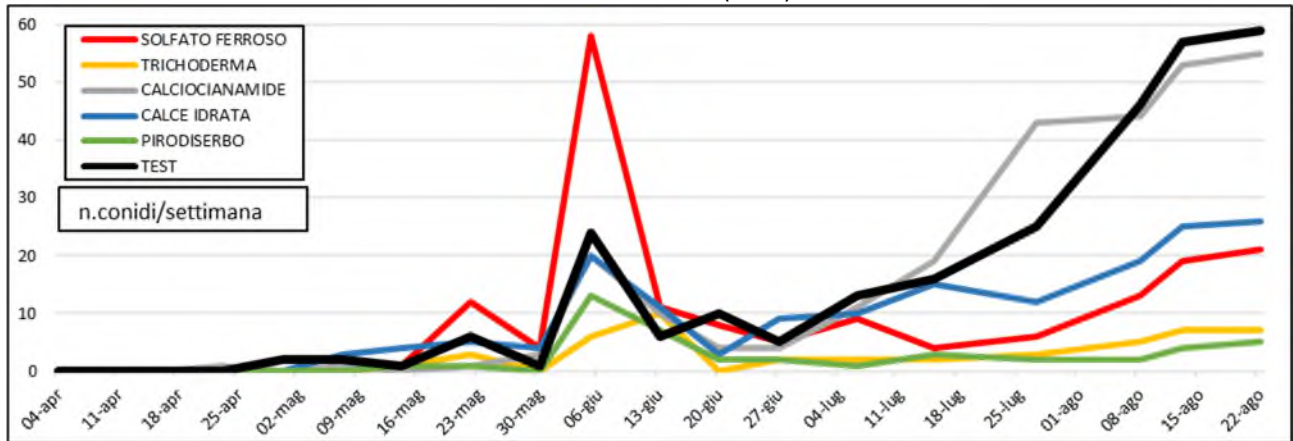
Tesi in prova	25/06	23/07	19/08	02/09
Trattamento termico (pirodiserbo)	0,0	0,4 bc	2,6 a	8,4 a
Radix soil (<i>T. gamsii</i> e <i>T. asperellum</i>)	0,0	0,2 bc	2,2 a	6,4 a
Solfato ferroso 600 kg/ha x 2 interventi	0,0	0,4 bc	2,2 a	8,8 a
Solfato ferroso 240 kg/ha x 5 interventi	0,0	0,4 bc	2,0 a	8,6 a
Calce Idrata 100 kg/ha x 2 interventi	0,0	0,4 bc	3,2 a	9,4 a
Calce Idrata 40 kg/ha x 5 interventi	0,0	1,6 a	2,4 a	8,8 a
Lavorazione	0,0	0,0 c	1,4 a	6,6 a
Testimone (cotico non trattato)	0,0	1,0 ab	1,0 a	8,2 a

Figura 7 - Incidenza media % del danno sui frutti nel 2021 nell’Az. Tresigallo (FE), dati elaborati statisticamente.

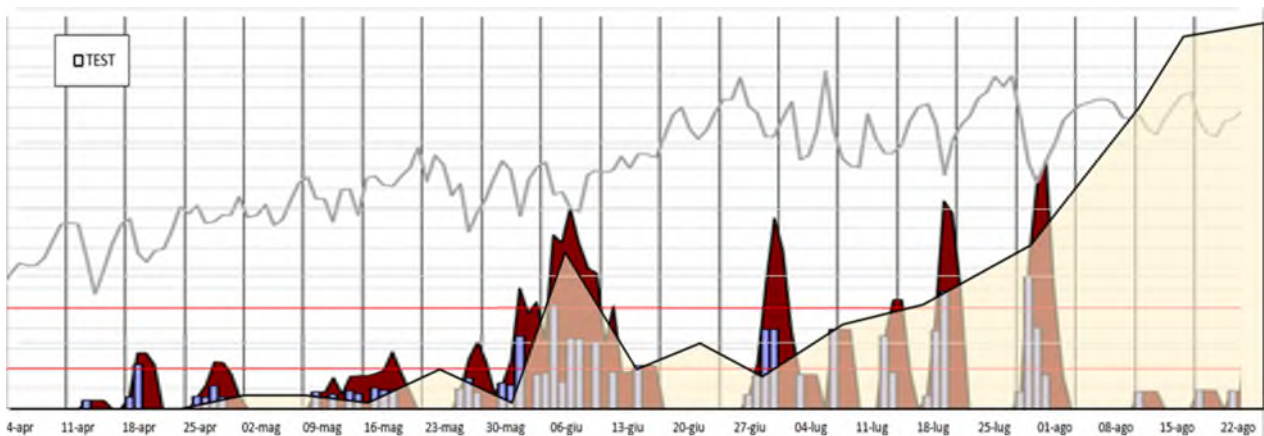
LETTURE DEI VETRINI

È stato misurato il volo delle spore a mezzo di vetrini d'impatto, attraverso l'ausilio di vetrini per microscopio, opportunamente ricoperti di vaselina al fine di rilevare le spore aerodisperse del fungo; sono stati collocati due vetrini per ciascuna tesi, sostituiti e controllati con cadenza settimanale dall'inizio di maggio fino alla fine di settembre.

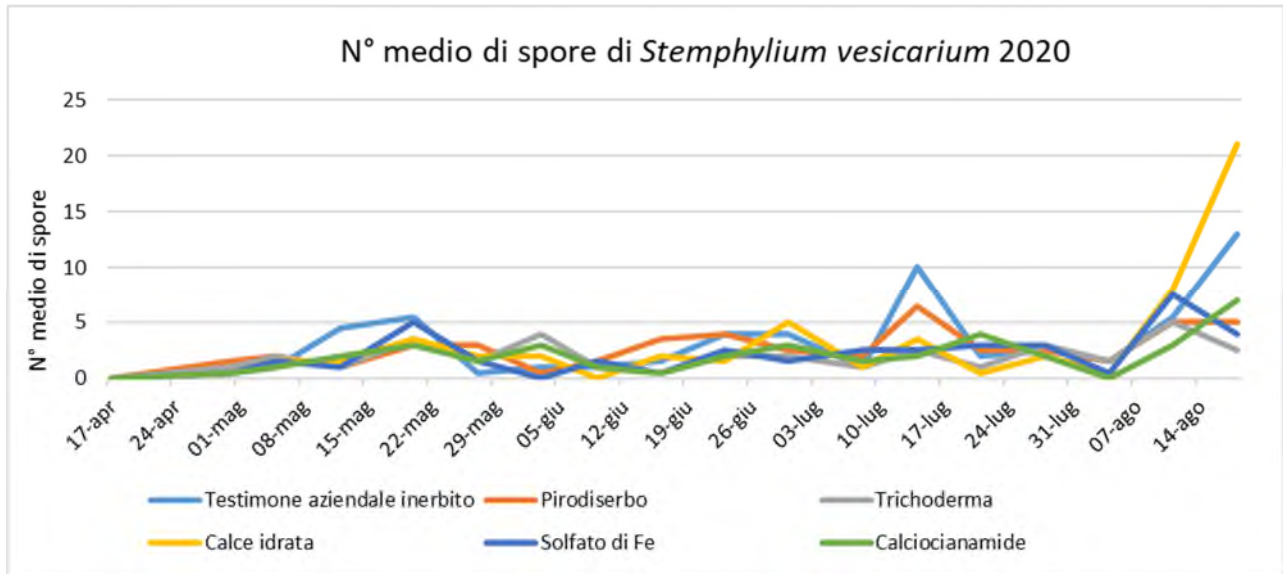
Letture settimanale del volo dei conidi mediante vetrini ad impatto collocati nelle parcelle oggetto di sperimentazione al cotico e nel testimone non trattato nell'azienda di Finale Emilia (2020).



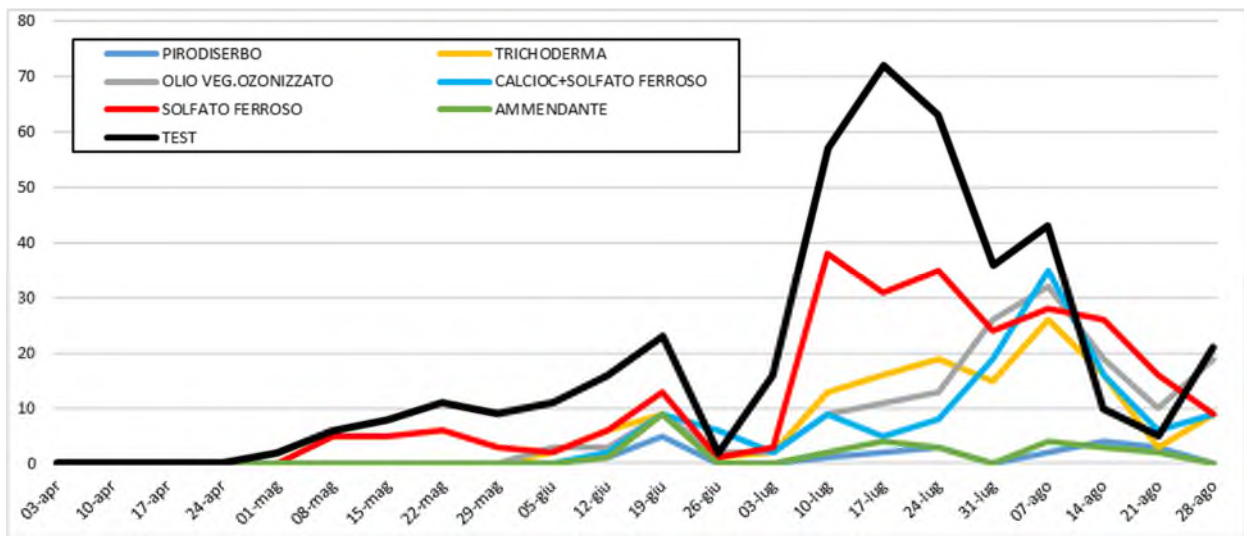
Confronto fra gli andamenti del volo dei conidi nel testimone non trattato e gli indici di rischio e di sporulazione indicati dal modello previsionale BSP-CAST nell'azienda di Finale Emilia (2020).



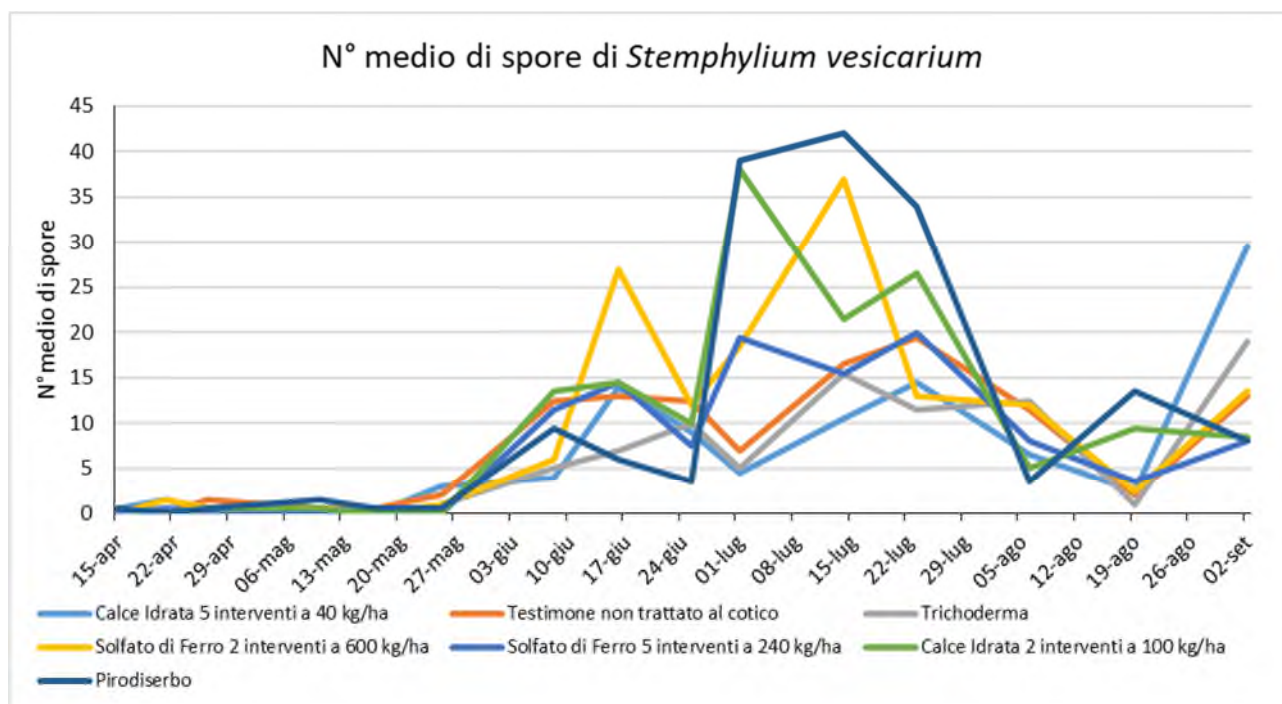
Letture settimanale del volo dei conidi mediante vetrini ad impatto collocati nelle parcelle oggetto di sperimentazione al cotico e nel testimone non trattato nell'azienda di Tresigallo (2020).



Letture settimanale del volo dei conidi mediante vetrini ad impatto collocati nelle parcelle oggetto di sperimentazione al cotico e nel testimone non trattato nell'azienda di San Felice sul Panaro (2021).



Letture settimanale del volo dei conidi mediante vetrini ad impatto collocati nelle parcelle oggetto di sperimentazione al cotico e nel testimone non trattato nell'azienda di Tresigallo (2021).



CONSIDERAZIONI

Sulla base delle attività sperimentali condotte nel biennio 2020-2021 è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- Per quanto riguarda la tecnica della rottura del cotico: è stata rilevata una riduzione del danno fino al 92%, pur trattandosi di una tecnica molto invasiva per la portanza del terreno (integrabile con semine controllate), d'altro canto la tempistica e frequenza degli interventi è flessibile;
- La pratica del pirodiserbo consente una riduzione del danno fino all'82% pur trattandosi di una tecnica costosa e di non semplice gestione;
- I trattamenti al cotico (*Trichoderma*, solfato di Fe, calce idrata, calciocianamide ecc.), la cui esecuzione è complessivamente semplice e flessibile (ed il costo variabile), hanno mostrato risultati variabili anche in funzione dell'andamento climatico e sono da intendersi come supporto alla difesa, da sole non sono risolutive. Questi trattamenti contribuiscono alla riduzione dell'inoculo svernante di *Stemphylium vesicarium* e, al fine di mantenere un valore aggiunto sul contenimento dei danni, è consigliato ripetere le pratiche di sanificazione nel corso della stagione.

Pertanto, alla luce dei risultati ottenuti, la pratica della rottura del cotico erboso (intervento agronomico) e del pirodiserbo (intervento termico) si rivelano più adatte a situazioni di alta gravità, mentre i trattamenti al cotico (con diverse sostanze) possono essere indicati in situazioni di medio-bassa gravità. In linea generale, queste operazioni dovrebbero essere intese in un'ottica di gestione integrata del problema della maculatura; inoltre, la scelta di un sistema di gestione piuttosto che di un altro dovrebbe essere fatta in funzione della realtà aziendale e del contesto ambientale (pressione della malattia, microclima ecc.). Alla pari dei trattamenti alla chioma, gli interventi rivolti al cotico devono essere eseguiti con idonee tempistiche e modalità.

Attività 3.5.2 – Validazione di strategie agronomiche combinate per la riduzione dell'inoculo svernante di *S. vesicarium* sul cotico erboso

Uar: OROGEL collaborazione Az. Govoni

Attività 2020

MATERIALI E METODI

La prova parcellare, svolta nel corso della stagione 2020, ha avuto come obiettivo la valutazione dell'effetto di strategie di gestione del cotico erboso che vedono l'impiego del pirodiserbo in abbinamento a trattamenti al prato, ripetuti più volte nel corso della stagione, con prodotti scelti fra concimi e corroboranti. Di seguito (Fig. 1) si riporta lo schema sperimentale adottato.



Figura 1 – Schema sperimentale relativo alla prova parcellare svolta nel 2020

La dose di impiego di Bicarbonato di sodio e Calce idrata è stata di 25 kg/ha. Il pirodiserbo è stato eseguito su tutte le tesi escluso il testimone non trattato su cui non sono stati fatti altri trattamenti. Nella tabella di seguito (Tab. 1) si riportano le date di effettuazione dei trattamenti.

05/05/2020	trattamento termico
07/05/2020	trattamento al prato
21/05/2020	trattamento al prato
08/06/2020	trattamento termico
24/06/2020	trattamento al prato
10/07/2020	trattamento al prato
04/07/2020	trattamento al prato
13/07/2020	trattamento al prato
20/07/2020	trattamento al prato

Tabella 1 – Timing di effettuazione dei trattamenti

RISULTATI

Il grafico seguente (Fig. 2) mette a confronto l'incidenza della malattia sui frutti ed il volo delle spore di *S. vesicarium* nel corso del 2020.

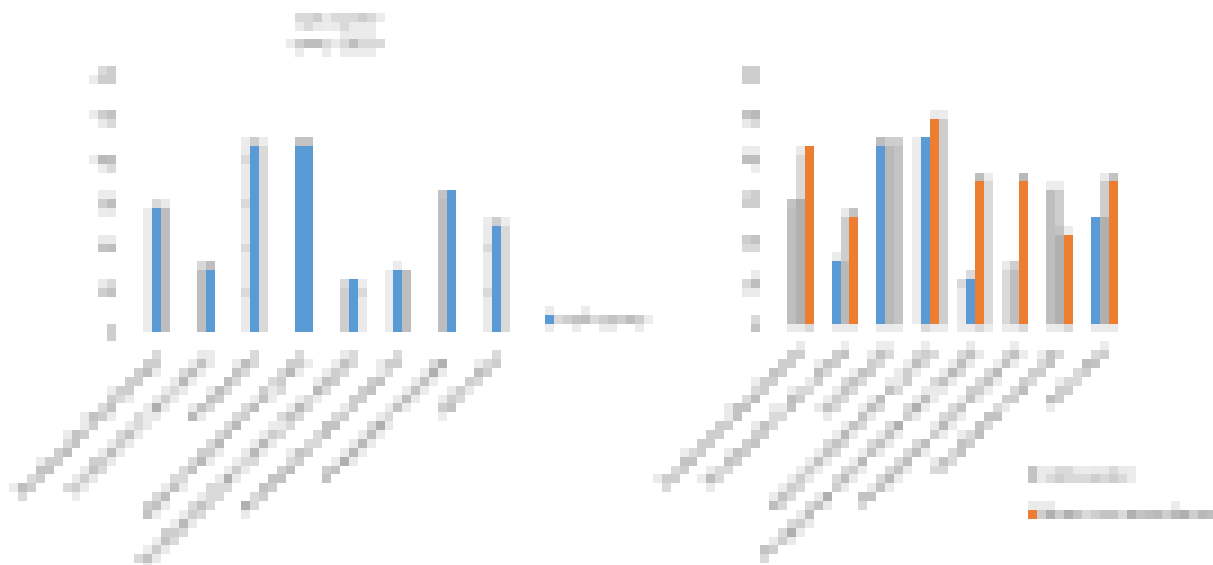


Figura 2 – Risultati dei monitoraggi dei voli conidici e dell'incidenza della malattia nelle varie tesi a confronto

I grafici seguenti (Fig. 3) mettono a confronto l'incidenza della malattia sui frutti ed il volo delle spore di *S. vesicarium* nel biennio 2019-2020 nelle due tesi (trattamenti al cotico con bicarbonato di Na e calce idrata) a confronto con il testimone non trattato.

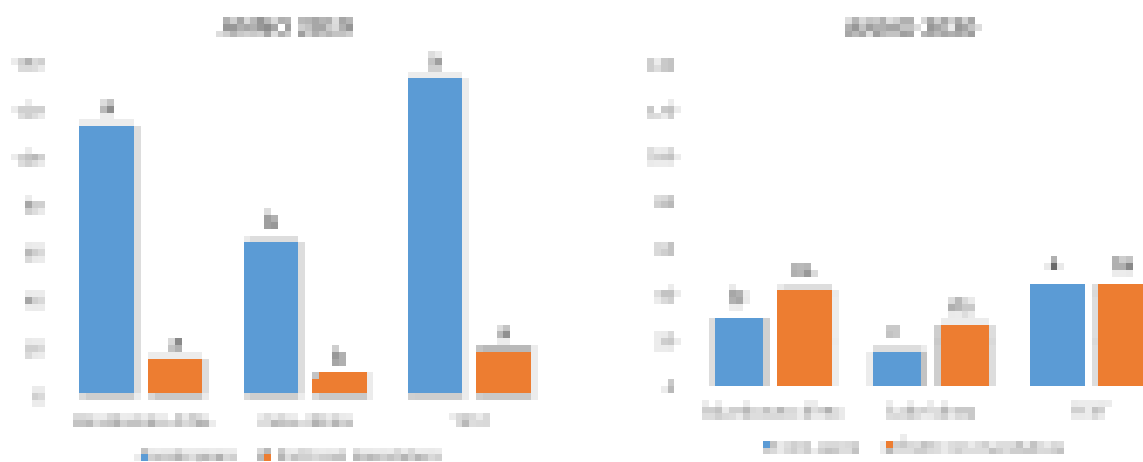


Figura 3 - Confronto sanificazione con bicarbonato di sodio e calce idrata nel 2019 e 2020 e relativi voli conidici

CONCLUSIONI

L'attività svolta nel corso del 2020 mostra le interessanti potenzialità della tecnica di sanificazione del cotico erboso nel ridurre l'incidenza della maculatura bruna, con risultati statisticamente significativi. Tuttavia, ancora molti aspetti necessitano di essere opportunamente approfonditi, quali ad esempio la tipologia di prodotti da impiegare, i dosaggi, i momenti e le modalità di applicazione.

ATTIVITA' INTEGRATIVA 2021

Questa attività svolta nel 2021 è complementare alla precedente in quanto mira a verificare la tecnica di riduzione dell'inoculo svernante mediante opportuno trattamento termico, integrando questa pratica con successivi trattamenti sempre al cotico erboso a carattere settimanale, con sostanze a basso impatto per validare la capacità di contrastare la sporulazione.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata condotta in un'azienda sita in località Gallo – Poggio Renatico (FE) su un impianto di pero (cv. Abate Fetel) messo a dimora nel 2006 e allevato a fusetto. Il disegno sperimentale, a blocchi randomizzati, ha previsto 4 tesi con 4 repliche/tesi. Ogni parcella aveva una dimensione di 31x31m. Nella figura seguente si riporta lo schema sperimentale adottato e le dosi di impiego del solfato di Fe utilizzato per i trattamenti al cotico.

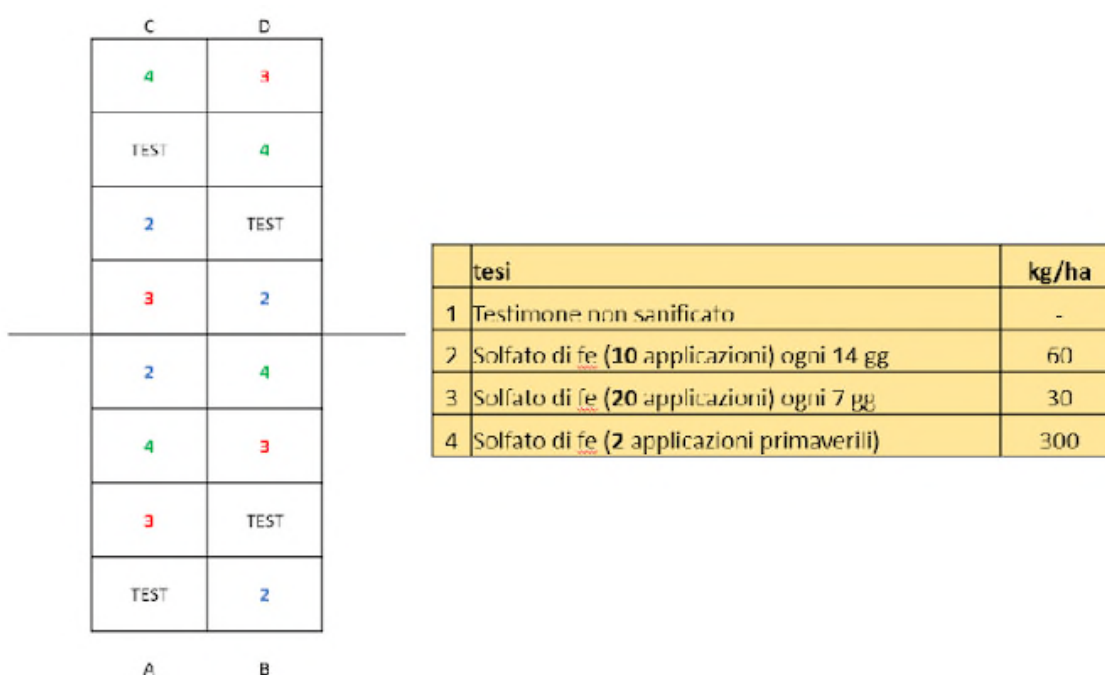


Figura 1 - Schema sperimentale e tesi saggate

I rilievi si sono articolati secondo due modalità differenti e complementari fra loro: monitoraggio del volo delle spore (utilizzando i vetrini) e rilievo dei danni causati da *S. vesicarium* ai frutti, analogamente a quanto previsto per l'attività 3.5.1.

RISULTATI

Di seguito si riportano in modo schematico i risultati ottenuti.

FREQUENZA TRATTAMENTI DEL PRATO

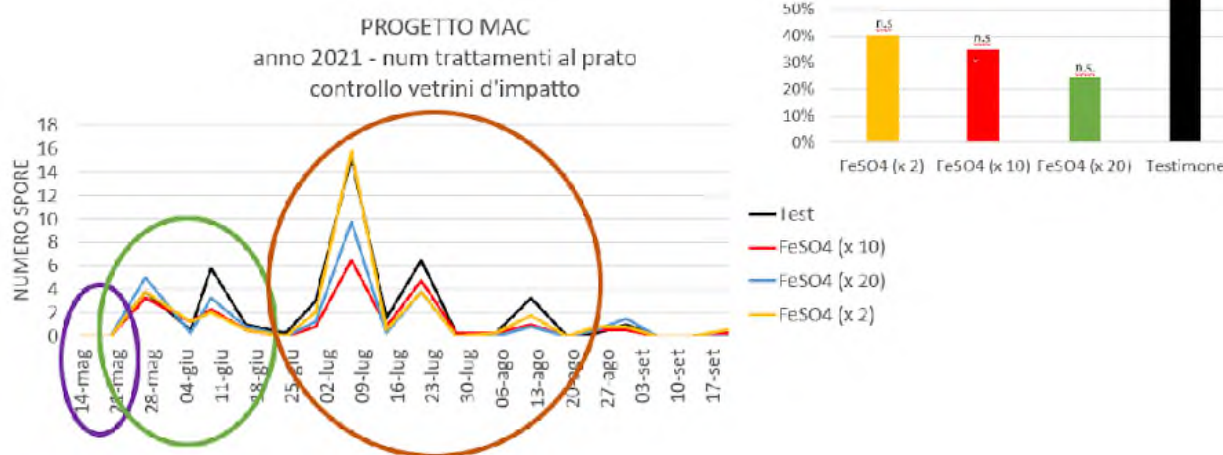


Figura 2 - Risultati del monitoraggio delle spore e del rilievo sull'incidenza di maculatura sui frutti

La carenza di frutti nel 2021 in conseguenza delle gelate tardive ha compromesso il corretto svolgimento della prova. Ciò nonostante, i risultati mostrano che il numero dei trattamenti sembra influenzare il controllo delle infezioni pur mancando la conferma statistica.

Considerazioni generali su altre tecniche di sanificazione del cotico erboso emerse da esperienze e osservazioni a corredo delle attività sperimentali previste nel presente piano:

- Asportazione degli sfalci. Tecnica poco diffusa che consiste nell'allontanamento dei residui colturali dal campo, con asportazione degli sfalci anche nelle carreggiate. Sono pertanto richieste attrezzature specifiche. Al momento i risultati paiono modesti ma da indagare.
- Assenza o riduzione degli sfalci. Tecnica già adottata in agricoltura biologica, con risultati da approfondire. È possibile riscontrare un incremento di insetti (es. miridi e/o utili) e aumento dell'umidità, soprattutto nella parte basale delle piante, a seguito dell'evapotraspirazione del cotico. È necessario posticipare quanto possibile gli eventuali sfalci nella parte avanzata della stagione.
- Trattamenti con bicarbonato di sodio (corroborante, autorizzato in agricoltura biologica) hanno garantito un contenimento del danno medio, con un costo basso.

L'azienda Govoni ha eseguito in un suo appezzamento di pero trattamenti al cotico con bicarbonato di sodio (azione dimostrativa) che ha fornito indicazioni comparabili a quelli ottenuti dalle indagini sperimentali oltre ad essere stata oggetto di visita di campo.

Inoltre sono state integrate osservazioni ed esperienze su ulteriori tecniche di sanificazione di cui si sintetizzano alcune considerazioni:

- La lavorazione del cotico ha fornito risultati potenzialmente molto buoni. Si tratta tuttavia di una tecnica invasiva, che incide sulla portanza del terreno, si rende quindi necessaria la valutazione della struttura del terreno e la predisposizione ai ristagni. Occorre modulare la tecnica in funzione delle singole aziende, la tempistica e la frequenza degli interventi, oltre alla tipologia delle attrezzature da impiegare.
- Semina con leguminose. Sono state eseguite semine con miscugli di trifoglio ladino e ginestrino a diverse concentrazioni (21 kg/ha; 45 kg/ha e 60 kg/ha), saranno valutate la portanza del terreno, l'incidenza sulla malattia ed eventuali diserbi per monocotiledoni (graminacee).
- Pacciamatura (in fase di studio film di tipo biodegradabile). Tecnica relativamente costosa e di non facile applicazione e mantenimento, proponibile su superfici piccole, permette un buon contenimento dei danni ed una buona copertura tra le file ma una copertura più limitata sulla fila. Svantaggi: maggiore difficoltà di passaggio dei macchinari, ristagni di acqua sul film, da verificare l'impatto sul terreno sottostante.
- Trattamenti con Bioactive (ammendante ad uso agricolo contenente un complesso di microrganismi saprofiti naturali, non OGM, ad azione humificante, utilizzabile per la rivitalizzazione dei terreni agricoli) impiegato in strategia dopo pirodiserbo per protrarre l'effetto sanificante, ha fornito risultati altalenanti, in fase di approfondimento. Costo medio alto.
- Trattamenti con ozono. Buono il contenimento del danno (risultati da approfondire), necessaria attrezzatura specifica e passaggi frequenti.
- Trattamenti con Dazomet (prodotto fitosanitario ad uso sterilizzante-fumigante del suolo) hanno garantito un buon contenimento del danno. Tuttavia, questo fumigante presenta i seguenti svantaggi: profilo ecotossicologico non buono, lunga persistenza, costo elevato, impiego limitato dall'etichetta (1 intervento ogni 2 anni).

CONCLUSIONI FINALI

Il ricorso alla tecnica della sanificazione del cotico è risultato un approccio complementare e di supporto alla tradizionale difesa alla chioma che, in diverse occasioni e per molteplici motivi, ha dimostrato di non essere sempre sufficiente a fornire adeguata protezione.

La scelta di un sistema piuttosto che di un altro è da basarsi in funzione soprattutto dell'inoculo presente in azienda. È infatti evidente che alcuni sistemi funzionino in modo più marcato o costante. È altresì evidente che ripetere gli interventi di sanificazione, comporti un beneficio protratto nel tempo, cosa che si traduce in una ridotta incidenza del danno finale.

I risultati ottenuti sono importanti perché l'approccio applicativo è sostanzialmente nuovo, con margini di sviluppo. Le pratiche rivolte al cotico erboso possono rientrare in una strategia più organica, restituendo nuove prospettive alla difesa alla chioma, migliorandone le performance e riducendo le criticità.

Nelle esperienze del 2020 quasi tutte le azioni svolte, **con alcune variabili aziendali**, hanno ridotto il danno rispetto al testimone non trattato. Allo stesso modo i diversi voli delle spore evidenziano l'effetto abbattente determinato dai trattamenti sullo sviluppo dell'inoculo. **Tali rilievi inoltre**

mostrano una buona congruenza con le previsioni del modello, ulteriore strumento a supporto del sistema integrato della difesa. La scelta di una tecnica piuttosto che di un'altra è da valutarsi in funzione dell'inoculo presente in azienda. Alcuni sistemi, infatti, funzionino in modo più marcato o costante. Quello che appare straordinario nel protocollo utilizzato è come un paio di trattamenti ad inizio stagione siano in grado di condizionare il comportamento del fungo per il resto della stagione produttiva. **Inoltre, la ripetizione degli interventi di sanificazione, comporti un beneficio protratto nel tempo, cosa che si traduce in una ridotta incidenza del danno finale**

Alla luce degli incoraggianti risultati, occorrerà approfondire le indagini, verificando l'azione di altre sostanze, indagando sull'epoca di applicazione, dosaggi, modalità di distribuzione e frequenza. A questo proposito già nel 2021 si è ampliata la ricerca (Ferrara bis), valutando quale potesse essere l'influenza del numero dei trattamenti. Si osserva che gli interventi ripetuti durante tutta la stagione sono più efficaci dei soli trattamenti iniziali; questo è confermato statisticamente dal volo delle spore, ma non dai rilievi dei danni ai frutti (la variabilità era molto elevata e si può ipotizzare che questo sia stato causato dalla scarsissima produzione che ha determinato differenze anche elevatissime di presenza di frutti nelle diverse parcelle). Il risultato ottenuto è comunque evidente perché ha permesso di ottenere un'efficacia superiore al 60%.

Conclusioni generali

A fronte di due annate estremamente difficili per le restrizioni dovute al COVID, il gruppo ha comunque svolto quanto preventivato. Nello specifico si riportano i punti salienti:

- Dalle **prove di screening di efficacia in laboratorio e semicampo** sono state tratte utili indicazioni anche per lo sviluppo delle prove di campo;
- Dai risultati delle **prove di efficacia in campo** si possono fare alcune considerazioni utili ad orientare le scelte delle strategie fungicide, ad esempio: i vari prodotti utilizzati nella difesa diretta non dimostrano di avere un'attività elevata e risolutiva in presenza di elevata pressione, pertanto i vari prodotti chimici vanno utilizzati in adeguate strategie alternandoli tra loro, integrando i diversi metodi di difesa "indiretta" a supporto.
- Dalle **prove di timing**, è emerso che per diversi prodotti è preferibile il posizionamento in pre-infezione (fluxapyroxad, dodina), per altri invece in post-infezione (mancozeb attualmente revocato, metiram), infine per alcuni invece non sono emerse differenze di posizionamento (difenoconazolo); infine, si è visto che per alcuni prodotti (come ad esempio captano) **l'effetto dose** può avere un ruolo significativo, mentre per altri è meno importante (come ad esempio fluazinam).
- Le attività sulla **gestione del cotico** svolte nel progetto (ma anche in diverse azioni parallele), hanno mostrato che questo approccio può risultare fondamentale per la riduzione dell'inoculo e che ciò assume particolare rilevanza in annate critiche o laddove gli interventi rivolti alla chioma perdano di efficacia (come si è visto dalle indagini sulla **sensibilità ai fungicidi**). Sono molteplici le tecniche di sanificazione applicabili; la scelta dell'applicazione di una piuttosto che l'altra va modulata a seconda delle diverse caratteristiche aziendali. L'aggiunta di questo importante tassello verso la maculatura bruna, se adeguatamente utilizzato, contribuisce al completamento di un sistema per ora ancora incompleto, fornendo un margine di manovra che fino a pochi anni fa era quasi del tutto inespresso.
- Gli **studi sulla epidemiologia** del patogeno sembrano dimostrare ad oggi che *S. vesicarium* è il principale fungo causale dei gravi danni che si rilevano in campo, ma le indagini per capire

meglio cosa possa essere mutato in questo fungo o il concorso di *Alternaria* sono ancora in corso.

- Stiamo inoltre considerando tutte le possibili variabili, assieme all'influenza innegabile dell'andamento climatico e l'anomalo sviluppo della malattia, per poter capire se ci sono fattori favorevoli la sintomatologia della maculatura calcina registrata in modo grave ad esempio nel 2020.

PERSONALE

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
RI.NOVA	Impiegato tecnico	Prove in campo	26	43	1.118,00
CONS.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	191	27	5.157,00
CONS.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	105	27	2.835,00
CONS.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	101	27	2.727,00
CONS.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	100	27	2.700,00
UNIV. BOLOGNA	Ricercatrice Confermata	Responsabile scientifico	362	31	11.222,00
UNIV. BOLOGNA	Assegnista di Ricerca	Prove laboratorio	1290	13,06	16.847,40
UNIV. BOLOGNA	Assegnista di Ricerca	Prove laboratorio	2866	13,86	39.722,76
UNIV. BOLOGNA	Assegnista di Ricerca	Prove laboratorio	286	13,89	3.972,54
UNIV. BOLOGNA	Borsa di Studio	Prove laboratorio	1720	6,97	11.988,40
UNIV. BOLOGNA	Borsa di Studio	Prove laboratorio	195	7,26	1.415,70
UNIV. BOLOGNA	Borsa di Studio	Prove laboratorio	1720	6,97	11.988,40
UNIV. BOLOGNA	Borsa di Ricerca	Prove laboratorio	860	9,06	7.791,60
ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	172	27	4.644,00
ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	240	27	6.480,00
ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	170	19,50	3.315,00
ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	192	19,50	3.744,00
AZ.AGR.GOVONI	Imprenditore agricolo	Prove in campo	103	19,50	2.008,50
Totale:					139.677,30

COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

Ragione sociale della società di consulenza	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
OROGEL	30.100,00	Prove in campo	30.100,00 €
ASTRA	15.500,00	Prove sperimentali	15.500,00 €
RI.NOVA	7.400,00	Prove sperimentali	3.700,00 €
RI.NOVA	1.920,00	Prove sensoristica	1.920,00 €
Totale:			51.220,00 €

MATERIALE CONSUMABILE

Ragione sociale fornitore		Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	UNIV. BOLOGNA	Materiale plastico da laboratorio parziale	7.555,92 €
	UNIV. BOLOGNA	Materiale di laboratorio	321,47 €
	UNIV. BOLOGNA	Principi attivi fungicidi	2.221,62 €
	UNIV. BOLOGNA	Materiale vario	1.750,27 €
Totale:			11.849,28 €

AZIONE 4 – DIVULGAZIONE

2.1 Attività e risultati

Azione

4 – AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

Unità aziendale responsabile (Uar)

RI.NOVA

Descrizione attività

Piano di comunicazione

La diffusione dell'innovazione alle imprese agricole rappresenta un'importante attività per il Gruppo Operativo. RI.NOVA per conto del partenariato ha messo a disposizione il proprio personale per curare questa attività sin dalle prime fasi del progetto. Già pochi mesi dopo l'attivazione delle attività sperimentali sono state svolte azioni divulgative per contribuire a rendere concreto un collegamento funzionale multi-actor tra innovazione, trasferimento e applicazione, che è obiettivo intrinseco del PSR e della Misura 16.1, al fine di stimolare un nuovo approccio tra tutti gli attori delle filiere orticole.

In particolare, nell'ambito del progetto, dal 01/02/2020 al 26/10/2023 sono state svolte:

- 6 visite di campo
- 7 incontri tecnici + 2 presentazioni in occasioni di incontri tecnici organizzati da terzi
- 1 campus cloud
- 1 audiovisivo
- 6 pubblicazioni
- **1 linee tecnica** (monografia)

Nella tabella di seguito l'elenco delle iniziative svolte con indicati anche i numeri dei partecipanti (fra parentesi a lato di ogni iniziativa).

Tabella 1 – Descrizione delle iniziative di divulgazione svolte dal 1 febbraio 2020 – 26 ottobre 2023

Visite guidate		Incontri tecnici		Pubblicazioni	
Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo
19/06/2020	visita prove sperimentali (FE) 30 MACVisita190620FE	31/07/2020	visita incontro prove sperimentali (FE) * MACIncVisita310720FE	03/03/2022	Pero: interventi al cotico erboso per ridurre la maculatura bruna - Informatore agrario 8/2022
31/07/2020	visita incontro prove sperimentali (FE) 26 MACIncVisita310720FE	28/11/2020 **	presentazione Progetto in ambito webinar FUTURPERA no MACPresentazioneFutuper aFEonline281120	03/03/2022	Pero: interventi al cotico erboso per ridurre la maculatura bruna - Informatore agrario 8/2022
02/09/2020	visita prove sperimentali (MO) 32 MACVisita020920MO	15/12/2020	incontro on line sui primi risultati progetto 28 MACIncontroonline151220	14/06/2022	Approfondimento Su Maculatura Bruna Del Pero - Giornate fitopatologiche 2022
18/06/2021	visita prove sperimentali (FE) 57 MACVisita180621FE	01/03/2021 **	presentazione primi risultati progetto in ambito incontro on line Coldiretti FE no MACPresentazioneColdirettiFEonline010321	14/06/2022	Aggiornamento sulla Resistenza ai Fungicidi in Italia - Giornate fitopatologiche 2022
27/07/2021	Tour aziende prove sperimentali (RA, BO, FE) 43 MACVisita0270721RABOFE	29/11/2021	Incontro on line risultati 2020-21 80 MACIncontroonline291121	14/06/2022	Indagine sul posizionamento dei trattamenti contro Stemphylium vesicarium su pero - Atti giornate fitopatologiche 2022
26/08/2021	Tour aziende prove sperimentali (RA, MO) 47 MACVisita260821RAMO	16/12/2021	Incontro on line su recenti acquisizioni sull'epidemiologia maculatura 49 MACIncontroonline161221	14/06/2022	Efficacia in campo di diversi fungicidi applicati su pero per contenere Stemphylium vesicarium - Atti giornate fitopatologiche 2022
		14/01/2022	incontro on line su difesa indiretta sanizzazione del cotico 12 MACIncontroonline140122	13/02/2022	Linee Tecniche 2022 Maculatura Bruna Del Pero (Allegato A)
		21/01/2022	incontro on line su difesa diretta alla chioma 11 MACIncontroonline210122		
		14/10/2022	Maculatura bruna del pero: risultati sulle indagini sul corredo tossigeno di Stemphylium vesicarium BO 32 MACIncontro141022BO		

Tot = 6		Tot = 7+2		Tot =6+1	

* Le persone che hanno seguito la visita hanno partecipato all'incontro sullo stesso tema

**Ulteriori attività di divulgazione svoltesi nell'ambito di iniziative organizzate da altri Enti

E' stato inoltre organizzato il 6 /11/2020 un **campus cloud** on line sui primi risultati del progetto cui hanno aderito 60 persone.

E' stato realizzato poi il **video** dal titolo [MAC - Maculatura bruna del pero: agenti causali e tecniche innovative di prevenzione e contenimento](#)

Negli Allegati 1, 2 e 3 di seguito citati, sono riportati rispettivamente: i dettagli delle iniziative organizzate, copia delle linee tecniche prodotte e la lista dei link alle diverse attività di divulgazione

Allegato-1_ActivitàDivulMAC

Allegato-2_Linee tecniche 2022MAC

Allegato-3_GO5150379MACLink

Portale RI.NOVA

RI.NOVA ha messo a disposizione del Gruppo Operativo il proprio Portale Internet, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale RI.NOVA (www.RI.NOVA.eu) è stata individuata una pagina (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/69>) dedicata al Piano, composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del progetto e gli aggiornamenti relativi alle attività condotte.

Inoltre, attraverso un contatto continuo con il Responsabile di Progetto, un referente RI.NOVA ha proceduto all'aggiornamento della pagina con notizie, informazioni e materiale divulgativo ottenuti nell'ambito del Piano. Questo lavoro permette, unitamente alla pubblicazione dei risultati, la consultazione dell'elenco dei Piani coordinati da RI.NOVA, dal quale, selezionando un singolo Piano/progetto si accede a una nuova pagina simile a quella del Portale RI.NOVA, con cui si possono vedere i dettagli delle attività. Questo strumento comunicativo e divulgativo consente altresì di poter visionare collegamenti e sinergie che il presente piano può avere anche con altri progetti e/o iniziative.

Collegamento alla rete PEI-Agri

Come indicato nell'Azione 1, il personale RI.NOVA si è fatto carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla Rete PEI-Agri.

PERSONALE

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
----------------	--------------------	-----------------------------	-----	--------------	--------------

	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Divulgazione	66	27	1.782,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	112	27	3.024,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	20	27	540,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Divulgazione	12	27	324,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	40	43	1.720,00
	RI.NOVA	Impiegato segreteria	Supporto divulgazione	16	27	432,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	16	43	688,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	26	27	702,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinam. divulgazione	10	43	430,00
Totale:						9.642,00

TRASFERTE

Cognome e nome	Descrizione	Costo totale	
	RINOVA	Interviste per video	34,00
Totale:		34,00	

COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

Ragione sociale della società di consulenza	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
RI.NOVA	2.000,00	Realizzazione pagina web	800,00 €
RI.NOVA	550,00	Realizzazione video	550,00 €
Totale:			1.350,00 €

AZIONE 5 – FORMAZIONE

2.1 Attività e risultati

Azione
5 - FORMAZIONE
Unità aziendale responsabile (Uar)
IRECOOP
Descrizione attività

Sono state svolte tutte le attività previste in questa azione ed in particolare eseguiti 2 corsi di formazione e 2 viaggi studio a Catalogo Verde. Di seguito sono elencati sinteticamente.

DUE corsi di formazione (settore: 1.1.01 - Formazione d'Aula)

Domanda: 5150718 dal Titolo " Maculatura bruna del pero: un'emergenza fitosanitaria da gestire con un approccio olistico ed integrato".

ID proposta 5620384, n.18 partecipanti, costo totale € 12.924,72, contributo richiesto alla Regione € 10.339,74. ID rendicontazione GOI 5698331

ID proposta 5695574, n. 4 partecipanti, costo totale € 2.872,16, contributo richiesto alla Regione € 2.297,72. ID rendicontazione GOI 5698334

DUE viaggi studio (Settore: 1.3.01 - Scambi e Visite)

Domanda:5422796 dal titolo "Viaggio Studio in Spagna: l'approccio alla lotta della maculatura bruna del pero".

Domanda: 5636674 dal titolo "Visita in Olanda: tecniche innovative di gestione agronomica per la prevenzione e contenimento della Maculatura bruna del pero"

ID proposta 5517311, n 13 partecipanti, costo totale € 12.469,08, contributo richiesto alla Regione €8.728,33. ID rendicontazione GOI 5525677

ID proposta 5689781, n 14 partecipanti, costo totale € 17.950,80, contributo richiesto alla Regione €12.565,56. ID rendicontazione GOI 5698336

Ciascun corso di formazione svolto ha coinvolto diversi partecipanti e differenti aziende del settore.

Si segnala che: nell'ultimo corso/viaggio organizzato (id n. 5689781), realizzato nel periodo di luglio – settembre 2023 vedeva coinvolti inizialmente sedici partecipanti partecipanti, ma durante lo svolgimento, due di questi successivamente alla protocollazione della domanda di avvio, hanno segnalato l'impossibilità di partecipare al viaggio nei Paesi Bassi, pertanto sono stati rendicontati esclusivamente quattordici partecipanti che hanno portato a termine tutti gli obblighi previsti.

In allegato alla presente relazione è presente il frontespizio del materiale didattico impiegato e distribuito ai partecipanti nei corsi di formazione (**Allegato-4_materiale-didattico**).

Si allegano inoltre le domande inserite su AGREA complete dell'elenco dei partecipanti a ciascuna iniziativa (**Allegato-5_5525677_80152680379_20230228_1707_stampaDefinitiva**

Alegato-6_5698331_80152680379_20231107_1042_stampaDefinitiva

Allegato-7_5698334_80152680379_20231107_1113_stampaDefinitiva

Allegato-8_5698336_80152680379_20231120_1235_stampaDefinitiva)

Richiesta variazione attività formativa autorizzata da D.G.R. 24168 del 10/11/2023

Rendiconto corso n. 5698331	12.924,72
Rendiconto corso n. 5698334	2.872,16
Rendiconto viaggio n. 5525677	12.469,08
Rendiconto viaggio n. 5698336	17.950,80
TOTALE	46.216,76 €

3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Criticità tecnico-scientifiche	<p>In generale le criticità incontrate nel corso del progetto sono state connesse alle condizioni meteo-climatiche incorse e quindi, come del resto previsto, alle condizioni favorevoli o meno allo sviluppo dell'avversità. Per questo nel corso di alcune prove svolte sono state adottate piccole azioni correttive di aggiustamento dei protocolli per massimizzare il raggiungimento degli obiettivi specifici e generali del piano. Gli aggiustamenti dei protocolli sono tutti comunque in linea e coerenti con gli obiettivi generali del piano e sono stati attivati o si prevede di attivarli per massimizzare gli obiettivi del piano e fornire ricadute più significative a vantaggio del settore pericolo regionale.</p> <p>Infine si segnala che le restrizioni determinate dal COVID-19 hanno reso più complesso lo sviluppo dell'azione 5, data anche la numerosa presenza di proposte formative in modalità online.</p>
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Nessuna criticità gestionale incontrata nella realizzazione dell'attività
Criticità finanziarie	Nessuna Criticità incontrata nella realizzazione dell'attività.

4 Altre informazioni

Nel luglio 2022 è stata fatta richiesta di **PROROGA di 12 mesi** (a seguito della D.G.R. n. 833 del 23/05/2022) sulla scadenza del progetto in oggetto (posticipando, quindi, la chiusura al 26/10/2023), a causa delle difficoltà nella realizzazione dell'attività di formazione e consulenza, legate in gran parte all'emergenza COVID. La richiesta è stata funzionale anche a completare alcune indagini nell'ambito delle Azioni 3.1 e 3.2. La proroga è stata approvata con Determina n. 13486 del 12/07/2022 dalla Regione Emilia Romagna.

5 Considerazioni finali

Nessuna

6 RELAZIONE TECNICA

ATTIVITÀ COMPLESSIVAMENTE EFFETTUATE, RISULTATI INNOVATIVI E PRODOTTI

Le attività nonché i risultati che il presente piano si era proposto al momento della formazione del Gruppo Operativo si considerano raggiunti ed hanno contribuito a gestire più efficacemente la malattia nei perimetri regionali, sebbene la problematica continui ad essere un concreto problema, specie in alcune zone della regione, e serviranno pertanto ulteriori indagini per individuare nuove ed ulteriori soluzioni praticabili. In generale le attività hanno fornito risultati coerenti con gli ambiti operativi specifici della Focus area 4B: **riduzione dei rilasci di sostanze inquinanti e miglioramento della qualità delle acque e del suolo, controllo delle avversità con metodi a basso impatto e verifica ed adattamento dei sistemi colturali agricoli ai cambiamenti climatici per una migliore gestione dell'avversità maculatura bruna del pero**. In particolare di seguito vengono esposti in sintesi i risultati per ciascuna attività.

Di seguito viene fatta sintesi dei principali risultati emersi dalle attività svolte nell'**Azione 3** del progetto.

Azione 3.1: Indagini bio-epidemiologiche su agente/i causali della maculatura bruna

Questa azione ha consentito di sottolineare il ruolo centrale di *Stemphylium vesicarium* nel causare le perdite produttive anche degli anni più recenti. I più numerosi isolati di *Alternaria* spp. ottenuti dai frutti negli ultimi anni di indagine non hanno in realtà determinato che minimi cambiamenti nella eziologia della maculatura bruna dal momento che il genere *Alternaria* si è dimostrato incapace di infettare frutti sani, come non ha problemi a fare lo *S. vesicarium*. Il lavoro sul corredo tossigeno, iniziato all'interno di questo progetto e proseguito nell'alveo di altri finanziamenti volti alla ricerca di base, ha consentito di ipotizzare la presenza di una qualità di tossine maggiore rispetto a quanto riportato in letteratura e la cui produzione è molto probabilmente legata all'aumento termico dell'ultimo decennio.

Infine la constatazione che il sintomo calicino si instaura sui frutti maggiormente nelle prime fasi di allegagione dei frutti piuttosto che in piena fioritura (quando si avviano e concentrano le applicazioni) ha consentito di considerare maggiormente la formazione dei frutticini nelle strategie di difesa in campo. Quando infatti le condizioni climatiche sono favorevoli, il patogeno appare prediligere questo periodo per provocare il danno in corrispondenza del calice che determina un deprezzamento ancora maggiore del frutto per la maggiore facilità a determinare marcescenze anche durante il periodo di frigoconservazione.

Azione 3.2: Indagini su meccanismi di azione e efficacia di principi attivi di sintesi e di origine naturale nei confronti di *S. vesicarium* e *Alternaria* sp.

Le indagini sulla efficacia di sostanze attive verso *S. vesicarium/Alternaria* spp. condotte sia *in vitro* che *in vivo* su frutti e foglie (astoni), hanno portato a concludere che i prodotti di sintesi autorizzati

risultano tutti efficaci, in assenza ovviamente di fenomeni di resistenza, sia su micelio sia su conidi mentre non particolarmente elevata è l'attività mostrata da prodotti di origine naturale e microrganismi. La presenza ubiquitaria di *Alternaria* spp., giudicata non patogena, può essere necessario controllarla su frutti feriti ma purtroppo, in questo caso, nessun prodotto è apparso in grado di contrastarla. Ciò considerato è bene fare attenzione a non provocare ferite sui frutti che però possono essere rappresentate anche solo da microferite generate da crescita non graduale dei frutti stessi, principalmente causata da repentini sbalzi termici.

Azione 3.3: indagine su efficacia e strategie di difesa nei confronti di maculatura bruna.

Questa azione ha permesso di approfondire le conoscenze legate all'impiego dei prodotti fitosanitari ad azione fungicida per gestire le infezioni di maculatura bruna del pero sulle varietà sensibili. Nello specifico, sono stati valutati in pieno campo di prodotti e strategie (Attività 3.3.1, con 4 prove efficacia), che hanno messo in luce la performance dei diversi principi attivi saggiati, consolidando le conoscenze sulle molecole e sui formulati a disposizione e permettendone quindi un posizionamento in base al rischio previsto. Alcuni prodotti saggiati sono stati verificati in campo a seguito degli screening di laboratorio e semicampo (Attività 3.1.1.1), permettendo di mettere in luce la buona efficacia di rame in miscela con olio essenziale di arancio dolce. Un'altra prova di campo (Attività 3.2.2.) ha permesso di verificare l'efficacia di due principi attivi (captano e fluazinam) in funzione dell'espressione della dose (a concentrazione o a superficie), dimostrando come per alcuni prodotti (come captano) sia fondamentale il dosaggio a superficie, mentre per altri (come il fluazinam) è possibile ottenere buoni livelli di efficacia anche utilizzandoli a concentrazione. L'indagine sul posizionamento a finestre degli SDHI (fluxapyroxad) non ha invece permesso di chiarire il ruolo del timing di intervento sui sintomi calicini, che di fatto si presentano anche a seguito di un periodo di latenza potenzialmente prolungato. La verifica dell'efficacia in funzione del rischio epidemico (Attività 3.3.3.) ha permesso di utilizzare il modello previsionale BSP-Cast della Regione Emilia-Romagna per posizionare correttamente gli interventi fungicidi, ottimizzando il momento di impiego e la relativa efficacia rispetto a trattamenti a calendario, portando ad un possibile risparmio di interventi laddove il rischio è basso, ma ha altresì messo in luce che in annate con elevato livello infettivo non è di fatto sostenibile l'impiego dei soli fungicidi, che non sono in grado di proteggere la produzione fino alla raccolta. Infine, la prova di valutazione persistenza e resistenza al dilavamento dei fungicidi con timing applicativo in funzione del Modello BSP / SPOR (Attività 3.3.4.) ha messo in luce le caratteristiche di persistenza e resistenza al dilavamento di alcuni principi attivi comunemente impiegati contro la maculatura bruna del pero.

Azione 3.4: Indagini sulla sensibilità di *S. vesicarium* ai fungicidi

Il monitoraggio annuale nel corso del triennio ha consentito di mettere in luce da un lato l'affidabilità di prodotti come fludioxonil e, in particolare, fluazinam che devono però continuare ad essere inseriti in strategie di difesa anti-resistenza per proteggerne l'attività il più a lungo possibile. Da rilevare, in senso negativo, il cedimento degli SDHI e quello del tebuconazole: quest'ultimo può essere però sostituito con soddisfazione con difenoconazole dato che la sua efficacia è attualmente

garantita da assenza di problemi di resistenza. La verifica del pyraclostrobin (come rappresentante delle strobilurine) ha purtroppo confermato la perdurante e diffusa presenza del fenomeno della resistenza che non consente il reinserimento di questi principi attivi nelle strategie di difesa.

Azione 3.5: Prove di sanificazione del cotico erboso

Ad oggi possiamo affermare che il comparto pericolo dispone di alcune armi in più per contenere la maculatura bruna. L'intuizione di studiare e sperimentare sistemi di sanificazione del cotico, elemento in cui avviene lo svernamento e l'avvio dei cicli infettivi, ha permesso di ampliare il panorama della difesa. Il carattere innovativo di queste esperienze è rappresentato dal controllo del fungo nel luogo dove si moltiplica e da dove si diffonde; si tratta quindi di contrastarlo prima che le sue spore arrivino sulle piante di pero dove sono in grado di fare i danni che tutti conosciamo. Resta da evidenziare che questo approccio da solo non può considerarsi risolutivo, calandosi in una situazione complessa ed estremamente variegata su cui incidono molteplici elementi. Nonostante ciò, i risultati ottenuti sono di grande interesse e importanza perché ottenuti con sostanze a basso impatto ambientale e in un contesto produttivo che vede moltiplicare i trattamenti fungicidi utilizzati senza risolvere peraltro il problema. I risultati ottenuti vanno scelti e modulati in ogni singola azienda in funzione dell'inoculo, della difesa alla chioma e anche delle condizioni meteorologiche della stagione, ivi compresa l'irrigazione. Occorrerà inoltre operare considerando anche gli effetti paralleli, soprattutto di carattere agronomico, che ogni misura determina. Non da ultimo, un elemento da non dimenticare è la corretta tempistica ed esecuzione di ciascuna tecnica che si decida di eseguire.

RICADUTE E INDICATORI

RICADUTE IN AMBITO PRODUTTIVO, TERRITORIALE ED AMBIENTALE

Le attività del progetto hanno manifestato un arricchimento importante per il settore frutticolo regionale, per affrontare in modo più sostenibile le crescenti problematiche dell'agricoltura ed in particolare del comparto pericolo regionale.

Le **indagini bio-epidemiologiche** hanno consentito di confermare il **ruolo da protagonista** che ***Stemphylium vesicarium*** continua ad esercitare come causa della maculatura bruna, consentendo quindi di continuare ad **indirizzare la difesa** nei suoi confronti per proteggere la produzione. I numerosi isolati di diverse specie di *Alternaria* ottenute dai frutti negli anni più recenti non sono da considerare di importanza primaria seppure presenti in campo non solo insieme a *S. vesicarium* ma anche singolarmente: sintomo giustificato dalla presenza di microferite o lenticelle per vie. Gli andamenti climatici riscontrati dal 2018 al 2022 hanno favorito in maniera importante non solo lo sviluppo di *S. vesicarium* ma anche di *Alternaria* come "commensale" potenzialmente pericoloso se

la fisiologia del frutto viene alterata per motivi dipendenti o meno dalla volontà dell'agricoltore. Una **maggiore attenzione quindi agli aspetti agronomici e all'equilibrio fisiologico della pianta** è da raccomandare a livello territoriale anche per contrastare più efficacemente i patogeni: sicuramente verso *Alternaria* che riesce a penetrare solo attraverso ferite ma anche contro *S. vesicarium* che dalla presenza di microferite viene ulteriormente favorito specialmente se, come ipotizzato, il suo corredo tossigeno fosse divenuto più complesso e/o quantitativamente maggiore.

Altra ricaduta in ambito produttivo ottenuta da questa azione è stata quella di aver individuato il maggiore rischio di infezioni calicine (causate esclusivamente da *S. vesicarium*) nelle fasi di allegagione e primo accrescimento dei frutti piuttosto che in fioritura, dove tendono tradizionalmente a concentrarsi maggiormente gli interventi fitoiatrici. Ciò collegato anche al fatto che la fioritura avviene normalmente in periodi non particolarmente favorevoli agli attacchi da un punto di vista climatico.

Le **indagini sulla efficacia di sostanze attive verso *S. vesicarium/Alternaria* spp.** hanno sottolineato l'efficacia sia di principi attivi già autorizzati contro maculatura bruna sia di altri prodotti che poi, nel corso del progetto, è stato possibile adottare nella difesa territoriale (inserimento in etichetta), anche grazie a questa attività e alle altre del progetto condotte in campo. Ancora una volta si sottolinea l'importanza del mantenimento di un buon equilibrio fisiologico della pianta affinché i frutti non presentino microferite nelle quali diverse specie di *Alternaria* si possono instaurare ma nessun principio attivo ha dimostrato efficacia nei loro confronti, vista l'elevata virulenza che, in tali condizioni, caratterizza il patogeno.

La verifica sperimentale effettuata nelle annate 2020-2021 aveva come tematica il confronto tra i principali principi attivi utilizzati contro la maculatura. Tale azione ha avuto come ricaduta la **definizione della diversa efficacia dei singoli principi attivi nei confronti del patogeno**. L'attività, divulgata nel corso dei vari incontri con tecnici del settore è stata importante per stabilire quali prodotti utilizzare e conoscerne la diversa efficacia contro maculatura bruna. Una volta meglio definita l'efficacia fungicida, altra ricaduta positiva è sicuramente da trovare nel migliore impiego dei vari formulati e ciò ha **portato ad un più mirato impiego degli stessi con una relativa riduzione dell'impiego di fitofarmaci stimabile intorno al 10%**.

La combinazione e integrazione della difesa chimica ad altre pratiche agronomiche nel progetto (vedi rottura cotico, pirodiserbo ecc..) ha permesso infatti di prevedere strategie di intervento che hanno avuto 2 ricadute principali:

- Attraverso la migliore conoscenza delle peculiarità di ogni singolo prodotto saggiato, si è potuto arrivare ad una razionalizzazione dell'applicazione dei vari prodotti disponibili e di tracciare linee guida di intervento che hanno supportato il mondo tecnico che opera sulla filiera del pero. Tali linee guida sono state anche utilizzate nei consigli settimanali divulgati dai vari Bollettini di Produzione Integrata delle varie provincie interessate alla coltura del pero.
- Si può stimare che con tali indirizzi di intervento coadiuvati anche dalle informazioni dei vari DSS pubblicati periodicamente da SFR della RER durante il periodo vegetativo della coltura, si sono risparmiati dai 2 ai 4 interventi soprattutto sulle cultivar ad epoca di raccolta più tardiva quale l'Abate Fetel.

- Volendo stimare una media di 3-4 kg/lt/ha di formulati commerciali utilizzati per ogni intervento, si potrebbe stimare un minor apporto di prodotti chimici sul pereto che va dai 10 -16 kg/ha di formulati commerciali. E' una stima molto difficile da fare in quanto le dosi sono molto variabili a seconda delle miscele effettuate, ma la migliore conoscenza dell'efficacia di ogni singolo prodotto utilizzabile porta sicuramente ad un impegno più razionale del prodotto per la difesa.

In sintesi, sulla base della superficie regionale di Abate Fetel attualmente in produzione, di circa a 7.000 Ha, e considerando un carico medio di fungicidi pari a circa 64 kg formulati/ettaro, per un consumo regionale pari a 448 tonnellate, sulla base della stima fatta (riduzione del 10% di interventi chimici) si otterrebbe un **risparmio di circa 44.8 tonnellate di fungicidi per anno**, con un inevitabile vantaggio anche per la riduzione dell'inquinamento di suolo e acque.

Il **monitoraggio territoriale sulla sensibilità di *S. vesicarium*** svolto nel corso del triennio di sperimentazione ha consentito di evidenziare i principi attivi più affidabili a livello aziendale grazie alla numerosità del campionamento condotto (563). In tal modo i tecnici hanno potuto consigliare la migliore difesa in funzione della effettiva capacità dei prodotti di contrastare il patogeno dal momento che essa varia negli anni in base alle strategie e all'intensità e modalità del loro utilizzo. Quindi una difesa più mirata e nella quale il numero e tipo di meccanismi di azione usati sono stati razionalizzati ulteriormente dalle informazioni scaturite dal monitoraggio consigliando di distribuire nell'ambiente sostanze attive utili al controllo del patogeno e riducendo o annullando il ricorso a quelli verso i quali il fungo ha dimostrato abbassamento di sensibilità evitando di contribuire, senza riscontri positivi, all'aumento dell'inquinamento ambientale.

La ricerca di tecniche in grado di aiutare a risolvere il grave problema della maculatura bruna è di per sé un esercizio di estrema importanza e nella fattispecie i trattamenti al prato, qualunque sia stato il modo e i prodotti utilizzati, hanno dimostrato di essere molto utili in una strategia applicativa. Nel disciplinare di produzione del pero della Regione Emilia-Romagna alla voce maculatura sono presenti una ventina di molecole; negli ultimi anni, nelle zone dove il problema è più grave, viene articolata la difesa scegliendo le molecole in funzione delle fasi di rischio e ricorrendo (nella maggior parte dei casi) a tutti gli interventi possibili. Ad oggi, a fronte di annate con elevata pressione ed alto rischio, anche ricorrendo a tecniche di sanificazione del cotico, la riduzione dei prodotti fitosanitari alla chioma, risulta comunque ancora modesto. In prospettiva, **lavorando con costanza sulla riduzione dell'inoculo con i sistemi agronomici**, si potrebbe stimare che alla chioma ci si possa prefissare la riduzione dei trattamenti fitosanitari, specie nei momenti che corrispondono ad un basso rischio (ovvero basso volo conidico) e in corrispondenza degli **interventi di sanificazione**. Viene facile pensare che lo sviluppo di tecniche che siano in grado di limitare la percentuale di quello che viene normalmente fatto significa ridurre enormemente la quantità di molecole chimiche utilizzate a beneficio chiaramente di tutti.

INDICATORI DI RISULTATO

- **Protocollo per la valutazione preliminare e rapida della capacità tossigena dei ceppi di *S. vesicarium* isolati nelle recenti stagioni vegetative**

Grazie alle molteplici prove eseguite è stato messo a punto un saggio “*in vivo*” per la valutazione della capacità tossigena di ceppi del patogeno. L’obiettivo ultimo dell’attività sulla valutazione della capacità tossigena dovrà essere quello analitico sulle tossine prodotte in termini quali-quantitativi che non era previsto si svolgesse in questo progetto e che è ancora in corso supportato da specifici progetti miranti al sostegno della ricerca di base.

- **Disponibilità di un maggiore numero di principi attivi a basso impatto ambientale da proporre sul mercato contro maculatura bruna del pero (potenzialmente + 20%)**

Prove di campo e in ambiente controllato hanno contribuito ad evidenziare l’efficacia soprattutto di principi attivi di sintesi già noti, ma non registrati contro maculatura bruna, e in un caso di una sostanza attiva moderna (Revysol) con impatto ambientale decisamente ridotto rispetto a prodotti di precedente concezione. Meno proficua è stata la verifica di prodotti di origine naturale (minerali, estratti vegetali, ecc.) dal momento che essi non hanno fornito risultati di efficacia tali da consigliarne un diffuso utilizzo in campo. Di fatto, la possibilità di realizzare screening di laboratorio e semicampo (in vivo, su astoni di pero in vaso) permette di ampliare la capacità di valutazione dei prodotti potenzialmente impiegabili in campo, includendo numerosi formulati a basso impatto per i quali non si conosce il reale beneficio in termini di contenimento delle infezioni.

- **Maggiore ricorso a strategie antiresistenza (+20%) nella pratica di campo grazie alla divulgazione dei risultati ottenuti nella valutazione della sensibilità di *S. vesicarium* ai fungicidi**

La presentazione e discussione dei dati di sensibilità ai fungicidi sul territorio ha senza dubbio favorito il ricorso a strategie antiresistenza per più del 20% rispetto alla precedente situazione. Il dato puntuale a livello aziendale ha consentito alla assistenza tecnica di migliorare/adottare le strategie adattandole alla costante evoluzione della sensibilità del patogeno limitando il ricorso ai principi attivi interessati dai cali di sensibilità sostituendoli o alternandoli/miscelandoli con quelli a minore rischio di resistenza.

- **Riduzione del 20-30% del numero di trattamenti chimici rispetto a quelli comunemente eseguiti nel biennio 2018-2019 grazie agli interventi al cotico erboso applicati nelle prime fasi vegetative e capaci di ritardare i primi interventi alla chioma**

Lo studio sperimentale della pratica (timing degli interventi, attrezzature da utilizzare ecc..) della rottura del cotico erboso con la conseguente riduzione della presenza delle essenze graminacee fonte di inoculo del fungo, ha sicuramente portato ad una riduzione della presenza della maculatura bruna su pero, con un conseguente calo dell’utilizzo dei fungicidi stimabile intorno al 20% ed oltre in diversi contesti regionali.

- **Numero di eventi realizzati dall’azione 4 di divulgazione e grado di soddisfazione percepito dai partecipanti**
 - 6 visite
 - 7 incontri +2 incontri organizzati da altri
 - 1 campus cloud
 - 1 video
 - 4 pubblicazioni +2 presentazioni a G.F.
 - 1 linea tecnica

RICADUTE SOCIALI:

Gli esiti del progetto hanno contribuito in modo sostanziale alla migliore comprensione delle cause che si celano dietro la recrudescenza degli attacchi di maculatura bruna degli ultimi anni, sia attraverso conoscenze epidemiologiche sia di difesa vista sempre più e necessariamente con il contributo di tecniche agronomiche come la gestione del cotico erboso per limitare gli attacchi del patogeno. Certamente per ottenere un importante sollievo della filiera pero, la sola parte dedicata al patogeno, seppure importante, non è sufficiente se non coadiuvata da una più adeguata gestione della pianta in senso lato allo scopo di contrastare efficacemente l'influenza degli importanti e spesso drammatici cambiamenti climatici ai quali anno dopo anno stiamo assistendo.

Purtroppo, la coltura del pero sta soffrendo un forte calo delle superfici coltivate nell'intero territorio regionale (in particolare per la varietà Abate Fetel), non solo a causa delle avversità biotiche (cimice asiatica, maculatura bruna, valsa del pero), ma anche per effetto delle calamità naturali (gelate, alluvioni, siccità e temperature eccessive in estate che causano apoplezia nelle piante con apparati radicali superficiali, trombe d'aria e tornado).

Una ricaduta sociale, alla luce di questa premessa negativa, è rappresentata dalla riduzione di impiego dei fungicidi applicati su pero, grazie alle tecniche di sanificazione del cotico erboso (*in primis* la lavorazione) e all'utilizzo mirato dei vari fungicidi, in funzione delle caratteristiche intrinseche e dell'epidemiologia del patogeno. Pertanto da un lato si dovrebbe avere frutta più salubre (con minor carico di residui), dall'altro minor impatto ambientale. Infatti, il ricorso a tecniche di sanificazione, che fino a pochi anni fa non erano contemplate, o che comunque non rappresentano l'approccio primario alla difesa, apre la potenziale prospettiva di ridurre il carico dei prodotti fitosanitari nella coltivazione delle pere. Si tratta di una coltura che, per motivi fitosanitari ma anche ambientali, richiede un numero di interventi molto impegnativo. Il poter ricorrere a tecniche alternative potrebbe ridurre l'impatto ambientale oltre che, laddove si raggiungesse una contrazione delle perdite dovute a maculatura, anche un miglioramento della condizione di investimento della coltura, che negli ultimi anni manifesta evidenti contrazioni di mercato.

Elenco Allegati:

Allegato-1_ActivitàDivulMAC

Allegato-2_Linee tecniche 2022MAC

Allegato-3_GO5150379MACLink

Allegato-4_materiale-didattico

Allegato-5_5525677_80152680379_20230228_1707_stampaDefinitiva

Alegato-6_5698331_80152680379_20231107_1042_stampaDefinitiva

Allegato-7_5698334_80152680379_20231107_1113_stampaDefinitiva

Allegato-8_5698336_80152680379_20231120_1235_stampaDefinitiva

Data 06/12/2023

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

(firma digitale)