

Relazione finale attività di indagine conoscitiva per valutare l'efficacia dell'utilizzo del drone per la protezione delle colture di olivo, riso e vite

Secondo anno di sperimentazione (2023)

Attività condotta ai sensi dell'art. 37 del DPR 23 aprile 2001 n.290, modificato da
DPR 28 febbraio 2012 n. 55

Attività coordinate da:



Attività realizzate da:



Sommario

1. Premessa	3
2. Obiettivi delle attività	3
3. Attività realizzate per la protezione dell'olivo	4
3.1 Areale della prova	4
3.2 Disegno sperimentale	4
3.3 Progettazione del volo del drone	7
3.4 Scelta degli ugelli per la distribuzione del prodotto mediante drone	7
3.5 Scelta degli ugelli per la distribuzione del prodotto mediante pompa spalleggiata manuale	8
3.6 Determinazione della deposizione a terra della s.a.	9
3.7 Verifica del fenomeno della deriva	11
3.8 Verifica dell'efficacia del trattamento contro <i>Bactrocera oleae</i>	12
3.9 Verifica della presenza di residui sulle drupe in fase di raccolta	13
3.10 Allegati della prova sperimentale olivo	13
4. Attività realizzate per la protezione della vite	14
4.1 Areale della prova	14
4.2 Organismi target	14
4.3 Andamento climatico con riferimento allo sviluppo degli organismi target	15
4.4 Disegno sperimentale	16
4.5 Esecuzione dei trattamenti	18
4.6 Analisi della deposizione a terra e della deriva entro 5 m dal bordo dell'area trattata	19
4.7 Verifica dell'efficacia dei trattamenti	21
4.8 Verifica della presenza di residui sulle uve in fase di raccolta	21
4.9 Valutazione delle tempistiche di esecuzione dei trattamenti	22
4.10 Allegati della prova sperimentale vite	22
5. Attività realizzate per la protezione del riso	23
6. Verifica dell'esposizione degli operatori alla s.a. durante i trattamenti	23
6.1 Analisi dei risultati	24
7. Verifica dei costi dei trattamenti	24

1. Premessa

La protezione delle colture riveste un ruolo fondamentale nel processo produttivo agricolo sia alla luce delle nuove proposte normative fatte in sede comunitaria, sia a fronte delle richieste di un consumatore sempre più esigente in fatto di qualità degli alimenti e protezione dell'ambiente. Pertanto, è necessario esplorare ogni possibile strategia che permetta di difendere al meglio le colture e contemporaneamente limiti o escluda gli impatti derivanti dai prodotti fitosanitari utilizzati per la lotta contro patogeni, parassiti ed infestanti.

Sebbene da circa vent'anni si stia assistendo ad una lenta e progressiva diffusione delle cosiddette tecnologie dell'agricoltura 4.0 ed il Parlamento europeo abbia recentemente riconosciuto le potenzialità di queste tecnologie per gestire meglio i prodotti fitosanitari garantendone un uso sostenibile, attualmente in Italia l'impiego dei droni (aeromobili a pilotaggio remoto) per la distribuzione dei prodotti fitosanitari è vietato. Solo un'adeguata conoscenza del comportamento di queste tecnologie nella protezione delle piante potrà consentire di valutarne le effettive potenzialità dal punto di vista pratico sia in termini di efficacia, che di eventuali impatti derivanti dalla distribuzione dei prodotti fitosanitari con queste innovative modalità.

In tale contesto, nel 2022 è stata avviata in Lombardia una sperimentazione, autorizzata dal Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti (Fascicolo: DGISAN. I.5.i.z.4/2022/1), volta a studiare l'utilizzo dei droni nella protezione di tre colture tanto importanti quanto diverse: olivo, vite e riso. La richiesta di utilizzo del drone al fine di valutarne l'efficacia nella protezione delle colture di cui sopra si inserisce in un percorso di sostenibilità da sempre perseguito da Regione Lombardia per il proprio settore produttivo primario.

Con nota del Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione (Fascicolo: DGISAN. I.5.i.z.4/2022/1), il Servizio Fitosanitario della Regione Lombardia (SFR) è stato autorizzato anche nel 2023 (secondo anno) ad eseguire prove sperimentali di protezione delle colture di olivo, riso e vite contro patogeni, parassiti ed infestanti mediante l'impiego di velivoli a controllo remoto quali i droni.

2. Obiettivi delle attività

Gli obiettivi del progetto sono stati:

- valutare l'applicabilità dei droni in contesti caratterizzati da scarsa accessibilità a persone e mezzi;
- valutare la precisione della distribuzione;
- valutare l'efficacia dell'intervento;
- valutare e confrontare i costi ad ettaro dei trattamenti oggetto di sperimentazione con quelli degli interventi convenzionali;
- quantificare l'ammontare dei residui dei prodotti distribuiti con la tecnica oggetto di sperimentazione; a tal proposito, considerato l'andamento della stagione (vedi paragrafi successivi) nel 2023 non si è proceduto alla raccolta delle derrate finali (olive e uva). Tuttavia, va sottolineato che siccome le prove sono state condotte con prodotti fitosanitari autorizzati per le colture e nel rispetto dei dosaggi di etichetta, in caso di residui conformi alle norme di legge non si sarebbe comunque proceduto alla distruzione della derrata trattata.

3. Attività realizzate per la protezione dell'olivo

3.1 Areale della prova

La scelta dell'azienda è stata guidata dalle disposizioni previste dal DPR 23 aprile 2001 n. 290, modificato da DPR 28 febbraio 2012 n. 55. In particolare, nell'area non sono presenti:

- corpi idrici (fiumi, torrenti, invasi naturali o artificiali);
- zone residenziali o edifici di civile abitazione o edifici ad uso produttivo o commerciale;
- strade statali;
- aree aperte al pubblico (es. parchi);
- aree con protezione ambientale (es. SIC, ZPS, aree Natura 2000).

L'area presso la quale è stata condotta la sperimentazione fa parte dell'azienda olivicola Monte Croce di Egidio Ramanzin di Desenzano del Garda (BS) (figura 1). L'azienda e l'area sono le medesime già impiegate nella sperimentazione del 2022. L'azienda è specializzata in olivicoltura e gestisce tutte le fasi produttive, dalla coltivazione delle piante alla trasformazione delle olive mediante frantoio aziendale, fino al confezionamento dell'olio. L'azienda adotta strategie di coltivazione integrata, seguendo le indicazioni delle buone pratiche agricole. L'oliveto è allevato a vaso polifonico, con disposizione a quinconce, con orientamento sull'asse est-ovest e con un sesto di impianto di 6x5 m.

3.2 Disegno sperimentale

Per la sperimentazione è stata impiegata un'esca insetticida autorizzata per l'impiego su olivo. Il meccanismo di azione di questa categoria di prodotti prevede l'attrazione di *Bactrocera oleae* (mosca dell'olivo) verso una fonte alimentare a cui è stato aggiunto un insetticida.

La combinazione di esca e insetticida deve essere distribuita su una zona limitata della chioma delle piante - normalmente su una superficie di chioma di 2 m² circa esposta a sud, ovvero nella porzione sommitale delle piante - su tutte le piante dell'oliveto.

Il prodotto viene distribuito sospeso in acqua con un volume complessivo di circa 30 L/ha. In virtù del meccanismo d'azione, infatti, la difesa mediante l'impiego di questi prodotti è efficace a dosi molto contenute. Il protocollo applicato, riportato in tabella 1, ha subito lievi cambiamenti rispetto a quanto indicato nella richiesta di autorizzazione, allo scopo di adattare lo stesso al momento effettivo dell'attacco della mosca.

Nel 2023, a causa delle elevate temperature osservate nel mese di luglio e nei primi giorni di agosto, l'attacco di *B. oleae* è risultato particolarmente ritardato, rispetto a quanto inizialmente previsto e, nel prosieguo della stagione, è apparso sempre molto modesto. Allo stesso tempo, la produzione di olive è risultata estremamente bassa, anche a causa di un intenso fenomeno di cascola fisiologica.

Conseguentemente, non è stato ritenuto necessario eseguire l'intervento con l'insetticida-larvicida a tutta chioma, come previsto dal protocollo sperimentale presentato nella proposta progettuale, provvedendo esclusivamente alla distribuzione dell'esca insetticida.

La distribuzione dell'insetticida ha tenuto conto della data prevista di raccolta, al fine di rispettare il periodo di sicurezza.

La comunicazione della data dei trattamenti è stata inviata attraverso notifica diretta da parte del Servizio Fitosanitario di Regione Lombardia al gruppo di lavoro "fitosanitari" coordinato dalla DG Salute di Regione Lombardia e a cui partecipano tutte le ATS regionali.

Tabella 1. Protocollo della prova sperimentale su olivo.

Trattamento		Prodotto	Metodo di Distribuzione	Dettagli del protocollo	Data dei trattamenti
Testimone		-	-	Non trattato	-
Trattamento sperimentale	Cyantranilprole + esca alimentare	Exirel Bait 2023 ¹	Drone	Max 3 interventi	08/09/2023
	Flupyradifurone*	Sivanto Prime ²	Convenzionale (alto volume)	1 intervento sull'ultima generazione carpofiga prima della raccolta (se necessario)	-
Trattamento aziendale	Deltametrina + esca alimentare	Fly pack Dacus Trap ³	Esca attrattiva localizzata in Contenitore	-	08/09/2023

*A causa della bassa infestazione da *B. oleae*, tale intervento insetticida non è stato effettuato.

¹Prodotto autorizzato su olivo con num. reg. 18416 del 28/06/2023. Intervallo di sicurezza: 7 gg.

²Prodotto esteso su olivo con Decreto 23/12/2021. Intervallo di sicurezza: 14 gg.

³Prodotto autorizzato su olivo con Decreto 24/02/2020. Intervallo di sicurezza: n.a.

Tenendo conto delle disponibilità aziendali, la superficie dedicata al trattamento aziendale è risultata pari a 3.000 m², ritenuta sufficiente a garantire la replicabilità dei risultati, alla luce della sperimentazione sviluppata da CeRSAA nel 2022, con il medesimo prodotto. Non è stata prevista una randomizzazione a blocchi, allo scopo di contenere al minimo eventuali problemi di deriva e di sorvolo di aree non interessate al trattamento. Sono state ricavate, all'interno dei parcelloni individuati, aree (*split plot*) su cui organizzare i rilievi e la valutazione dei risultati.

La mappa riportata in figura 1 illustra la disposizione delle parcelle in campo. Le superfici sono state misurate con l'applicativo Google Earth (2022).

Area interessata dall'attività sperimentale (Coordinate geografiche: 45°26'12.2"N 10°33'08.1"E)

Superficie Testimone non trattato: 5.554 m²

Superficie Trattamento sperimentale: 3.000 m²

Superficie trattamento aziendale: 6.685 m²



Figura 1. Mappa delle parcelle dell'area di sperimentazione per l'olivo (Google Earth, 2022).

I dettagli della superficie di terreno coperta dalla proiezione a terra delle chiome delle piante sono riportati in tabella 2. Nel 2023, anche a causa dell'assenza di interventi di potatura, la stima della superficie media della

proiezione a terra delle chiome delle piante è stata portata al 66% della superficie dell'apezzamento.

Tabella 2. Stima della superficie di terreno ricoperta dalle chiome delle piante nel 2023.

Informazione	Valore
Numero piante di olivo (n.)	120
Superficie media coperta dalle chiome delle piante	16,5 m ²
Superficie totale appezzamento	3000 m ²
Superficie totale coperta dalle chiome delle piante	1980 m ²
Superficie non coperta dalle chiome delle piante	1020 m ²
Percentuale di superficie coperta	66%
Percentuale di superficie scoperta	34%

Nelle figure 2, 3 e 4 sono riportati gli estratti dei registri dei trattamenti eseguiti per la coltura dell'olivo nelle annate agrarie 2020, 2021 e 2022 presso l'azienda olivicola Monte Croce di Egidio Ramanzin di Desenzano del Garda (BS).

Data	Avversità e giustificazioni	Prodotto fitosanitario	Quantità dose e concentraz.	Note	Acqua utilizzata (Hl)	N° unità produttiva [codice] e coltura	Sup. totale coinvolta	Operatori Macchine
05/05/2020	Lebbra delle olive [Colletotrichum gloeosporioides] [=Colletotrichum gloeosporioides (Lebbra delle olive)]	FLINT MAX (Reg. n. 13689 del 25-11-2011)	3 kg Dose/Ha: 0.1681 Dose/Hl: 0.0168		178.438	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1]	17.8438 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
16/05/2020	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	POLTIGLIA 20 DF (Reg. n. 16229 del 16-02-2015)	40 kg Dose/Ha: 2.1636 Dose/Hl: 0.2164		184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
15/06/2020	Tignola dell'Olivo [=Prays oleae]	EPIK SL (Reg. n. 16325 del 26-02-2015)	25 lt Dose/Ha: 1.3523 Dose/Hl: 0.1352		184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
20/07/2020	Tignola dell'Olivo [=Prays oleae] TRATTAMENTO PREVENTIVO	EPIK SL (Reg. n. 16325 del 26-02-2015)	20 kg Dose/Ha: 1.0818 Dose/Hl: 0.1082		184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
22/07/2020	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	SCORE 25 EC (Reg. n. 8601 del 06-03-1996)	6 lt Dose/Ha: 0.3245 Dose/Hl: 0.0325		184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
11/09/2020	Mosca delle olive (Bactroera oleae) SOGGLIA RAGGIUNTA	ROGOR L 40 ST 2020 (Reg. n. 17630 del 26-06-2020)	14 lt Dose/Ha: 0.7573 Dose/Hl: 0.0757	deroga Regione Lombardia protocollo M1.2020.0161703 del 01/07/2020	184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
17/12/2020	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	POLTIGLIA DISPERSS (Reg. n. 12099 del 21-04-2004)	70 kg Dose/Ha: 3.7863 Dose/Hl: 0.3786	Trattamento in POST-RACCOLTA	184.876	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO

Figura 2. Estratto del registro dei trattamenti eseguiti per la coltura dell'olivo nell'annata agraria 2020 presso l'azienda olivicola Monte Croce di Egidio Ramanzin di Desenzano del Garda (BS) (in giallo i trattamenti eseguiti nelle aree oggetto di sperimentazione; ref. UPA 2 APP 1).

Data ed epoca	Avversità e giustificazioni	Prodotto fitosanitario	Indicazioni pericolo	Quantità dose e concentraz.	Note	Acqua utilizzata (Hl)	N° unità produttiva [codice] e coltura	Sup. totale coinvolta	Operatori Macchine
01/03/2021	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	POLTIGLIA DISPERSS (Reg. n. 12099 del 21-04-2004) RAME - SOLFATO DI RAME NEUTRALIZZATO	GH505-A, GH506-A, PERICOLO	70 kg Dose/Ha: 2.7445 Dose/Hl: 0.2744		255.06	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1], 7 [UPA 6 APP 1], 8 [UPA 7 APP 1]	25.506 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
01/05/2021	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	POLTIGLIA DISPERSS (Reg. n. 12099 del 21-04-2004) RAME - SOLFATO DI RAME NEUTRALIZZATO	GH505-A, GH506-A, PERICOLO	85 kg Dose/Ha: 3.3325 Dose/Hl: 0.3333		255.06	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1], 7 [UPA 6 APP 1], 8 [UPA 7 APP 1]	25.506 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
17/05/2021	Lebbra delle olive [=Colletotrichum gloeosporioides (Lebbra delle olive)]	FLINT MAX (Reg. n. 13689 del 25-11-2011) TEBUCONAZOLO TRIFLOKSTROBINA	ATTENZIONE, GH507-A, GH508-A, GH509-A	3 kg Dose/Ha: 0.2269 Dose/Hl: 0.0227		132.227 (basso / ultra basso volume)	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1]	13.2227 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
20/09/2021	Lebbra delle olive [Gloeosporium olivarum] [=Gloeosporium olivarum]	ASPOR WDG (Reg. n. 14099 del 23-11-2007) MANCOZEB	ATTENZIONE, GH507-A, GH508-A, GH509-A	10 kg Dose/Ha: 1.8196 Dose/Hl: 0.182		54.957	Olivo: 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 6 [UPA 4 APP 1]	5.4957 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
28/09/2021	Mosca delle olive [=Bactroera oleae] PER LE QUOTE DA OLIO IN FUNZIONE DELLE VARIETA 5-10% DI INFESTAZIONE ATTIVA (SCMIATORI DI UOVA E LARVE)	EPIK SL (Reg. n. 16325 del 26-02-2015) ACETAMIPROD	ATTENZIONE, GH505-A	10 lt Dose/Ha: 1.4666 Dose/Hl: 0.1467		68.187	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 6 [UPA 4 APP 1]	6.8187 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
03/12/2021	Cicloconio o occhio di pavone [=Spilocaea oleaginea]	POLTIGLIA DISPERSS (Reg. n. 12099 del 21-04-2004) RAME - SOLFATO DI RAME NEUTRALIZZATO	GH505-A, GH506-A, PERICOLO	30 kg Dose/Ha: 2.7788 Dose/Hl: 0.2779	Trattamento in POST-RACCOLTA	107.96	Olivo: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2]	10.796 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO

Figura 3. Estratto del registro dei trattamenti eseguiti per la coltura dell'olivo nell'annata agraria 2021 presso l'azienda olivicola Monte Croce di Egidio Ramanzin di Desenzano del Garda (BS) (in giallo i trattamenti eseguiti nelle aree oggetto di sperimentazione; ref. UPA 2 APP 1).

Data ed epoca	Avversità e giustificazioni	Prodotto fitosanitario	Indicazioni pericolo	Quantità dose e concentraz.	Note	Acqua utilizzata (Hl)	N° unità produttiva [codice] e coltura	Sup. totale coinvolta	Operatori Macchine
16/05/2022	Lebbra delle olive [=Colletotrichum gloeosporioides (Lebbra delle olive)]	FLINT MAX (Reg. n. 13690 del 25-11-2011) TEBUCONAZOLO TRIFLOXISTROBINA	ATTENZIONE: GHS07-A, GHS08-A, GHS09-A	2,5 kg Dose/Ha: 0,1352 Dose/Hl: 0,0108		231,095	Olivio: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
28/06/2022	Mosca delle olive [=Bactrocera oleae]	FLYPACK DACUS TRAP (Reg. n. 17273 del 28-05-2019) DELTAMETRINA	ATTENZIONE: GHS06-A	1'100 n° Dose/Ha: 59,4993 Dose/Hl: 5,9499		184,876	Olivio: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
14/07/2022	Cimice asiatica [=Halymorpha halys]	DECIS EVO (Reg. n. 15259 del 17-01-2012) DELTAMETRINA	ATTENZIONE: GHS02-A, GHS07-A, GHS09-A	9,2438 lt Dose/Ha: 0,5 Dose/Hl: 0,05		184,876	Olivio: 1 [UPA 5 APP 1], 2 [UPA 1 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2], 5 [UPA 3 APP 1], 6 [UPA 4 APP 1]	18.4876 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
28/07/2022	Cimice asiatica [=Halymorpha halys]	DECIS EVO (Reg. n. 15259 del 17-01-2012) DELTAMETRINA	ATTENZIONE: GHS02-A, GHS07-A, GHS09-A	2,7562 lt Dose/Ha: 0,4464 Dose/Hl: 0,0446		61,749	Olivio: 1 [UPA 5 APP 1], 3 [UPA 2 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2]	6.1749 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO
20/09/2022	Mosca delle olive [=Bactrocera oleae] SOGLIARAGGIUNTA	EPIK SL (Reg. n. 16325 del 26-02-2015) ACETAMIFRID	ATTENZIONE: GHS06-A	3 lt Dose/Ha: 1,1225 Dose/Hl: 0,1123		26,725	Olivio: 1 [UPA 5 APP 1], 4 [UPA 2 APP 2]	2.6725 Ha	Effettuano l'operazione GHIRARDI STEFANO Autorizza l'operazione RAMANZINI EGIDIO

Figura 4. Estratto del registro dei trattamenti eseguiti per la coltura dell'olivo nell'annata agraria 2022 presso l'azienda olivicola Monte Croce di Egidio Ramanzin di Desenzano del Garda (BS) (in giallo i trattamenti eseguiti nelle aree oggetto di sperimentazione; ref. UPA 2 APP 1).

3.3 Progettazione del volo del drone

Poiché la mappatura del suolo e della posizione delle piante è già stata eseguita nel 2022, la stessa non è stata ripetuta nel 2023. Il pilota del drone, nel 2023, ha eseguito le seguenti operazioni prima di procedere al trattamento:

- conferma e revisione della mappatura con segnale GPS dell'area da sorvolare, con georeferenziazione dei centroidi delle piante;
- correzione manuale della georeferenziazione GPS, al fine di regolare il volo in funzione della disposizione effettiva a terra delle piante e dei confini dell'appezzamento;
- regolazione dell'altezza di volo del drone rispetto al suolo (altezza portata a 8,5 m da terra).

Nella tabella 3 sono riassunte le caratteristiche dei droni impiegati nei trattamenti sulle diverse colture oggetto di sperimentazione incluso l'olivo.

Tabella 3. Caratteristiche dei droni utilizzati sulle diverse colture.

Coltura	Modello	Capacità serbatoio (L)	Modello ugelli	Ugelli (n.)	L/ha	Altezza volo (m)
Olivo	DJI Agras T16	16	Albuz mod. TVI ISO viola	8	5/30	8
Riso	TJ 30	30	SX11001	8	15/30	2-3
Vite	DJI Agras T16	16	Albuz mod. TVI ISO viola	8	90/120	3-3,5

3.4 Scelta degli ugelli per la distribuzione del prodotto mediante drone

Sia per la prova svolta nel 2022 sia per quella svolta nel 2023, la scelta degli ugelli è stata effettuata tenendo conto di:

- tipologia di distribuzione (distribuzione localizzata con gocce di grandi dimensioni);
- presenza delle pale del drone che creano un effetto “manica ad aria” che proiettano le gocce verso terra;
- altezza della distribuzione (almeno 2 m di distanza dalla chioma delle piante);
- forma e angolazione delle lance di supporto degli ugelli (lance angolate di 30° rispetto alla verticale);
- localizzazione desiderata della rosa di gocce;
- forma della rosa di gocce (a cono, a lama, ecc.).

In tabella 4 si riportano i dati di sintesi relativi al controllo funzionale della pompa e il risultato della scelta della combinazione ideale tra ugello e portata della pompa.

Tabella 4. Dati di sintesi relativi al controllo funzionale della pompa.

Risultati prova “in bianco”	Valore
Tempo di trattamento	4:41 min:sec
Quantitativo erogato	8,26 L
Quantitativo stimato (da sw macchina)	9,20 L
Errore software macchina	+11,4%
Quantitativo erogato	27,5 L/ha
Errore di distribuzione rispetto agli attesi 30 L/ha	-8,3%
Risultati distribuzione p.f.	Valore
Tempo di trattamento	4:41 min:sec
Quantitativo erogato	9,36 L
Quantitativo stimato (da sw macchina)	8,80 L
Errore software macchina	-6,0%
Quantitativo erogato	31,2 L/ha
Errore di distribuzione rispetto agli attesi 30 L/ha	+4,0%

3.5 Scelta degli ugelli per la distribuzione del prodotto mediante pompa spalleggiata manuale

In caso di necessità, è stato anche predisposto il sistema di distribuzione convenzionale con pompa spalleggiata manuale. In tabella 5 si riportano i dati di sintesi relativi al controllo funzionale della pompa.

Tabella 5. Dati di sintesi relativi al controllo funzionale della pompa.

Informazione	Valore
Numero piante	120
Superficie totale	0,3 ha
Densità piante	400 piante/ha
Dose Cyantraniliprole (Exirel)	75 g/ha
Dose esca proteica (Visarel)	1250 g/ha
Volume di acqua	30 L/ha
Dose Exirel	22,5 g
Dose Visarel	375 g
Volume di acqua	9 L
Volume distribuito/pianta	75 mL/pianta
Portata effettiva ugello ATR rosso	0,9 L/min
Portata effettiva ugello ATR rosso	15 mL/sec
Tempo di erogazione per pianta	5 secondi/pianta

3.6 Determinazione della deposizione a terra della s.a.

Come durante la prova svolta nel 2022, anche nel 2023 è stata effettuata la valutazione della deposizione a terra della s.a. all'interno dell'oliveto mediante impiego di campionatori passivi.

La determinazione della deposizione a terra della s.a. è stata condotta nel corso del trattamento eseguito in data 08/09/2023. 4 serie da 4 dischi di carta da filtro Whatman 1442-150¹ del diametro di 150 mm sono stati disposti a terra all'interno dell'oliveto come riportato in figura 5



Figura 5. Disposizione dei dischi di carta da filtro, contenuti in capsule Petri, per la determinazione della deposizione a terra della s.a. (anno 2023).

I dischi sono stati posizionati su supporti plastici di pari diametro (capsule Petri) ed appoggiati a terra per il tempo necessario all'esecuzione del trattamento. Sono state realizzate 4 separate ripetizioni costituite da 4 dischi posizionati in aree di interfila prive di copertura vegetale (figura 5). Al termine del trattamento si è proceduto al recupero dei dischi (intervallo di tempo dalla fine del trattamento: 10 minuti), avendo cura di evitare il contatto tra dischi di ripetizioni differenti. Tutti i dischi sono stati opportunamente etichettati per l'identificazione univoca degli stessi.

I dischi sono stati inviati entro 24 ore dal trattamento in campo al laboratorio Labcam srl di Albenga (SV), incaricato dell'esecuzione delle analisi; il trasporto dei campioni è avvenuto in appositi contenitori per garantire la conservazione a basse temperature ($4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ al buio). In laboratorio i dischi sono stati sezionati in porzioni di 5 cm^2 e posti in bottiglie di vetro scuro e immediatamente conservati a 4°C . In contemporanea ed in condizioni comparabili, presso la sede del laboratorio incaricato della fase analitica è stato generato un campione di controllo (*spike* o bianco incrementato) costituito sempre da 4 dischi sezionati in porzioni di 5 cm^2 posti in una bottiglia di vetro scuro, artificialmente contaminati con $50\text{ }\mu\text{g}$ di cyantraniliprole (oppure di spinosad, come da protocollo riportato in tabella 1) e immediatamente posti a 4°C .

Dopo circa 72 ore dal campionamento, i 3 campioni di campo e il campione bianco incrementato sono stati sottoposti ad estrazione; ad ogni campione sono stati aggiunti 200 mL, esattamente misurati, di acetonitrile per uso analitico. Il campione così trattato è stato sottoposto ad agitazione meccanica per 120 minuti a

¹ <https://www.sigmaaldrich.com/IT/it/product/aldrich/wha1440150>

temperatura di circa 25°C. L'estratto ottenuto, dopo filtrazione a 0,2 mm con filtro Anotop, è stato direttamente analizzato mediante cromatografo liquido (Sciex 6500 plus, Colonna cromatografica Luna Omega 1,6 µm Polar C18 Size 50x2,1 mm) con spettrometria di massa a triplo quadrupolo (LC/MS/MS) (Transizione del cyantraniliprole: Quant 473 → 284; Qual 473 → 442). La quantificazione è stata eseguita mediante curva di calibrazione costruita su 4 punti dell'analita in esame (LoQ 1µg/campione; LoD 0,4 µg/campione).

La quantificazione del campione di controllo (bianco incrementato) ha permesso di apprezzare una percentuale di recupero molto elevata; tale valore ha consentito di procedere alla quantificazione dei campioni di campo senza la necessità di applicare fattori di correzione. In tabella 6 sono riassunti i valori di quantificazione ottenuti.

Tabella 6. Valori di quantificazione.

Descrizione	Valore ottenuto [µg su campione]	Valore atteso [µg su campione]	% recupero
Campione bianco incrementato	47,55	50	95,1
Campione codice 007/2023 in field A	44,00	-	-
Campione codice 007/2023 in field B	44,00	-	-
Campione codice 007/2023 in field C	54,00	-	-
Campione codice 007/2023 in field D	70,00*		

*Valore elevato in quanto il drone ha eseguito il trattamento sull'interfila 8-9 e sulla fila 9 per evitare contatto con alberi posti a ridosso della fila 10, su cui, quindi, il drone non ha volato.

I risultati delle analisi di laboratorio relativi alla deposizione a terra della s.a. sono riassunti in tabella 7. Ulteriori dettagli sono disponibili nei Rapporti di prova (Rdp) allegati al presente report finale.

Tabella 7. Determinazione della deposizione a terra della s.a. (cyantraniliprole).

Deposizione attesa di cyantraniliprole, considerando una distribuzione sull'intera superficie, priva di copertura arborea	758,03 µg/m ²
Deposizione effettiva a terra calcolata da quantificazione analitica realizzata su aree non coperte da chiome di piante	765,2 µg/m ²
Cyantraniliprole atteso depositato a terra nell'area di prova	0,773 g
Cyantraniliprole effettivamente depositato a terra nell'area di prova da quantificazione analitica realizzata su aree non coperte da chiome di piante	0,765 g
Riduzione di perdita a terra rispetto all'atteso	-0,06%

Dato che nel 2023 gli alberi non sono stati potati nell'inverno/primavera, come invece avvenuto nel 2022, le chiome, maggiormente ricche di fronde e di foglie, hanno intercettato più s.a. e la caduta a terra effettiva si è ridotta (tabella 8).

Tabella 8. S.a. intercettata dalla chioma delle piante e depositata a terra (cyantraniliprole).

Quantità totale di cyantraniliprole erogato sull'area di prova	2,27 g
Quantità totale di cyantraniliprole calcolata da quantificazione analitica realizzata su aree non coperte da chiome di piante	0,77 g
Percentuale di cyantraniliprole intercettata dalle chiome delle piante	66,35%
Percentuale di cyantraniliprole caduta a terra	33,64%

3.7 Verifica del fenomeno della deriva

Contestualmente alla prova di distribuzione del prodotto, in data 08/09/2023 è stata valutata anche l'eventuale deriva dello stesso entro una distanza di 5 metri dall'area sottoposta a trattamento fitosanitario (figura 6).



Figura 6. Disposizione dei dischi di carta da filtro, contenuti in capsule Petri, per la determinazione della deposizione a terra della s.a. per la valutazione dell'effetto deriva.

Per eseguire detto controllo si è proceduto utilizzando la stessa metodologia di campionamento e di analisi adottata per la determinazione della deposizione a terra della s.a. già descritta in precedenza. La presenza di vento alla velocità di circa 3 m/s ha impedito la completa deposizione del prodotto sull'area trattata ed è stata registrata una – seppur minima – deriva sul lato a favore di vento entro 5 m dall'area trattata (tabella 9).

Tenuto conto che la percentuale di superficie di terreno non coperta dalla chioma degli alberi è pari al 66,08% dell'intera superficie trattata (3.000 m²), il trattamento è stato indirizzato dal drone prevalentemente sulle piante, con perdite a terra inferiori dello 0,1% rispetto a quelle massime attese.

Ulteriori dettagli sono disponibili nei Rdp allegati al presente report finale.

Tabella 9. Valori di quantificazione della deriva a 5 m di distanza dall'area trattata.

Descrizione	Valore ottenuto [µg su campione]	Valore atteso [µg su campione]	% recupero
Campione bianco incrementato	47,55	50	95,1
Campione codice 007/2023 off field A	NR (<1)	-	-
Campione codice 007/2023 off field B	NR (<1)	-	-
Campione codice 007/2023 off field C	1,0*	-	-
Campione codice 007/2023 off field D	NR (<1)	-	-

*Il trattamento è stato eseguito in presenza di una velocità del vento pari a circa 3 m/s e avente una direzione dal lato A verso il lato C. Pertanto, il lato C è risultato a favore di vento. La quantità depositata è risultata pari all'1,9% della media della quantità raccolta sui filtri in field.

3.8 Verifica dell'efficacia del trattamento contro *Bactrocera oleae*

L'efficacia degli interventi di difesa è stata misurata calcolando la percentuale di infestazione (uova, larve, pupe) su un campione di 100 olive prelevato in campo in modo randomizzato. La verifica dell'infestazione è stata eseguita procedendo, in primo luogo, con un'analisi visiva delle olive allo scopo di separare quelle che non presentavano punture di mosca (putativamente sane) da quelle potenzialmente infestate (con punture o altre sintomatologie). Solo su queste ultime si è proceduto all'analisi allo stereomicroscopio, mediante l'impiego di un bisturi per il sezionamento e l'ispezione. Nel corso dell'analisi, si è proceduto all'identificazione dei diversi stadi presenti: uovo, larva di prima età viva (L1v), larva di prima età morta (L1m), larva di seconda età viva (L2v), larva di seconda età morta (L2m), larva di terza età viva (L3v) e larva di terza età morta (L3m). Nella fase di ispezione delle olive che presentavano i segni dell'attacco da parte della mosca, sono state identificate eventuali punture sterili, date unicamente dalla puntura della mosca, senza la presenza dell'uovo all'interno. Le larve di diversa età sono state riconosciute avvalendosi di un approccio speditivo, basato sulla dimensione della larva e sulla forma e dimensione della galleria, come riportato nella tabella 10.

Tabella 10. Lunghezza e forma delle forme giovanili di *B. oleae* utilizzate nel riconoscimento speditivo.

Lunghezza della larva	Forma e dimensione della galleria all'interno del frutto
L1 - lunghezza da 0,90 a 1,80 mm	L1 - percorso superficiale, piuttosto rettilineo
L2 - lunghezza da 2 a 3 mm	L2 - percorso più profondo, galleria circonvoluta
L3 - lunghezza da 4 a 6,30 mm	L3 - gallerie grandi, anche a ridosso del nocciolo

Durante l'identificazione degli stadi di sviluppo presenti nelle olive infestate, si è proceduto anche alla distinzione tra infestazione attiva (uova + L1v + L2v) e infestazione dannosa (L3v e L3m, pupe e foro d'uscita). Questa distinzione è stata utile per distinguere gli stadi che era ancora possibile eliminare con un eventuale trattamento larvicida (infestazione attiva) da quelli che invece avevano già provocato un danno alla produzione (infestazione dannosa) e sui quali un eventuale trattamento larvicida non avrebbe avuto più alcun effetto. I risultati sulla presenza di infestazione attiva e infestazione dannosa nelle tre parcelle della prova sono riportati in tabella 11. A causa delle condizioni climatiche del periodo primaverile-estivo del 2023, non sono stati osservati attacchi significativi di *B. oleae* a carico delle drupe, nemmeno sulle parcelle non trattate.

Tabella 11. Valutazione dell'efficacia dei trattamenti su olivo.

Trattamento		Prodotto	Metodo di distribuzione	Infestazione attiva (%)	Infestazione dannosa (%)	Totale olive sane
Testimone		-	-	1	6	93
Trattamento sperimentale	Cyantraniliprole + esca alimentare	Exirel Bait 2023	Drone	0	3	97
Trattamento aziendale	Deltametrina + esca alimentare	Fly pack	Esca attrattiva localizzata in contenitore	0	4	96

3.9 Verifica della presenza di residui sulle drupe in fase di raccolta

In data 25/10/2023, al momento previsto per la raccolta, è stato effettuato un campionamento di drupe per la determinazione dei residui di cyantraniliprole. Detta valutazione è stata effettuata simulando un campionamento di campo e non effettuando valutazioni circa la stabilità dell'analita in matrice nella fase di trasporto dal campo al laboratorio. L'analisi è stata eseguita presso il laboratorio Labcam srl, accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018 per questo tipo di analisi (accreditamento n. 0218L). Gli esiti delle analisi sono riportati in tabella 12. Ulteriori dettagli sono disponibili nei Rdp allegati al presente report finale.

A causa della scarsità delle drupe presenti in oliveto, l'olivicoltore ha deciso di non procedere alla raccolta delle stesse. Pertanto, non è stato dato seguito alla procedura di richiesta di autorizzazione alla raccolta.

Tabella 12. Valutazione del contenuto di residui delle s.a. oggetto della prova.

Trattamento		Prodotto	Metodo di distribuzione	Residui (mg/kg)
Testimone		-	-	-
Trattamento sperimentale	Cyantraniliprole + esca alimentare	Exirel Bait 2023	Drone	NR (<LOQ=0,01)
Trattamento aziendale	Deltametrina + esca alimentare	Fly pack	Esca attrattiva localizzata in contenitore	-

3.10 Allegati della prova sperimentale olivo

Alla presente relazione finale (anno 2023) e specificatamente per la prova sperimentale condotta su olivo si allegano:

- Rapporti di prova (Rdp) - Determinazione della deposizione a terra della s.a.
- Rapporti di prova (Rdp) - Verifica del fenomeno della deriva
- Rapporti di prova (Rdp) - Verifica della presenza di residui sulle drupe in fase di raccolta
- Protocollo di campionamento "Prodotti fitosanitari su matrici vegetali"

4. Attività realizzate per la protezione della vite

4.1 Areale della prova

A differenza di quanto fatto nella precedente annata di sperimentazione (2022), l'attività sperimentale si è svolta all'interno di un unico vigneto terrazzato dell'azienda agricola La Castellina della Fondazione Fojanini di Sondrio, in comune di Sondrio (coordinate geografiche 46.168679 - 9.846510, figura 7), nella sottozona Sassella della DOCG Valtellina Superiore. Il vigneto è posto ad un'altitudine media di circa 465 m s.l.m. ed ha un'estensione totale di circa 4200 m²; la sistemazione è articolata in piane sovrapposte e filari a rittochino con orientamento nord-sud o est-ovest, in dipendenza dell'orientamento di pendenza delle diverse piane vitate; tale soluzione agraria rappresenta in modo puntuale la giacitura media del vigneto terrazzato valtellinese.

La scelta dell'azienda è conforme alle disposizioni previste dal DPR 23 aprile 2001 n. 290, modificato dal DPR 28 febbraio 2012 n. 55. In particolare, nell'area non sono presenti:

- corpi idrici (fiumi, torrenti, invasi naturali o artificiali);
- zone residenziali o edifici di civile abitazione o edifici ad uso produttivo o commerciale;
- strade statali;
- aree aperte al pubblico (es. parchi, etc.);
- aree con protezione ambientale (es. SIC, ZPS, aree Natura 2000).



Figura 7. Localizzazione del vigneto dove si sono svolte le prove del sottoprogetto vite.

Nei vigneti di questo tipo la coltivazione della vite comporta notevoli difficoltà di ordine logistico e operativo, legate soprattutto all'impossibilità, nella maggior parte dei casi, di accedere agli stessi con mezzi meccanici; tale impedimento è valido anche per quanto riguarda i trattamenti fitosanitari, che nella maggior parte dei casi vengono effettuati con l'impiego di una lancia a mano. Ciò comporta necessariamente un utilizzo di notevoli quantità di miscela antiparassitaria, con conseguente elevata possibilità di dispersione fuori bersaglio, alta probabilità di contatto dell'operatore con la miscela stessa ed elevato rischio di intossicazione più o meno grave, oltre che lunghi tempi di intervento che spesso non sono coerenti con il tempo di intervento ottimale per la gestione della problematica fitopatologica. Questo tipo di limitazioni, quindi, incide oltre che sulla salute dell'uomo, sulla salubrità dell'ambiente nonché sull'efficacia dell'intervento fitosanitario.

4.2 Organismi target

In origine la proposta progettuale prevedeva la valutazione degli effetti dei trattamenti fitosanitari sulle due principali malattie della vite, la peronospora (agente causale *Plasmopara viticola*) ed il mal bianco (agente

causale *Uncinula necator*). Come già avvenuto nel 2022, tuttavia, nel corso delle prove sperimentali i rilievi hanno riguardato esclusivamente gli attacchi da *P. viticola*, in quanto gli effetti delle infezioni da parte di questo patogeno, associate alle numerose grandinate, hanno ampiamente mascherato la sintomatologia delle infezioni di oidio.

4.3 Andamento climatico con riferimento allo sviluppo degli organismi target

L'annata viticola 2023 è stata caratterizzata da un andamento meteorologico molto diverso da quello riscontrato nelle ultime annate, con temperature sensibilmente inferiori alla media, specialmente nei mesi primaverili (da aprile a giugno), e con precipitazioni abbondanti che si sono protratte sino ai mesi di luglio e agosto (figura 8).

A Sondrio da maggio a luglio le temperature medie sono state mediamente inferiori a quelle del 2022 di circa 2°C, e comunque sensibilmente più basse della media delle ultime annate, avvicinandosi più a valori degli anni '80-90. Alla metà di agosto le precipitazioni misurate nella zona di Sondrio sono state pari a 570-600 mm a seconda delle località, valore che si avvicina di più alla media del periodo 1973-1990 che a quella dei decenni successivi. Nonostante un inizio di stagione non particolarmente piovoso, la situazione si è ribaltata a partire da fine aprile e soprattutto a maggio, con precipitazioni che hanno innescato le infezioni primarie di *P. viticola*.

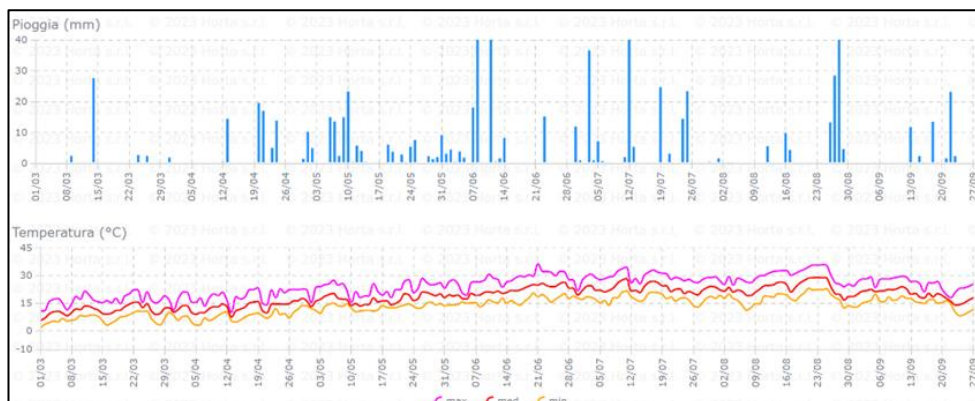


Figura 8. Andamento delle temperature e delle precipitazioni nel 2023 a Sondrio.

Sono state soprattutto le infezioni secondarie, con infezioni su foglia ma soprattutto su grappolo (peronospora larvata), ad essere particolarmente consistenti e presenti fin dall'inizio dell'invasatura e oltre (figura 9), con manifestazioni improvvise a luglio anche in vigneti che fino a pochi giorni prima apparivano sani; queste sono state favorite dal persistere delle precipitazioni, causa di dilavamenti, e delle prolungate bagnature fogliari nei mesi di giugno e luglio.

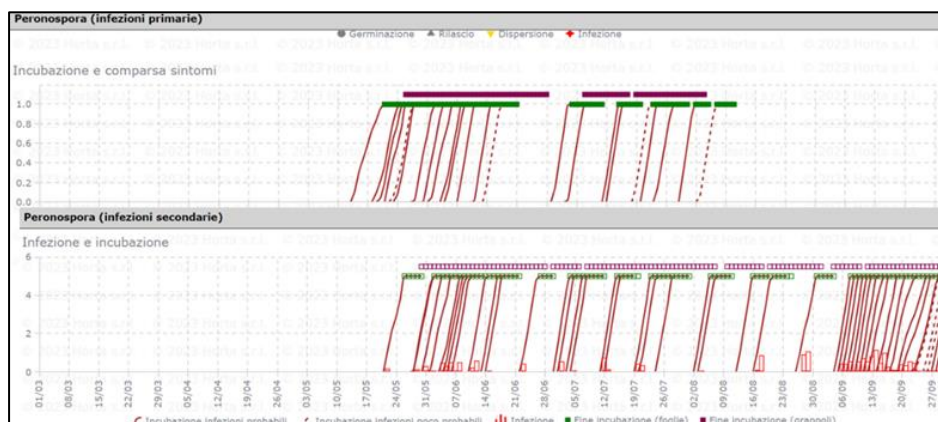


Figura 9. Vite.net: infezioni da *Plasmopara viticola* segnalate dal SSD a Sondrio nel 2023.

La situazione è stata critica soprattutto per il persistere delle condizioni di bagnatura, che ostacolavano un corretto rientro in campo necessario agli interventi di difesa. Sicuramente questa è stata una delle annate con maggiore pressione della malattia, che in qualche caso ha determinato perdite quantitative non indifferenti, soprattutto dove gli interventi sono stati effettuati in modo meno accurato e tempestivo. A questo fenomeno si sono aggiunte diverse grandinate nel mese di luglio che hanno aggravato la situazione: questi fenomeni si sono verificati in tutta la valle ma soprattutto nelle aree della Sassella, compreso il vigneto dove sono state realizzate le prove. Nel mese di agosto, soprattutto tra il 14 ed il 27 agosto, la situazione è cambiata rispetto all'andamento precedente, perché le temperature si sono alzate in maniera significativa raggiungendo valori massimi di 38-39°C, con temperature superiori anche a quelle del 2022 seppur con durata più ridotta, limitate escursioni termiche e scarsità di precipitazioni.

4.4 Disegno sperimentale

Anche nel 2023 si è operato con parcelloni di confronto all'interno dei quali sono state individuate delle aree (*split plot*) su cui effettuare i rilievi necessari alla valutazione dei risultati. Sono stati confrontati i trattamenti effettuati tramite il drone con quelli effettuati con la lancia a mano, che rappresenta la tipica modalità di esecuzione dei trattamenti fitosanitari nei vigneti valtellinesi. I diversi parcelloni, con indicazione delle relative superfici e delle diverse tesi, sono evidenziati nella figura 10. Le caratteristiche dei droni impiegati nei trattamenti sulle diverse colture oggetto di sperimentazione inclusa la vite sono riportate nella tabella 3.

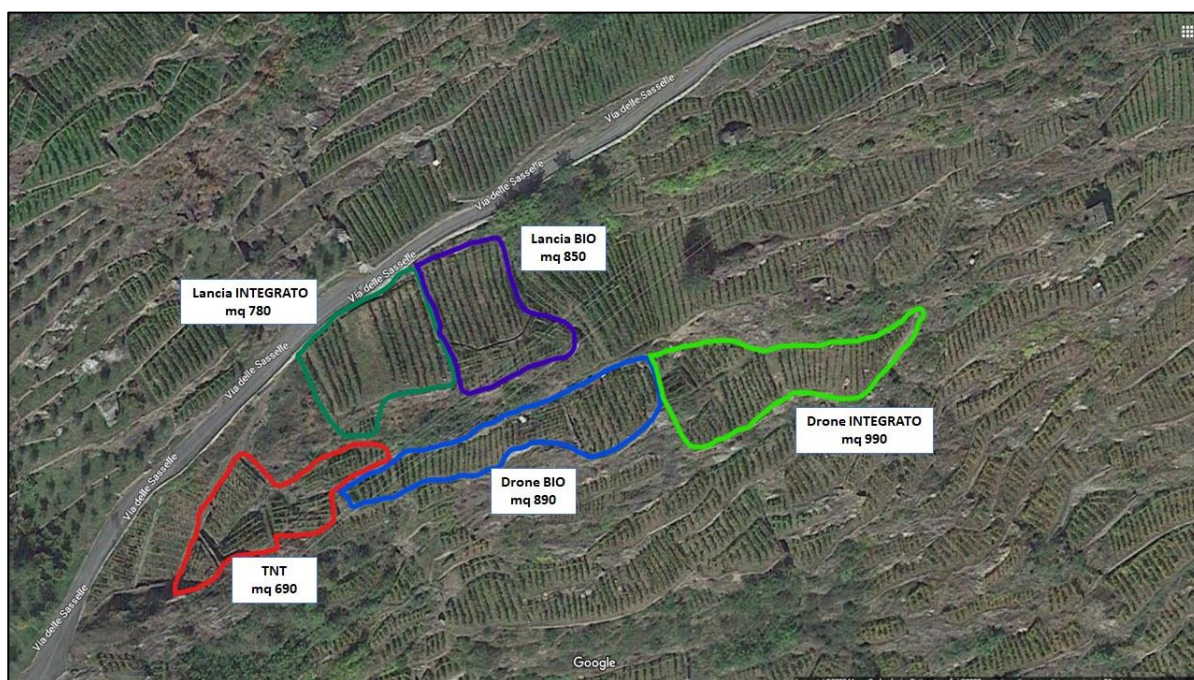


Figura 10. Individuazione dei parcelloni con le diverse tesi.

Per le sperimentazioni sono state previste due diverse linee di difesa, una coerente con un piano di protezione integrata e l'altra secondo un piano di protezione in agricoltura biologica (tabella 13). In entrambi i casi sono state tenute in considerazione le limitazioni normative sull'impiego del rame, che fissano un obbligo di massimo 28 Kg/ha di rame metallo in 7 anni, nel rispetto delle indicazioni consigliate che prevedono il limite di 4 Kg/ha di rame metallo ogni anno.

Tabella 13. Protocollo della prova sperimentale su vite.

Tesi	Metodo di distribuzione	Dettagli del protocollo	
		Volume di irrorazione	S.a. impiegate
TNT	Testimone non trattato		
Integrato	Drone	circa 90-120 L/ha	Metalaxil-M + Folpet Mandipropamide Zoxamide Sali di rame Zolfo
	Lancia a mano ad alto volume	circa 15 hL/ha	Difenoconazolo Trifloxistrobin Metrafenone Acetamiprid
Biologico	Drone	circa 90-120 L/ha	Sali di rame Zolfo
	Lancia a mano ad alto volume	circa 15 hL/ha	<i>Beauveria bassiana</i> Piretro

Nella tabella 14 sono riportati i trattamenti fitosanitari eseguiti nel 2021 e nel 2022 nell'azienda agricola La Castellina della Fondazione Fojanini di Sondrio.

Tabella 14. Trattamenti fitosanitari eseguiti presso l'agricola La Castellina della Fondazione Fojanini di Sondrio nei due anni precedenti le sperimentazioni con i droni (2021 e 2022).

Anno	Data	Prodotto fitosanitario utilizzato	Dose utilizzata	Anno	Data	Prodotto fitosanitario utilizzato	Dose utilizzata
2021	10/05	Actlet F	2 Kg/ha	2022	11/05	Mildicut	400 gr/hL
		Domark 125	25 ml/hL			Litar 10 EC	30 mL/hL
		Zolfo	300 gr/hL			Zolfo	300 gr/hL
	24/05	Actlet F	2 Kg/ha		26/05	Actlet F	200 gr/hL
		Domark 125	25 ml/hL			Domark 125	25 mL/hL
		Zolfo	300 gr/hL			Zolfo	300 gr/hL
	07/06	Actlet F	2 Kg/ha		08/06	Actlet F	200 gr/hL
		Domark 125	25 mL/hL			Domark 125	25 mL/hL
		Zolfo	300 gr/hL			Zolfo	300 gr/hL
	21/06	Quasar R	350gr/hL		24/06	Cuproxat	350 gr/hL
		Quadris	100 mL/hL			Quadris	100 mL/hL
		Zolfo	400 gr/hL			Zolfo	350 gr/hL
		Epik SL	150 cc/hL			Mavrik	30 cc/hL
	05/07	Quasar R	350gr/hL		06/07	Idrorame Flow	350 gr/hL
		Quadris	100 mL/hL			Zolfo	350 gr/hL
		Zolfo	400 gr/hL		28/07	Idrorame Flow	350 gr/hL
	Quasar R	350gr/hL	Quantum L			50 mL/hL	
	Quadris	100 mL/hL	Quadris			100 mL/hL	
	Zolfo	400 gr/hL	Zolfo			350 gr/hL	
	11/08	Cuproxat	300 gr/hL		08/08	Idrorame Flow	350 gr/hL
Thiopron		300gr/hL	Zolfo	350 gr/hL			
Pyrus 400 SC		200gr/hL	Pyrus 400 SC	200gr/hL			
01/09	Cuproxat	300 gr/hL	05/09	Switch	80 gr/hL		
	Switch	80 gr/hL					

4.5 Esecuzione dei trattamenti

Vista la procrastinazione del rilascio da parte del Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione dell'autorizzazione ad effettuare la prova sperimentale ed in considerazione dell'andamento stagionale particolarmente favorevole allo sviluppo delle problematiche fitopatologiche oggetto di studio, in data 15/05/2023 è stato eseguito un trattamento in tutto il vigneto indipendentemente dalla tesi utilizzando le normali attrezzature aziendali (tabella 15).

Tabella 15. Sostanze attive e formulati commerciali impiegati nel trattamento con attrezzature tradizionali del 15/05/2023.

Tesi	Sostanza attiva	Formulato commerciale	Dose/ha
Integrato	Metalaxil + Folpet	Actlet F	2 Kg/ha
	Zolfo	Thiopron	3,5 L/ha
	Tetraconazolo	Domark 125	0,240 L/ha
Biologico	Zolfo	Thiopron	3,5 L/ha
	Rame	Idrorame flow	4 L/ha

Alla ricezione dell'autorizzazione da parte del Ministero della Salute, Direzione Generale per l'Igiene e la Sicurezza degli Alimenti e la Nutrizione sono stati avviati i trattamenti secondo quanto previsto dal protocollo sperimentale (tabelle 16, 17 e 18). Nelle miscele per i trattamenti con il drone è stato sempre aggiunto un formulato a base di sorbitan mono oleato etossilato con effetto tensioattivo ed antideriva (nome commerciale MAGO). I trattamenti fitosanitari sono stati effettuati sempre nella prima parte della mattinata, in modo da non essere influenzati dalle condizioni meteorologiche, in particolare dalla presenza di vento. Tutti i trattamenti sono stati eseguiti in condizioni di vento con velocità inferiori ai 2 m/s (figura 11).

La comunicazione della data dei trattamenti è stata inviata attraverso notifica diretta da parte del Servizio Fitosanitario di Regione Lombardia al gruppo di lavoro "fitosanitari" coordinato dalla DG Salute di Regione Lombardia e a cui partecipano tutte le ATS regionali.

Tabella 16. Caratteristiche formulati commerciali impiegati nelle prove.

Prodotto fitosanitario	Sostanza attiva	N. di registrazione	Dosi di impiego	Intervallo di sicurezza (gg)
ACTLET F	Metalaxil M + Folpet	n. 16663 del 21/06/2019	2 kg/ha	28
PERGADO SC	Mandipropamide	n. 13382 del 19/01/2009	0,5-0,6 L/ha	21
IDRORAME FLOW	Rame - Solfato tribasico	n. 1850 del 31/05/1975	3,7-4,7 L/ha	21
BORDOFLOW NEW	Rame - Poltiglia bordolese	n. 14102 del 29.05.2008	3,0-8,0 L/ha	7
THIOPRON	Zolfo	n. 00013 del 16/03/1972	2-6 L/ha	Non previsto
DIFCOR	Difenoconazolo	n. 17112 del 17/04/2018	0,12 L/ha	21
FLINT	Trifloxistrobin	n. 11119 del 6/12/2001	125-150 g/ha	35
VULPIN	Metrafenone	n. 17769 del 22/12/2020	0,25 L/ha	28
MAGO	Sorbitan mono oleato etossilato	n. 17360 del 18/12/2018	2,5 L/ha	Non previsto

Tabella 17. Epoche trattamenti e formulati commerciali impiegati nella tesi integrato.

Data	Formulato commerciale		Volume acqua impiegato (L/ha)	
	Peronospora	Mal bianco	Lancia	Drone
30/05/2023	Actlet F	Thiopron	1054,5	203,5
		Difcor		
15/06/2023	Pergado SC	Thiopron		
	Idrorame flow	Flint		
28/06/2023	Pergado SC	Thiopron		
	Idrorame flow	Flint		
14/7/2023	Pergado SC	Flint		
	Bordoflow New	Thiopron		
26/7/2023	Pergado SC	Vulpin	1230,2	159,9
	Bordoflow New	Thiopron		
9/8/2023	Pergado SC	Vulpin		
30/8/2023	Bordoflow New	Thiopron		

Tabella 18. Epoche trattamenti e formulati commerciali impiegati nella tesi biologico.

Data	Formulato commerciale		Volume acqua impiegato (L/ha)	
	Peronospora	Mal bianco	Lancia	Drone
30/05/2023	Idrorame flow	Thiopron	1035,3	198,5
15/06/2023	Idrorame flow	Thiopron		
28/06/2023	Idrorame flow	Thiopron		
14/7/2023	Bordoflow New	Thiopron	1176,5	188
26/7/2023	Bordoflow New	Thiopron		
9/8/2023	Bordoflow New	Thiopron		
30/8/2023	Bordoflow New	Thiopron		

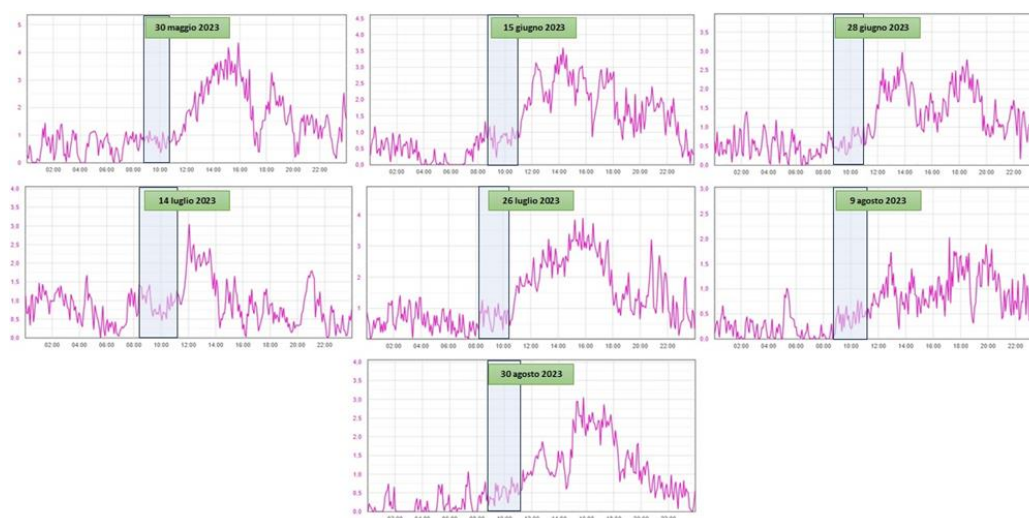


Figura 11. Velocità del vento registrata nel corso dei trattamenti.

4.6 Analisi della deposizione a terra e della deriva entro 5 m dal bordo dell'area trattata

Come nella prova sperimentale dell'olivo, nel 2023 anche nel caso della vite sono state eseguite le valutazioni relative alla deposizione a terra della s.a. e alla deriva entro 5 m dal bordo dell'area trattata mediante impiego di campionatori passivi. La determinazione è stata effettuata applicando le medesime procedure di raccolta e analisi per la determinazione della deposizione a terra e della deriva già descritte nell'ambito del sottoprogetto olivo.

Nel corso del trattamento eseguito in data 09/08/2023, sono stati posizionati dischi di carta da filtro Whatman 1442-150² del diametro di 150 mm su supporti plastici (capsule Petri) di pari diametro. Al termine del trattamento (intervallo di tempo dalla fine del trattamento: 10 minuti) si è proceduto al recupero dei dischi avendo cura di evitare il contatto tra ripetizioni differenti. Tutti i dischi sono stati opportunamente etichettati per l'identificazione univoca degli stessi. A causa delle notevoli asperità presenti nel vigneto oggetto della sperimentazione, nonché della sua giacitura su diversi terrazzamenti posti a livelli diversi, il posizionamento dei dischi è stato rimodulato in funzione della conformazione stessa del vigneto (figure 12 e 13). Il campionamento è stato eseguito con le stesse modalità e stesse condizioni meteorologiche, sia nell'area trattata mediante drone che in quella trattata con metodi ed attrezzature convenzionali.

² <https://www.sigmaldrich.com/IT/it/product/aldrich/wha1440150>

I dischi sono stati inviati entro 24 ore dal trattamento in campo al laboratorio Labcam srl di Albenga (SV), incaricato dell'esecuzione delle analisi; il trasporto dei campioni è avvenuto in appositi contenitori per garantire la conservazione a basse temperature ($4^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ al buio). I risultati di queste ultime sono riportati nella tabella 19. Ulteriori dettagli sono disponibili nei Rdp allegati al presente report finale.



Figura 12. Disposizione dei dischi di carta da filtro, contenuti in capsule Petri, per la determinazione della deposizione a terra e della deriva entro 5 m dal bordo dell'area trattata.



Figura 13. Posizionamento di una capsula Petri con disco di carta da filtro Whatman su una balza rocciosa al di fuori delle parcelle trattate per la valutazione della deriva.

Tabella 19. Risultati delle analisi condotte per la determinazione della deposizione a terra e della deriva esterna.

	Mandipropamid $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$		Metrafenone $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$		Rame $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$	
	Drone	Lancia	Drone	Lancia	Drone	Lancia
Deposizione a terra (media)	105,14	82,75	150,14	96,5	501,25	399,13
Deriva (media)	NR	NR	NR	NR	105	NR

I depositi a terra originati dal trattamento col drone sono risultati generalmente maggiori rispetto a quelli originati dal trattamento con la lancia a mano: questo aspetto è spiegabile con la diversa direzione del getto di miscela antiparassitaria, verticale verso il basso nel caso del drone, tendenzialmente orizzontale nel caso

della lancia. Per quanto riguarda la deriva al di fuori delle parcelle trattate, nella maggior parte dei casi la stessa è risultata praticamente nulla in entrambe le tecniche di distribuzione. Solo nel caso del drone nel trattamento biologico si è osservato un certo deposito, probabilmente derivante da un leggero spostamento di rotta dell'apparecchio.

4.7 Verifica dell'efficacia dei trattamenti

In data 19/07/2023 sono stati eseguiti i rilievi per valutare la diffusione e l'incidenza della peronospora: il rilievo è stato anticipato rispetto all'annata precedente (2022) in quanto nei vigneti oggetto di studio i disseccamenti sui grappoli e i danneggiamenti dell'apparato fogliare causati dalle ripetute grandinate avvenute nei due mesi precedenti risultavano già significativi. L'efficacia degli interventi è stata valutata determinando l'indice percentuale di infezione (I%I) e l'indice percentuale di diffusione (I%D) (tabella 20), calcolati secondo il metodo proposto da Townsend e Heuberger (1943).

Tabella 20. Verifica dell'efficacia dei trattamenti nelle diverse tesi.

Tesi		Foglie		Grappolo	
		I%I	I%D	I%I	I%D
Integrato	Drone	11,64	21,5	8,64	24,5
	Lancia	4,43	21,5	4,86	27,5
Biologico	Drone	21,71	39,0	17,36	41,5
	Lancia	3,21	14,5	1,57	9,5
TNT	-	61,00	84,5	87,62	100,0

Da una prima analisi risulta evidente come i trattamenti effettuati sia con il drone che con la lancia a mano abbiano notevolmente ridotto l'incidenza della malattia sia a livello delle foglie che dei grappoli rispetto al controllo non trattato. Nel 2023 la distribuzione eseguita con la lancia a mano sembra aver dato un migliore risultato in termini di protezione rispetto a quella effettuata con il drone; ciò è probabilmente dovuto alla maggiore pressione della malattia, al diverso volume di irrorazione e, di conseguenza, alla migliore bagnatura della vegetazione ottenuta con la lancia che ha favorito l'azione dei fungicidi impiegati.

Bisogna comunque considerare il fatto che l'impiego del drone per i trattamenti fitosanitari rappresenterebbe un'innovazione notevolissima che richiederebbe, per sfruttarne appieno tutte le potenzialità nella protezione delle colture, una rivisitazione complessiva di tutta la tecnica di applicazione dei prodotti fitosanitari (strategie di difesa, formulati, tempi di applicazione, dosaggi, etc.).

4.8 Verifica della presenza di residui sulle uve in fase di raccolta

In coincidenza con l'operazione di raccolta finale, è stato effettuato un campionamento di uve per la determinazione dei residui delle sostanze attive impiegate negli ultimi 60 giorni di gestione fitosanitaria della coltura antecedenti la raccolta stessa (tabelle 21 e 22). Le uve prelevate per le analisi sono state le uniche effettivamente raccolte in quanto i danni dovuti alle numerose grandinate associati alle infezioni peronosporiche non hanno permesso di ricavare prodotto utile per un'eventuale vinificazione. Pertanto, non è stato dato seguito alla procedura di richiesta di autorizzazione alla raccolta.

Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio Greit srl – Gruppo ecologico italiano di Bologna (struttura accreditata UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018, n. di accreditamento 0671L). Ulteriori dettagli sono disponibili nei Rdp allegati al presente report finale.

Tabella 21. Risultati delle analisi dei residui nelle tesi integrato.

S.a.	Residui mg/kg		Limiti di legge mg/kg	Rif. normativi
	Drone	Lancia		
Mandipropamid	0,047	0,45	2	Reg. (UE) n. 2023/1069
Metrafenone	0,018	0,099	7	Reg. (UE) n. 2018/687
Rame	1,9	4,6	50	Reg. (CE) N. 149/2008
Zolfo	186	175	-	-

Tabella 22. Risultati delle analisi dei residui nelle tesi biologico.

S.a.	Residui mg/kg		Limiti di legge mg/kg	Rif. normativi
	Drone	Lancia		
Rame	2,8	10,1	50	Reg. (CE) N. 149/2008
Zolfo	186	222	-	-

Le analisi hanno confermato quanto già emerso nel 2022, ovvero che i valori delle s.a. rilevati sono rimasti sempre ampiamente sotto i limiti di legge e, ad eccezione di quelli relativi allo zolfo nella tesi integrato, che i residui nelle parcelle trattate col drone sono inferiori a quelli rilevati a seguito dei trattamenti con la lancia a mano: ciò, molto probabilmente, è correlato alle ridotte quantità di miscela distribuita col drone per unità di superficie.

4.9 Valutazione delle tempistiche di esecuzione dei trattamenti

Nel 2023 sono state confrontate le tempistiche di esecuzione degli ultimi due trattamenti (tabella 23).

Tabella 23. Tempi di effettivo lavoro registrati nel corso dei trattamenti.

Tesi		Software drone 09-ago	Cronometro 30-ago	Software drone 30-ago	Tempo medio	Superficie	Ore/ha/uomo
Drone	Biologico	00:08:32	00:07:31	00:08:18			
	Integrato	00:04:45	00:04:56	00:04:44	00:04:48	688 m ²	01:09:51
Lancia	Biologico	-	00:13:02	-	00:13:02	850 m ²	05:06:40
	Integrato	-	00:12:03	-	00:12:03	569 m ²	07:03:33

Anche se i dati raccolti non hanno valenza statistica e sono del tutto preliminari, confermano quanto ci si attendeva dall'impiego di questa tecnologia: i tempi puri di intervento con la lancia a mano sono risultati quasi cinque volte maggiori di quelli necessari per trattare un'uguale superficie con il drone, considerando che per effettuare il trattamento a mano sono state necessarie due persone.

4.10 Allegati della prova sperimentale vite

Alla presente relazione finale (anno 2023) e specificatamente per la prova sperimentale condotta su vite si allegano:

- Rapporti di prova (Rdp) - Determinazione della deposizione a terra della s.a.
- Rapporti di prova (Rdp) - Verifica del fenomeno della deriva
- Rapporti di prova (Rdp) - Verifica della presenza di residui sulle uve in fase di raccolta
- Protocollo di campionamento "Prodotti fitosanitari su matrici vegetali"

5. Attività realizzate per la protezione del riso

Nel 2023 non è stato possibile eseguire le prove sperimentali per la coltura riso in quanto l'uso del drone è stato autorizzato troppo tardivamente rispetto all'inizio programmato dei trattamenti stagionali.

6. Verifica dell'esposizione degli operatori alla s.a. durante i trattamenti

Nel 2023, la verifica dell'esposizione degli operatori alla s.a. durante i trattamenti è stata eseguita esclusivamente per le prove condotte su vite.

In particolare, l'analisi è stata condotta sull'esposizione cutanea al rame durante i trattamenti tanto con la lancia a mano quanto con il drone. Va sottolineato che l'esposizione cutanea, se confrontata con quella inalatoria, rappresenta la porzione preponderante dell'esposizione dell'operatore soprattutto durante la fase di applicazione (differenza di 2 o 3 ordini di grandezza).

Per la determinazione di questo parametro, per cui attualmente non sono disponibili metodi standardizzati e non sono stati adottati valori limite di esposizione, è stata usata una metodologia di campionamento di tipo passivo. Il grado di esposizione degli operatori alla sostanza attiva, infatti, è stato valutato mediante il posizionamento di dischi di carta da filtro Whatman 1442-150³ del diametro di 150 mm su una tuta usa e getta. La disposizione dei dischi sul corpo dell'operatore è riportata in figura 14. Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio Labcam srl di Albenga (SV), applicando le medesime procedure di raccolta ed analisi descritte per la determinazione della deposizione a terra della s.a. all'interno dell'oliveto.

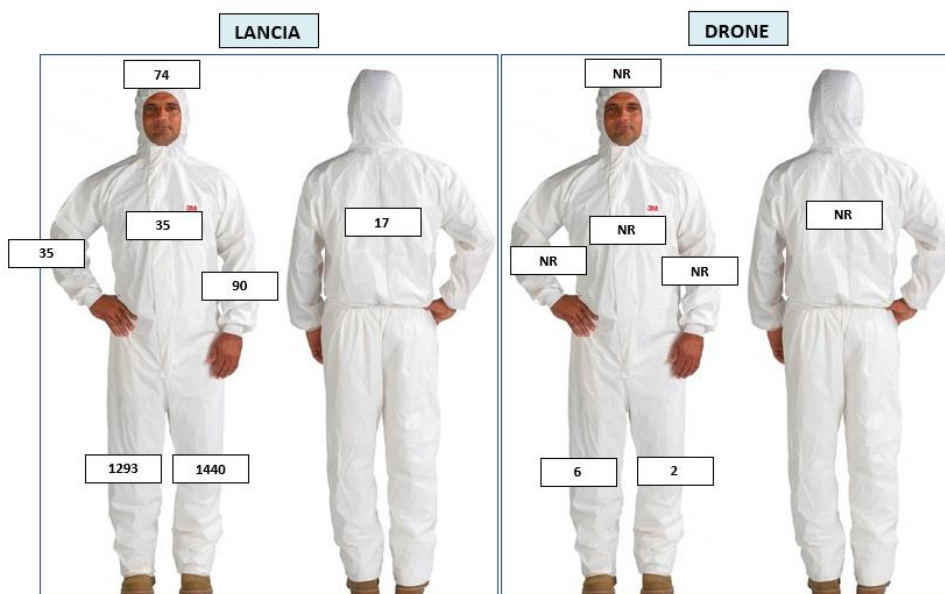


Figura 14. Disposizione dei dischi di carta da filtro Whatman 1442-150 del diametro di 150 mm sulla tuta usa e getta per la valutazione del grado di esposizione dell'operatore alla s.a. durante i trattamenti. I valori numerici indicano la concentrazione espressa in $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ di rame. NR: sostanza ricercata non rilevata.

Tuttavia, è necessario evidenziare come la valutazione dell'esposizione cutanea presenti una serie di difficoltà dovute a diversi fattori quali:

- la contaminazione non è in genere omogenea;
- l'entità della contaminazione può variare significativamente durante il turno lavorativo o essere conseguente a eventi puntuali di tipo accidentale;

³ <https://www.sigmaldrich.com/IT/it/product/aldrich/wha1440150>

- la contaminazione dipende anche dal livello di esperienza e formazione dell'operatore oggetto del monitoraggio;
- per la valutazione della contaminazione cutanea non esistono tecniche uniformemente validate da organismi nazionali/internazionali;
- i dati raccolti provengono da un solo operatore.

6.1 Analisi dei risultati

I risultati delle analisi condotte per quantificare il grado di esposizione degli operatori alle sostanze attive nel corso dei trattamenti sono sintetizzati in figura 14 (lancia e drone) ed in tabella 24 (solo lancia).

Tabella 24. Risultati delle analisi sul grado di esposizione degli operatori alle sostanze attive (in questo caso rame) nel corso dei trattamenti mediante l'impiego della lancia; i valori sono suddivisi per distretto corporeo.

Distretto corporeo	$\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$	$\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2/\text{kg s.a. distribuita}$
testa	74	0,296
torace (anteriore)	35	0,14
torace (posteriore)	17	0,068
arto sup destro	35	0,14
arto sup sinistro	90	0,36
arto inf destro	1293	5,172
arto inferiore sinistro	1440	5,76

Nel caso dei trattamenti condotti mediante il drone, si evidenziano valori di contaminazione al di sotto del limite di quantificazione della metodica ad eccezione degli arti inferiori, caratterizzati dalla presenza di qualche unità di $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$, che può comunque essere considerata trascurabile (figura 14).

Nel caso dei trattamenti mediante la lancia, invece, si evidenzia una contaminazione disomogenea dei diversi distretti corporei. Come ci si poteva attendere, il torace anteriore e posteriore risultano mediamente le aree cutanee meno contaminate, analogamente agli avambracci ed alla testa. Si discosta invece la parte inferiore del corpo che risulta la più contaminata. Infine, va sottolineato che il braccio sinistro presenta una contaminazione superiore rispetto a quella del braccio destro (tabella 24).

Tuttavia, occorre puntualizzare che i dati raccolti non hanno valenza statistica e devono essere considerati preliminari in quanto provenienti da un solo operatore.

7. Verifica dei costi dei trattamenti

Nel 2023, in virtù dei problemi riscontrati nell'esecuzione delle prove sperimentali relative alle colture della vite e del riso, l'analisi dei costi dei trattamenti è stata eseguita esclusivamente per l'olivo.

La valutazione dei costi dei trattamenti, in relazione all'applicazione dei due differenti metodi di distribuzione, è stata effettuata su olivo tenendo conto dei seguenti fattori di costo:

- prezzo di listino di ciascun prodotto fitosanitario (p.f.) utilizzato;
- costo del trattamento tenuto conto del numero massimo di interventi previsti, come da etichetta;
- costo di ammortamento dei sistemi di distribuzione eccedenti l'ordinarietà (drone; "sparamosca"⁴);
- stima dei costi di mano d'opera per la distribuzione del prodotto;
- stima dei costi accessori al trattamento (es. monitoraggio con trappole a feromoni, verifica

⁴ "Sparamosca" è la denominazione di una macchina spalleggiata di distribuzione di prodotti *attract and kill* espressamente sviluppata per risolvere i problemi di distribuzione di questi prodotti con strumenti convenzionali. Detti prodotti sono viscosi e adesivi e, pertanto, il corretto dosaggio e i residui risultano di difficile rimozione dalle macchine convenzionali.

dell'infestazione su drupe per valutare la necessità dell'intervento fitosanitario) ed eventuali imprevisti (es. interruzione trattamento causa maltempo/vento; avaria del sistema di distribuzione; errato calcolo dei volumi di acqua necessari).

Oltre ai fattori di costo sopra indicati, allo scopo di fornire una valutazione più vicina possibile alla realtà aziendale, l'indagine economica è stata completata dalla valutazione dei costi di applicazione reale di una possibile strategia di difesa fitosanitaria. In questo caso, si è tenuto conto di:

- numero complessivo degli interventi di difesa contro *B. oleae*;
- numero di interventi previsti con prodotti *attract and kill* distribuibili anche con il drone;
- numero di interventi con distribuzione ad alto volume e a tutta chioma di prodotti fitosanitari che, per ragioni evidentemente di opportunità, vengono distribuiti da terra.

Il dettaglio dell'analisi dei costi di distribuzione dei diversi prodotti è riportato in tabella 25.

Come si può notare, l'applicazione di prodotti *attract and kill* mediante drone risulta essere concorrenziale sia con la distribuzione da terra con il medesimo prodotto (mediante l'uso dello "sparamosca"), sia con la distribuzione di altri prodotti – adulticidi o larvicidi – mediante distribuzione ad alto volume a tutta chioma. Malgrado il costo di ammortamento del drone e la necessità di impiego di personale specializzato, i tempi di intervento/ha sono decisamente più ridotti dei tempi di trattamento a terra, che richiedono più personale per più ore/ha.

L'analisi dei costi connessi con l'applicazione di una strategia di difesa in presenza o in assenza della distribuzione con drone, solo per i prodotti *attract and kill*, è riportata in tabella 26.

In questo caso, dal punto di vista del posizionamento dei trattamenti con i p.f., la strategia di difesa applicata prevede:

- a. Due interventi sulla prima generazione carpofaga di *B. oleae*. Si stima che la prima generazione sia meno abbondante e diffusa delle successive generazioni. Inoltre, si ritiene che, grazie ad un attento monitoraggio con l'ausilio di trappole a feromoni e con il controllo delle ovideposizioni sulle drupe, sia possibile intervenire tempestivamente, nel momento della comparsa degli adulti. Pertanto, si ritiene possibile un efficace contenimento con l'applicazione di prodotti *attract and kill*, attivi sulle popolazioni di adulti.
- b. Un intervento con un prodotto avente attività anche larvicida sulla seconda generazione carpofaga. Si attende che, con il passaggio dalla prima alla seconda generazione carpofaga, la popolazione di *B. oleae* aumenti. Conseguentemente, si ritiene necessario impiegare un prodotto che riduca anche la popolazione nelle sue forme giovanili (soprattutto larve di I e II età).
- c. Un intervento con un prodotto *attract and kill* sulla seconda generazione carpofaga. La combinazione di un larvicida (vedi punto [b]) con un *attract and kill* risulta essere una strategia efficace contro la seconda generazione e i suoi effetti (sfarfallamenti degli adulti).
- d. Due trattamenti contro la terza generazione carpofaga. Si ritiene che, con il succedersi delle generazioni, le popolazioni possano incrementare di numero e pertanto possa aumentare il rischio di ovideposizione, anche in presenza di precedenti interventi tesi a ridurre le popolazioni di mosche adulte. L'eventuale insufficiente controllo della terza generazione potrebbe avere effetti diretti sulla qualità delle olive, che in tale periodo sono nella fase di viraggio di colore e di maturazione.

Tabella 25. Costi degli interventi di difesa contro *B. oleae* con diversi prodotti fitosanitari autorizzati in passato e alla data di dicembre 2023 su olivo.

Materia attiva	Interventi da terra non più autorizzati (rif.to storico)		Interventi da terra ammessi							Interventi con drone
	Dimetoato	Fosmet	Flypack	Esca proteica + Spinosad	Esca proteica + Cyantraniliprole	Acetamiprid	Flupyradifurone	Deltametrina	Caolino	
Formulato	(Rogor L40)	(Spada 200EC)		(Spintor Fly)	Exirel bait	(Epik SL)	(Sivanto Prime)	(Decis EVO)	(Surround Serbios)	Esca proteica + Cyantraniliprole
€/trappola			4,00							Exirel bait
€/litro (o €/Kg)	25,00	20,45		25,44	25	40,29	82,16	17,39	3,65	25
€/apparecchiatura (una tantum)				420	420					
€ (costo uso apparecch. - su 5 anni)				84	84					
N. Trappole/HA			50,00							
N.litri/ha (o Kg/ha)	2,50	3,75		1,2	0,75	1,50	0,75	0,70	40,00	0,75
Costo del solo prodotti (€/HA)	62,50	76,69	200,00	114,53	102,75	60,44	61,62	12,17	146,00	18,75
oer/trappola (10 min.)			0,084							
oer/ha	6	6	4,2	3	3	6	6	6	6	
costo pers. €/ora	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
€/ha trattamento	60,00	60,00	42,00	30,00	30,00	60,00	60,00	60,00	60,00	
Costo acquisto drone (indicativo)										30000,00
Ammortamento annuo drone (5 anni)										6000,00
Costo ammortamento/trattamento (ipotesi: 150 ha = 15 gg lavoro)										40,00
Costo piloti (compreso vitto, alloggio, trasferta)										50,00
Costo/trattamento/ha	122,50	136,69	242,00	144,53	132,75	120,44	121,62	72,17	206,00	108,75
Costo/trattamento + monitoraggio + imprevisti (+5%)	128,63	143,52	254,10	151,75	139,39	126,46	127,70	75,78	216,30	114,19
Numero interventi/stagione	2	2	1	8	3	2	1	3	5	3
Costo trattamento/stagione	257,25	287,04	254,10	1214,04	418,16	252,91	127,70	227,34	1081,50	342,56
Costo monitoraggio	12,86	14,35	12,71	60,70	20,91	12,65	6,39	11,37	54,08	17,13
Costo totale trattamento per ha, per stagione	270,11	301,40	266,81	1274,74	439,07	265,56	134,09	238,71	1135,58	359,69
Costo/ha per trattamento compreso monitoraggio e imprevisti	135,06	150,70	266,81	159,34	146,36	132,78	134,09	79,57	227,12	119,90

L'esperienza insegna che, nel tempo, la terza generazione può prolungare la propria attività e i propri effetti in un periodo di tempo anche molto lungo, interferendo con l'avvio della fase di raccolta. Non si escludono, straordinariamente, ulteriori interventi, ritenuti non ordinari per la maggior parte delle produzioni nazionali e pertanto in questo schema ipotetico di strategia non ne viene tenuto conto.

Tabella 26. Costo di una strategia di difesa contro *B. oleae* con diversi prodotti fitosanitari autorizzati alla data di dicembre 2023 su olivo.

Strategia di difesa	Costo/ha con drone	Costo/ha senza drone	Variazione (%) costo con drone
Exirel Bait	119,90	146,36	-18,08
Exirel Bait	119,90	146,36	-18,08
Sivanto Prime	134,09	134,09	0,00
Exirel Bait	119,90	146,36	-18,08
Epik SL	132,78	132,78	0,00
Epik SL	132,78	132,78	0,00
Costo totale	759,34	838,72	-9,46

In sintesi, la distribuzione di p.f. su olivo – distribuiti con ridotti volumi di acqua e su una superficie fogliare limitata – mediante l'utilizzo di un drone consente di abbattere significativamente i costi di distribuzione e, conseguentemente, i costi/ha del trattamento.

L'inserimento dell'utilizzo del drone all'interno di una strategia di difesa contro *B. oleae* risulta economicamente sostenibile, in quanto il costo complessivo della strategia che lo prevede non è dissimile dalla medesima strategia di difesa con applicazione esclusivamente da terra dei medesimi p.f.

Una valutazione più completa dei costi di intervento sarebbe possibile verificando il costo dell'uso del drone anche in caso di distribuzione di prodotti ad alto volume e a tutta chioma; questa verifica non è stata effettuata nel corso del presente studio.