

Buone pratiche per l'autocontrollo  
e la gestione fitosanitaria sostenibile  
nel vivaismo ornamentale

Risultati del Progetto  
**AUTOFITOVIV**

**ATTI DEL CONVEGNO FINALE**

Accademia dei Georgofili

24 Marzo 2022



Regione Toscana



## **"Buone pratiche per l'autocontrollo e la gestione fitosanitaria sostenibile nel vivaismo ornamentale"** **Risultati del Progetto AUTOFITOVIV**

Il Gruppo Operativo si compone dei seguenti 10 partner, compreso il capofila:

Associazione Vivaisti Italiani - Capofila

Accademia dei Georgofili

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante

Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA), Centro Difesa e Certificazione (DC)

Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA), Centro Orticoltura e Florovivaismo

Lab. Center for Generative Communication per PIN Soc. Cons. a r.l. – Servizi Didattici e Scientifici

Società Agricola Innocenti e Mangoni Piante

Università di Firenze - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI)

Università di Pisa, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agroambientali (DiSAAA-a)

Vannucci Piante

*Pubblicazione realizzata dall'Accademia dei Georgofili nell'ambito del Progetto AUTOFITOVIV – "Buone pratiche per l'autocontrollo e la gestione fitosanitaria sostenibile nel vivaismo ornamentale", in occasione del Convegno per la presentazione dei risultati (24 marzo 2022)*

*Editing e lavorazione editoriale: Arti21, Firenze*

*Iniziativa finanziata dalla sottomisura 1.2 nell'ambito del bando PS-GO 2017 del Programma di Sviluppo Rurale 2014 – 2020 della Regione Toscana (fondi FEASR)*



---

## INDICE

WP1: COORDINAMENTO DEL GO E DEL PIANO STRATEGICO. ATTIVITÀ DI SUPPORTO AI PARTNER SCIENTIFICI .....	4
WP9: DIVULGAZIONE VERSO IL MONDO SCIENTIFICO, TECNICI E IMPRESE AGRICOLE .....	5
AZIENDA PARTNER – WP2: VANNUCCI PIANTE .....	6
AZIENDA PARTNER – WP3: SOCIETA' AGRICOLA INNOCENTI & MANGONI PIANTE .....	8
WP5: OTTIMIZZAZIONE GESTIONE FITOSANITARIA: <i>ALIEN PEST</i> .....	10
WP4: OTTIMIZZAZIONE GESTIONE FITOSANITARIA: ACARI .....	13
WP4: GESTIONE DEI NEMATODI FITOPARASSITI IN VIVAIO: MONITORAGGIO, PREVENZIONE E METODI DI CONTROLLO ECOSOSTENIBILI .....	18
WP5: GESTIONE FITOSANITARIA DI <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP. IN VIVAIO .....	22
WP6: MESSA A PUNTO DI METODI SPEDITIVI PER IL CONTROLLO DI ORGANISMI NOCIVI IN VIVAIO .....	27
WP7: CONTROLLO DI FITOFAGI CHIAVE DELLE COLTURE ORNAMENTALI MEDIANTE L'IMPIEGO DI MEZZI SOSTENIBILI .....	32
WP5: MESSA A PUNTO DI SISTEMI DI MONITORAGGIO DEDICATI ALLA GESTIONE FITOSANITARIA DEL VIVAIO .....	39
WP8: GESTIONE SOSTENIBILE DELLA FLORA INFESTANTE NELL'ATTIVITÀ VIVAISTICA .....	46
WP10, WP11, WP12: ATTIVITÀ DEL PIN .....	52
CONCLUSIONI .....	59

---

**WP1: COORDINAMENTO DEL GO E DEL PIANO STRATEGICO.  
ATTIVITÀ DI SUPPORTO AI PARTNER SCIENTIFICI**

*Francesca Giurranna, Emilio Resta - Associazione Vivaisti Italiani*

Il progetto AUTOFITOVIV si inserisce nell'ambito dei Piani Strategici dei Gruppi Operativi (PS-GO) del Partenariato Europeo per l'Innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura (PEI\_AGR), previsti dal bando PS-GO 2017 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana del Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (fondi FEASR), con il quale la Regione ha finanziato la sottomisura 16.2 "Sostegno a progetti pilota e di cooperazione" e la misura 1 relativa al trasferimento di conoscenze e alla divulgazione.

Il progetto AUTOFITOVIV, cioè autocontrollo fitosanitario nel vivaismo ornamentale, vuole rappresentare una guida per le aziende vivaistiche non solo nell'adozione della nuova normativa fitosanitaria introdotta con il Regolamento (UE) 2016/2031, ma anche nell'applicazione di linee difesa ecocompatibili. L'autocontrollo è una condizione necessaria per ridurre il rischio di introduzione e diffusione di organismi nocivi, purtroppo aumentati in modo rilevante, negli ultimi decenni, a causa della globalizzazione degli scambi commerciali. Assicurare un adeguato standard fitosanitario della produzione vegetale non è solo garanzia di qualità, ma rappresenta anche un modo per preservare il patrimonio forestale, l'ambiente produttivo che ci circonda, il paesaggio, in definitiva la biodiversità naturale dei luoghi in cui operiamo. Attraverso un'efficace attività di prevenzione non solo possiamo evitare di introdurre organismi nocivi, ma possiamo rendere maggiormente sostenibile l'attività vivaistica riducendone gli impatti che negativamente possono ripercuotersi a livello ambientale. Per questo nel progetto AUTOFITOVIV si è voluto guardare anche a strategie di difesa ecocompatibili che possano dare alle aziende indicazioni non solo sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, ma anche sull'applicazione di metodologie alternative a quelle convenzionali, comprese quelle per il contenimento delle infestanti.

Il GO vuole incentivare le aziende ad adottare criteri autonomi di controllo tesi ad evitare l'introduzione di organismi da quarantena attraverso l'applicazione di strategie per la verifica delle piante in ingresso basato sulla collocazione nei piazzali di opportune trappole per il monitoraggio e la messa a punto di sistemi per la diagnosi precoce, stimolando pertanto una più stretta collaborazione con gli istituti di ricerca. Inoltre, il GO vuole dimostrare l'efficacia di mezzi di lotta sostenibili contro insetti, acari e nematodi e contemporaneamente diffondere opportune informazioni agronomiche per l'applicazione di metodi alternativi alla lotta chimica o indirizzati verso la lotta integrata.

E' necessario ricordare che il progetto proviene come specifica esigenza del territorio produttivo ed è stato proposto alla Regione Toscana dall'Associazione Vivaisti Italiani che in qualità di capofila ha coinvolto due importanti aziende vivaistiche, la Vannucci Piante e la Società Agricola Innocenti e Mangoni Piante. Per la parte scientifica hanno aderito al progetto il CNR con l'Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, il CREA con i centri di ricerca di Difesa e Certificazione (DC) e di Orticoltura e Florovivaismo (OF), l'Università di Firenze con il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI) e l'Università di Pisa con il Dipartimento in Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a). Per le attività di divulgazione e comunicazione sono state coinvolte l'Accademia dei Georgofili e la Società consortile PIN S.c.r.l. – Servizi Didattici e Scientifici di Prato.

---

## WP9: DIVULGAZIONE VERSO IL MONDO SCIENTIFICO, TECNICI E IMPRESE AGRICOLE

*Massimo Vincenzini - Presidente Accademia dei Georgofili*

L'Accademia dei Georgofili, nell'ambito delle attività previste dal proprio Statuto, quali studi, convegni, pubblicazioni di atti, aderendo al Progetto Autofitoviv in qualità di partner, ha messo a disposizione le proprie competenze, tecnico-organizzative per la diffusione e divulgazione dei risultati conseguiti nell'ambito del progetto stesso.

Il Progetto aveva tra gli obiettivi quello di coniugare i risultati della ricerca e della sperimentazione e di divulgare nel comparto vivaistico ornamentale l'innovazione conseguita al fine di far adottare agli operatori professionali nuove tecniche colturali, in grado di avviare un passaggio tra metodi di produzione tradizionale a metodi alternativi, per una produzione ecocompatibile, nel rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo e degli animali, secondo i dettati delle normative dell'Unione Europea e Nazionali.

L'attività dell'Accademia si è concretizzata in tre momenti significativi:

1. Il primo, relativo alla divulgazione delle informazioni, attraverso la pagina dedicata sul sito web istituzionale dell'Accademia (<https://www.georgofili.it/contenuti/autofitoviv/8008>), la newsletter Georgofili.INFO e i comunicati stampa, al fine di raggiungere un vasto pubblico.
2. Il secondo, attraverso la realizzazione di due iniziative convegnistiche: la prima, relativa alla presentazione del Progetto, si è svolta *on-line* il 3 novembre 2020 a causa delle restrizioni sanitarie imposte dalla pandemia Covid 19. L'evento aveva lo scopo di illustrare alle imprese professionali vivaistiche l'iniziativa e di raccogliere istanze e suggerimenti per la sua attuazione. La seconda, organizzata per far conoscere i risultati ottenuti con le azioni intraprese con il Progetto, si è svolta il 24 marzo 2022, in modalità mista (in presenza presso la sede Accademica e *on-line*). Per entrambi gli eventi sono state raccolte e rese disponibili sulla pagina dedicata, oltre ai PowerPoint delle relazioni anche la registrazione del video dell'incontro, quest'ultima disponibile anche nel nostro canale YouTube. Per il Convegno di chiusura sono stati realizzati gli atti in formato PDF.
3. Il terzo, con la realizzazione di un opuscolo informativo di raccolta dei risultati conseguiti: a) sull'autocontrollo fitosanitario, per ridurre il rischio di introduzione e diffusione di organismi nocivi da quarantena e di qualità; b) sul monitoraggio e messa a punto di sistemi per la diagnosi fitosanitaria precoce, allo scopo di prevenire ed evitare l'insediamento di organismi nocivi, provenienti da Paesi extraeuropei, nelle coltivazioni vivaistiche; c) sulla diffusione di metodi alternativi alla lotta chimica privilegiando tecniche di lotta integrata o biologica.

I presenti atti e l'opuscolo informativo, sono scaricabili gratuitamente dalla pagina dedicata al Progetto Autofitoviv nel nostro sito istituzionale e sono stati diffusi attraverso i nostri canali di informazione.

---

## AZIENDA PARTNER – WP2: VANNUCCI PIANTE

Vannino Vannucci

Vannucci Piante è un'azienda toscana che nata nel 1938, in circa 80 anni, è diventata una delle più grandi aziende vivaistiche d'Europa. La superficie a vivaio copre attualmente oltre 500 ettari, destinati in prevalenza alla coltivazione di piante in contenitore all'aperto e in ambiente protetto. La gamma commerciale comprende oltre 2.000 tipi, fra specie e cultivar. La produzione viene attualmente esportata in oltre 60 paesi diversi.

Dal 2010 aderisce ad MPS, sistema volontario di certificazione, basato sul rispetto di precisi e misurabili requisiti per la verifica della sostenibilità ambientale delle attività colturali. Ha acquisito anche la certificazione GLOBAL GAP, il cui scopo è il controllo e la tracciabilità del processo produttivo e ha affiancato ad essa la certificazione GRASP, attestato di conformità, ai requisiti di responsabilità etica e sociale, nei confronti dei lavoratori impegnati presso la propria azienda.

La Vannucci Piante da anni collabora con gli enti di ricerca e nel progetto AUTOFITOVIV, partecipando come partner, ha messo a disposizione, per l'esecuzione delle varie prove, i propri vivai, le strutture necessarie, tra cui le proprie capannine meteorologiche, e il proprio personale tecnico ed operativo.

Ai fini del recepimento attivo dei risultati e per l'acquisizione e disseminazione delle informazioni derivanti dal progetto, ha iscritto alcuni suoi tecnici e ha stimolato l'iscrizione di aziende vivaistiche collaboratrici, ai corsi di formazione, alle visite aziendali e ai workshop.

In dettaglio presso la Vannucci Piante sono state condotte:

- prove per la caratterizzazione fisica dei terricci prelevati nella sede operativa di Piuvica (Quarrata), ma comuni a tutti i vivai esterni della stessa azienda;
- prove tese a indagare la presenza di nematodi fitoparassiti nei terricci di invasatura;
- prove tese a indagare la presenza di nematodi fitoparassiti nel pacciamante, a base di scaglie di legno di latifoglie, utilizzato a copertura della superficie dei vasi per il contenimento delle infestanti;
- installazione nei piazzali di carico, presso la sede operativa di Piuvica, di trappole "Multifunnel", "Theysohn" e "Cross-vane" per l'individuazione di insetti alieni;
- installazione, presso la sede operativa di Piuvica, di n° 3 captaspore per il monitoraggio dell'evoluzione di spore di oidio e ruggini durante l'anno;
- verifiche floristiche, tese a verificare la tipologia delle infestanti presenti nei contenitori e nelle aiuole di coltivazione, presso la sede operativa di Piuvica e il vivaio di Valenzatico (Quarrata);
- prove di monitoraggio di acari, condotte dal partner CREA DC, su conifere presso i vivai di Valenzatico (Quarrata) e Pontelungo (Pistoia);
- prove sperimentali sulla lotta a *Grapholita molesta* con la tecnica della *mating disruption* nei vivai di San Biagio (Pistoia), Ferruccia (Agliaiana) e S. Pantaleo (Pistoia);
- prove sperimentali sull'adozione della *mating disruption* contro *Zeuzera pyrina*, nel vivaio di San Pantaleo (Pistoia);
- prove sperimentali di formulati con effetto nematocida nei vivai di Bonelle (Pistoia) e Ponte Stella (Serravalle Pistoiese);
- prove sperimentali tese a individuare l'efficacia di formulati a base di nematodi entomopatogeni per la lotta a *Otiiorhynchus*, su piante in contenitore nei vivai di San Biagio (Pistoia) e Piuvica (Quarrata);

- prove sperimentali nel vivaio di Piuivica (Quarrata), su piante di palme, tese al monitoraggio dello sfarfallamento di *Paysandisia archon* attraverso trappole adesive, formate da strisce colorate che simulano la struttura cromatica delle ali dell'altro sesso.

Quanto emerso dalle sperimentazioni condotte nella difesa di *Grapholita molesta* e *Zeuzera pyrina* ha trovato subito positivo riscontro, tanto che, già nel 2021, un intero vivaio destinato alla coltivazione di fruttiferi (10 ha) è stato condotto nella difesa con la tecnica della *mating disruption*, non utilizzando alcun tipo di insetticida. Questa tecnica verrà utilizzata anche quest'anno ampliandone la pratica su altri 30 ettari di piante ornamentali.

---

**AZIENDA PARTNER – WP3: SOCIETA' AGRICOLA  
INNOCENTI & MANGONI PIANTE**

*Giorgio Innocenti*

La Società Innocenti & Mangoni Piante da tre generazioni coltiva piante ornamentali da esterno allevate sia in piena terra che in contenitore. Oggi l'azienda si estende su una superficie di 290 ettari, di cui oltre 30 destinati alla riproduzione. La gamma commerciale comprende oltre 1.500 tipi di piante diverse tra specie e cultivar adattabili ad ogni clima.

La società si è affermata tra i maggiori leader del vivaismo europeo ed esporta oltre il 95% della produzione in più di 45 paesi europei ed extraeuropei. Ha una produzione di elevato standard qualitativo ed il processo produttivo ha ottenuto sia la certificazione ambientale MPS, confermata trimestralmente in classe A, che la certificazione di processo GLOBAL GAP, associata al modello GRASP, che ne valuta la rispondenza agli standard sociali.

Nell'ambito del progetto AUTOFITOVIV l'azienda, in qualità di partner, ha ospitato prove e sperimentazioni nelle proprie strutture, assicurando la disponibilità del proprio personale tecnico ed operativo ed i suoi vivai; in tale contesto, al fine di rendere disponibili ulteriori informazioni utili alla sperimentazione, ha installato due capannine per i rilievi dei parametri meteorologici. Ha inoltre favorito l'acquisizione e la disseminazione dei risultati del progetto attraverso l'iscrizione di alcuni suoi tecnici ai corsi di formazione, alle visite aziendali e al workshop.

In dettaglio presso la Società Innocenti & Mangoni Piante sono state condotte:

- prove per la caratterizzazione fisica dei terricci utilizzati nel vivaio di Pistoia per la propagazione e successiva invasatura delle giovani piante e presso la sede di Chiazzano per la coltivazione della tipologia standard;
- prove tese a indagare la presenza di nematodi fitoparassiti nei vari terricci di invasatura;
- prove tese a indagare la presenza di *Phytophthora* spp. nei terricci di radicazione delle talee presso il vivaio di Pistoia;
- prove tese a indagare la presenza di *Phytophthora* spp. nell'acqua utilizzata per la radicazione delle talee che per quella destinata all'intera irrigazione del vivaio di Pistoia e presente nel lago di stoccaggio;
- prove tese a indagare la presenza di *Phytophthora* spp. nell'acqua proveniente dai pozzi che in quella proveniente dal torrente Brana, entrambe destinate al riempimento del lago di stoccaggio nel vivaio di Pistoia;
- prove sperimentali applicando la tecnica del *mating disruption* su *Zeuzera pyrina*, nel vivaio di piena terra, in località Oste, nel comune di Montemurlo;
- installazione nei piazzali di carico di trappole "Multifunnel" e "Theysohn" per l'individuazione di insetti alieni presso la sede di Chiazzano;
- installazione di n° 4 captaspore, per il monitoraggio dell'evoluzione delle spore di oidio durante l'anno, presso il vivaio di piena terra in località Oste, nel comune di Montemurlo;
- prove sperimentali di impiego di oli essenziali per il contenimento delle malerbe su strato pacciamante, distribuito sulla superficie dei contenitori, destinati alla coltivazione di giovani piante, presso il vivaio di Pistoia;
- prove di monitoraggio sull'eriofide del cipresso, condotte dal partner CREA DC nel vivaio di Pistoia e nel vivaio di Chiazzano.

Quanto emerso dalle sperimentazioni condotte sulle acque di irrigazione negli impianti destinati alla propagazione di giovani piante ha trovato subito una proficua applicazione dimostrando quanto sia utile ed efficace il trattamento delle acque con perossido di idrogeno. Le verifiche fitopatologiche e chimico-fisiche condotte sui substrati utilizzati hanno dato conferma della ottima qualità dei materiali in uso.

---

## WP5: OTTIMIZZAZIONE GESTIONE FITOSANITARIA: ALIEN PEST

Elisabetta Gargani – CREA DC

### Abstract

*Given the great importance of a rapid detection of the introduction of exotic organisms on the Italian territory and, considering that nurseries represent a preferential pathway for accidental entry, the use of traps positioned in the loading and unloading areas of goods, can guarantee a wide coverage for many wood-boring insects of interest to nurseries. In the two years studies conducted as part of the "Autofitoviv" project, despite not having found any species belonging to the categories of priority quarantine organisms, the finding of many different species, highlights the effectiveness of the method and therefore its application in nurseries as a method of early detection.*

### Introduzione

Per "specie esotiche invasive" si intendono le specie di animali e piante originarie di altre regioni geografiche introdotte volontariamente o accidentalmente dall'uomo in un ambiente naturale nel quale normalmente non risiedono e che si insediano talmente bene da rappresentare una minaccia per l'ambiente nel quale vengono a trovarsi.

Negli ultimi anni, le introduzioni sono aumentate a causa di:

- un aumento della popolazione mondiale e conseguente aumento degli scambi commerciali;
- una deregolamentazione degli scambi nazionali e internazionali che ha indebolito le barriere per il commercio e la sorveglianza;
- presenza di molteplici vettori che possono trasportare le specie alloctone;
- ritardo con cui in alcuni casi la normativa ha risposto all'arrivo delle specie introdotte;
- insorgenza del cambiamento climatico che favorisce l'arrivo e lo stabilizzarsi di nuove specie.

I principali punti di accesso degli organismi esotici invasivi sono rappresentati da porti, aeroporti, ma anche le aziende vivaistiche, grazie al loro grande volume di scambi commerciali europei ed extraeuropei per un grandissimo numero di specie vegetali, sono un punto importante per gli accessi indesiderati.

I criteri di indagine, per determinare sia la presenza che l'assenza di insetti esotici a rischio di introduzione, si basano sulle caratteristiche biologiche degli stessi e sono mirati a monitoraggi il più possibile puntuali sulle piante riconosciute come ospiti. Pertanto, quando si progetta una strategia di monitoraggio è necessario considerare quanto segue: distribuzione delle piante ospiti, punti di importazione delle piante, impianti di lavorazione, vivai che commercializzano le piante.

Le azioni di monitoraggio si possono basare essenzialmente su:

- impiego di trappole, innescate con attrattivi generici, alimentari o a feromoni (dove disponibili);
- controlli visivi, che possono riguardare l'aspetto delle chiome o delle branche o del tronco a seconda dell'insetto considerato;
- prelievo di campioni vegetali e successive analisi di laboratorio.

### Materiali e metodi

E' stata organizzata e predisposta un'attività di sorveglianza delle piante in entrata, nei vivai partner del Progetto, mediante l'impiego di trappole. Sono state impiegate trappole specifiche per insetti xilofagi che rappresentano uno dei gruppi più diffusi tra gli organismi nocivi da quarantena. Nei due vivai (Innocenti e

Mangoni Piante e Vannucci Piante), a partire da luglio 2020, sono state installate trappole Theysohn, Multifunnel e Cross-vane nei piazzali di carico e scarico delle merci. Tali trappole sono state innescate con attrattivi generici (alfa pinene e alcool) e specifici (feromoni per *Ips*) e controllate una volta al mese, con contestuale sostituzione dei dispenser; durante tutti i controlli, è stato effettuato il prelievo del materiale catturato, stoccato in alcool assoluto, cartellinato e identificato presso i laboratori del CREA DC.

## Risultati

Nel corso delle indagini condotte fino a ottobre 2021, nelle trappole non sono mai state rinvenute specie esotiche da quarantena, ma numerosi esemplari di xilofagi diffusi nelle nostre aree. Le specie più rappresentate sono state *Orthotomicus erosus* (Wollaston), *Pityogenes calchographus* L. e *Ips typographus* (L.). La prima specie è uno scolitide tipicamente infeudato al genere *Pinus* ed è presente in tutta l'area mediterranea. Viene spesso considerato un fitofago secondario che aggredisce piante già deperite o sofferenti per altre cause. *P. calchographus*, anch'esso scolitide diffuso in Italia, predilige invece l'abete rosso, douglasia e abete bianco. Lo scolitide *I. typographus* si ritrova più comunemente in regioni settentrionali e, pur essendo anch'esso considerato un fitofago secondario, può colpire anche conifere sane. Altre specie ritrovate sono state *Xyleborus dryographus* Ratzeburg, che predilige le fagacee, ma è piuttosto polifago ed è caratterizzato da una stretta associazione con funghi, come tutti gli scolitidi Xileborini. *Hylesinus fraxini* Fabricius, *Hylurgus ligniperda* (Fabricius), *Scolytus multistriatus* Marsham, *Pteleobius vittatus* (Fabricius), sono le altre specie di scolitidi catturate, seppure con un unico esemplare. Infine, è stato ritrovato lo scolitide *Dactylotrypes longicollis* (Wollaston), di origine esotica, ma ormai acclimatato in Italia (Fig. 1).

Nel 2021 il gruppo tassonomico più rappresentato tra gli insetti catturati è stato quello dei Cossoninae, Curculionidae, xilofagi che vivono al di sotto della corteccia o all'interno del legno di alberi morti, svolgendo un ruolo importante per la resilienza degli ecosistemi forestali. A seguire abbiamo rinvenuto, oltre agli scolitidi *O. erosus* e *I. typographus* già ritrovati anche l'anno precedente, *Dinoderus minutus* (Fabricius), Bostrichidae infeudato primariamente su bambù (generi *Dendrocalamus* Nees e *Phyllostachys* Siebold & Zucc.), ma che, essendo polifago, nelle aree temperate si può sviluppare su prodotti immagazzinati di vario genere ricchi di amido. Altra specie catturata è stata *Trichoferus cinereus* Villiers, cerambicide che si trova in tutto il mediterraneo nei boschi di latifoglie come il cerro, robinia, faggio, pioppo, noce e castagno e le due specie *Arhopalus fesus* Mulsant e *A. syriacus* (Reitter), due cerambicidi della sottofamiglia degli Spondylidinae che comprende poco più di un centinaio di specie, diffuse soprattutto nelle foreste di conifere dell'emisfero boreale. Quindi è stato catturato *Xyleborus monographus* Fabricius, scolitino del gruppo dei cosiddetti coleotteri dell'ambrosia per la loro simbiosi con funghi. Non appartenenti al gruppo degli xilofagi, sono poi stati catturati esemplari di *Halyomorpha halys* (Stål), la cosiddetta cimice asiatica dei fruttiferi e *Metcalfa pruinosa* Say, noto flatide, molto polifago (Fig. 2).

L'impiego di trappole diverse, con l'uso di una combinazione di differenti attrattivi generici e feromoni specifici, tecnica definita come *multi-lure trapping*, ha permesso di evidenziare quindi la presenza di numerosi fitofagi (appartenenti a 18 identità tassonomiche, vedi Figg. 1 e 2) presenti anche solo sporadicamente: è il caso di *Dactylotrypes longicollis*, scolitino infeudato su palme, spermofago, originario delle Isole Canarie ma ormai presente in Italia; oppure di *Arhopalus syriacus* cerambicide Spondylidinae, conosciuto da tempo, ma piuttosto raro.

## Conclusioni

Le osservazioni condotte nel corso del progetto hanno permesso di verificare come i sistemi di monitoraggio impiegati nei due vivai, scelti come set sperimentale, mediante l'impiego di trappole posizionate nei piazzali di carico e scarico delle merci, abbiano garantito una ampia copertura per molti tra gli xilofagi di

interesse per i vivai. Pur non avendo rinvenuto specie appartenenti alle categorie degli organismi prioritari da quarantena, il ritrovamento di specie, ancorché rare, evidenzia l'efficacia del metodo e pertanto se ne consiglia l'applicazione in ambito vivaistico come metodo di *early detection*.

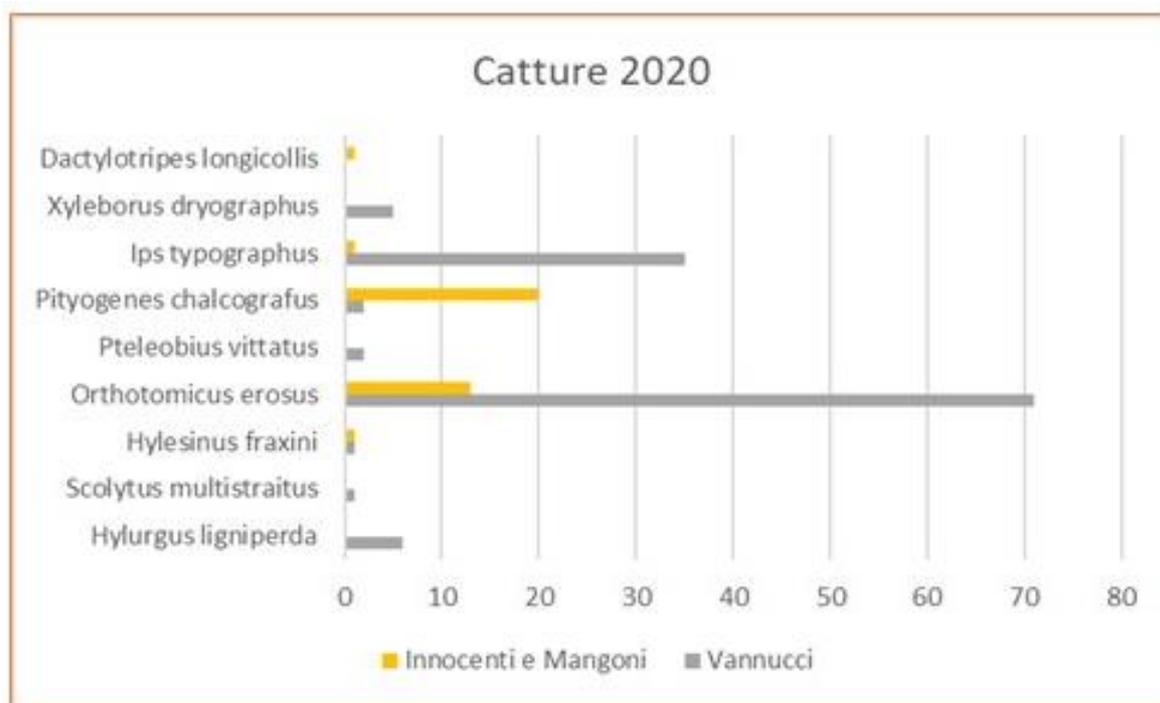


Figura 1 - 2020, catture di insetti xilofagi in piazzali di carico e scarico nei vivai Innocenti e Mangoni Piante e Vannucci Piante, mediante l'impiego di trappole Theysohn, Multifunnel e Cross-vane.

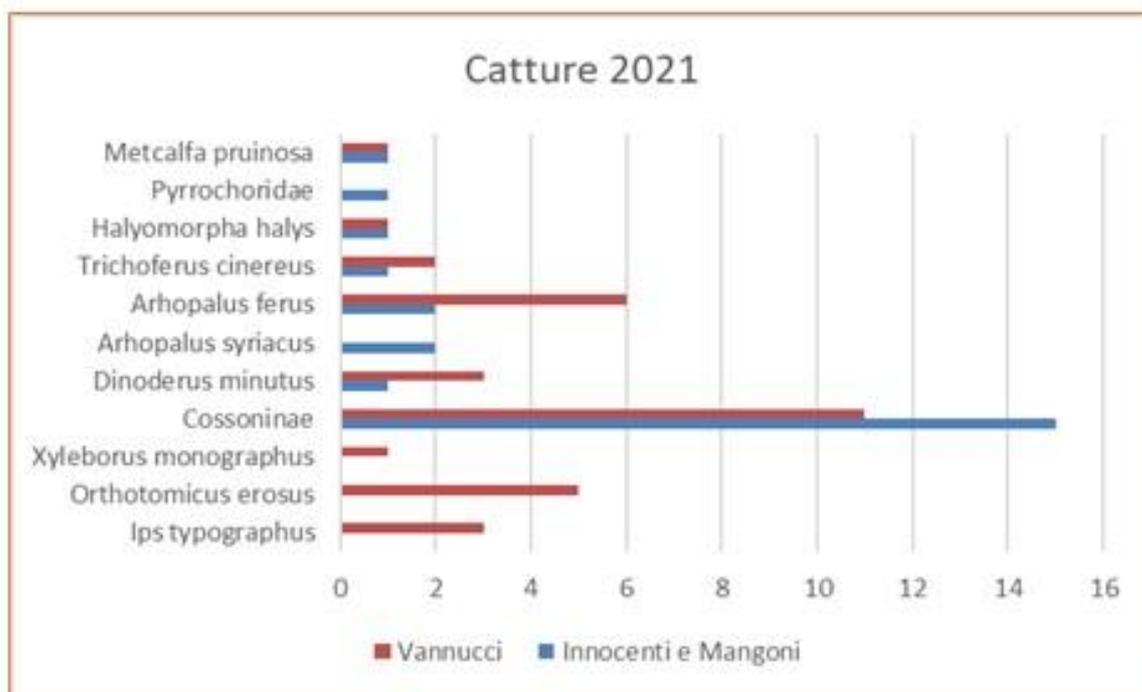


Figura 2 - 2021, catture di insetti xilofagi in piazzali di carico e scarico nei vivai Innocenti e Mangoni Piante e Vannucci Piante, mediante l'impiego di trappole Theysohn, Multifunnel e Cross-vane.

---

## WP4: OTTIMIZZAZIONE GESTIONE FITOSANITARIA: ACARI

Sauro Simoni – CREA DC

### Abstract

*The eriophyids are among the mites causing a strong impact and consistent problems in nursery. These mites have developed highly specified and complex relationships with the host plants: conifers, especially the cypress, host a rich eriophyoid fauna. In recent decades, Trisetacus juniperinus has been particularly important and widespread in Italy, seriously affecting cypresses in nurseries and young plantations throughout the country mainly because of intrinsic biological/behavioural traits of the mite, the spread of more susceptible conifer clones and of propagation material, the lack in timely surveying methods.*

*During the Autofitoviv project, the following activities were implemented: to monitor the density of eriophyids present; to define which periods are more suitable in the implementation of control strategies of eriophyids; to identify the different susceptibility to eriophyids of different varieties (e.g. Cupressus sempervirens 'Totem', for the first time, and C. sempervirens 'Pyramidalis'). Furthermore, the mite groups present were assessed as general indication of the status of the farm system.*

*The use of timely monitoring is confirmed as essential step for optimizing the application of treatments and interventions to be carried out for the containment of mites, eriophyids on cypress trees in particular, damaging conifers.*

### Introduzione

Nell'area mediterranea, l'acaro eriofide *Trisetacus juniperinus* (Nalepa) provoca ingenti danni al cipresso che è largamente presente in virtù del suo valore ornamentale e per l'alta qualità del legno (Panconesi 2007). In particolare, l'eriofide è presente nei vivai e nelle *nursery*, penalizzando pesantemente la crescita e il valore estetico della pianta. Gli acari, spesso provenienti da portinnesti precedentemente infestati in vivaio, colonizzano facilmente le gemme apicali inducendo un ampio ventaglio di conseguenze su tutta la pianta ed un effetto negativo, duraturo nel tempo, sulla crescita degli alberi, penalizzandone il valore ornamentale, ecologico ed estetico (Simoni *et al.*, 2004). E' assodato come, in vivaio, siano estremamente sporadiche le infestazioni naturali, come sia importante che i portinnesti e il materiale da innesto utilizzati risultino indenni per limitare i danni e mantenere attiva la crescita delle piante e come, in caso di attacco, i trattamenti debbano essere ripetuti, sebbene spesso si dimostrino insoddisfacenti.

Durante il progetto Autofitoviv sono state implementate le seguenti attività: monitorare la densità degli eriofidi presenti in alcune aree precedentemente interessate dai loro attacchi; definire quali periodi siano più idonei nell'attuazione delle strategie di controllo degli eriofidi per individuare la più stretta relazione possibile tra presenza degli acari e sintomatologia rilevata; valutare i gruppi di acari presenti per avere una indicazione generale integrativa dello status del sistema di allevamento vivaistico.

### Materiali e metodi

In seguito ad un'indagine preliminare condotta nelle aree interessate dalle attività del progetto Autofitoviv, sono stati condotti campionamenti in appezzamenti che negli anni precedenti avevano manifestato evidenza, e continuità di evidenza, di danni dovuti ad eriofidi su cipresso in aree di vivai di proprietà 'Vannucci Piante', 'Innocenti & Mangoni Piante' e 'Torselli' (fig.1). Oltre a sopralluoghi, atti a definire le aree su cui porre maggiore attenzione, i campionamenti fondamentali, data l'esperienza e la tipologia delle infestazioni, sono stati effettuati in tre periodi diversi dell'anno (02/10/2020, 09/04/2021, 19/01/2022).

Quale criterio per la valutazione del danno sui campioni, ci si è ispirati al sistema di rating dei sintomi causati da *T. juniperinus* su *C. sempervirens* (da Castagnoli *et al.* 2002, Simoni *et al.*, 2004):

danno	fenologia danno
A	Gemma/germoglio ingrossati, imbrunimento e/o piegatura dell'apice della branca/ramo
B	Gemme a diverso grado di disseccamento
C	Brachiblasti e/o parte del ramo in disseccamento
D	Proliferazione irregolare di gemme ascellari, blastomania, scopazzi
E	Coni deformati e mancata maturazione dei semi

L'intensità di ogni sintomo è graduata da 0 (assenza) a 4 (intensità più alta); più di un tipo di danno può coesistere sulla stessa pianta e non tutti i danni possono essere presenti. La valutazione viene espressa calcolando, per pianta, GDI (*global damage index*) (i.e. la somma delle medie delle 4 tipologie di danno registrato).

Il materiale raccolto è stato poi osservato presso i laboratori CREA DC (sede di Firenze): gli esemplari presenti sono stati caratterizzati fino al livello di specie per gli acari fitofagi (eriofidi, in particolare, per i quali si è valutata anche l'eventuale presenza di uova) e a livello tassonomico superiore per gli altri acari reperiti. Per determinare la presenza di altri gruppi si è proceduto all'estrazione, dai getti-apici-foglie campionati, utilizzando la tecnica dell'imbuto Berlese. Le specie estratte, appartenenti a Tetranychidae (acari fitofagi) e Phytoseiidae (acari predatori), sono state contate e identificate a livello di specie.

## Risultati

Nel corso delle indagini condotte fino a gennaio 2022, sia da campioni preliminari/esplorativi che da quelli condotti su base più sequenziale, sono state individuate due specie di eriofidi: *Trisetacus juniperinus* (Nalepa) (Phytoptidae), largamente conosciuto in Italia, ed *Epitrimerus cupressi* (Keifer) (Eriophyidae). Le due specie sono facilmente distinguibili tra loro per le differenze di forma e colore: *T. juniperinus* è vermiforme e bianco-giallastro, mentre *E. cupressi* ha una forma vagamente romboidale ed è di colore marroncino. *E. cupressi* è specie vagante, non determina dannosità apprezzabili e la sua presenza è risultata sporadica; *T. juniperinus* è risultato sempre presente per tutto l'anno e altrettanto la presenza dei danni, seppur con diversa intensità, derivanti dalla sua azione.

Riguardo la presenza di individui mobili, di fatto più esposti, solo poche femmine sono state osservate in movimento fuori dalle gemme, nei mesi di aprile e agosto. Come già evidenziato (Castagnoli e Simoni, 2000), eriofidi più abbondanti sono stati riscontrati sulle parti apicali, nelle gemme di colore verde e turgide, a volte con lievissima presenza di danno iniziale. Data la difficoltà di associazione tra densità di eriofidi e fenologia del danno, su piante così giovani in particolare, spesso non si arriva a vedere il danno conclamato sull'intera pianta, ma di fatto, la presenza di *T. juniperinus* è stata più marcata, tra le varietà di cipresso campionate, su *Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis' rispetto a *C. sempervirens* 'Totem'. Per questo, si è focalizzata l'attenzione sui danni di categoria A (gemma/germoglio ingrossati, etc..) e, in misura minore, di categoria B che manifesta una prima evidenza, più o meno accentuata, di disseccamento. La figura 2 riporta in sintesi la situazione registrata nel campionamento di aprile 2021, che, ricordando sempre che i campionamenti erano indirizzati dalla presenza del danno, può essere considerata paradigmatica rispetto agli altri rilievi condotti. Si può osservare come la frequenza e la densità degli eriofidi siano più alte su *C. sempervirens* 'Pyramidalis' che

su *C. sempervirens* 'Totem', con una presenza del 25% sui campioni di 'Totem' e dell'89% su 'Pyramidalis'. Inoltre, è da notare come le piante più giovani alloggino una componente maggiore di organi e/o rametti colonizzati, con percentuali più diluite nelle piante più alte di un metro.

Il rapporto tra le diverse classi di abbondanza degli stadi di sviluppo (uova, immaturi, maschi, adulti) è rimasto abbastanza costante nei campioni lungo i tre anni considerati, a testimonianza della crescita/tenuta della popolazione che ha registrato sempre una predominanza di uova e ninfe, con gli adulti che hanno superato, di poco, il 50% solo a gennaio.

Esemplari di altri gruppi di acari, non solo fitofagi, sono stati rinvenuti (figura 3) e, come atteso, gli eriofidi sono stati gli acari fitofagi più diffusi, mentre altri fitofagi, come tetranichidi e tenuipalpidi, sono stati veramente sporadici. Da rimarcare la presenza piuttosto diffusa di fitoseidi e tideidi: i fitoseidi sono acari predatori, in particolare di tetranichidi, e la loro presenza, viste le specie reperite *Neoseiulus californicus* e *Amblyseius swirskii*, ampiamente commercializzate, induce a ritenere che possa essere conseguenza di immissioni, magari avvenute nelle zone limitrofe a quelle campionate; i tideidi sono acari cosmopoliti, dal corpo molle, striati o reticolati, riconosciuti principalmente come fitofagi, micofagi, pollinofagi, parassiti di insetti o 'scavenger'.

## Conclusioni

L'acaro eriofide del cipresso, *T. juniperinus*, si conferma una problematica costante per la difficoltà della sua tempestiva individuazione e per la complessità della strategia di controllo. E' necessario sottolineare i seguenti aspetti: l'eriofide si sviluppa continuamente lungo tutto l'anno in gemme apicali e subapicali e nei giovani organi riproduttivi; la migrazione si concretizza verso nuove gemme, quando le prime colonizzate cominciano a seccare, ma spesso anche in fase precedente; migrazioni massive non sono state riscontrate in alcun periodo particolare dell'anno. Dato il comportamento, l'approccio migliore sembra essere uno stretto monitoraggio dei danni e della sintomatologia indotta sulla pianta, facendo particolare attenzione al manifestarsi del danno A, il primo ad evidenziarsi, che è fondamentalmente indicativo per una valutazione di suscettibilità e previsione.

Le infestazioni naturali non sono frequenti ed anche nella nostra indagine i sintomi sono risultati associati alla sensibilità della varietà, alla giovanilità della pianta e alla selezione del materiale al momento dell'impianto; diventa fondamentale, nei cloni di interesse commerciale, la qualità del materiale da innesto per limitare il danno da *T. juniperinus*. Per coglierne la presenza, è da valutare concretamente la scelta di eseguire, nei primi mesi dell'anno, alcuni campionamenti, almeno nelle aree dove la problematica si sia manifestata in precedenza: questo aspetto alla luce della produzione e del turnover della logistica delle piante in vivaio è di particolare valenza.

## Bibliografia

CASTAGNOLI M., SIMONI S. (2000): *Observations on intraplant distribution and life history of eriophyoid mites (Acari: Eriophyidae, Phytoptidae) inhabiting evergreen cypress (Cupressus sempervirens L.)*, «International Journal of Acarology», 26, pp. 93-99.

CASTAGNOLI M., SIMONI S., PANCONESI A., FAILLA O. (2002): *Susceptibility of cypress seedlings to the eriophyoid mite Trisetacus juniperinus*, «Experimental and Applied Acarology», 26(3-4), pp. 195-207.

CASTAGNOLI M., LEWANDOWSKI M., ŁABANOWSKI G.S., SIMONI S., SOIKA G.M. (2010): *An insight into some relevant aspects concerning eriophyoid mites inhabiting forests, ornamental trees and shrubs*. «Experimental and Applied Acarology», 51, pp. 169-189.

PANCONESI A. (2007): *Il cipresso: dalla leggenda al futuro*, a cura CNR, Istituto per la protezione delle piante, ed. Centro Promozione Pubblicità, 456 pp.

SIMONI S., CANTINI R., CASTAGNOLI M., BATTISTI A. (2004): *Impact and management of the eriophyid mite Trisetacus juniperinus on the evergreen cypress Cupressus sempervirens*, «Agricultural and Forest Entomology», 6, pp. 175-180.



Figura 1 - Danni registrati su piante di *C. sempervirens* in vivaio.

Proprietà/ vivaio	località	var. cipresso	Altezza piante (cm)	>30 rametti/ parti vegetative	Eriofidi (abbondanza)	Parti colonizzate (%)	Danno visibile
		Totem	60-70	10-20cm	-	-	-
Vannucci	Pontelungo	Totem	60-70	7-15cm	-	-	-
		<i>C. sempervirens</i>	80-100	8-15cm	++	43,3	A,B
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	10-40cm	++	23,3	A
		Totem	70-80	15-25cm	-	-	-
Innocenti& Mangoni	Catri	Totem	60-70	20-30cm	+	6,7	A
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	15-40cm	++	13,3	B
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	10-25cm	++	23,3	B
		<i>C. sempervirens</i>	50-70	6-16cm	-	-	A
		<i>C. sempervirens</i>	50-70	7-15cm	++	73,3	B
		Totem	80-90	15-43cm	-	-	-
Torselli	ex Baldacci	Totem	60-70	20-30cm	+	13,3	A
		Totem	70-80	15-43cm	-	-	-
		Totem	100-130	10-40cm	-	-	-
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	28-44cm	++	36,7	A,B
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	10-40cm	++	20,0	A,B
		<i>C. sempervirens</i>	125-150	10-40cm	++	6,7	B

+: 1-5 ess.; ++: 6-15 ess.; +++: >15 ess.

Figura 2 - Caratteristiche del campionamento e presenza di *T. juniperinus* per classi di abbondanza ad aprile 2021 in vivai del pistoiese.

Azienda/vivaio	var. cipresso	eriofidi	tetranychidi	tenuipalpidi	tarsonemidi	tideidi	cunaxidi	bdellidi	astigmata	fitoseidi	oribatidi
Innocenti Mangoni (loc. Catri)	<i>C. sempervirens</i>	++	-	-	+		+	+	+	+	++
Vannucci (loc. Pontelungo)	<i>C. sempervirens</i>	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+
"	Totem	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-
Vannucci (loc. S. Biagio)	<i>C. sempervirens</i>	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
"	Totem	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Innocenti Mangoni (ex Baldacci)	Totem	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
	<i>C. sempervirens</i>										
Torselli	Totem	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
"	<i>C. sempervirens</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
"	<i>C. sempervirens_2</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
"	selvatico	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Innocenti Mangoni (ex Baldacci)	<i>Pistacia sp.</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-

+: 1-5 ess.; ++: 6-15 ess.; +++: >15 ess.

Figura 3 - Gruppi di acari reperiti nelle aree/vivai campionati.

---

**WP4: GESTIONE DEI NEMATODI FITOPARASSITI IN VIVAIO:  
MONITORAGGIO, PREVENZIONE E METODI DI CONTROLLO ECOSOSTENIBILI**

Silvia Landi <sup>a</sup>, Beatrice Carletti <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC), Firenze

<sup>b</sup> Pro Plantis – Laboratorio di nematologia fitopatologica e diagnostica fitopatologica su insetti, Arezzo

### Abstract

*In this work two complementary strategies based on soil monitoring to prevent the plant-parasitic nematodes introduction in the nursery and the development of effective eco-sustainable control methods, respectively, have been studied. Soil monitoring evidenced that peat and coconut fiber used in potting soil did not contain plant-parasitic nematodes, instead, natural soil was rich in them. This demonstrates the necessity of monitoring soil before planting. In case of high infestation, the well-established biofumigation practice could be used. The plant-parasitic nematodes control in pots from plants previously cultivated in natural soil remains very critical, only azadirachtin to date seems to offer the best prospects.*

### Introduzione

La nuova normativa europea in materia di misure di controllo contro gli organismi nocivi (Regolamento UE 2031/2016 e Regolamento UE 2072/2019) impone il divieto di spostamento di Organismi Regolamentati non da Quarantena sulle piante da impianto attraverso le quali possono essere trasmessi provenienti da vivaio. I nematodi galligeni appartenenti al genere *Meloidogyne*, caratterizzati da una elevata invasività e crescita esponenziale delle loro popolazioni, sono inclusi in questa categoria di organismi insieme a molte altre specie, tra cui quelle che sono potenziali vettori di virosi. Le loro popolazioni devono quindi essere mantenute sotto la soglia prevista dalla normativa europea che per questi nematodi fitoparassiti corrisponde a zero. Al tempo stesso il suolo e i terricci, oltre ai fitoparassiti, ospitano anche molti nematodi liberi che invece svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione delle popolazioni microbiche coinvolte nella mineralizzazione della sostanza organica e nel contenere l'incremento dei nematodi fitoparassiti ed è quindi necessario preservarli. Ad oggi, molti lavori sono stati prodotti per la messa a punto di metodi di controllo ecosostenibili contro i nematodi fitoparassiti su suolo quali l'uso della biofumigazione e in tempi più recenti la lotta biologica, poché invece, sono le conoscenze di metodi ecosostenibili utilizzabili nella coltivazione delle piante in contenitore (Mocali *et al.*, 2015).

In questo progetto sono state studiate due strategie complementari tra loro, basate, rispettivamente, sul monitoraggio del suolo per prevenire l'introduzione di nematodi parassiti delle piante in vivaio e sullo sviluppo di efficaci metodi di controllo ecosostenibili. L'abbondanza e la struttura dei nematodi liberi sono state utilizzate come indicatori dell'impatto ambientale causato dai prodotti testati.

### Materiali e metodi

Il monitoraggio del suolo e dei terricci è stato condotto nei vivai Innocenti e Mangoni Piante e Vannucci Piante, dal 2020 al 2022, mentre la prova di difesa è stata effettuata nel 2021.

Monitoraggio terricci e suolo - Sono stati effettuati campionamenti dei terricci più utilizzati nel vivaismo pistoiese quali torba-perlite (rapporto 75-25), torba-pomice (60-40) e substrato di cocco (70 midollo, 30 fibra). Inoltre, sono stati campionati su piante di *Acer palmatum* e *Cupressocyparis leylandii* i suoli di coltivazione e i terricci nelle coltivazioni in vaso.

Prova di difesa – Su *Cupressocyparis leylandii* in vaso, una delle specie più coltivate nel pistoiese, sono stati testati tre prodotti di origine naturale: azadiractina estratta dall'albero di Neem, estratto d'aglio e abamectina derivata dal batterio *Streptomyces avermitilis*. La loro efficacia è stata confrontata con fenamiphos, prodotto chimico solitamente utilizzato nel pistoiese come nematocida specifico, e un controllo trattato con solo acqua. In totale, sessanta piante sono state suddivise in cinque tesi, con tre repliche per ciascuna tesi. Il trattamento è stato effettuato con ognuno dei formulati il 2 luglio 2021 e ripetuto dopo 15 giorni per azadiractina, estratto d'aglio e abamectina. I dosaggi utilizzati sono stati conformi a quanto riportato in etichetta per ciascun prodotto.

Campionamento e analisi della comunità di nematodi – Per il monitoraggio sono stati prelevati tre campioni di suolo o terriccio, sia in presenza che in assenza della pianta, derivanti ciascuno dall'assemblaggio di tre diverse carote di suolo o terriccio. Nella prova di difesa i campionamenti sono stati effettuati prima del trattamento e a distanza di uno e tre mesi dal trattamento. Ogni campione era costituito dall'assemblaggio di tre carote di terreno provenienti da quattro piante diverse. I nematodi sono stati isolati da 100 ml di ogni campione di suolo ed estratti con il metodo del filtro carta-lana come riportato in Landi *et al.* (2018).

Analisi statistica – Tutti i dati sono stati sottoposti ad ANOVA e quando l'F-test era superiore a  $P < 0.05$  le medie dei trattamenti sono stati comparati usando il test di Student-Newman-Keuls. La percentuale di mortalità è stata calcolata come riportato da Schneider-Orelli.

## Risultati

Monitoraggio di suoli e terricci – Nessun nematode fitoparassita è stato rilevato nelle tre tipologie di terriccio analizzate in assenza di pianta, invece l'abbondanza di nematodi liberi è stata alta. L'analisi dei terricci in presenza di piante provenienti da talea e coltivate solo in vaso ha mostrato una bassa infestazione, mentre l'incidenza dei nematodi fitoparassiti è risultata alta nelle piante coltivate su suolo e ancora di più, sebbene con alta variabilità, dopo il travaso delle zolle (fig. 1). *Pratylenchus* è risultato essere il genere dominante seguito da *Rotylenchus*, pochi i nematodi vettori di virosi rappresentati principalmente da *Trichodorus* sp. e *Xiphinema pachtaicum*.

Prova di difesa – Solo azadiractina, tra i prodotti di origine naturale testati, ha mostrato una differenza statisticamente significativa con il testimone assicurando una mortalità del 24% dopo un mese dal primo trattamento che è scesa all'8,3% dopo tre mesi. Il fenamiphos ha confermato la sua efficacia con una mortalità del 54% dopo un mese e del 67,1% al termine della prova (fig. 2). Fenamiphos e, in misura minore, azadiractina hanno però avuto un impatto negativo sull'abbondanza dei nematodi liberi.

## Discussione

L'indagine ha evidenziato che i terricci utilizzati nei vivai pistoiesi non rappresentano un fattore di rischio per l'introduzione di nematodi fitoparassiti. Inoltre, i terricci sono risultati essere ricchi di nematodi liberi, con una composizione tipica dei substrati organici quali il compost, caratterizzata principalmente da batteriofagi e fungivori (Ferris e Matute, 2003), incrementando così la resilienza del suolo all'ingresso dei nematodi fitoparassiti.

Solo le piante provenienti da talea interamente coltivate in vaso su terriccio hanno mostrato livelli di infestazione bassi, mentre la coltivazione su suolo ha dimostrato di essere la fase più esposta a contaminazione da nematodi fitoparassiti, e i nematodi liberi, di poco superiori in termini di abbondanza ad essi, sono stati poco efficaci a contenerli. Ancora più rilevante è stato il passaggio da zolla a vaso, che in taluni casi ha rappresentato un fattore di crescita esponenziale dei nematodi fitoparassiti, non sufficientemente

controbilanciato dalla crescita dei nematodi liberi. Probabilmente le condizioni ambientali ottimali della coltura in vaso (irrigazione e concimazione più uniformi e migliore porosità del substrato) ne potrebbero aver favorito il loro incremento.

La prova di difesa su piante di *C. leylandii* in contenitore ha evidenziato che, ad oggi, i prodotti di origine naturale presenti sul mercato sono poco efficaci nel contenere le popolazioni dei nematodi fitoparassiti. Solo azadiractina ha mostrato una parziale efficacia causando una mortalità del 24% a distanza di un mese dal trattamento, ma quasi azzerandosi dopo tre mesi. Al contrario, fenamiphos ha mantenuto la sua efficacia fino a tre mesi dal trattamento mantenendo una mortalità compresa tra il 50 e il 70%. Come atteso, l'impatto sui nematodi utili è stato alto con fenamiphos, soprattutto per i nematodi batteriofagi che sono fortemente diminuiti; invece, molto più contenuto è stato l'impatto dell'azadiractina sui nematodi liberi che hanno preservato la loro struttura.

## Conclusioni

Il monitoraggio di terricci e di suoli ha permesso di stabilire che la fase di coltivazione su terreno è la più esposta all'infestazione da nematodi fitoparassiti. Ciò dimostra la necessità di monitorare sempre il suolo prima dell'impianto. In caso di forte infestazione, potrebbe essere opportuno utilizzare la pratica consolidata della biofumigazione con brassicacee (sovescio o interrimento delle loro farine). Il controllo dei nematodi fitoparassiti in vaso, contenenti piante provenienti da zolla, rimane molto critica, solo azadiractina ad oggi sembra offrire le migliori prospettive.

## Bibliografia

FERRIS H., MATUTE M.M. (2003): *Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil food web*, «Applied soil Ecology», 23, pp. 93-110.

LANDI S., PAPINI R., D'ERRICO G., BRANDI G., ROCCHINI A., ROVERSI P.F., BAZZOFFI P., MOCALI S. (2018): *Effect of different set-aside management systems on soil nematode community and soil fertility in North, Central and South Italy*, «Agriculture, Ecosystems and Environment», 261, pp. 251-260.

MOCALI S., LANDI S., CURTO G., DALLAVALLE E., INFANTINO A., COLZI C., D'ERRICO G., ROVERSI P.F., D'AVINO L., LAZZERI L. (2015): *Resilience of soil microbial and nematode communities after biofumigant treatment with defatted seed meals*, «Industrial Crops and Products», 75, pp. 79-90.

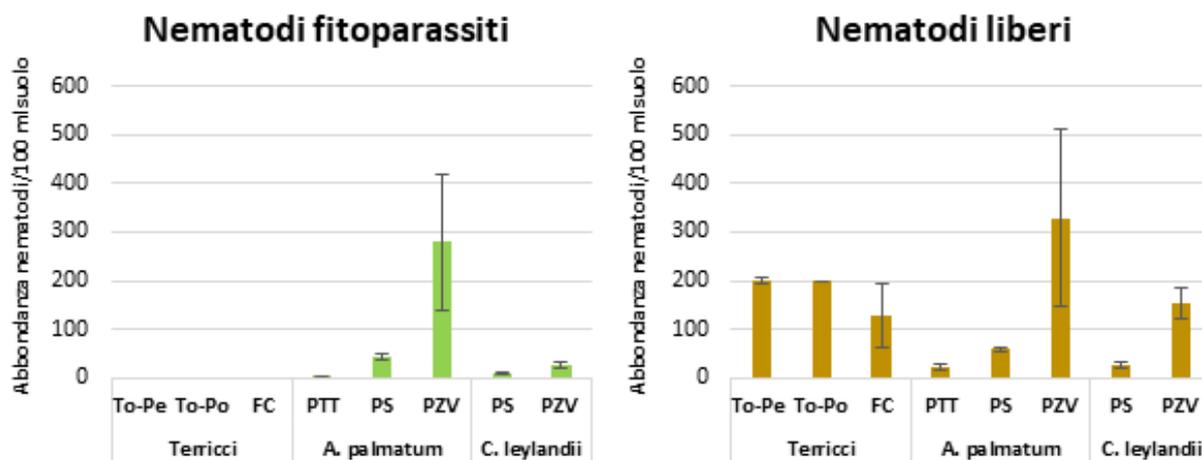


Figura 1 – Abbondanze di nematodi fitoparassiti e nematodi liberi per 100 ml di suolo e di terricci. To-Pe, torba-perlite; To-Po, torba-pomice; FC, fibra di cocco; PTT, piante da talea su terriccio; PS, piante su suolo; PZV, piante da zolla in vaso.

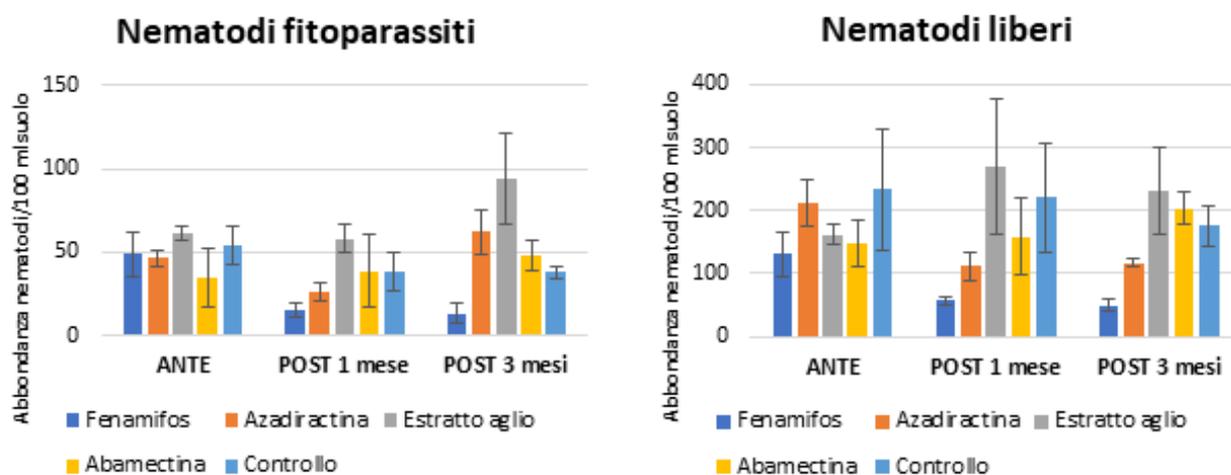


Figura 2 – Abbondanze di nematodi fitoparassiti e liberi per 100 ml di suolo durante la prova di difesa su Cupressocyparis leylandii presso Vannucci Pianta.

**WP5: GESTIONE FITOSANITARIA DI *PHYTOPHTHORA* SPP. IN VIVAIO***Anita Haegi – CREA DC*

Tra i problemi fitosanitari più diffusi nei vivai ci sono i marciumi radicali e del colletto, di natura trasversale e di difficile eradicazione. Questa patologia può essere causata da diversi patogeni, soprattutto di tipo fungino o da oomiceti; tra questi quelli più emergenti negli ultimi anni sono sicuramente del genere *Phytophthora* spp. La caratteristica principale di questi organismi è quella di essere legati sia al terreno (*soil-borne*) sia all'acqua e per questo di difficile eradicazione. In questi ultimi anni la loro diffusione è stata favorita anche in Italia dai cambiamenti climatici, in particolare dalla tipologia degli eventi piovosi, spesso di tipo alluvionale.

Nell'ambito dell'attività svolta quindi è stata predisposta un'attività di monitoraggio di tipo preventivo per la presenza di *Phytophthora* spp. sia nei terreni/terricci che nelle acque del circuito vivaistico, con tecniche diagnostiche innovative molto sensibili e specifiche basate sulla PCR (*Polymerase Chain Reaction*) e real-time PCR.

**Risultati ottenuti**Terreni e terricciati

Nel luglio del 2020 sono stati campionati diversi terricci nelle aziende Vannucci Piante e Innocenti e Mangoni Piante (gli stessi usati per le analisi dei nematodi). Questi sono stati analizzati per la presenza di *Phytophthora* spp.: a questo scopo il DNA è stato estratto dai diversi campioni e analizzato in nested PCR con le seguenti coppie di primers: I ciclo: FOR:18Ph-2F / REV:ITS7 e II ciclo: FOR:ITS6 / REV:5.8S-1R. La Figura 1 mostra il risultato alla fine del II ciclo.

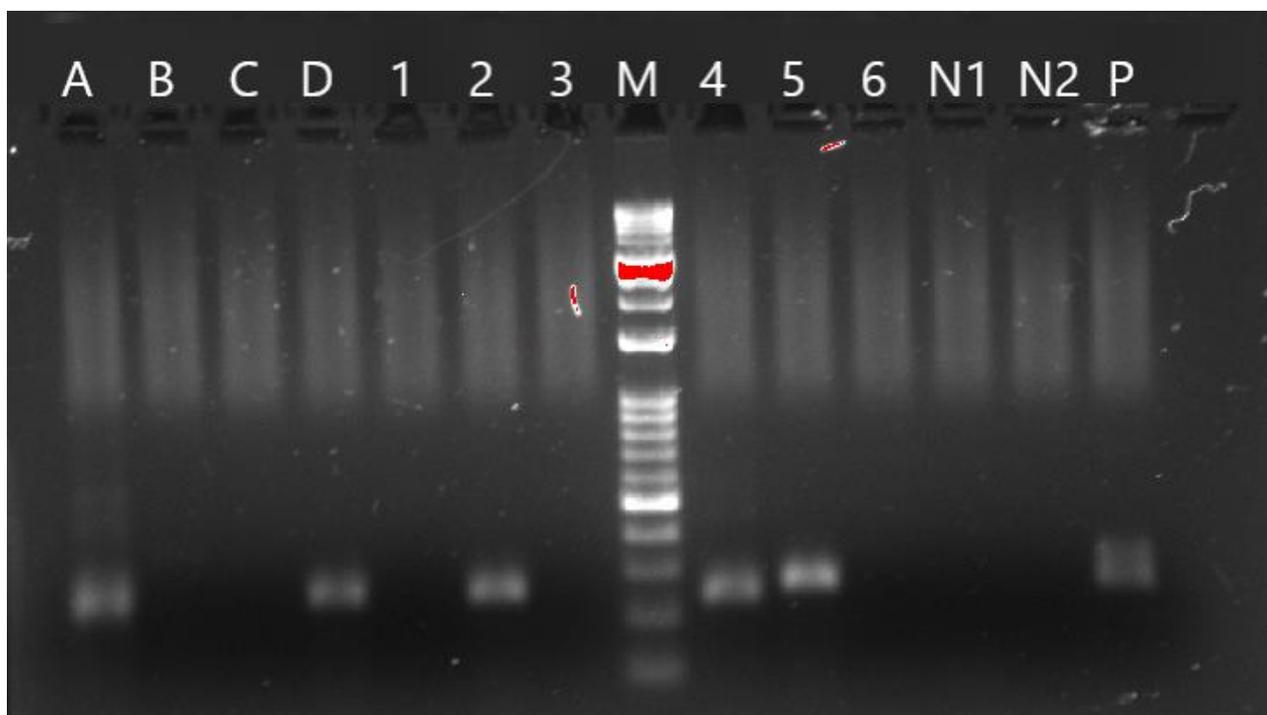


Figura 1 – Legenda: lettere e numeri come da Tabella 1, N1= negativo del I ciclo, N2= negativo del II ciclo, P= positivo (*Phytophthora megasperma*).

I risultati sono riassunti nella tabella 1.

Campione	Azienda	Composizione terriccio	Sigla	Presenza di <i>Phytophthora</i> spp.
V-C-10-L-A	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	1	-
V-C-10-L-B	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	2	+
V-C-10-L-C	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	A	+
V-C-60-L-A	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	3	-
V-C-60-L-B	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	4	+
V-C-60-L-C	Vannucci	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	4b	nd
M-TP-A-L	Innocenti e Mangoni (ex Baldacci)	Torba bionda (75%) + Perlite (25%)	B	(ripetizioni a, b, c)
M-TPO-V13-L	Innocenti e Mangoni (ex Baldacci)	Torba (60%) + Pomice (40%)	C	(ripetizioni a, b, c)
M-C-VG-L-A	Innocenti e Mangoni (Sede)	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	5	+
M-C-VG-L-B	Innocenti e Mangoni (Sede)	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	6	-
M-C-VG-L-C	Innocenti e Mangoni (Sede)	Cocco (70% midollo, 30% fibra)	D	+

Tabella 1

I terricci analizzati erano a base di Cocco (70% midollo-30% fibra) o Torba (Torba bionda (75%) + Perlite (25%) oppure Torba (60%) + Pomice (40%). Le analisi condotte su campioni in triplicato hanno mostrato che in nessun campione di Torba era presente *Phytophthora* spp., mentre in entrambi i tipi di campioni a base di cocco (ma non in tutte le repliche) è stata riscontrata *Phytophthora* spp. (Tabella 1)

Si è quindi voluto andare a verificare se la contaminazione con il patogeno sia insita nel mallo o nella fibra di cocco originali o sia piuttosto avvenuta dall'acqua utilizzata per re-idratare i pani di cocco disidratati.

Campioni analizzati:

trattamento	MALLO	FIBRA
Nessun trattamento (da mattonella/Big Ball pressato)	1	1
	2	2
	3	3
Dopo idratazione	1	1
	2	2
	3	3

Tabella 2 - Materiale a base di scarti della lavorazione della noce di cocco (Mallo e Fibra) (da Agraria Checchi-Pistoia).

Questi campioni sono stati analizzati come i precedenti (estrazione di DNA e PCR), nessuno di essi è risultato positivo per *Phytophthora* spp.

## Analisi delle acque

Al fine di individuare i punti chiave nei vivai da dove possono partire contaminazioni di *Phytophthora* spp., sono stati eseguiti diversi campionamenti di acque irrigue. I campioni di acque sono stati prelevati nei seguenti punti:

- Acqua di pozzo che alimenta il lago
- Acqua del torrente che alimenta il lago
- Acqua del Lago (Riserva d'acqua all'interno del vivaio)
- Acqua in uscita dal lago dopo trattamento con acqua ossigenata
- Acqua drenaggio da serre radicazione che ritorna al lago
- Acqua di drenaggi generali che ritornano al Lago

In modo da prendere in considerazione i punti idrici principali del circuito all'interno del vivaio, come da Figura 2.

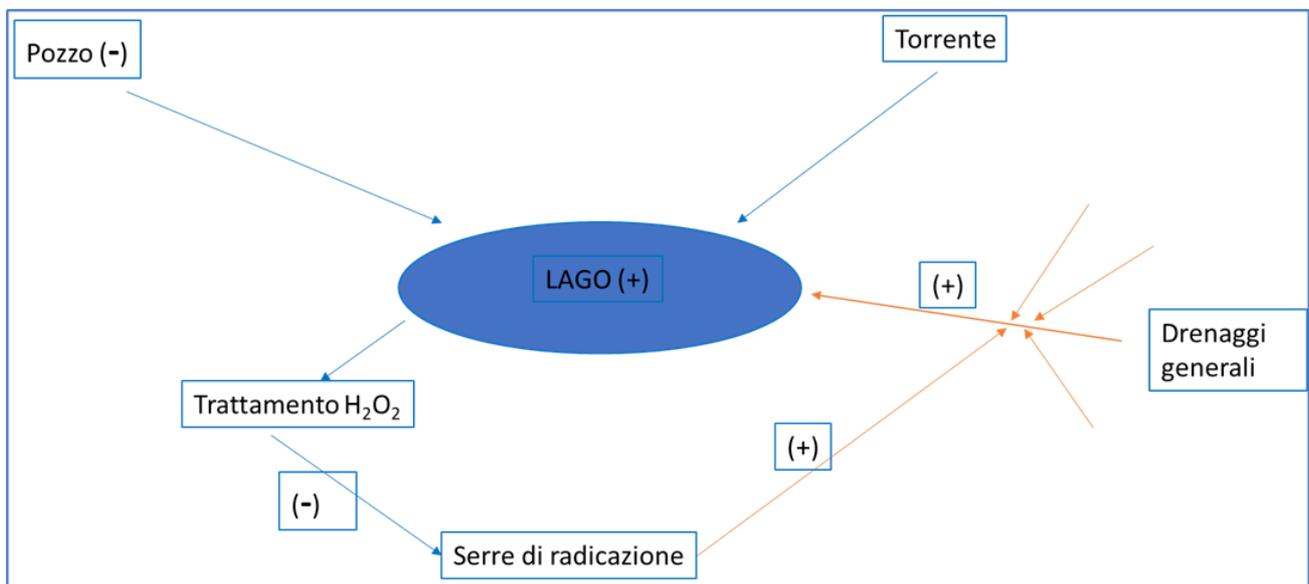


Figura 2

I campionamenti sono stati eseguiti in estate (agosto 2021), autunno (novembre 2021) e inverno (gennaio 2022), in modo da osservare le eventuali variazioni sulla presenza di specie di *Phytophthora* nelle diverse stagioni.

I diversi campioni di acque sono stati analizzati per la presenza di *Phytophthora* spp. nel modo seguente: il DNA è stato estratto dai diversi campioni dopo filtrazione delle acque con un protocollo messo a punto in questo lavoro, in seguito il DNA estratto è stato amplificato in PCR con la coppia di primers YPh1F/YPh2R disegnati sul gene Ypt1 da Schena *et al.* (Plant Pathology (2008) 57, 64–75 Doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.01689.x ). I risultati sono mostrati nella Tabella 3:

SIGLA	CAMPIONI	Presenza di <i>Phytophthora</i> (PCR)		
		Agosto 2021	Novembre 2021	Gennaio 2022
A	Acqua del pozzo	–	–	–
B	Acqua del lago	+	–	–
C	Acqua in uscita dal lago dopo trattamento con acqua ossigenata	–	–	–
D	Acqua drenaggio da serre radicazione	+	+	–
E	Acqua di drenaggi generali che ritornano al lago	+	+	+
F	Acqua del torrente	nd	–	–

Tabella 3

Per quanto riguarda le analisi delle acque, nel campionamento estivo (Fig.2) i risultati mostrano che le acque in entrata nella riserva dal pozzo sono esenti da *Phytophthora* spp, ma nella riserva idrica (‘lago’) questo patogeno è presente. L’acqua a valle del trattamento con acqua ossigenata (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) è esente dal patogeno, mentre in tutte le acque reflue è presente.

Nel campionamento autunnale solo le acque che provengono dal vivaio (drenaggi generali o drenaggi da serre di radicazione) e tornano al lago sono risultate positive per *Phytophthora* spp. Tuttavia, il lago stesso risulta negativo per il patogeno, è probabile che l’aumento dell’invaso (della quantità di acqua nel lago) abbia “diluito” la concentrazione del patogeno che troppo rarefatta risulta non più rilevabile.

Nel campionamento invernale le acque campionate risultano esenti da *Phytophthora* spp., tranne l’acqua che proviene dai drenaggi generali e ritorna al lago.

I campioni positivi degli ultimi campionamenti sono stati analizzati in real-time per la presenza di *Phytophthora cinnamomi* ma questa specie non è stata individuata.

## Conclusioni

La prevenzione di marciumi radicali e del colletto causati da *Phytophthora* spp. parte dall’utilizzo di materiali esenti da questo patogeno.

A tale scopo le moderne tecniche innovative basate sull’amplificazione del DNA si sono dimostrate molto utili per individuare in maniera specifica e sensibile la presenza di questi patogeni nei materiali utilizzati per la coltivazione di specie vegetali ornamentali all’interno dei vivai, in particolare terreni/terricci e acqua.

I terricci a base di torba sono risultati esenti da *Phytophthora* spp., mentre alcuni terricci a base di cocco nelle prime analisi mostravano la presenza di *Phytophthora* spp. Tuttavia, analisi successive su materiali a base di cocco, sia mallo che fibra, sono tutte risultate negative per la presenza del patogeno. Le contaminazioni presenti quindi su alcuni dei primi campioni sono da considerarsi del tutto occasionali, suggeriscono però di porre particolare attenzione sul tipo di acqua utilizzata per reidratare i materiali asciutti.

La consapevolezza di punti di acqua contaminata da *Phytophthora* spp. all'interno del circuito idrico di un vivaio dovrebbe aiutare a prevenire la diffusione di questo patogeno all'interno dello stesso.

Tale consapevolezza inoltre permette di capire/individuare la possibile provenienza delle contaminazioni.

L'esempio studiato e riportato rappresenta un esempio virtuoso in quanto viene evitato che le contaminazioni di *Phytophthora* spp., pur presenti, vengano diffuse in tutto il vivaio tramite il circuito idrico. Importante quindi, che se anche le riserve di acqua ("lago") possano talvolta risultare contaminate da *Phytophthora* spp., queste contaminazioni poi non si diffondono nel vivaio, probabilmente grazie alla sterilizzazione con acqua ossigenata. E' molto probabile che le contaminazioni da *Phytophthora* spp. riscontrate provengano da nuovo materiale vegetale introdotto nel vivaio e al limite da questo diffuso nelle serre di radicazione.

#### Adempimenti AUTOFITOVIV

- Indicazioni sulla gestione dei terricci e la ricerca di *Phytophthora* spp. al loro interno;
- Indicazioni sulle metodologie di analisi per la ricerca di *Phytophthora* spp. nelle acque di irrigazione;
- Predisposizione di linee guida per la diagnosi precoce di *Phytophthora* spp. all'interno del vivaio e protocolli di coltivazione per impedirne la diffusione.

---

**WP6: MESSA A PUNTO DI METODI SPEDITIVI PER IL CONTROLLO DI ORGANISMI NOCIVI IN VIVAIO**Nicola Luchi<sup>1</sup>, Emanuele Nigrone<sup>1</sup>, Francesco Pecori<sup>1</sup>, Duccio Migliorini<sup>1</sup>, Giorgio Incrocci<sup>2</sup>, Alberto Santini<sup>1</sup><sup>1</sup> Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IPSP-CNR), Sesto F.no (FI)<sup>2</sup> Agrilogica, Altopascio (Lucca)**Abstract**

*In this study new molecular -based tools were developed and used to detect the presence of fungal pathogens in nursery by using: a) portable instruments such as LAMP assay that allows a rapid and precise detection of the pathogens in field; b) spore trapping systems combined with Duplex real-time PCR to detect the simultaneous presence of airborne DNA of rust (Tranzschelia) and powdery mildew (Erysiphe). The use of new sampling and molecular detection tools will ensure an accurate diagnosis of causal agents improving the inspection of live plants in nursery and give solid data to provide recommendations for a sustainable and low-impact management and control of the diseases.*

**Introduzione**

Le esplosioni epidemiche delle malattie delle piante sono dovute principalmente all'introduzione di organismi invasivi non nativi o all'emergere di un organismo nativo a seguito di cambiamenti delle condizioni climatiche o delle pratiche agronomiche. Nuovi patogeni non nativi di piante legnose si stanno affermando a ritmi crescenti in molte parti del mondo. Questo processo va di pari passo con il rapido aumento del volume degli scambi intercontinentali di piante ornamentali, che, da alcune ricerche piuttosto recenti (Liebhold *et al.*, 2012; Santini *et al.*, 2013) è risultato essere il principale percorso di introduzione, non intenzionale, di insetti e patogeni, come contaminanti delle piante stesse o nel substrato di coltivazione. Le ispezioni alle frontiere si concentrano su un numero limitato di organismi nocivi, eventualmente associati alle piante economicamente importanti e presenti sulle liste di quarantena, e sono principalmente limitate agli esami visivi delle parti aeree della pianta. Utilizzare tecniche di diagnostica precoce, al fine di evitare l'introduzione di organismi dannosi, è quindi una delle migliori strategie per individuare tempestivamente organismi nocivi e conseguentemente contenere i costi ambientali ed economici che ne potrebbero conseguire (Luchi *et al.*, 2020). Nel caso del vivaismo pistoiese, controllare le piante in arrivo nei vivai con metodi speditivi, ma oltremodo accurati, permetterebbe di raggiungere tali obiettivi. Scopo di questo lavoro è di adattare metodi molecolari di avanguardia al fine di ottenere una diagnosi precoce e rapida dei principali patogeni che potrebbero essere introdotti con il commercio delle piante. Nello specifico le attività di ricerca hanno riguardato: a) utilizzo di metodi molecolari di avanguardia, per una diagnosi precoce sulle piante in arrivo nei vivai; b) messa a punto di sistemi captaspore, combinati a metodi diagnostici molecolari, per rilevare la presenza di oidi e ruggini nei centri di produzione delle aziende vivaistiche del partenariato.

**Materiali e metodi****a) Metodi speditivi per il controllo di organismi nocivi**

Sono stati ottimizzati in laboratorio alcuni protocolli diagnostici, basati sull'amplificazione isoterma del DNA (LAMP), ottenuta con strumentazione portatile, e sulla PCR quantitativa (qPCR) per alcuni patogeni nocivi, tra cui *Phytophthora ramorum*, *Xylella fastidiosa* e *Ceratocystis platani*, su piante ospiti ornamentali e del verde urbano. La tecnica LAMP permette di diagnosticare direttamente in campo e in tempi molto brevi la presenza di un patogeno (Fig. 1). Il protocollo LAMP per *Xylella fastidiosa* (Aglietti *et al.*, 2019), è stato ulteriormente migliorato attraverso l'impiego di strip (prodotti da Amplex Diagnostics GmbH - Austria) che contengono già il mix di reazione liofilizzato per *X. fastidiosa*. Nell'ambito di questa ricerca sono stati

confrontati due diversi tipi di protocolli per *X. fastidiosa*: a) protocollo con reagenti liquidi; b) protocollo con reagenti liofilizzati.



Figura 1 - Strumento portatile che utilizza la tecnica LAMP per rilevare patogeni direttamente in campo.

#### a) Aerobiologia di ruggini e oidi in vivaio

Sono state disegnate due sonde molecolari in *real-time* PCR (qPCR): una per gli oidi (genere *Erysiphe*) e l'altra per le ruggini (genere *Tranzschelia*). Tali sonde sfruttano la chimica TaqMan MGB, e, una volta intercettato il DNA del patogeno, si ibridano sulla porzione della regione *target* del gene (Luchi *et al.*, 2018). Successivamente, nel corso della reazione di amplificazione, l'enzima Taq-polimerasi degrada la sonda producendo un segnale fluorescente, che è direttamente proporzionale alla quantità di DNA del patogeno rilevato. Tramite una curva di calibrazione (o curva standard) è possibile quantificare, per ogni campione, il DNA del patogeno *target*.

Per mezzo del *software* 'Primer Express' (Applied Biosystems) sono stati disegnati, sul gene *elongation-factor* (Ef-1a), due coppie di *primer* e la sonda per ciascun genere di funghi (*Tranzschelia* e *Erysiphe*). La specificità dei marcatori molecolari è stata validata a mezzo del *software* 'Basic Local Alignment Search Tool' BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) e successivamente direttamente sul DNA estratto da oidi e ruggini (a mezzo del kit di estrazione commerciale - DNeasy Plant Minikit (QIAGEN)). Nello specifico, sono state saggiate più di 20 specie diverse di oidio (appartenenti principalmente al genere *Erysiphe* e *Podosphaera*) e circa 12 specie diverse di ruggini (incluse principalmente nei generi *Tranzschelia*, *Puccinia*, *Cronartium* e *Melampsora*). Inoltre, è stato messo a punto un nuovo protocollo diagnostico, *duplex real-time* PCR, con il quale è possibile rilevare, nella stessa reazione di amplificazione, sia il DNA di ruggini che di oidi. Attraverso questo protocollo è stata verificata la specificità e la sensibilità delle due sonde, una per *Erysiphe* e l'altra per *Tranzschelia*.

Per rilevare la presenza di inoculo di ruggini e oidi presente in vivaio, sono state messe in opera 7 trappole captaspore del tipo *Rotating Arm Spore Traps* ROTTRAP 120 (RAST 120) progettate e realizzate dal Dr. Milon Dvorák (BoršovnadVltavou, Czech Republic) (Fig. 2). Le trappole sono costituite da un rotore alimentato a 12 V, collegato ad una batteria che ne permette il funzionamento anche in aree prive di

connessione al servizio di distribuzione dell'energia elettrica e al rotore sono associate due alette, ai cui bordi vengono posizionate delle sottili strisce biadesive (nastri) in grado di agganciare gli inoculi fungini.



Figura 2 - Trappola captaspore posizionata in vivaio per intercettare spore e propaguli di inoculo di patogeni vegetali.

I captaspore sono stati piazzati nei vivai in: a) colture di pieno campo (Quercia e Magnolia); b) piazzale di carico/scarico delle piante provenienti dall'estero; c) coltivazioni in contenitore. I nastri sono stati raccolti con cadenza settimanale, dal 1° luglio 2020 al 30 giugno 2021 e ad ogni prelievo, (2 nastri/captaspore) sono stati trasferiti in microtubi da 2ml e conservati in congelatore; da essi, l'estrazione del DNA è stata effettuata a mezzo del kit QIAGEN. Tutti i campioni estratti dai captaspore sono stati successivamente analizzati in *duplex* qPCR, seguendo il protocollo ottimizzato, in modo da rilevare nello stesso campione sia *Erysiphe* che *Tranzschelia*. Per verificare la funzionalità delle trappole, parte del DNA estratto è stato analizzato con una sonda in qPCR (Migliorini *et al.*, 2015) per il genere *Phytophthora*, uno dei patogeni più diffusi e infettivi in ambiente vivaistico.

I dati della presenza dell'inoculo sono stati messi in relazione con i rilievi climatici (temperatura, umidità e precipitazione) relativi al periodo di campionamento dei captaspore. I dati climatici sono stati forniti da due stazioni metereologiche (Netsens).

## Risultati

### a) Metodi speditivi per il controllo di organismi nocivi.

I protocolli, già pubblicati per l'applicazione della metodica LAMP per *P. ramorum*, *C. platani* e *X. fastidiosa*, sono stati ulteriormente implementati, utilizzando strategie differenti per i diversi patogeni. I risultati ottenuti, dal nuovo protocollo LAMP liofilizzato (per *X. fastidiosa*), hanno messo in evidenza che non ci sono differenze, in termini di sensibilità, tra il protocollo LAMP (con reagenti liquidi) e il protocollo LAMP con reagenti liofilizzati. Tutto questo permetterà una riduzione ulteriore nei tempi della diagnosi, poiché non sarà più necessario preparare preventivamente il mix di reagenti in laboratorio, portando così ad una migliore *performance* della tecnica LAMP in campo.

### b) Aerobiologia di ruggini e oidi in vivaio

I risultati ottenuti hanno mostrato che le sonde disegnate, per *Erysiphe* e per *Tranzschelia*, sono in grado di rilevare le diverse specie presenti in ciascun genere. Non è stata invece osservata alcuna amplificazione per altre specie fungine, evidenziando così la stretta specificità delle sonde per i generi di oidi e ruggini presi in

esame. Il dosaggio in *duplex* ha inoltre mostrato che non è presente nessuna azione inibitoria tra le due sonde, ed entrambe sono in grado di rilevare, nella stessa reazione di amplificazione, sia oidi che ruggini.

Le analisi del DNA, condotte sui campioni prelevati dai captaspore in vivaio, hanno messo in evidenza la presenza di DNA di oidio e ruggini in tutti i siti di campionamento (piazzale carico/scarico, colture pieno campo e piante in contenitore). Per oidio (*Erysiphe*) il picco primaverile è stato osservato nei mesi di maggio e giugno, mentre per le ruggini (*Tranzschelia*) nei mesi di luglio, settembre e marzo (Fig. 3). In tutte le aree dove erano presenti i captaspore è stata rilevata una quantità di DNA compresa tra  $0,5 \times 10^{-3}$  e  $10^3$  pg/ $\mu$ l (per *Erysiphe*), e tra  $0,3 \times 10^{-3}$  e  $2,5$  pg/ $\mu$ l (per *Tranzschelia*).

Nel caso di *Phytophthora* è stato possibile invece analizzare i campioni per l'intero periodo sperimentale (da luglio 2020 a ottobre 2021) ed è emersa la presenza del patogeno nelle varie fasi della stagione vegetativa con picchi nei mesi di giugno, luglio, ottobre e in tutti i plot analizzati (piazzale carico/scarico, colture pieno campo e coltivazione in contenitore).

## Discussione

La messa a punto di rapidi e precisi test diagnostici per rilevare la presenza di parassiti e patogeni ad alto rischio fitosanitario sta diventando sempre più semplice ed economica, permettendone un utilizzo diffuso. Infatti, negli ultimi anni, nel campo della patologia vegetale, si sono sviluppate tecniche molecolari sempre più accurate per identificare la presenza di agenti patogeni nei tessuti delle piante, prima che i sintomi si rendano evidenti. La necessità di ridurre i tempi della diagnosi, al fine di trovare delle risposte in tempi sempre più brevi, hanno spinto i patologi vegetali a orientarsi verso metodiche più sensibili e rapide, quali l'impiego di tecniche molecolari come la *real-time* PCR e la LAMP. Quest'ultima permette di rilevare in tempi brevi la presenza di un patogeno direttamente in campo, senza bisogno di strumentazione da laboratorio.

Tra le patologie, che determinano maggiormente l'impiego di fungicidi nella difesa delle piante ornamentali da esterno, in vivaio, vi sono quelle associate alle infezioni delle loro parti aeree, riconducibili a due grandi gruppi di patogeni: le ruggini e gli oidi. Entrambe queste due classi sono caratterizzate da organismi biotrofi ovvero organismi che hanno bisogno di ospiti vivi per nutrirsi. Questo rende difficile, se non impossibile, la loro coltivazione *in-vitro* per una diagnosi precoce. Avere la possibilità di conoscere esattamente il periodo di maggiore sporulazione di questi patogeni permetterebbe di limitare l'uso di antiparassitari ai periodi in cui sono veramente necessari, con conseguenti benefici ambientali e contenimento dei costi di gestione colturale. A questo scopo, lo sviluppo di nuovi sistemi di trappole, insieme all'applicazione di tecniche molecolari ha permesso di identificare i periodi di maggiore sporulazione di questi patogeni.

## Conclusioni

La diagnosi precoce, effettuata con metodiche molecolari, permette di rilevare in modo preciso e inequivocabile la presenza di un microrganismo patogeno in una pianta che ancora non presenta alcuna sintomatologia della malattia. A nostro avviso, la messa a punto di moderne linee guida di difesa, applicabili nel vivaismo, non può prescindere dall'introduzione e diffusione di queste nuove tecniche. Anche attraverso l'acquisizione di questi strumenti potrà essere possibile razionalizzare l'uso dei prodotti chimici, limitandone il loro impiego ai prodromi della malattia, in un'ottica di sostenibilità ambientale.

## Bibliografia

- AGLIETTI C., LUCHI N., PEPORI A.L., BARTOLINI P., PECORI F., RAIO A., CAPRETTI P., SANTINI A. (2019): *Real-time loop-mediated isothermal amplification: an early-warning tool for quarantine plant pathogen detection*. AMB Express 9 (1):50.
- LIEBHOLD, A.M., BROCKERHOFF, E.G., GARRETT L.J., PARKE J.L., BRITTON K.O (2012): *Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US*. Frontiers in Ecology and the Environment 10(3): 135-143.

LUCHI N., IOOS R., SANTINI A. (2020): *Fast and reliable molecular methods to detect fungal pathogens in woody plants*. Applied Microbiology and Biotechnology 104(6):2453-2468.

LUCHI N., PEPORI A.L., BARTOLINI P., IOOS R., SANTINI A. (2018): *Duplex real-time PCR assay for the simultaneous detection of Caliciopsis pinea and Fusarium circinatum in pine samples*. Applied Microbiology and Biotechnology 102:7135-7146.

MIGLIORINI D., GHELARDINI L., TONDINI E., LUCHI N., SANTINI A. (2015): *The potential of symptomless potted plants for carrying invasive soilborne plant pathogens*. Diversity and Distributions 21:1218-1229.

SANTINI A., GHELARDINI L., DE PACE C., DESPREZ-LOUSTAU M.L., CAPRETTI P., CHANDELIER A., CECH T., CHIRA D., DIAMANDIS S., GAITNIEKIS T., HANTULA J., HOLDENRIEDER O., JANKOVSKY L., JUNG T., JURC D., KIRISITS T., KUNCA A., LYGIS V., MALECKA M., MARCAIS B., SCHMITZ S., SCHUMACHER J., SOLHEIM H., SOLLA A., SZABO I., TSOPELAS P., VANNINI A., VETTRAINO A.M., WEBBER J., WOODWARD S., STENLID J. (2013): *Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe*. New Phytologist, 197:238-250.

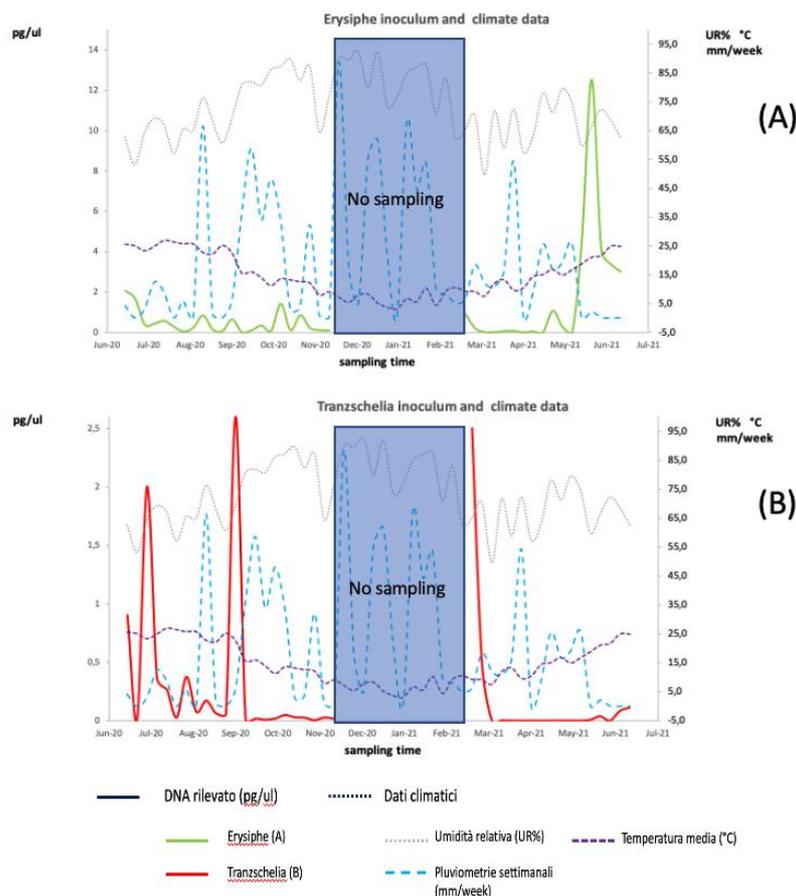


Figura 3 - Presenza di DNA di Erysiphe e di Tranzschelia nel periodo di campionamento (luglio 2020-giugno 2021) nell'area di coltivazione in contenitore. Nel grafico sono riportati anche gli indici climatici, umidità relativa (UR%), precipitazioni (mm/settimana), temperatura media (°C).

---

## WP7: CONTROLLO DI FITOFAGI CHIAVE DELLE COLTURE ORNAMENTALI MEDIANTE L'IMPIEGO DI MEZZI SOSTENIBILI

Patrizia Sacchetti, Marzia Cristiana Rosi

Dipartimento di Scienze e tecnologie agrarie, alimentari, ambientali e forestali. Università degli Studi di Firenze

### Abstract

*The WP7 developed different actions aimed at the protection of ornamental plants using sustainable control methods which up to now have not been commonly adopted in plant nurseries. The Mating Disruption (MD) technique have been applied in 2020-21 in two plant nurseries in the Pistoia province. The experimental trial proved that the MD might be very effective against Grapholita molesta, obtaining a remarkable reduction on the number of sprays with synthetic insecticides.*

### Introduzione

Gli insetti chiave delle principali colture ornamentali coltivate nel comprensorio pistoiese vengono controllati facendo ricorso quasi esclusivamente al mezzo chimico, con conseguenti problemi legati alla presenza di residui di prodotti fitosanitari nell'ambiente e all'aumento del rischio di esposizione degli operatori (Bigagli, 2020). Pertanto, il WP7 ha avuto come obiettivi la protezione delle piante ornamentali mediante l'applicazione di strategie e mezzi alternativi a quelli chimici e la diffusione di mezzi sostenibili adottabili nel vivaismo in modo da ridurre l'uso degli insetticidi di sintesi. Metodi più sostenibili di difesa integrata, quali le pratiche colturali, la tecnica del "Mating Disruption" (MD), i mezzi biologici, i preparati microbiologici, sebbene disponibili anche per le colture ornamentali, hanno trovato scarsa applicazione nel vivaismo mentre si sono ampiamente diffuse in altri comparti agricoli, quali la frutticoltura e la viticoltura (Lucchi e Benelli, 2018).

Gli obiettivi del progetto Autofitoviv hanno previsto diverse azioni, ciascuna rivolta al controllo di un fitofago specifico delle specie ornamentali coltivate nei vivai coinvolti. A seguito delle priorità delle aziende partner del progetto, le attività sono state prevalentemente indirizzate all'applicazione della tecnica del MD nei confronti di *Grapholita molesta* per proteggere le colture di *Prunus laurocerasus* e *Photinia* in vivai selezionati (Azione 1). La valutazione dei risultati ottenuti è dettagliata nei successivi paragrafi.

Le altre azioni previste dal WP7 sono state realizzate fornendo raccomandazioni per l'applicazione di piani di difesa autogestiti dalle aziende. In base alla segnalazione di attacchi di *Otiorynchus* spp. alle radici di lauroceraso sono state fornite indicazioni utili per l'applicazione di nematodi e funghi entomopatogeni (Ansari *et al.*, 2013) il cui impiego ha permesso la riduzione del numero dei trattamenti con insetticidi di sintesi (Azione 2). Nel 2021, sulla base del successo ottenuto in olivicoltura (Hegazi *et al.*, 2010), in un vivaio di latifoglie è stata applicata la tecnica MD nei confronti di *Zeuzera pyrina*, a confronto con una parcella di controllo (Azione 3). Nelle aree studiate non sono state osservate né catture nelle trappole per il monitoraggio né sintomi di attacchi sulle piante.

L'assenza del lepidottero deriva presumibilmente dall'anomalo andamento meteorologico primaverile. Infine, in parcelle di palme di diversa età sono state installate trappole cromotropiche sperimentali, per catturare gli adulti di *Paysandisia archon* (Azione 4), sviluppate secondo le recenti conoscenze sul comportamento e percezione visiva dell'insetto (Pirih *et al.*, 2018; Stavenga *et al.*, 2018). Anche in questa azione è stata riscontrata una forte rarefazione del lepidottero, probabilmente a causa degli interventi di lotta a cui è sottoposto, con insetticidi distribuiti a cadenza mensile.

### Materiali e metodi

L'applicazione sperimentale del MD contro *G. molesta* è stata effettuata nel 2020-2021 in due vivai, uno

situato a Pistoia, specializzato nella coltivazione di *P. laurocerasus*, il secondo, nel comune di Quarrata, con più specie ornamentali. Le attività sono state programmate secondo le necessità dei vivai, contraddistinte da un'elevata movimentazione legata alla vendita e ricollocazione di nuove piante. Compatibilmente con l'attività commerciale e logistica sono state selezionate parcelle da porre a confronto caratterizzate da uniformità della componente vegetale.

Nel vivaio di Pistoia sono state individuate due aree, una per il controllo (3.500 m<sup>2</sup>) e una per l'applicazione del MD (circa 1 ha). Nel vivaio di Quarrata, come trattato, è stata scelta una zona con piante di *Photinia x fraseri* 'Red Robin'. In questo vivaio non è stato possibile individuare una parcella testimone che è stata quindi collocata in un vivaio poco distante, a Valenzatico, con piante di fotinia di sviluppo paragonabile e quindi utilizzabili come controllo.

Per l'applicazione del MD sono stati utilizzati (circa 600/ha) erogatori Isomate® OFM rosso FLEX (CBC- Biogard), contenenti i feromoni di *G. molesta* e *G. funebrana*, collocati in base alla logistica del vivaio, distribuendoli in parte sulle piante, sugli irrigatori e su altri supporti. Nel 2020, a Pistoia, gli erogatori per il MD sono stati collocati a maggio, al termine delle limitazioni antiCovid, mentre nel 2021 sono stati posizionati il 17 marzo. Nel vivaio di Quarrata (2021) la distribuzione è avvenuta i primi di maggio a causa di un ritardo nella disposizione definitiva delle piante.

L'efficacia dell'azione è stata valutata attraverso a) il monitoraggio dei voli degli adulti di *G. molesta* con trappole a feromoni e b) la valutazione dell'infestazione tramite il campionamento delle piante nelle parcelle del controllo e nelle aree di applicazione del MD. Nel campionamento è stato annotato il numero di piante che presentavano segni di infestazione ed in queste, su tre germogli apicali, è stato conteggiato il numero di quelli danneggiati dal lepidottero.

Il campionamento, nel vivaio di Pistoia, nel 2020 è stato effettuato a fine stagione (28 ottobre) mentre nel 2021 è stato ripetuto in tre date (fig. 3). Nel 2021 i rilievi per valutare l'infestazione sono stati condotti in due zone all'interno dell'area trattata con MD, di cui una (trattato sud) collocata ai margini dell'area di trattamento con i feromoni. Nel vivaio di Quarrata, i rilievi delle infestazioni sono stati effettuati in due date (fig. 4). Nel periodo della sperimentazione sono stati eseguiti trattamenti insetticidi sia nelle parcelle di controllo, gestite con i piani di difesa consueti, sia nelle aree di applicazione del MD (un trattamento) (fig. 1 e 2).

## Risultati

I risultati del monitoraggio nel 2020, nella parcella di controllo del vivaio di Pistoia, evidenziano tre picchi di volo nel periodo luglio-ottobre (fig. 1) mentre nel 2021, a partire dalla seconda decade di giugno, le catture aumentano progressivamente, con due picchi di volo nella seconda decade di luglio e nella seconda decade di settembre (fig. 2a). Nel vivaio di Valenzatico (fig. 2b) il primo picco registrato si è protratto dal 4 al 23 giugno, corrispondente, verosimilmente, al terzo volo dell'anno, gestito dal vivaio eseguendo interventi con sei diversi insetticidi. Nelle aree trattate con il MD di entrambi i vivai le catture di *G. molesta* sono state pressoché assenti.

Nel 2020 le due parcelle del vivaio di Pistoia hanno mostrato percentuali simili (trattato 25%, controllo 28%) di germogli danneggiati, con due trattamenti insetticidi contro *G. molesta* nel controllo ed uno nel trattato. Nel 2021 la proporzione delle piante infestate sul totale delle piante presenti e dei germogli danneggiati indica una minore percentuale di infestazione nelle parcelle in cui è applicato il MD in confronto con quelle di controllo in entrambi i vivai. Nel vivaio di Pistoia sono presenti differenti livelli di piante infestate (fig. 3a) e germogli danneggiati (fig. 3b) nella parcella "trattato nord" e nella parcella "trattato sud". Nella prima, in tutte e tre le date del campionamento, per entrambi i parametri considerati, la percentuale di infestazione è considerevolmente inferiore rispetto al controllo.

Nella parcella "trattato sud", posta ai margini dell'area di applicazione del MD, nel mese di agosto, l'infestazione è simile al controllo. Tuttavia, nell'ultimo periodo di osservazione le percentuali dei due parametri nelle parcelle trattate si allineano e risultano inferiori al controllo. Nel vivaio di Quarrata (fig. 4),

nonostante il ritardo nella distribuzione degli erogatori, l'applicazione della tecnica MD si dimostra uno strumento utile per la gestione di *G. molesta* con una percentuale inferiore (data di luglio) o equiparabile (data di agosto) delle piante infestate o dei germogli danneggiati. Tale risultato è stato conseguito col ricorso ad un unico trattamento insetticida nella parcella trattata con il feromone rispetto a quella di controllo in cui sono stati effettuati 7 interventi.

## Conclusioni

Le azioni previste dal WP7 si sono concretizzate in attività di sostegno ai vivaisti tramite consulenze e applicazione di metodi di controllo a basso impatto ambientale. In tal modo è stato possibile proteggere le colture da alcuni fitofagi che frequentemente attaccano le colture ornamentali nei vivai pistoiesi mostrando l'utilità di favorire la diffusione dei mezzi sostenibili adottati. Nelle azioni di supporto informativo, l'impiego di nematodi e funghi entomopatogeni ha permesso di ridurre il ricorso agli insetticidi di sintesi nel controllo di *Otiorhynchus* in latifoglie sempreverdi ornamentali.

Inoltre, la confusione sessuale, applicata al settore vivaistico, ha evidenziato che questo metodo di controllo può portare ad una marcata riduzione dell'utilizzo dei prodotti di sintesi. Infatti, i risultati dimostrano che una corretta applicazione del MD può consentire di controllare efficacemente gli attacchi di *G. molesta* alle rosacee ornamentali con livelli di infestazione inferiori o al più paragonabili a quelli conseguiti nelle aree gestite con interventi chimici.

Nell'area di controllo, a fronte di un intenso uso di insetticidi, sia come numero complessivo di trattamenti, sia per il numero dei principi attivi utilizzati, l'infestazione ed il danno sono stati superiori a quanto rilevato nelle aree di applicazione del MD, dove, al massimo, è stato fatto ricorso ad un solo intervento. La diversità parziale dei dati relativamente alla parcella "trattato sud", evidenzia la necessità di ulteriori approfondimenti per comprendere possibili cause di riduzione dell'efficacia del MD verso *G. molesta* nei vivai. La maggiore infestazione e danno nella parcella "trattato sud" selezionata ai margini dell'area trattata con i feromoni, evidenzia l'importanza di una corretta valutazione dell'area coperta dal MD e della riduzione del rischio di migrazione casuale da aree circostanti.

L'efficacia del trattamento con feromoni applicati secondo il metodo del MD, risulta particolarmente interessante, soprattutto se valutato considerando l'andamento dei voli di *G. molesta*, evidenziando una sostanziale efficacia anche nei periodi di maggiore presenza del lepidottero. Tuttavia, per garantire i migliori risultati nell'applicazione del MD è opportuna una collocazione precoce degli erogatori, evidenziabile dal diverso livello di infestazione riscontrato nel vivaio di Pistoia rispetto a quello di Quarrata, in cui i feromoni sono stati distribuiti più tardi.

Infine, merita sottolineare che le attività del WP hanno rimarcato la possibilità di ridurre l'immissione di residui di prodotti fitosanitari nell'ambiente e, di conseguenza, anche l'esposizione degli operatori al rischio chimico.

## Bibliografia

- ANSARI M.A., BUTT T.M. (2013): *Influence of the application methods and doses on the susceptibility of black vine weevil larvae Otiorhynchus sulcatus to Metarhizium anisopliae in field-grown strawberries*. «BioControl», 58, pp. 257-267.
- BIGAGLI V. (2020): *Andamento della contaminazione da fitofarmaci nel territorio pistoiese. Risultati degli anni 2018 e 2019*, Arpat, Firenze, pp. 45 (<http://www.arpat.toscana.it>)
- HEGAZI E.M., KHAFAGI W.E., KONSTANTOPOULOU M.A., SCHLYTER F., RAPTOPOULOS D., SHWEIL S., ABD EL-RAHMAN S., ATWA A. ALI S.E., TAWFIK H. (2010): *Suppression of leopard moth (Lepidoptera: Cossidae) populations in olive trees in Egypt through mating disruption*, «Journal of Economic Entomology», 103, pp.1621-1627.

LUCCHI A., BENELLI G. (2018): *Towards pesticide-free farming? Sharing needs and knowledge promotes Integrated Pest Management*, «Environmental Science and Pollution Research», 25, pp. 13439-13445.

PIRIH P., ILIĆ M., RUDOLF J., ARIKAWA K., STAVENGA D.G., BELUŠIČ G. (2018): *The giant butterfly-moth Paysandisia archon has spectrally rich apposition eyes with unique light-dependent photoreceptor dynamics*, «Journal of Comparative Physiology A», 204, pp. 639-651.

STAVENGA, D.G., LEERTOUWER, H.L., MEGLIČ, A., DRAŠLAR, K., WEHLING, M.F., PIRIH, P., BELUŠIČ, G. (2018): *Classical lepidopteran wing scale colouration in the giant butterfly-moth Paysandisia archon*. «PeerJ», 6, e4590.

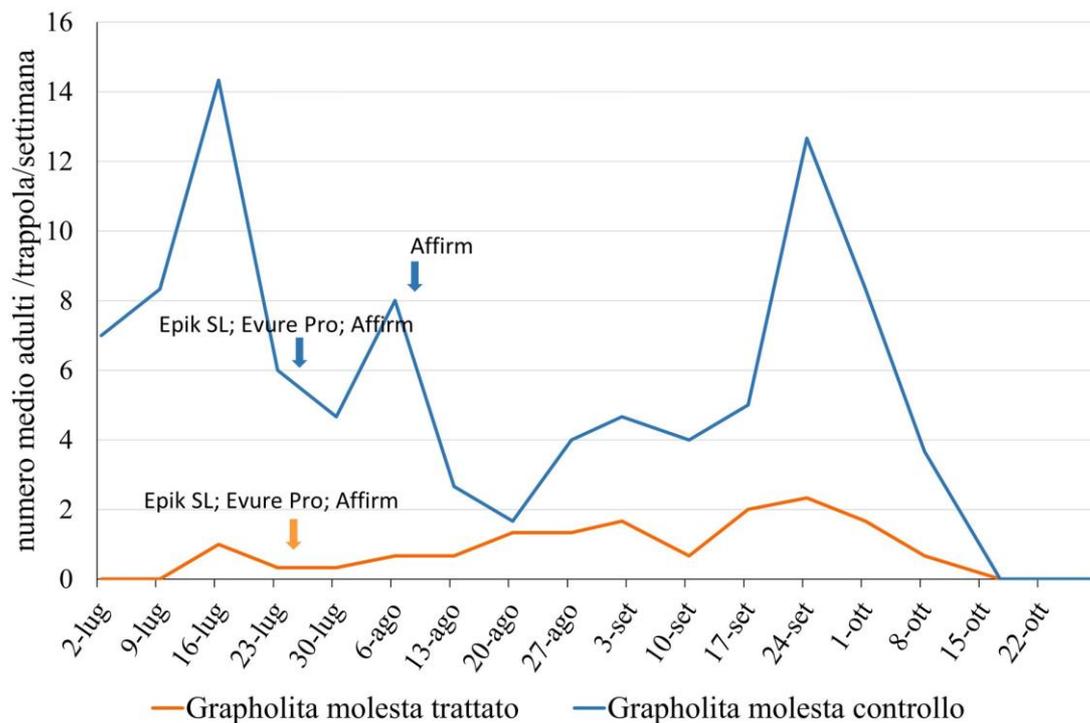


Figura 1 - Monitoraggio di *Grapholita molesta* nell'area trattata con MD e nel controllo del vivaio di Pistoia (2020).

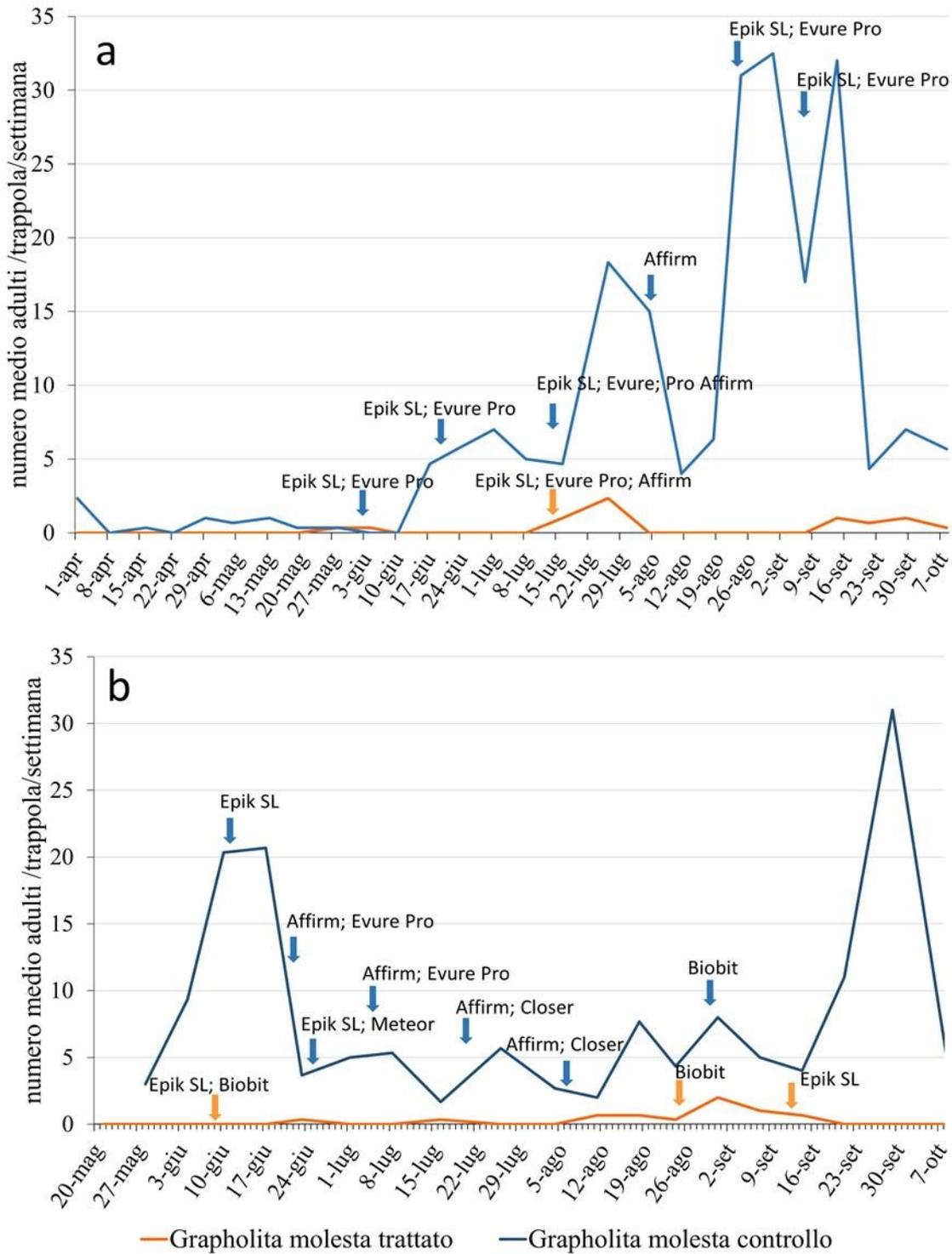


Figura 2 - Monitoraggio di *Grapholita molesta* nelle aree trattate con MD e nel controllo dei vivai di Pistoia (a) e di Quarrata (b) (2021).

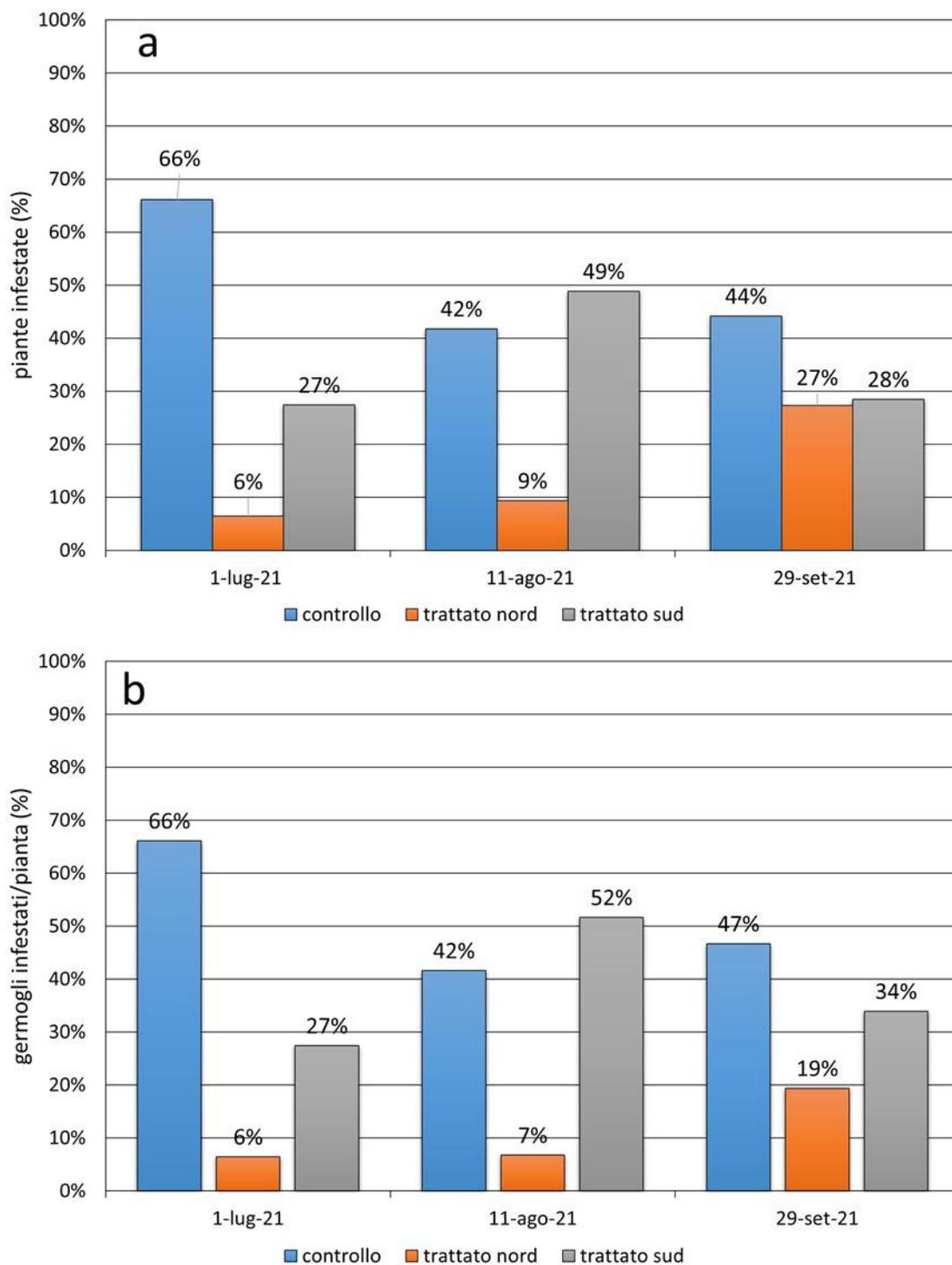


Figura 3 - Percentuale di piante infestate (a) e germogli danneggiati (b) di lauroceraso nelle aree trattate con MD e nel controllo nel vivaio di Pistoia, nei campionamenti effettuati nel 2021.

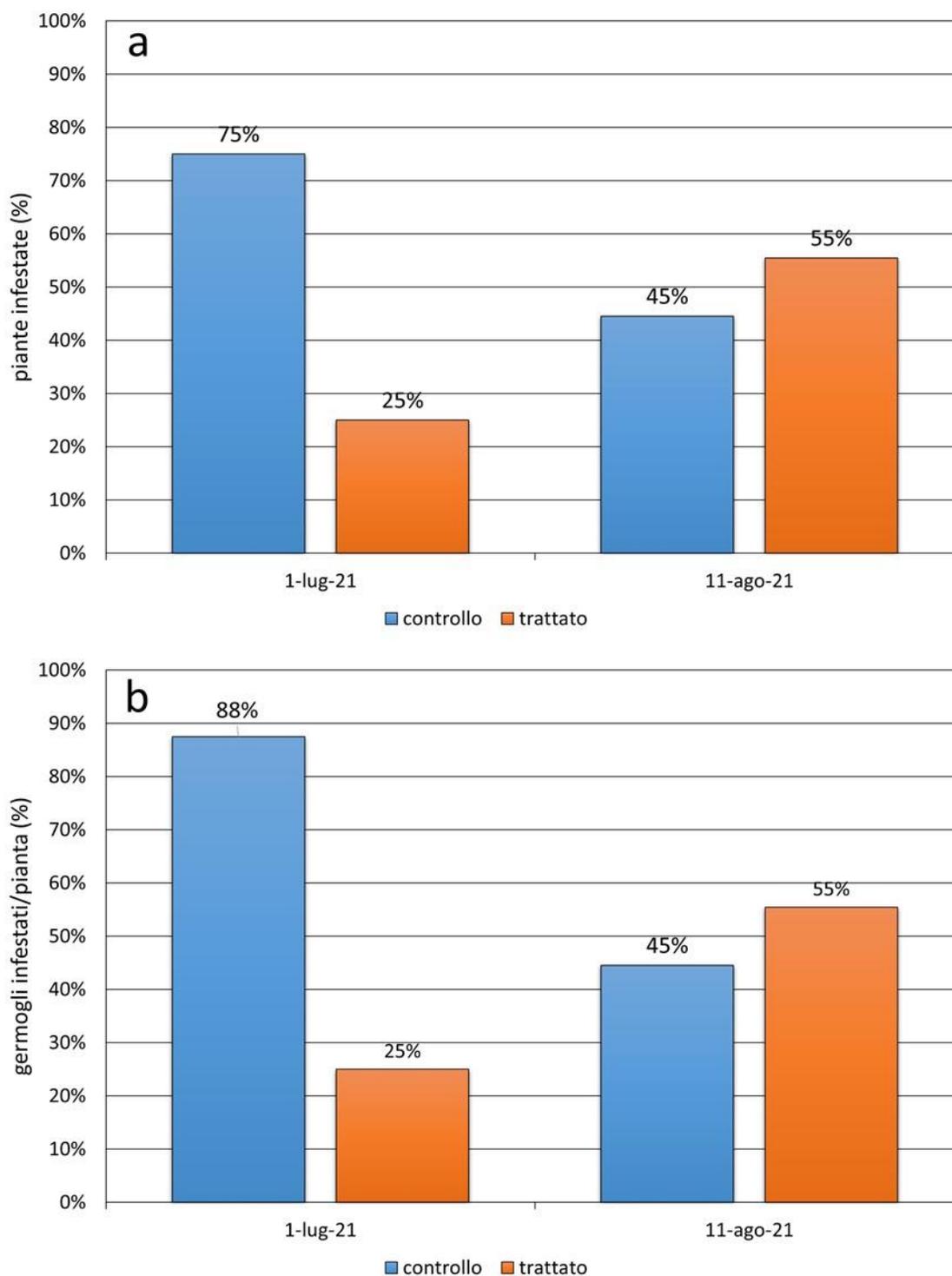


Figura 4 - Percentuale di piante infestate (a) e germogli danneggiati (b) di fotinia nelle aree trattate con MD e nel controllo nel vivaio di Quarrata, nei campionamenti effettuati nel 2021.

## WP5: MESSA A PUNTO DI SISTEMI DI MONITORAGGIO DEDICATI ALLA GESTIONE FITOSANITARIA DEL VIVAIO

Beatrice Nesi, Sonia Cacini, Daniele Massa  
CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo

### Abstract

The WP5, “Development of monitoring systems for the phytosanitary management of the nursery”, has these main objectives: i) the definition of protocols for a correct usage of weather monitoring networks in ornamental nurseries; ii) the set-up of alert systems dedicated to the main pests and diseases as required by local nursery growers; iii) the definition of good agronomic practices guidelines.

The activities of this WP mainly concerned:

- In the seasons spring-summer 2020/2021, following the installation of weather monitoring networks at nurseries Vannucci Piante and Innocenti & Mangoni Piante, micro-climatic conditions were assessed to make correlations with the sporulation peaks for powdery mildew and rust on *Magnolia 'Susan'*, *Quercus spp.*, *Pyrus calleryana 'Chanticleer'* and *Prunus cerasifera 'Pissardii'*. In addition, aphid and red mite cycles were evaluated on the above-mentioned species, as well as the oriental fruit moth cycle on *Photinia × fraseri 'Red Robin'* and *Prunus laurocerasus*.
- In the season 2021 probes for substrate temperature monitoring were installed in respect to trials dedicated to nematodes control on *× Cupressocyparis leylandii* and *Acer palmatum*. Monitoring was conducted as part of WP4 activities.
- Physico-chemical characterization of the growing media used for reproduction and cultivation of the targeted species were performed. Total porosity, bulk density, available, easily and reserve water, content air capacity, pH and electrical conductivity were determined.

### Introduzione

All'interno del presente GO il WP5 ha inteso affrontare le problematiche connesse alla gestione fitoparassitaria tradizionalmente adottata nella pratica vivaistica, spesso caratterizzata da elevati input agrochimici, che si ripercuotono negativamente su ambiente, salute e costi di produzione. Nell'ottica di una efficiente prevenzione, si vuole stimolare l'applicazione “in campo” di nuove tecnologie nell'ambito della diagnostica dei fitoparassiti quali le reti di monitoraggio ambientale abbinata a sistemi di *alert*, dando l'opportunità di intervenire precocemente prima che un determinato problema possa diffondersi. L'impiego di strumenti atti a monitorare le colture, come l'applicazione di modelli previsionali, consente infatti, di rilevare i fitoparassiti anche su materiale vegetale asintomatico e di individuare i momenti più indicati per attuare mezzi di controllo preventivi. L'importanza del monitoraggio ambientale è oggi ampiamente riconosciuta e molti sono stati i progressi del settore anche nell'ambito del settore produttivo delle piante ornamentali, basti pensare ai numerosi progetti “*smart city*”, nei quali la componente verde assume una crescente importanza (<https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital>). La diffusione capillare di sensori e sistemi di monitoraggio è alla base delle nuove soluzioni smart per l'ambiente, dando la possibilità di monitorare l'evoluzione dei processi e l'efficacia degli interventi per migliorare le strategie gestionali e guidare le decisioni aziendali in modo molto più efficace di quanto non sia possibile oggi.

All'interno del GO l'attività di WP5 ha previsto: 1) lo sviluppo di un sistema di gestione fitopatologica basato sulla diagnosi precoce legato all'uso di sistemi di *alert*, che consentano di intervenire preventivamente nel controllo dei principali fitoparassiti delle specie vivaistiche; 2) la messa a punto di buone pratiche agronomiche indirizzate ad una razionalizzazione degli interventi di controllo fitosanitario e quindi ad una maggiore sostenibilità delle tecniche di difesa impiegate.

## Obiettivi

I principali obiettivi sono stati:

- definizione di protocolli di messa a punto di reti di monitoraggio dedicate alle coltivazioni vivaistiche;
- messa a punto di sistemi di *alert* dedicati alle principali fitopatologie di specie vivaistiche;
- messa a punto di linee guida di buone pratiche agronomiche.

## Descrizione delle attività realizzata da parte di WP5, strumenti e metodi

Durante le stagioni vegetative 2020/2021, sono stati rilevati i principali parametri meteorologici nei vivai partner del progetto.

In particolare, nelle stagioni primaverile-estiva 2020/2021, in seguito all'installazione di reti di monitoraggio presso i vivai Vannucci Piante e Innocenti & Mangoni Piante, è stata effettuata la verifica delle condizioni microclimatiche al fine di correlarle con i picchi di sporulazione per oidi e ruggini su *Magnolia* 'Susan', *Quercus* spp., *Pyrus calleryana* 'Chanticleer' e *Prunus cerasifera* 'Pissardii', oltre ai cicli di afidi e ragnetto rosso sulle specie sopra citate e tignola del pesco su *Photinia* × *fraseri* 'Red Robin' e *Prunus laurocerasus*, anche in funzione dell'effettivo rilevamento dei fitoparassiti.

Inoltre, nella stagione 2021, sono stati installati sensori di rilevamento di temperatura del substrato in prove sperimentali relative al controllo dei nematodi su × *Cupressocyparis leylandii* (fig. 1) e *Acer palmatum*, test condotti nell'ambito del WP4 dal partner CREA Certificazione e Difesa.

Infine, come previsto, è stata effettuata la caratterizzazione fisica e chimica dei substrati colturali impiegati dai partner per la riproduzione e coltivazione delle specie oggetto di attività di progetto. In particolare, sono state definite porosità totale, densità apparente, acqua disponibile, facilmente disponibile, di riserva e capacità per l'aria (De Boodt *et al.*, 1974), oltre a pH e conducibilità elettrica (CE) (EN 13037/1999 e EN 13038/1999, rispettivamente).

È comunque necessario ricordare che l'attività di installazione delle reti di monitoraggio e di rilevamento dati è stata in parte ritardata e inficiata dalla pandemia COVID-19.



Figura 1 - Esempio di posizionamento di sensori di rilevamento della temperatura del substrato nelle prove sperimentali relative al controllo dei nematodi su × *Cupressocyparis leylandii*. Test condotti nell'ambito del WP4 dal partner CREA Certificazione e Difesa.

## Principali risultati e discussione

L'analisi dei dati meteorologici è stata utilizzata per correlare il ciclo biologico, dei fitoparassiti considerati, all'andamento climatico e alle operazioni colturali, per la messa a punto di sistemi di *alert* a loro relativi.

### Reti di monitoraggio e controllo dei patogeni fungini

Per quanto riguarda gli agenti patogeni fungini di maggiore interesse per il settore, sono state calcolate le ore cumulate di condizioni favorevoli al loro sviluppo, rispetto alla effettiva rilevazione della loro comparsa o alla data dei trattamenti fitosanitari applicati.

Per i diversi agenti di oidio sono state impiegate soglie di riferimento in funzione del patogeno specifico, ovvero:

- i. su magnolia, genere *Erysiphe* spp., sono state utilizzate le soglie di temperatura e umidità dell'aria, come riportate da Goidanich (1994);
- ii. su quercia, è stato fatto riferimento alle soglie indicate per *Erysiphe alphitoides* da Marçais e Desprez-Loustau (2014);
- iii. su *Pyrus calleryana* 'Chanticleer', è stato fatto riferimento alle soglie indicate per *Podosphaera leucotricha* da Holb (2013) e Xu (1999).

Per quanto riguarda invece l'agente patogeno di ruggine su *Prunus cerasifera* 'Pissardii', ovvero *Tranzschelia* spp. da Ram e Gupta (1999).

A titolo esemplificativo si riportano i risultati relativi a *E. alphitoides* per le stagioni vegetative 2020/2021. Sono state calcolate le ore cumulate giornaliere favorevoli all'insorgenza del patogeno da marzo a settembre per entrambi gli anni (fig. 2) e i risultati sono stati valutati rispetto alla tempistica dei trattamenti fitosanitari effettuati presso l'azienda partner coinvolta. In particolare, i criteri utilizzati per il calcolo delle ore cumulate, sono stati: i) temperature comprese tra 10 e 30 °C e, ii) umidità relativa superiore a 75%. Nel calcolo non sono stati presi in considerazione il possibile effetto di riduzione della diffusione di spore e dell'insorgenza dell'infezione legate a bagnatura fogliare e piogge in quanto i valori registrati nel periodo non sembrano influenzarli (Marçais e Desprez-Loustau, 2014).

L'analisi dei dati ha evidenziato che le condizioni favorevoli all'insorgenza di tale patogeno si verificano a partire già dai primi di marzo in maniera sporadica e non ripetuta, mentre, da metà aprile in poi, tali condizioni persistono costantemente per tutta l'estate in entrambe le annate (fig. 2).

L'analisi dei dati meteo, abbinata a opportuni controlli *in loco*, può dare quindi indicazioni su eventuali interventi fitosanitari a carattere preventivo, evitando quindi trattamenti fitoterapici ritardati, in condizioni di infezione troppo avanzata di difficile controllo.

### Reti di monitoraggio e controllo dei fitoparassiti

L'analisi dei dati meteorologici per i principali fitoparassiti delle specie ornamentali da esterno è stata basata sul calcolo dei gradi giorno, inerente ai cicli biologici degli stessi. Per i diversi fitoparassiti sono state impiegate soglie di temperatura di riferimento in funzione dello specifico fitoparassita, ovvero:

i) su *P. × fraseri* 'Red Robin' e *P. laurocerasus*, sono state impiegate per il calcolo dei gradi giorno di *Grapholita molesta*, tignola del pesco, le soglie riportate da Damos e Savopoulou-Soultani (2010) e da Croft *et al.* (1980), utilizzando come metodo di calcolo il singolo seno a taglio orizzontale (Murray, 2020; [UC IPM Phenology Model Database: Oriental Fruit Moth \(ucanr.edu\)](https://www.ipm.ucr.edu/phenology/));

ii) su *P. cerasifera* 'Pissardii', *P. calleryana* 'Chanticleer' e altre specie di interesse vivaistico sono state valutate le soglie di temperatura per afidi e acari per i rispettivi calcoli dei gradi giorno come riportate da [Research Models: Insects, Mites, Diseases, Plants, and Beneficials--from UC IPM \(ucanr.edu\)](https://www.ipm.ucr.edu/research-models/).

A titolo esemplificativo si riportano i dati per entrambe le annate riferite a *G. molesta*, elaborati in collaborazione con il partner UNIFI (WP7). In particolare, per il 2021, i gradi giorno cumulati sono stati

confrontati con le reali catture di adulti e tali osservazioni hanno permesso di valutare come le soglie di riferimento più idonee per l'ambiente pistoiese siano le temperature comprese tra 7,2 °C e 32,2 °C, con 535 gradi giorno cumulati, necessari per passare da una generazione all'altra (fig. 3). Peraltro, è emerso come tale insetto possa effettuare fino a 5/6 generazioni anno, a partire da inizio marzo fino ad arrivare al mese di ottobre, risultando quindi particolarmente dannoso su specie sempreverdi, come *P. × fraseri* 'Red Robin' e *P. laurocerasus*.

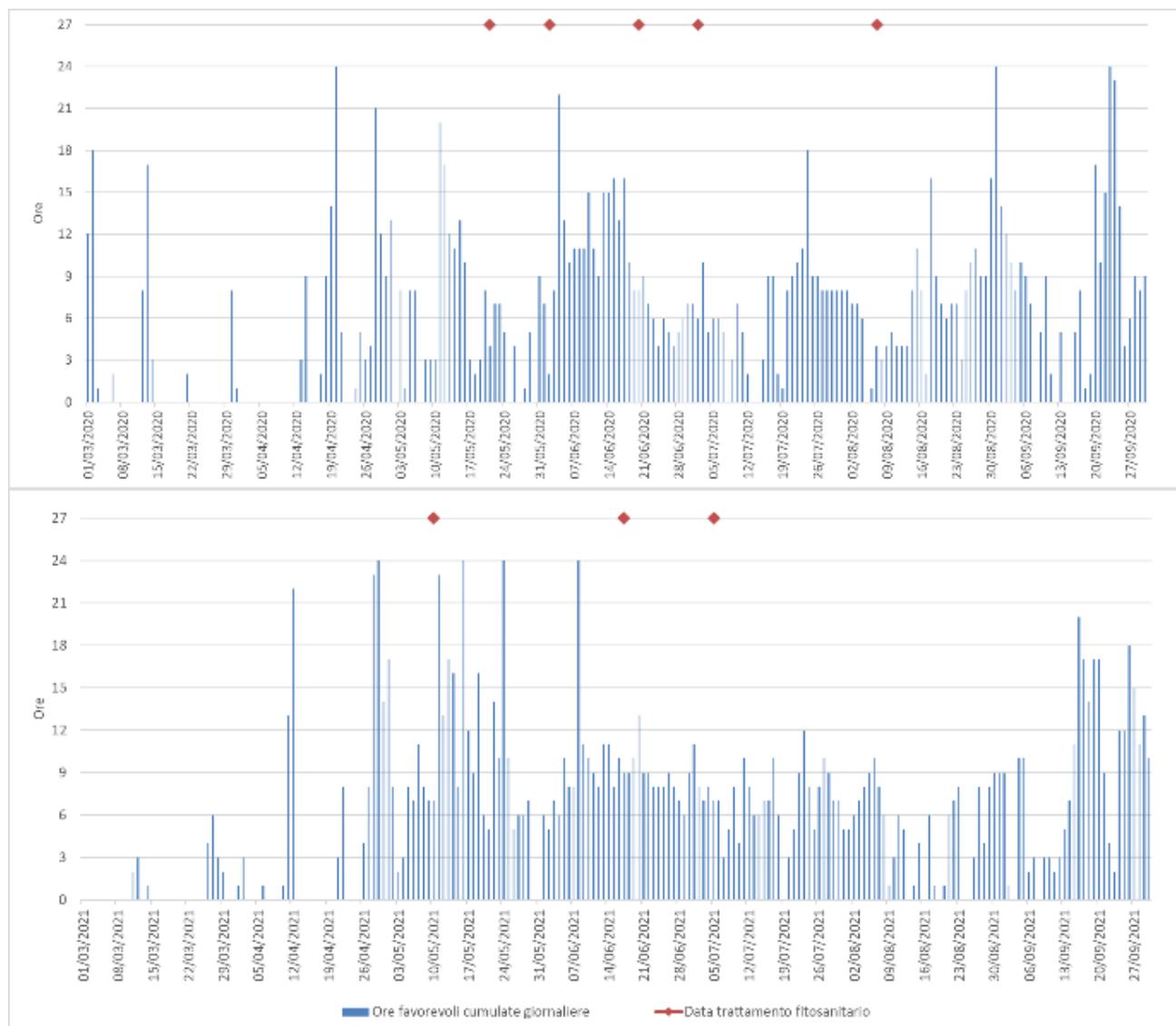


Figura 2 - Grafici relativi al calcolo delle ore cumulate favorevoli all'insorgenza di oidio (*Erysiphe alphitoides*) su *Quercus* spp. per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Le soglie di verifica sono state: temperatura dell'aria compresa tra 10 °C e 30 °C e umidità relativa > 75 %. In rosso sono evidenziate per i due anni le date relative ai trattamenti fitosanitari.

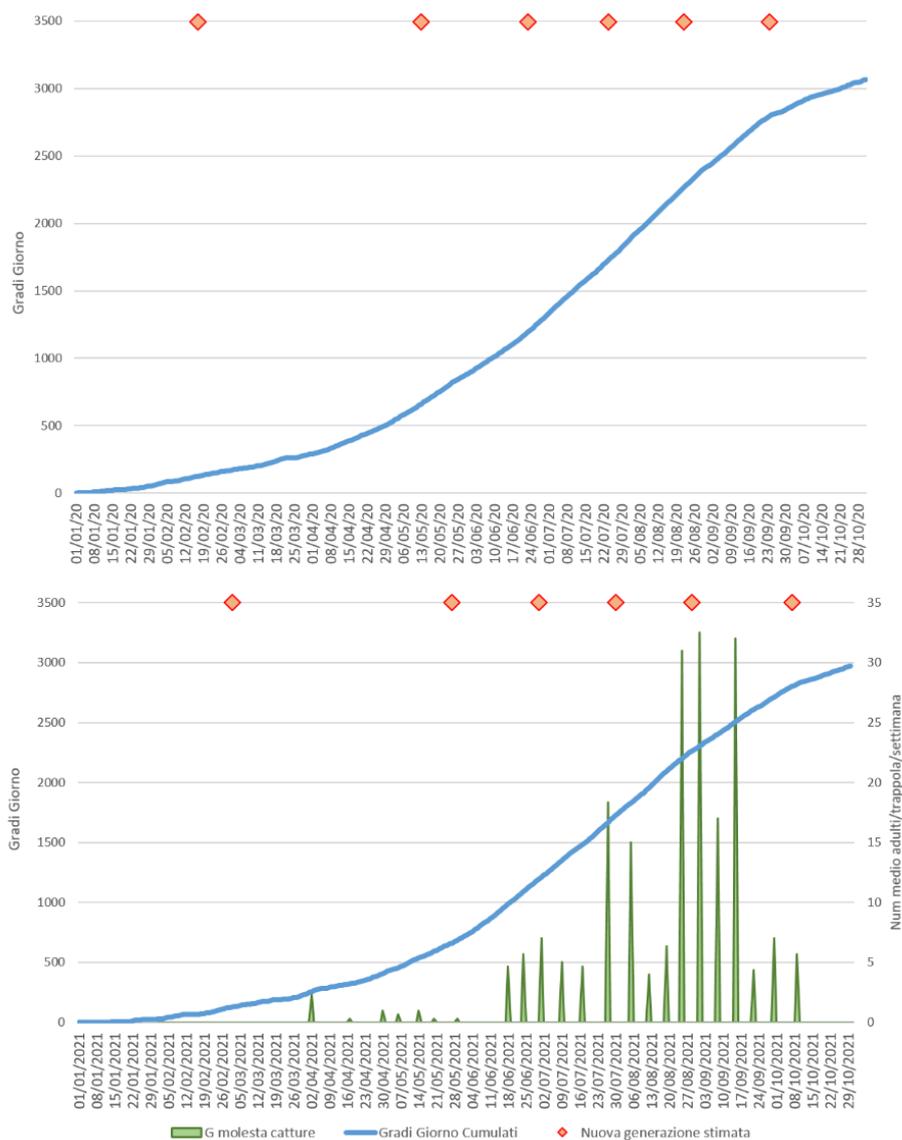


Figura 3 - Grafici relativi al calcolo dei gradi giorno cumulati per *Grapholita molesta*, la tignola del pesco, per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Per il calcolo dei gradi giorno è stato impiegato il metodo del singolo seno a taglio orizzontale, impiegando come soglie di temperatura inferiore a 7,2 °C e superiore a 32,2 °C. In arancio sono evidenziate le date relative alla comparsa di nuove generazioni, impiegando come valore di gradi giorno cumulati per il passaggio da una generazione all'altra, il valore di 535. In verde invece sono evidenziate le catture di adulti effettivamente osservate. Tale attività è stata svolta in collaborazione con il partner UNIFI (WP7).

### Analisi chimico-fisiche dei substrati culturali

I risultati relativi alle analisi fisico-chimiche dei substrati culturali, utilizzati dalle aziende vivaistiche partner del progetto, sono riportati in tabella 1. Tutti i substrati mostrano valori che non si discostano dagli standard riconosciuti a livello internazionale per il settore florovivaistico (Abad *et al.*, 2001), se non marginalmente.

Uniche eccezioni sono da rilevarsi per i substrati addizionati con fertilizzante a cessione controllata e stoccati per periodi più o meno lunghi, fino a 60 giorni in alcuni casi, prima del loro effettivo utilizzo, dove il valore di CE è influenzato dalla presenza dei fertilizzanti stessi, senza però presentare valori da ritenersi dannosi per le colture.

Inoltre, nel caso dei substrati a base di cocco, il pH mostra valori inferiori allo standard. Tuttavia, tali valori non sono da considerarsi come fonte di eventuali danni alle colture in quanto le acque irrigue normalmente impiegate in ambito vivaistico hanno valori di pH superiori a 6,0.

Sigle identificative	Composizione substrato	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	DA $\text{g cm}^{-3}$	PT %	Volume acqua a pF1 %	Volume aria a pF1 %	AF D %	AR %	AD %
Alveoli M- TP-A-L	Torba :perlite 75:25 v v <sup>-1</sup> (per alveolo/ taleggio)	191,2 d	5,67 a	0,12 b	93,3 a	58,52	35,73	23,5 a	5,0 a	28,5 a
M-TPO V- 13L	Torba:pomice 60:40 v v <sup>-1</sup> + fertilizzante a cessione controllata Midollino di cocco:fibra di	618,3 c	4,81 b	0,25 a	86,8 c	52,54	34,30	19, 2 b	4,9 a	24,1 bc
M-C-VG-L	cocco lunga 70:30 v v <sup>-1</sup> + fertilizzante a cessione controllata Midollo di cocco:fibra di	1545,0 a	4,00 c	0,11 bc	92,4 ab	56,23	36,16	21,7 a	4,1 ab	25,8 ab
V-C-60L	cocco corta 70:30 v v <sup>-1</sup> + fertilizzante cessione controllata Midollo di cocco:fibra di	1082,3 b	3,97 c	0,12 b	92,0 b	58,45	33,59	19,3 b	3,6 b	23,0 bc
V-C-10L	cocco corta 70:30 v v <sup>-1</sup> + fertilizzante cessione controllata (terriccio appena consegnato)	137,2 d	4,00 c	0,10 c	93,0 ab	55,73	37,23	19,0 b	3,8 b	22,8 c
	ANOVA	***	***	***	***	n.s.	n.s.	**	**	**
	<i>Standard di riferimento*</i>	<500	5,5- 6,5	<0.40	>85	55-70	20-30	-	-	20-30

CE: conducibilità elettrica, DA: densità apparente, PT: porosità totale, AFD: acqua facilmente disponibile, AR: acqua di riserva, AD: acqua disponibile.

\* Abad *et al.*, 2001.

Tabella 1 - Caratterizzazione chimico-fisica dei substrati impiegati dai vivai partner di Progetto. Ogni valore corrisponde alla media di 3 replicati. Lettere differenti rappresentano medie statisticamente significative per  $P \leq 0,05$ ; LSD test. I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica di tipo one-way ANOVA, lettere diverse indicano differenze significative rispetto all'LSD multiple-range test ( $p < 0,05$ ).

---

**Bibliografia**

- ABAD M., NOGUERA P., BURÉS S. (2001). *National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain*. Bioresour. Technol. 77, pp. 197–200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8)
- CROFT B. A., MICHELS M.F., RICE R. E. (1980). *Validation of a PETE timing model for the oriental fruit moth in Michigan and central California* (Lepidoptera: Olethreutidae). Great Lakes Entomol. 13, pp. 211-217.
- DAMOS P. T., SAVOPOULOU-SOULTANI M. (2010). *Development and statistical evaluation of models in forecasting moth phenology of major lepidopterous peach pest complex for Integrated Pest Management programs*. Crop Protection, 29(10), pp. 1190-1199. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.06.022>
- DE BOODT M.F., VERDONCK O.F., CAPPAERT I.M. (1974). *Method for measuring the water release curve of organic substrates*. Acta Hortic. 37, pp: 2054–2062. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1974.37.20>
- GOIDANICH G. (1994). *Manuale di patologia vegetale vol 2*. Edagricole, Bologna, pp. 525-534.
- HOLB I. (2013). *Apple powdery mildew caused by Podosphaera leucotricha: some aspects of biology*. International Journal of Horticultural Science, 19(3-4), pp.19-23. <https://doi.org/10.31421/IJHS/19/3-4./1096>
- MARÇAIS B., DESPREZ-LOUSTAU M.L. (2014). *European oak powdery mildew: impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change*. Annals of Forest Science, 71(6), pp. 633-642. <https://doi.org/10.1007/s13595-012-0252-x>
- MURRAY M. (2020). *Using degree days to time treatments for insect pests*. All Current Publications. Paper 978. [https://digitalcommons.usu.edu/extension\\_curall/978](https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/978)
- RAM V., GUPTA A.K. (1999). *Fungal and Bacterial Diseases of Stone Fruits and their Management*. In: *Diseases of Horticultural Crops: Fruits*. Editors: Verma L.R., Sharma R.C. Indus Publishing Co., New Dheli, pp. 167-194.
- XU X.M. (1999). *Modelling and forecasting epidemics of apple powdery mildew* (Podosphaera leucotricha). Plant Pathology, 48(4), 462-471. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1999.00371.x>

---

## WP8: GESTIONE SOSTENIBILE DELLA FLORA INFESTANTE NELL'ATTIVITÀ VIVAISTICA

Stefano Benvenuti e Marco Mazzoncini  
Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari, e Agro-Ambientali, Università di Pisa

### Abstract

*The growing criticism of the environmental impact of herbicides used in ornamental nurseries has stimulated investigations for alternative methods of greater agro-environmental sustainability. In this project the weed survival strategies and dissemination modalities were highlighted. Floristic analyses were carried out in the various periods of the year evidenced a remarkable biodiversity with the dominance of some weed species specialized to persist in the nursery environment. Often exotic weeds have been detected. Furthermore, weed dynamics was related to agronomic practices and/or ecological conditions in order to prevent weed invasion. Natural herbicides, bio-fortified mulching materials, cover crops in the field nurseries, as well as allelopathic substances capable of inhibiting weed seed germination were studied. The results are promising and applicable in the nursery agronomic scenarios already in the near future.*

### Generalità della malerbologia vivaistica

Come in ogni agro-ecosistema, anche l'attività vivaistica è purtroppo ben sottoposta all'invasività di specie erbacee indesiderate. Rispetto alle tipiche colture agrarie, con prevalenti finalità alimentari, l'attività vivaistica ha la peculiarità di creare un livello di fertilità idrica e nutrizionale particolarmente elevato e ciò comporta un tasso di crescita decisamente rapido ed in grado di disseminare ulteriormente nelle varie aree aziendali. Quando si parla di infestanti dei vivai facciamo immediatamente riferimento a quelle che si trovano nei contenitori. Tuttavia, tali malerbe derivano quasi sempre sia dalla vegetazione spontanea presente nei piazzali che dai terreni di coltivazione, da cui spesso provengono le piante ornamentali prima della loro definitiva collocazione in contenitore. Essendoci delle analogie e differenze si ritiene di dover specificare meglio quali sono gli aspetti che favoriscono lo sviluppo di determinate specie nelle varie situazioni agro-ecologiche (Derr *et al.*, 2020).

### Agro-ecologia degli ambienti di crescita

Per quanto sia diffuso parlare di infestanti dell'attività vivaistica in modo generalizzato è tuttavia opportuno distinguere i vari ambienti di crescita: 1) infestanti in campo per l'allevamento di piante "da zolla", 2) flora infestante che si sviluppa all'interno dei contenitori ed infine 3) malerbe diffuse nei piazzali in cui vengono disposte le piante in contenitore durante le varie fasi di crescita (Figura 1).

Ognuno di questi ambienti ha una composizione botanica spesso peculiare dovuta alle rispettive esigenze ecologiche ed i relativi meccanismi di sopravvivenza. Le specie a ciclo perenne sono infatti frequenti in campo in seguito alla particolare "resilienza", degli organi di propagazione vegetativa (rizomi, stoloni, etc.), a quegli interventi meccanici che tipicamente vengono effettuati lungo gli interfilari delle colture (Figura 2). Primari esempi di specie perenni diffuse in campo, in seguito alla resilienza ai disturbi meccanici effettuati, sono il *Convolvulus arvensis*, *Calystegia saepium*, *Cyperus rotundus*, *Equisetum arvense*, *Rubus ulmifolius* e *Cirsium arvense*.



Figura 1 - Evidente correlazione tra infestazione dei piazzali ed in quella presente nei contenitori delle colture ornamentali allevate.



Figura 2 - Precoce infestazione di infestanti a ciclo perenne (in questo caso *Cirsium arvense*) durante la coltivazione in campo di colture "da zolla".

### Meccanismi di disseminazione

Le potenzialità di disseminazione nello spazio giocano un ruolo cruciale nell'infestazione dei vivai. In questo ambito l'anemocoria è decisamente la strategia più diffusa e vincente nell'agro-ecosistema vivaio. Gran parte della Asteraceae (*Senecio vulgaris*, *Aster squamatus*, *Conyza canadensis*, *Sonchus oleraceus*, *Picris echinoides*, *Taraxacum officinale*, etc.) nonché il diffuso *Epilobium parviflorum* ed *E. hirsutum* debbono la loro spiccata invasività ai rispettivi frutti-seme, dotati di appendici, che favoriscono il volo anche a centinaia di metri di distanza (Figura 3).



Figura 3 - Disseminazione anemocora dei frutti-seme di *Epilobium hirsutum*.

Alcune specie come *Oxalis corniculata* e *Cardamine hirsuta* “lanciano” i semi fino a distanze di un metro, una volta che i frutti disseccano. Questa disseminazione, definita “ballistica”, è uno dei motivi per i quali possiamo vedere piante in contenitore con infestazioni “a chiazze” dovute al raggio di azione di tale lancio di semi. Questo meccanismo di disseminazione appare la strategia ideale per una contaminazione a *feed-back* tra piazzali e contenitori, dal momento che queste due collocazioni sono distanti poche decine di centimetri.

### Biodiversità della flora infestante

Sebbene la biodiversità delle infestanti sia decisamente elevata (Tabella 1), alcune specie sono indubbiamente un problema prevalente sia sotto un profilo di gestibilità che di danno, prevalentemente estetico, arrecato alle varie colture. In questo ambito sono certamente da annoverare specie lianose, come il *Convolvulus arvensis* e *Calystegia saepium*, nonché specie dall’*habitus* decisamente eretto ed inestetico, come le varie specie appartenenti al genere botanico *Conyza* (*C. canadensis*, *C. sumatriensis* e *C. bonariensis*). Queste ultime, unitamente a molte altre specie appartenenti alla famiglia botanica delle asteracee (*Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Aster squamatus*, etc.), sono purtroppo prevalenti.

### Buone pratiche agronomiche preventive

Oltre alle strategie di controllo diretto delle varie infestazioni è opportuno “evolvere” il più possibile le cosiddette “buone pratiche agronomiche”, utili a massimizzare l’efficacia delle misure preventive, come effettuato in contesti vivaistici situati nelle varie parti del mondo. Gli efficienti meccanismi di disseminazione della flora infestante, descritti nei paragrafi precedenti, hanno il ruolo agronomico di massimizzare il più possibile la disseminazione di tale flora spontanea sia proveniente dall’interno che dall’esterno dei confini aziendali. La prevalente anemocoria fa sì che siano sufficienti alcuni giorni o persino alcune ore di esposizione dei cumuli di substrato in attesa di utilizzo per essere contaminati in giornate ventose. E’ per questo motivo che tali cumuli dovrebbero essere smaltiti rapidamente oppure coperti da teli in modo da impedire “l’atterraggio” dei semi anemocori muniti di una sorta di “paracadute”.

<b>Specie</b>	<b>Famiglia botanica</b>	<b>Ciclo biologico</b>	<b>Esigenze termiche</b>	<b>Grado di diffusione</b>
<i>Amaranthus blitum</i> L.	Amaranthaceae	Annuale	Macroterma	Elevato
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Annuale	Macroterma	Medio
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	Annuale	Macroterma	Scarso
<i>Aster squamatus</i> (Spr.) G L.N.	Asteraceae	Annuale	Macroterma	Elevato
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> L.	Bryaceae	Perenne	Indifferente	Elevato
<i>Calystegia saepium</i> (L.) R.Br.	Convolvulaceae	Perenne	Macroterma	Medio
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L. M.	Brassicaceae	Annuale	Microterma	Scarso
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Brassicaceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	Caryophyllaceae	Annuale	Microterma	Medio
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	Annuale	Macroterma	Scarso
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Perenne	Macroterma	Medio
<i>Conyza canadensis</i> L.	Asteraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Cynodon Dactylon</i> (L) Pers.	Poaceae	Perenne	Macroterma	Medio
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Perenne	Macroterma	Medio
<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	Poaceae	Annuale	Macroterma	Elevato
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) B.	Poaceae	Annuale	Macroterma	Medio
<i>Eclipta prostrata</i> L.	Asteraceae	Annuale	Macroterma	Scarso
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	Annuale	Macroterma	Medio
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Onagraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb	Onagraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Equisetum</i> sp.	Equisetaceae	Perenne	Indifferente	Medio
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae	Annuale	Indifferente	Scarso
<i>Mercurialis annua</i> L.	Euphorbiaceae	Annuale	Indifferente	Medio
<i>Euphorbia maculata</i> L.	Euphorbiaceae	Annuale	Macroterma	Medio
<i>Euphorbia pepus</i> L.	Euphorbiaceae	Annuale	Microterma	Elevato
<i>Galinsoga parvi flora</i> Cav.	Asteraceae	Annuale	Microterma	Medio
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Annuale	Microterma	Scarso
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	Marcathiaceae	Perenne	Indifferente	Elevato
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	Perenne	Macroterma	Medio
<i>Phytolacca Americana</i> L.	Phytolaccaceae	Perenne	Indifferente	Scarso
<i>Picris hieracioides</i> L.	Asteraceae	Perenne	Microterma	Scarso
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	Perenne	Microterma	Scarso
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	Annuale	Microterma	Medio
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Annuale	Indifferente	Medio
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	Annuale	Macroterma	Elevato
<i>Potentilla reptans</i> L.	Rosaceae	Perenne	Indifferente	Scarso
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Polygonaceae	Perenne	Indifferente	Scarso
<i>Sagina procumbens</i> L.	Caryophyllaceae	Annuale	Microterma	Elevato
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae	Annuale	Indifferente	Medio
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	Annuale	Macroterma	Medio
<i>Sonchus Asper</i> (L.) Hill	Asteraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Annuale	Indifferente	Elevato
<i>Sorghum halepense</i> L. Pers.	Poaceae	Perenne	Macroterma	Scarso
<i>Stellaria media</i> (Vill.) L.	Caryophyllaceae	Annuale	Microterma	Elevato
<i>Taraxacum officinalis</i> Weber	Asteraceae	Perenne	Indifferente	Scarso
<i>Veronica persica</i> Poir.	Scrophulariaceae	Annuale	Microterma	Scarso

Tabella 1 - Flora infestante più frequentemente rilevata nelle analisi floristiche effettuate durante il progetto AUTOFITOVIV.

## Strategie preventive convenzionali

Una delle direzioni ormai convenzionalmente intraprese nel vivaismo ornamentale è quella dell'uso di materiale pacciamante in grado di impedire e/o ostacolare la germinazione delle infestanti presenti sulla superficie dei contenitori. Oltre che l'uso di tessuti in materiali di diverso tipo, come ad esempio il geotessile, sono ormai largamente utilizzati dischi in fibra di cocco. Più promettenti sono tuttavia i truciolati legnosi (Figura 4), in quanto assolutamente privi di semi, grazie alla provenienza da agroecosistemi non erbacei. In questo ambito è stato evidenziato che la stratificazione dimensionale di tali materiali, lasciando quelli più grossolani in superficie, appare essere la soluzione ottimale (Khamare *et al.*, 2022).



Figura 4 - Materiale pacciamante costituito da truciolato legnoso in grado di prevenire lo sviluppo della flora infestante.

Va sottolineato che l'efficacia di questi materiali è molto buona nei confronti dei semi, ma è decisamente "vulnerabile" dalla presenza di specie a ciclo perenne in grado di poter attraversare lo strato pacciamante grazie alle maggiori sostanze energetiche di riserva. In altre parole, mentre un seme è fortemente ostacolato da uno strato di 3-4 cm di materiale legnoso per le sue scarse riserve energetiche contenute nei piccoli semi, rizomi, tuberi, stoloni etc. sono invece più ricchi di tali sostanze, con la conseguente maggiore capacità di allungamento per il raggiungimento della superficie dei contenitori.

## Strategie innovative di gestione agronomica sostenibile

Le prospettive di valorizzazione agronomica del fenomeno dell'allelopatia hanno ispirato alcune sperimentazioni dedicate al contesto vivaistico. L'idea di utilizzare un materiale pacciamante con spiccata attitudine allelopatica è stata messa in atto arricchendo, il materiale pacciamante in uso, con farine ottenute

dalla macinatura di specie erbacee allelopatiche, come ad esempio *Artemisia verlotiorum* (Asteraceae). Tale farina, disposta al di sotto dei comuni materiali legnosi pacciamanti, ha mostrato una maggiore inibizione della germinazione dei semi delle infestanti. Sono stati inoltre sperimentati, come erbicidi naturali di post-emergenza, alcuni oli essenziali estratti da specie aromatiche. Ciò, in seguito a promettenti pregresse sperimentazioni effettuate con oli essenziali da relativamente basso costo, in quanto estratti da comuni “erbacce” (Benvenuti *et al.*, 2017). L’efficacia agronomica è stata evidente e sono al momento oggetto di studio epoche di intervento, dosaggi, nonché valutazioni sulla sostenibilità economica delle diverse strategie di gestione delle varie infestazioni.

## Conclusioni

La sinergia tra azioni preventive, dovuta alle conoscenze delle strategie di sopravvivenza delle varie specie nonché ai rispettivi meccanismi di disseminazione, e curative, mediante l’uso di erbicidi naturali e/o sostanze allelopatiche pacciamanti, rappresentano in sintesi l’approccio agronomico intrapreso e suggerito con questo progetto.

## Bibliografia

BENVENUTI, S., CIONI, P.L., FLAMINI, G., & PARDOSSI, A. (2017). Weeds for weed control: Asteraceae essential oils as natural herbicides. *Weed Research*, 57, pp. 342-353.

KHAMARE, Y., MARBLE, S. C., & CHANDLER, A. (2020). Fertilizer placement effects on eclipta (*Eclipta prostrata*) growth and competition with container-grown ornamentals. *Weed Science*, 68, 496-502.

DERR, J.F., NEAL, J.C., & BHOWMIK, P.C. (2020). Herbicide resistance in the nursery crop production and landscape maintenance industries. *Weed Technology*, 34, 437-446.

---

## WP10, WP11, WP12: ATTIVITÀ DEL PIN

*Lab Center for Generative Communication*

### Attività realizzate all'interno del GO AUTOFITOVIV

Il Gruppo Operativo AUTOFITOVIV ha adottato il paradigma generativo della comunicazione (Toschi 2011) per garantire la massima efficacia alle attività di divulgazione dell'innovazione proposta dal gruppo di lavoro a realtà esterne al partenariato, attraverso azioni di formazione e informazione.

Nel dettaglio, il *Lab Center for Generative Communication* ha realizzato attività di comunicazione e informazione come di seguito riportate.

### Work Package 10 - Azioni di informazione (Sottomisura 1.2)

#### 1. Incontri tematici

Il *Lab Center for Generative Communication* ha ideato e organizzato **2 incontri tematici** finalizzati a divulgare i risultati progressivi del progetto. A causa della crisi pandemica, i due incontri sono stati realizzati *online* e sono stati suddivisi in più date.

**Obiettivi degli incontri:** aggiornare gli imprenditori sullo stato di avanzamento del progetto e sui risultati ottenuti dalla ricerca condotta dai partner di progetto.

**Destinatari degli incontri:** soggetti con sede legale e/o almeno una sede operativa/unità locale in Toscana, come risultante dal fascicolo aziendale o da visura camerale:

1. **imprenditori agricoli**, singoli e associati, iscritti al registro delle imprese, dotati di partita IVA;
2. **titolari di imprese forestali, singoli e associati**, iscritti al registro delle imprese e che abbiano una attività principale o secondaria con codice ATECO che inizi con A 02;
3. **amministratori e dipendenti**, anche con funzioni dirigenziali, di gestori del territorio, rappresentati da Comuni, Enti Parco ed enti gestori dei siti della Rete Natura 2000.

#### **Incontro tematico #1 | “Pratiche e procedure per l'autocontrollo e la gestione fitosanitaria”**

L'incontro **ha avuto una durata complessiva di 4 ore, organizzate in 2 diverse giornate** (27 maggio e 3 giugno 2021) erogate interamente *online*, attraverso la **piattaforma Google Meet**.

Partecipanti all'incontro: **15**

#### **Incontro tematico #2 | “Autocontrollo e sostenibilità della gestione fitosanitaria”**

L'incontro **ha avuto una durata complessiva di 4 ore, organizzate in 2 diverse giornate** (8 giugno e 15 giugno 2021) erogate interamente *online*, attraverso la **piattaforma Google Meet**.

Partecipanti all'incontro: **15**

#### 2. Website del progetto

Il *Lab Center for Generative Communication* ha ideato, progettato, realizzato e aggiornato il website del progetto [www.autofitoviv.eu](http://www.autofitoviv.eu)

#### 3. Profilo Facebook del progetto

Il *Lab Center for Generative Communication* ha realizzato un'apposita strategia di comunicazione social che ha animato il profilo facebook del progetto [www.facebook.com/goautofitoviv](https://www.facebook.com/goautofitoviv)

## Work Package 11 - Azioni di formazione (Sottomisura 1.1)

### 1. Corso di formazione “Tecniche di autocontrollo e di riconoscimento tempestivo di fitopatologie o di parassiti”

Il *Lab Center for Generative Communication* ha progettato e realizzato 3 edizioni del corso di formazione “Tecniche di autocontrollo e di riconoscimento tempestivo di fitopatologie o di parassiti”, un corso attento a fornire agli imprenditori, ai dipendenti e agli operai attivi in realtà produttive del settore del vivaismo ornamentale, le competenze di base necessarie per **mettere in atto specifici protocolli di sicurezza per il riconoscimento di fitopatologie e parassiti**.

Nel dettaglio, il corso ha fornito gli elementi di conoscenza necessari a: **monitorare e prevenire l’azione dei nematodi** e degli insetti; mettere in pratica **tecniche di diagnosi per i principali patogeni** delle specie ornamentali; attivare **azioni di diagnostica** circa la possibile invasione di patogeni esogeni. A causa della crisi pandemica, i due incontri sono stati realizzati *online* e sono stati suddivisi in più date.

Ogni corso ha previsto **14 ore di formazione**, organizzate in **incontri di 2 ore** ciascuno, erogate interamente a distanza (**Formazione A Distanza**).

**Partecipanti alle 3 edizioni dei corsi: 52**

**Ore di didattica erogate nelle 3 edizioni dei corsi: 42**

**Destinatari degli incontri:** soggetti con sede legale e/o almeno una sede operativa/unità locale in Toscana, come risultante dal fascicolo aziendale o da visura camerale:

- **imprenditori agricoli**, singoli e associati, iscritti al registro delle imprese, dotati di partita IVA;
- **titolari di imprese forestali, singoli e associati**, iscritti al registro delle imprese e che abbiano una attività principale o secondaria con codice ATECO che inizi con A 02;
- **amministratori e dipendenti**, anche con funzioni dirigenziali, di gestori del territorio, rappresentati da Comuni, Enti Parco ed enti gestori dei siti della Rete Natura 2000.

I corsi di formazione hanno previsto il seguente programma formativo.

- **Monitoraggio, prevenzione e possibili trattamenti di nematodi / Docente:** Silvia Landi
- **Azioni di prevenzione per l’introduzione di insetti esotici nei vivai / Docente:** Elisabetta Gargani
- **Tecniche di diagnosi innovative per i principali patogeni delle specie ornamentali / Docente:** Anita Haegi
- **Diagnostica precoce d’invasione dei principali patogeni esogeni / Docente:** Nicola Luchi

### 2. Corso di formazione “Gestione fitosanitaria sostenibile dell’azienda vivaistica”

Il *Lab Center for Generative Communication* ha progettato e realizzato 3 edizioni del corso di formazione “Gestione fitosanitaria sostenibile dell’azienda vivaistica”, un corso attento a fornire agli imprenditori, ai dipendenti e agli operai attivi in realtà produttive del settore del vivaismo ornamentale gli elementi base per imparare a **gestire non solo le emergenze fitosanitarie**, ma anche ad **applicare metodi alternativi di difesa** nell’ottica di una strategia colturale **sostenibile**.

L’individuazione precoce delle problematiche fitosanitarie nella gestione ordinaria delle coltivazioni ornamentali e la **tempestiva eradicazione di organismi nocivi**, hanno un effetto diretto sulla riduzione della chimica utilizzata per contenere le fitopatie e, quindi, hanno immediate ricadute sulla sostenibilità.

A causa della crisi pandemica, i due incontri sono stati realizzati *online* e sono stati suddivisi in più date.

Ogni corso ha previsto **14 ore di formazione**, organizzate in **incontri di 2 ore** ciascuno, erogate interamente a distanza (**Formazione A Distanza**).

**Destinatari degli incontri:** soggetti con sede legale e/o almeno una sede operativa/unità locale in Toscana, come risultante dal fascicolo aziendale o da visura camerale:

- **imprenditori agricoli**, singoli e associati, iscritti al registro delle imprese, dotati di partita IVA;
- **titolari di imprese forestali, singoli e associati**, iscritti al registro delle imprese e che abbiano una attività principale o secondaria con codice ATECO che inizi con A 02;
- **amministratori e dipendenti**, anche con funzioni dirigenziali, di gestori del territorio, rappresentati da Comuni, Enti Parco ed enti gestori dei siti della Rete Natura 2000.

**Partecipanti alle 3 edizioni dei corsi: 52**

**Ore di didattica erogate nelle 3 edizioni dei corsi: 42**

I corsi di formazione hanno previsto il seguente programma formativo.

- **Malerbologia vivaistica e lotta alle infestanti** | **Docente:** Stefano Benvenuti
- **Lotta biologica integrata** | **Docente:** Patrizia Sacchetti
- **Controllo di acari su cipresso e conifere** | **Docente:** Sauro Simoni
- **Corridoi d'invasione dei principali patogeni esogeni** | **Docente:** Alberto Santini

### 3. Workshop “Elementi di comunicazione”

Il *Lab Center for Generative Communication* ha progettato e realizzato 2 edizioni del workshop “Elementi di comunicazione generativa” per fornire agli imprenditori, ai dipendenti e agli operai attivi in realtà produttive del settore del vivaismo ornamentale gli elementi base per **imparare a gestire eventuali criticità** riscontrate nelle proprie aziende **dal punto di vista comunicativo interno ed esterno**.

A causa della crisi pandemica, i due incontri sono stati realizzati *online* e sono stati suddivisi in più date.

Ogni corso ha previsto **12 ore di formazione**, organizzate in **incontri di 2 ore** ciascuno, erogate interamente a distanza (**Formazione A Distanza**).

**Destinatari degli incontri:** soggetti con sede legale e/o almeno una sede operativa/unità locale in Toscana, come risultante dal fascicolo aziendale o da visura camerale:

- **imprenditori agricoli**, singoli e associati, iscritti al registro delle imprese, dotati di partita IVA;
- **titolari di imprese forestali, singoli e associati**, iscritti al registro delle imprese e che abbiano una attività principale o secondaria con codice ATECO che inizi con A 02;
- **amministratori e dipendenti**, anche con funzioni dirigenziali, di gestori del territorio, rappresentati da Comuni, Enti Parco ed enti gestori dei siti della Rete Natura 2000

**Partecipanti alle 2 edizioni del workshop: 23**

**Ore di didattica erogate nelle 2 edizioni del workshop: 24**

I corsi di formazione hanno previsto il seguente programma formativo.

- **Comunicazione di crisi in ambito vivaistico** | **Docente:** Riccardo Russo
- **Laboratorio di comunicazione** | **Docente:** Luca Toschi

### 4. Video-registrazioni degli incontri tematici, dei corsi e dei workshop

Il *Lab Center for Generative Communication* ha video-registrato i due incontri tematici, i corsi di formazione e i workshop realizzati *online*.

---

## Work Package 12 – Visite aziendali (Sottomisura 1.3)

Il *Lab Center for Generative Communication* ha organizzato 4 visite aziendali. Le visite hanno previsto l'organizzazione di quattro sessioni di formazione e informazione *in loco* presso alcune delle aziende vivaistiche coinvolte dal “Gruppo Operativo AUTOFITOVIV. Buone pratiche per l'autocontrollo e la gestione fitosanitaria sostenibile nel vivaismo ornamentale”.

Le attività miravano ad aggiornare gli imprenditori agricoli, gli operatori e tutti gli attori coinvolti nella filiera florovivaistica sullo stato di avanzamento del progetto e, soprattutto, sui risultati ottenuti dalle sperimentazioni condotte dai partner delle aziende vivaistiche coinvolte.

Ogni visita prevedeva una sessione di 4 ore di formazione in presenza. Sono state realizzate attività di *dissemination* di informazioni sui canali di comunicazione: website e canale social.

**Destinatari degli incontri:** soggetti con sede legale e/o almeno una sede operativa/unità locale in Toscana, come risultante dal fascicolo aziendale o da visura camerale:

- **imprenditori agricoli**, singoli e associati, iscritti al registro delle imprese, dotati di partita IVA;
- **titolari di imprese forestali, singoli e associati**, iscritti al registro delle imprese e che abbiano una attività principale o secondaria con codice ATECO che inizi con A 02;
- **amministratori e dipendenti**, anche con funzioni dirigenziali, di gestori del territorio, rappresentati da Comuni, Enti Parco ed enti gestori dei siti della Rete Natura 2000.

**Partecipanti alle 4 visite aziendali: 38**

**Ore di attività realizzate nelle 4 visite aziendali: 12**

### Visita #1 – Prove di lotta ai nematodi in contenitore

La visita aziendale “Prove di lotta ai nematodi in contenitore” si è tenuta il giorno 16 ottobre 2021 dalle ore 8:30 alle 12:30 presso i seguenti due vivai:

1. Vivaio di Bonelle – Via Bonellina, 91 – Pistoia
2. Vivaio Stella – Via Forteguerra, 40 (parallela Via del Redolone) – Cantagrillo – Serravalle Pistoiese

Partecipanti alla visita: **10**

### Visita #2 – Trappole per insetti alieni e Captaspore per il monitoraggio di oidi e ruggini

La visita aziendale si è tenuta il giorno 20 novembre 2021 dalle ore 8:30 alle 12:30 presso il vivaio situato in via Moreno Vannucci (già Via della Dogaia), 110 Quarrata (Pistoia).

Partecipanti alla visita: **8**

### Visita #3 – Contenimento delle infestanti

La visita aziendale “Contenimento delle infestanti” si è tenuta il giorno 27 novembre 2021 dalle ore 8:30 alle 12:30 presso i seguenti vivai:

1. Vivaio Ex Baldacci Via Toscana, 80 – Pistoia
2. Via Moreno Vannucci (già Via della Dogaia), 110 Quarrata (Pistoia)
3. Via del Pescino, 26 – Pistoia

Partecipanti alla visita: **11**

#### Visita #4 – Lotta alla *Cydia molesta* su *Photinia* in contenitore e indicazioni per il monitoraggio tempestivo per gli eriofidi su cipresso

La visita aziendale “Lotta alla *Cydia molesta* su *Photinia* in contenitore e indicazioni per il monitoraggio tempestivo per gli eriofidi su cipresso” si è tenuta il giorno 4 dicembre 2021 dalle ore 8:30 alle 12:30 presso i seguenti vivai:

1. Via di Brana, 145 (parallela Via Ceccarelli) – Quarrata
2. Via di S.Pantaleo, 38A – Pistoia
3. Valenzatico, Via Vecchia fiorentina, I° tr., n. 505 – Quarrata (PT)
4. Vivaio ex Baldacci (campo Catri) Via Toscana, 80 – Pistoia

Partecipanti alla visita: 9

#### Video-registrazioni delle visite aziendali

Il *Lab Center for Generative Communication* ha realizzato un video racconto delle visite aziendali organizzate all’interno del progetto.

#### Attività non realizzate

Data la situazione pandemica, non è stato prodotto materiale a stampa in quanto tutte le attività di formazione sono state realizzate *online*.



Figura 1 - 16 ottobre 2021 Visita aziendale 1 – Prova pratica di lotta ai nematodi in contenitore.



Figura 2 - 16 ottobre 2021. Visita aziendale 1 – Esempio di carotaggio in terreni di pieno campo. Prove di lotta ai nematodi in contenitore.



Figura 3 - 20 novembre 2021 Visita aziendale 2 - Trappole per insetti alieni e Captaspore per il monitoraggio di oidi e ruggini.



Figura 4 - 27 novembre 2021 Visita aziendale 3 - Contenimento delle infestanti.



Figura 5 - 4 dicembre 2021. Visita aziendale 4 - Lotta alla *Cydia molesta* su *Photinia* in contenitore e indicazioni per il monitoraggio tempestivo per gli eriofidi su cipresso.

---

## CONCLUSIONI

*Emilio Resta – Associazione Vivaisti Italiani*

Il progetto AUTOFITOVIV aveva tra gli obiettivi quello di far conoscere al comparto vivaistico i risultati della ricerca e innovazione, stimolando l'adozione di nuove tecniche colturali e metodi alternativi per una produzione ecocompatibile. Inoltre, doveva fornire nuovi strumenti di controllo nei confronti di organismi nocivi nel rispetto delle norme Comunitarie e Nazionali, con lo scopo di evitare l'introduzione sul territorio di pericolosi parassiti, in grado di compromettere non solo la produzione vivaistica, ma anche la sanità dell'ambiente forestale, l'integrità del paesaggio e la biodiversità dei luoghi. Quanto realizzato nel progetto è stata realmente una sfida importante, spesso combattuta contro il tempo rubatoci dalle vicissitudini legate alla pandemia da Covid 19. Grazie alla sempre pronta disponibilità dei partner scientifici e agli organizzatori, afferenti alle strutture a cui competevano divulgazione e comunicazione, siamo riusciti a portare a termine tutte le azioni previste. Le aziende vivaistiche hanno fatto la loro parte mettendo a disposizione le proprie coltivazioni, i propri piazzali e le proprie esperienze di lavoro. Questa situazione era fondamentale per raggiungere gli obiettivi del progetto:

- Autocontrollo per ridurre il rischio di introduzione e diffusione di organismi nocivi.
- Monitoraggio e messa a punto di sistemi per la diagnosi precoce.
- Diffusione di metodi alternativi alla lotta chimica o indirizzati verso la lotta integrata.

Al contempo, importanti sono risultati gli incontri con gli operatori del settore, attraverso i corsi di formazione, gli incontri tematici e le visite aziendali e i due workshop in cui si è data l'opportunità ai vivaisti di comprendere il quadro normativo di riferimento, descrivendo loro i punti essenziali della nuova normativa fitosanitaria. Quanto enumerato è servito come esempio per dimostrare alle aziende la possibilità di applicare tecniche nuove nella difesa e nel monitoraggio, e ai partner scientifici l'opportunità di verificarne l'efficacia su scala più ampia, rispetto alle normali prove sperimentali. Le criticità emerse, come per esempio la non continuità di diffusione nell'erogazione dei feromoni nella confusione sessuale, nella lotta alla *Grapholita molesta*, fanno parte della messa a punto di un nuovo sistema o di una nuova tecnologia. Questo ha dato lo spunto, nel secondo anno di sperimentazione, di proporre una seconda applicazione, nel mezzo della stagione estiva. I rilievi effettuati su acari e nematodi, oltre a confermare la problematica nel contenimento dei parassiti, oggetto di studio, hanno messo in evidenza la diffusa presenza di predatori e antagonisti, a dimostrazione di un buono stato dell'agroecosistema vivaistico. Le sperimentazioni condotte sui terricci e sulle acque di irrigazione hanno confermato come sia necessaria la conoscenza dei vari punti critici all'interno del processo produttivo, per evitare la diffusione di problemi parassitari nelle coltivazioni, mettendo comunque in evidenza una buona situazione fitosanitaria. La stessa cosa si può dire per le risultanze ottenute nel monitoraggio effettuato con trappole posizionate nei piazzali di carico e scarico delle piante. Le previsioni di eventi parassitari in funzione di *alert*, riferiti alle condizioni climatiche, servono per stimolare l'attenzione verso strategie di difesa preventive, a supporto dei controlli di campo.

Infine, e non ultimo, la problematica della lotta alle infestanti in cui sono stati proposti prodotti alternativi, alcuni già in uso come l'acido pelargonico, ma anche strategie diverse da attuare nella coltivazione in contenitore rispetto a quanto proposto nella coltivazione in terreno.

Questo percorso indicato dal progetto è sicuramente il focus del progetto stesso: essere d'esempio per un nuovo e più moderno approccio all'attività vivaistica passando attraverso un maggiore e più proficuo contatto tra la realtà produttiva e le strutture scientifiche. A nostro avviso questo sta già avvenendo.

Come è stato egregiamente rilevato in uno dei workshop legati alla comunicazione, le nuove strategie e modelli da applicare devono essere seguiti con attenzione, competenza ed umiltà, e questo può avvenire attraverso un reciproco travaso di informazioni tra la scienza e l'utilizzatore. Solo attraverso questo scambio di informazioni e disponibilità del mondo scientifico a seguirne anche nel tempo l'approccio, si può puntare a un vivaismo economicamente sostenibile e contemporaneamente più attento alla salvaguardia dell'ambiente e della salute degli operatori.

